



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“PLAN DE RECUPERACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL CAMPUS  
CEASA EN BASE A INFORMACIÓN PAISAJÍSTICA Y ESPECTRAL”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero  
en Medio Ambiente.

Autor:

Pruna Tapia Bryan Andrés

Tutor:

Ph.D Cordova Yanchapanta Vicente De La Dolorosa

Latacunga – Ecuador

Febrero – 2018

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Pruna Tapia Bryan Andrés** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “PLAN DE RECUPERACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL CAMPUS CEASA EN BASE A INFORMACIÓN PAISAJÍSTICA Y ESPECTRAL”, siendo el Ph.D. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

---

Pruna Tapia Bryan Andrés

C.I:0504265059

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PRUNA TAPIA BRYAN ANDRÉS**, identificado con C.I. N°0504265059, de estado civil SOLTERO y con domicilio en Latacunga, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA/EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico.- (Octubre 2012-Febrero 2013 Hasta Octubre 2017-Febrero 2018)

Tutor: Ph.D. Vicente de la Dolorosa Cordova Yanchapanta

Tema: “PLAN DE RECUPERACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL CAMPUS CEASA EN BASE A INFORMACIÓN PAISAJÍSTICA Y ESPECTRAL”.

**CLÁUSULA SEGUNDA.- EL CESIONARIO** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.-** Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **EL CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA/EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.-** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.-** Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.-** **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.-** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.-** En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.-** Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 09 días del mes de febrero del 2018.

---

Bryan Andrés Pruna Tapia

**EL CEDENTE**

---

Ing. MBA. Cristian Tinajero

**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“PLAN DE RECUPERACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL CAMPUS CEASA EN BASE A INFORMACIÓN PAISAJÍSTICA Y ESPECTRAL”, propuesto por el estudiante Pruna Tapia Bryan Andrés, de la carrera INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2018

---

Ph.D Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

CC: 1801634922

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores aprueban el presente Informe de Titulación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Pruna Tapia Bryan Andrés, con el título de Proyecto de Investigación “PLAN DE RECUPERACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL CAMPUS CEASA EN BASE A INFORMACIÓN PAISAJÍSTICA Y ESPECTRAL”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero 2018

Para constancia firman:

---

Lector 1 (Presidente)  
M.Sc. Juan Espinoza  
CC: 1713474326

---

Lector 2  
M.Sc. Vinicio Mogro  
CC: 0501657514

---

Lector 3  
Ing. José Andrade. Mg.  
CC: 0502524481

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento especial a todo el personal tanto administrativo como docente que labora en la Universidad Técnica de Cotopaxi, al área de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. En especial al personal docente de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, que han compartido sus conocimientos y amistad siendo un destacado aporte para mi formación profesional técnica y humana que pondré constantemente al servicio de la sociedad.

Quiero hacer extensivo este sentimiento de gratitud al Ph.D Vicente Córdova por haber aceptado dirigir este trabajo investigativo, y por la constancia de supervisión a fin de lograr los objetivos esperados. Al igual que a los M.Sc. Juan Espinoza; Ing. José Andrade. Mg.; M.Sc. Vinicio Mogro, que han sido un aporte esencial con sus conocimientos, recomendaciones y sugerencias para lograr los objetivos esperados.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico con todo cariño y admiración a:

### **A MI MADRE NANCY:**

La razón de mi vida es ella, a quien quiero admiro y respeto. Ha estado en todo momento junto a mí dándome ejemplo de valentía honradez, responsabilidad, nobleza y superación.

Apoyándome y guiándome con cariño y consejos en post de ser un mejor ser humano cada día y poder cumplir los objetivos planteados en bien mío, de la familia y la sociedad.

### **A MI PADRE ALFREDO**

A quien quiero admiro y respeto por ser un gran hombre quien a través de sus consejos y ejemplo me ha enseñado dedicación honradez, superación, responsabilidad y solidaridad.

Y estoy seguro que su ejemplo y consejos me seguirán guiando para ser un mejor ser humano día a día.

A toda la familia y amigos que han estado siempre conmigo en todo momento apoyándome con sus sabios consejos y cariño para culminar lo propuesto.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITULO:** “Plan de recuperación de servicios ecosistémicos del campus CEASA en base a información paisajística y espectral.”

**Autor:** Pruna Tapia Bryan Andrés

### RESUMEN

El plan de recuperación de servicios ecosistémicos del campus CEASA, en base a información paisajística y espectral en la Universidad Técnica de Cotopaxi estuvo orientada a la recuperación planificada de servicios ecosistémicos. La información paisajística se basó en un mapa AUTOCAD, y levantamiento con GPS del área actual. La información espectral se basó en imágenes satelitales LANDSAT 8, bandas 2 (Azul), 4 (Rojo), 5 (Infrarrojo cercano) y 8 (Pancromática), correspondientes a diciembre del 2017. En función de esta información se generaron mapas de uso actual y potencial del suelo, con referencia a servicios ecosistémicos. El uso actual de suelo prioriza la producción agropecuaria dando énfasis a los servicios ecosistémicos de Suministro de Alimentos con un área de 16498.71 m<sup>2</sup> y Materia Prima con un área de 113131.94 m<sup>2</sup> y 97957.10 m<sup>2</sup> en Infraestructura. 566469.96 m<sup>2</sup> se destinan a Servicios de Apoyo Hábitat para especies, y 33341.12 m<sup>2</sup> para Servicios de Regulación secuestro y almacenamiento de carbono. Para Servicios Culturales Actividades de recreación y salud física y mental se cuenta con un área de 17343.98 m<sup>2</sup>, obteniendo 6.78 m<sup>2</sup> por persona frente a los 9 m<sup>2</sup> por persona que recomienda la OMS (Organización Mundial de la Salud). Se recomienda para Servicios Culturales de Actividades de recreación y salud, física y mental destinar un área de 21631.24 m<sup>2</sup>, obteniendo 9.85 m<sup>2</sup> por persona permitiendo dentro de los rangos recomendados por la OMS (Organización Mundial de la Salud). Para Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte, el diseño e investigación se debe destinar un área de 8101.39 m<sup>2</sup>. Se mantiene la superficie destinada a Regulación: Secuestro y almacenamiento de carbono. La cobertura vegetal muestra valores de EVI tanto para áreas de cultivo y EVI para áreas áridas, muestra valores de 2.5 a 5 para zonas arbóreas y arbustivas, valores de 0 para infraestructura. Se recomienda generar la planificación institucional dentro de estas variables para campus sostenible.

**Descriptor:** Campus sostenible, información espectral (teledetección), información paisajística (SIG), planificación institucional, uso suelo, servicios ecosistémicos.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

**TITLE:** “Recovery plan for ecosystem services of the CEASA campus, based on landscape and spectral information”

**Author:** Pruna Tapia Bryan Andrés

### ABSTRACT

The recovery plan for ecosystem services of the CEASA campus, based on landscape and spectral information at the Technical University of Cotopaxi was oriented to the planned recovery of ecosystem services. The landscape information was based on an AUTOCAD map, and GPS survey of the current area. The spectral information was based on satellite images LANDSAT 8, bands 2 (Blue), 4 (Red), 5 (Near Infrared) and 8 (Panchromatic), corresponding to December 2017. Based on this information, maps of current use were generated and potential soil, with reference to ecosystemic services. The current use of land prioritizes agricultural production giving emphasis to the ecosystem services of Food Supply with an area of 16498.71 m<sup>2</sup> and Raw Material with an area of 113131.94 m<sup>2</sup> and 97957.10 m<sup>2</sup> in Infrastructure. 566469.96 m<sup>2</sup> are allocated to Habitat Support Services for species, and 33341.12 m<sup>2</sup> for carbon sequestration and storage Regulation Services. For Cultural Services Recreation activities and physical and mental health has an area of 17343.98 m<sup>2</sup>, obtaining 6.78 m<sup>2</sup> per person compared to 9 m<sup>2</sup> per person recommended by WHO (World Organization for Health). It is recommended for cultural services of recreation and health, physical and mental activities to allocate an area of 21631.24 m<sup>2</sup>, obtaining 9.85 m<sup>2</sup> per person allowing within the ranges recommended by the WHO (World Organization for Health). For aesthetic appreciation and inspiration for culture, art, design and research, an area of 8101.39 m<sup>2</sup> should be allocated. The area destined for Regulation is maintained: Carbon sequestration and storage. The vegetation cover shows EVI values for both cultivation areas and EVI for arid areas, shows values of 2.5 to 5 for arboreal and shrub zones, values of 0 for infrastructure. It is recommended to generate the institutional planning within these variables for sustainable campus.

**Descriptors:** Sustainable campus, spectral information (remote sensing), landscape information (GIS), institutional planning, land use, ecosystem services.

## INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	17
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	19
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	20
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
5. OBJETIVOS.....	23
5.1. General.....	23
5.2. Específicos .....	23
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	24
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	25
7.1. Servicios ecosistémicos .....	25
7.1.1. Servicios de aprovisionamiento o suministro .....	25
7.1.2. Servicios de regulación.....	26
7.1.3. Hábitat o servicios de apoyo .....	28
7.1.4. Servicios culturales.....	29
7.2. Paisaje .....	30

7.2.1.	Generalidades.....	30
7.2.2.	Planificación paisajística.....	32
7.2.3.	Estudio paisajístico.....	33
7.3.	Herramientas paisajísticas y espectrales.....	34
7.3.1.	Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	34
7.3.2.	Herramientas Espectrales (Teledetección).....	37
7.4.	Firmas espectrales de vegetación.....	47
7.5.	Índices de vegetación.....	48
7.5.1.	Índice de vegetación Mejorado (EVI).....	50
8.	PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS.....	51
9.	METODOLOGÍA.....	52
9.1.	Metodología para identificar información vectorial y raster disponible, para la recuperación planificada de servicios ecosistémicos.....	52
9.2.	Metodología para establecer los parámetros ecosistémicos de orientación experimental académico del campus CEASA.....	68
9.3.	Metodología para definir el modelo de planificación institucional, orientada a la sostenibilidad socio-ecológica, académica y preservación de la vida del campus CEASA.....	69
10.	ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	71
10.1.	Información vectorial y raster disponible, para la recuperación de servicios ecosistémicos de manera planificada.....	71
10.2.	Parámetros ecosistémicos de orientación experimental académica del campus CEASA.....	84
10.3.	Modelo de planificación institucional orientada a la sostenibilidad socioecológica, académica y preservación de la vida del campus CEASA.....	87
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	90
11.1.	Técnicos.....	90

11.2.	Sociales .....	91
11.3.	Ambientales.....	91
11.4.	Económicos .....	91
12.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	92
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	92
13.1.	Conclusiones .....	92
13.2.	Recomendaciones .....	93
14.	BIBLIOGRAFIA .....	94
15.	ANEXOS.....	98

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b>	Beneficiarios directos, estudiantes matriculados periodo octubre 2016 marzo 2017; docentes, personal administrativo y demás trabajadores.....	20
<b>Tabla 2:</b>	Beneficiarios indirectos, estudiantes matriculados periodo octubre 2016 marzo 2017; docentes, personal administrativo y demás trabajadores.....	21
<b>Tabla 3:</b>	Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	24
<b>Tabla 4:</b>	Matriz de servicios ecosistémicos e infraestructura. ....	64
<b>Tabla 5:</b>	Matriz de clasificación de suelo para uso académico y experimental del campus CEASA. ....	86
<b>Tabla 6:</b>	Presupuesto para la elaboración del proyecto. ....	92
<b>Tabla 7:</b>	Tabla de coordenadas del campus CEASA .....	103

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Representación de una porción de territorio en formato vectorial y en formato raster. (Adaptado de Carmona & Mosalve, 1999). .....	35
<b>Figura 2:</b> Capa Raster (QGIS).....	37
<b>Figura 3:</b> Modelo digital 3D del Estrecho de Gibraltar obtenido con los datos de la misión SRTM. ....	38
<b>Figura 4:</b> Espectro electromagnético. ....	39
<b>Figura 5:</b> Valores del pixel. ....	41
<b>Figura 6:</b> RGB (Red, Green, Blue) rojo, verde, azul. ....	42
<b>Figura 7:</b> Imagen falso color. ....	42
<b>Figura 8:</b> Sensores pasivos. ....	43
<b>Figura 9:</b> Sensores activos. ....	44
<b>Figura 10:</b> Fotografía aérea de Londres oeste. ....	45
<b>Figura 11:</b> Imagen del océano contaminado. ....	46
<b>Figura 12:</b> Gráficos de firmas espectrales de la vegetación. ....	47
<b>Figura 13:</b> Plano del campus CEASA. ....	52
<b>Figura 14:</b> Conversión de formato Drawing a formato Shapefile. ....	53
<b>Figura 15:</b> Referenciación espacial del plano.....	54
<b>Figura 16:</b> Verificación de la información del plano del campus CEASA.....	55
<b>Figura 17:</b> Corrección del plano del campus CEASA, con imagen satelital. ....	56
<b>Figura 18:</b> Proyección de puntos GPS.....	57
<b>Figura 19:</b> Corrección del plano del campus CEASA, con puntos GPS. ....	58
<b>Figura 20:</b> Trazado de polígonos.....	59
<b>Figura 21:</b> Unión de vértices, con le herramienta trace.....	60
<b>Figura 22:</b> Trazado de vías del campus CEASA. ....	61
<b>Figura 23:</b> Clasificación de uso actual de suelo del campus CEASA. ....	63
<b>Figura 24:</b> Clasificación de uso actual de servicios y bienes ecosistémicos e infraestructura del campus CEASA. ....	65
<b>Figura 25:</b> Fusión de imágenes. ....	66

<b>Figura 26:</b> Clip de las imágenes satelitales con el polígono del campus. ....	67
<b>Figura 27:</b> Calculo de EVI del campus CEASA.....	68
<b>Figura 28:</b> Clasificación de uso actual potencial de servicios y bienes ecosistémicos e infraestructura del campus CEASA.....	69
<b>Figura 29:</b> Planificación de espacios para actividades de docencia, experimental y académicas.	70
<b>Figura 30:</b> Mapa de uso actual de suelo del campus CEASA. ....	72
<b>Figura 31:</b> Mapa de servicios ecosistémicos del campus CEASA.....	78
<b>Figura 32:</b> Mapa de EVI del campus CEASA.....	83
<b>Figura 33:</b> Mapa de servicios ecosistémicos potenciales del campus CEASA.....	88

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

Plan de recuperación de servicios ecosistémicos del campus CEASA en base a información paisajística y espectral.

### **Fecha de inicio:**

Abril, 2017

### **Fecha de finalización:**

Febrero, 2018

### **Lugar de ejecución:**

Zona 3-Cotopaxi-Latacunga-Eloy Alfaro-Salache Bajo-Universidad Técnica de Cotopaxi-Campus CEASA.

### **FACULTAD que auspicia:**

Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería en Medio Ambiente.

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Evaluación de estrategias para la regeneración socioecológica del campus CEASA.

### **Equipo de Trabajo:**

Cordinador: Bryan Andrés Pruna Tapia.

Tutor: PhD Vicente Córdova.

- Lector 1: M.Sc. Juan Espinoza.
- Lecto.r 2:M.Sc. Vinicio Mogro.
- Lector 3: Ing. José Andrade.Mg.

**Área de Conocimiento:**

Servicios-Protección al ambiente-Conservación.

**Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento de la Biodiversidad local.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Conservación de especies.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El enfoque tradicional de desarrollo institucional de la Facultad CAREN ha sido la experimentación y producción. Es por esto que el campus Salache recibió la denominación de CEYPSA (Centro de Experimentación y Producción Salache) y se implementaron procesos productivos de alto impacto ambiental. El nuevo estatuto de la UTC enfatiza la vocación de investigación y desarrollo académico del Campus Salache, inclusive cambiando su denominación a Centro de Experimentación Académica Salache (CEASA). El impacto de los procesos productivos se traduce por un desierto biológico en el área, con monocultivos y modelos de producción agroindustrial. Colateralmente, se ha eliminado la biodiversidad local y por ende los servicios ecosistémicos y paisajísticos del área.

La recuperación del paisaje natural del área y los servicios ecosistémicos inherentes son una prioridad institucional, considerando que se halla en un plan de conformación de un campus sostenible. Integrar el uso de herramientas paisajísticas y espectrales en la planificación de desarrollo institucional, resultará en planes sostenibles, económicamente viables y ambientalmente amigables. La investigación generó modelos y protocolos de planificación para la recuperación de servicios ecosistémicos integrados en planes de desarrollo institucional.

El personal docente, estudiantil y de servicio del campus CEASA requiere de áreas y entornos saludables para sus actividades. Servicios ecosistémicos culturales como salud física y mental para el talento humano, son fundamentales para la eficiencia y eficacia de la gestión docente de la Universidad. Adicionalmente, se podrá brindar dichos servicios ecosistémicos, no solamente a la comunidad aledaña sino también a la provincia, con la perspectiva de convertirse en un modelo de desarrollo institucional sostenible.

El estudio fue de alto impacto, ya que aportará herramientas de planificación de avanzada, que actualmente no se incluyen en la planificación institucional. Este tipo de herramientas permitirá a la UTC generar parámetros ambientales y sociales para integrarse en la Red de Campus Sostenibles, promovidas por la UNESCO. Recuperar el entorno ecosistémico y paisajístico es de alta relevancia para la comunidad universitaria ya que la formación del futuro ciudadano se orienta a la sostenibilidad y la preservación de la vida.

La aplicación de los modelos paisajísticos y espectrales en la planificación de los espacios en el campus brindará, a las instancias de decisión institucionales, los elementos de juicio necesarios para proyectar a la facultad CAREN dentro de los estándares de sostenibilidad. De igual manera se incentivará la tendencia mundial a generar Campus Sostenibles para la educación superior integral y humanista.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

#### Beneficiarios directos

Estudiantes, docentes y demás personal que trabajan en la unidad académica CAREN.

**Tabla 1:** Beneficiarios directos, estudiantes matriculados periodo octubre 2016 marzo 2017; docentes, personal administrativo y demás trabajadores.

Unidad Académica	Estudiantes	Docentes	Otros servidores	Total
CAREN	2087	79	30	2196
<b>TOTAL</b>				<b>2196</b>

**Fuente:** Departamento de Planeamiento UTC y Departamento de Ingeniería de medio ambiente UTC

**Elaborado:** Bryan Andrés Pruna Tapia

#### Beneficiarios Indirectos

Estudiantes, docentes y demás personal que trabajan en la Universidad Técnica de Cotopaxi, entidades públicas o privadas que tomen este formato como guía.

**Tabla 2:** Beneficiarios indirectos, estudiantes matriculados periodo octubre 2016 marzo 2017; docentes, personal administrativo y demás trabajadores.

Unidad Académica	Estudiantes	Docentes	Otros servidores	Total
UTC	6263	267	180	6710
<b>TOTAL</b>				6710

**Fuente:** Departamento de Planeamiento UTC y Departamento de Ingeniería de medio ambiente UTC

**Elaborado:** Bryan Andrés Pruna Tapia

#### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La degradación de los ecosistemas constituye en una de las más graves amenazas al desarrollo humano integral a nivel planetario. Los daños en los ecosistemas naturales están socavando la capacidad de los mismos de proporcionar bienes y servicios vitales, con considerables consecuencias económicas, sociales y culturales. Los servicios ecosistémicos pueden ser definidos como “los beneficios que la comunidad obtiene de los ecosistemas”. Todos los ecosistemas naturales producen servicios económica y socialmente valiosos.

A más de la producción de alimentos y medicamentos, la regulación del clima y de las enfermedades, la provisión de suelos productivos y agua limpia, y la protección contra desastres naturales, se encuentran las oportunidades de recreación, el mantenimiento del patrimonio natural y los beneficios espirituales. Según el reporte internacional MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA, 2005), el entendimiento del concepto y la relación entre los ecosistemas y el bienestar humano, ha sido abordado con mayor énfasis en el ámbito científico, así como también en el contexto de la gestión pública y la sostenibilidad del paisaje (De la Barrera, Bachmann, & Vargas, 2015).

La integración de los Servicios Ecosistémicos en la Planificación del Desarrollo Institucional tiene el objetivo de reconocer los vínculos entre naturaleza y academia, tomando en consideración los compromisos asociados con los planes de desarrollo e incorporando oportunidades y riesgos

relacionados con los servicios ecosistémicos en sus estrategias institucional (Camargo, Carreño, & Barón, 2012).

La evaluación de servicios ecosistémicos urbanos utiliza marginalmente modelos y herramientas espacialmente explícitos (basados en herramientas SIG y espectrales) para evaluar la provisión y la demanda de servicios ecosistémicos (De la Barrera, Bachmann, & Vargas, 2015).

La región andina en la que se encuentra el campus CEASA es una región privilegiada por la existencia de especies de flora y fauna, recursos genéticos y otros recursos que contribuyen a las actividades de la comunidad (USAID; Universidad del Pacífico, 2015). La planificación institucional de la UTC, ha enfocado tradicionalmente el uso del campus hacia la experimentación y producción, privilegiando la agricultura y ganadería intensivas. El nuevo enfoque institucional orienta la planificación a la investigación experimental y el desarrollo académico. Esto implica que las áreas de producción tienen que ser reorientadas a brindar facilidades ecosistémicas para estas actividades. Por tanto, es necesario generar una planificación adecuada para que este proceso de recuperación de servicios ecosistémicos basado en información paisajística y espectral tenga lugar.

El problema se define como: “Insuficiente información paisajística y espectral del campus CEASA, orientada a la recuperación planificada de servicios ecosistémicos”.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

- Generar información paisajística y espectral del campus CEASA, orientada a la recuperación planificada de servicios ecosistémicos.

### **5.2. Específicos**

- Identificar información vectorial y raster disponible, para la recuperación de servicios ecosistémicos de manera planificada.
- Establecer los parámetros ecosistémicos de orientación experimental académica del campus CEASA.
- Definir el modelo de planificación institucional, orientada a la sostenibilidad socioecológica, académica y preservación de la vida del campus CEASA.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 3:** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Objetivo 1: Identificar información vectorial y raster disponible, para la recuperación planificada de servicios ecosistémicos.	Generar un mapa actual del CEASA. Clasificar el uso de suelo. Referenciar la distribución actual los servicios y bienes ecosistémicos e infraestructura.	Mapa de uso del suelo en el campus CEASA. Mapas de clasificación de servicios eco sistémicos.	Técnicas de georreferenciación. Imágenes satelitales, Mapas de vectores del campus, plan estratégico institucional. Clasificación supervisada de imágenes satelitales del campus. Generación de mapas de uso de suelo, con énfasis en bienes y servicios ecosistémicos.
Objetivo 2: Establecer los parámetros ecosistémicos de orientación experimental académica del campus CEASA.	Clasificar el uso potencial de suelo, con orientación experimental. Clasificar el uso potencial de suelo, con orientación académica.	Matriz de parámetros ecosistémicos para la zonificación de uso experimental del campus. Matriz de parámetros ecosistémicos para la zonificación de uso académico del campus.	Aplicación y adaptación de estándares internacionales para campus sostenible (experimental). Aplicación y adaptación de estándares internacionales para campus sostenible (académico).
Objetivo 3. Definir el modelo de planificación institucional, orientada a la sostenibilidad socio-ecológica, académica y preservación de la vida del campus CEASA.	Generar el modelo de planificación institucional para actividades experimentales. Generar el modelo de planificación institucional para actividades de docencia. Generar el modelo de planificación institucional para actividades extracurriculares.	Modelo de planificación institucional para actividades experimentales. Modelo de planificación institucional para actividades de docencia. Modelo de planificación institucional para actividades extracurriculares.	Aplicación de herramientas paisajísticas y espectrales para planificación institucional para actividades experimentales. Aplicación de herramientas paisajísticas y espectrales para planificación institucional para actividades de docencia. Aplicación de herramientas paisajísticas y espectrales para planificación institucional para actividades extracurriculares.

**Elaborado:** Bryan Andrés Pruna Tapia

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1. Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y los organismos que lo conforman, sostienen y nutren la vida del ser humano (Balvanera & Cotler, 2007) .Se puede decir que los servicios ecosistémicos, son los beneficios que las poblaciones humanas obtienen del ambiente, ya sea estos de manera directa o indirecta. Para esto es necesario tomar en cuenta la demanda de los beneficiarios, oferta disponible de los ecosistemas, así como la dinámica de estos.

#### 7.1.1. Servicios de aprovisionamiento o suministro

Son salidas de servicios de los ecosistemas que describen el material o la energía de estado. Incluyen alimentos, agua y otros recursos (TEEB, 2017).

**Alimentos:** Los ecosistemas proporcionan las condiciones para el cultivo de alimentos. El alimento proviene principalmente de ecosistemas agrícolas gestionados, pero los sistemas marinos, agua dulce, bosques entre otros también proporcionan alimentos para el consumo humano (TEEB, 2017).

**Materia Prima:** Los ecosistemas proporcionan una gran diversidad de materias, como la madera, combustibles, biocombustibles, fibras de especies vegetales y animales cultivadas o silvestres entre otros. Estas sirven para la elaboración de productos en diferentes industrias (TEEB, 2017).

**Agua dulce:** Los ecosistemas desempeñan un papel vital en el suministro y almacenamiento de agua dulce, ciclo hidrológico global, regulación del flujo y la purificación del agua. Los ecosistemas influyen en la cantidad de agua disponible localmente, regional y globalmente (TEEB, 2017).

**Recursos medicinales:** Los ecosistemas naturales proporcionan una diversidad de organismos que ofrecen remedios eficaces para diferentes tipos de problemas de salud. Se utilizan en la medicina popular y tradicional, así como en la elaboración de productos farmacéuticos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

### **7.1.2. Servicios de regulación**

Son servicios que los ecosistemas proporcionan actuando como reguladores (TEEB, 2017). El mantenimiento de la calidad del aire y suelo, el control de las inundaciones y enfermedades o la polinización de cultivos son algunos de los “servicios de regulación” proporcionados por los ecosistemas. A menudo son invisibles y, por consiguiente, en la mayoría de los casos se dan por sentados. Cuando se ven dañados, las pérdidas resultantes pueden ser importantes y difíciles de recuperar (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

**Clima local y calidad de aire:** Los ecosistemas influyen en el clima local, regional y mundial al igual que en la calidad del aire (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017). Los árboles proporcionan sombra, mientras que los bosques influyen en la precipitación y la disponibilidad de agua tanto a escala local, regional y mundial. La vegetación juegan un papel importante en la regulación de la calidad del aire eliminando los contaminantes de la atmósfera (TEEB, 2017).

**Secuestro y almacenamiento de carbono:** Los ecosistemas regulan el clima global mediante el almacenamiento y secuestro los gases de efecto invernadero (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017). A medida que los árboles y las plantas crecen, eliminan el dióxido de carbono de la atmósfera y lo bloquean eficazmente en sus tejidos. De esta manera los ecosistemas forestales son reservas de carbono. La biodiversidad también juega un papel importante al mejorar la capacidad de los ecosistemas para adaptarse a los efectos del cambio climático (TEEB, 2017).

**Moderación de eventos extremos:** Los ecosistemas y organismos vivos crean amortiguadores contra las catástrofes naturales. Reducen los daños causados por inundaciones, tormentas, tsunamis, avalanchas, desprendimientos de tierras y sequías. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017)

Por ejemplo, los humedales pueden absorber el agua de inundación mientras que los árboles pueden estabilizar pendientes. Los arrecifes de coral y los manglares ayudan a proteger las costas de los daños causados por las tormentas (TEEB, 2017).

**Tratamiento de aguas residuales:** Los ecosistemas como los humedales filtran efluentes, descomponen residuos mediante la actividad biológica de los microorganismos y eliminan agentes patógenos nocivos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).Mediante de la actividad biológica de los microorganismos en el suelo, la mayoría de los residuos se descompone. De este modo se eliminan patógenos (microbios causantes de enfermedades) y se reduce el nivel de nutrientes y la contaminación (TEEB, 2017).

**Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo:** La erosión del suelo es un factor clave en el proceso de degradación de la tierra y desertificación (TEEB, 2017).La cubierta vegetal proporciona un servicio de regulación vital evitando la erosión del suelo y garantizando su fertilidad mediante procesos biológicos naturales como la fijación del nitrógeno. La fertilidad del suelo es esencial para el crecimiento de las plantas y la agricultura y el buen funcionamiento de los ecosistemas suministran al suelo los nutrientes necesarios para apoyar el crecimiento de las plantas.

Contribuye a reducir la productividad de la pesca en los cursos inferiores de los ríos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

**Polinización:** Los insectos y el viento polinizan las plantas y los árboles lo que es esencial para el desarrollo de frutas, verduras y semillas. La polinización animal es un servicio ecosistémicos principalmente proporcionado por insectos, pero también por algunos pájaros y murciélagos.

Alrededor de 87 de los 115 principales cultivos alimentarios mundiales dependen de la polinización animal, incluidos importantes cultivos comerciales como el cacao y el café (TEEB, 2017).

En los agroecosistemas, los polinizadores son vitales para la producción hortícola y de forraje, así como para la producción de semillas de numerosos cultivos de raíces y fibras. Algunos polinizadores como las abejas, los pájaros y los murciélagos inciden en el 35 % de la producción agrícola mundial, elevando la producción de alrededor del 75 % de los principales cultivos alimentarios de todo el mundo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

**Control biológico:** Los ecosistemas son importantes para regular plagas y las enfermedades transmitidas por vectores que atacan a las plantas, animales y personas (TEEB, 2017). Las actividades de depredadores y parásitos en los ecosistemas sirven para el control de poblaciones de posibles vectores de plagas y enfermedades (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

### **7.1.3. Hábitat o servicios de apoyo**

Proporcionar espacios vitales para la flora y fauna, y conservar una diversidad de plantas y animales se denomina “servicios de apoyo”. Contribuyen la base de todos los ecosistemas y sus servicios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

**Hábitat para especies:** Los ecosistemas proporcionan hábitats para plantas y animales en los que se encuentran los recursos necesarios para sobrevivir: alimentos, agua, refugio (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017). Cada ecosistema ofrece diferentes hábitats que pueden ser esenciales para el ciclo de vida de una especie. Las especies migratorias, incluidas aves, peces, mamíferos e insectos, dependen de diferentes ecosistemas durante sus desplazamientos (TEEB, 2017).

Algunos hábitats cuentan con un número excepcionalmente elevado de especies que los hace más diversos que otros desde el punto de vista genético; estos se conocen como “focos de biodiversidad” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

**Conservación de la diversidad genética:** La diversidad genética es la variedad de genes entre las poblaciones de especies y dentro de ellas. La diversidad genética distingue razas y las diferencias existentes en una misma raza, proporcionando así la base para cultivos que se adapten localmente y un acervo genético para el desarrollo posterior de cultivos comerciales y ganado. Algunos hábitats tienen un número excepcionalmente elevado de especies que los hace más genéticamente diversos que otros y se conocen como "puntos calientes de la biodiversidad" (TEEB, 2017).

#### **7.1.4. Servicios culturales**

Los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas se denominan “servicios culturales”. Estos servicios comprenden la inspiración estética, la identidad cultural, el sentimiento de apego al terruño y la experiencia espiritual relacionada con el entorno natural. En este grupo se incluyen las oportunidades para el turismo y actividades recreativas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

**Actividades de recreo, salud mental y física:** El papel que juega el espacio verde en el mantenimiento de la salud mental y física es cada vez más reconocido, a pesar de las dificultades de medición (TEEB, 2017).

**Turismo:** Los ecosistemas y la biodiversidad juegan un papel importante para muchos tipos de turismo, lo que a su vez proporciona considerables beneficios económicos y es una fuente vital de ingresos para muchos países. El disfrute de la naturaleza atrae mundialmente a millones de viajeros (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

En 2008, los ingresos mundiales por turismo sumaron hasta 944.000 millones de dólares. El turismo cultural y el ecoturismo también puede educar a la gente sobre la importancia de la diversidad biológica (TEEB, 2017).

**Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño:** El lenguaje, el conocimiento y el ambiente natural han estado íntimamente relacionados a través de la historia humana. La biodiversidad, ecosistemas y paisajes naturales han sido fuente de inspiración para gran parte de nuestro arte, cultura y cada vez más para la ciencia (TEEB, 2017).

**Experiencia espiritual y sentido del lugar:** En muchas partes del mundo las características naturales tales como bosques específicos, cuevas o montañas se consideran sagradas o tienen un significado religioso. La naturaleza es un elemento común en la mayoría de las principales religiones (TEEB, 2017). El patrimonio natural, el sentimiento espiritual de pertenencia, el conocimiento tradicional y las costumbres conexas son importantes para crear un sentido de pertenencia (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura , 2017).

## **7.2. Paisaje**

### **7.2.1. Generalidades**

El paisaje se define como “cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y humanos” (Convenio Europeo de Paisaje, 2000).

Dos enfoques determinan conceptual y metodológicamente el paisaje: el paisaje visual y el paisaje ecológico.

El Paisaje visual viene asociado a una serie de sensaciones o recuerdos de algo agradable o bonito, que son difíciles de expresar con palabras, puede decirse en una primera aproximación que se trata de una voz abstracta e intuitiva. Es de carácter perceptual, es decir lo que el observador percibe (Paula, 2010).

El paisaje ecológico es parte de territorio heterogéneo compuesto por conjuntos de ecosistemas que interaccionan entre si y se repiten de forma similar en el espacio (Paula, 2010).

La concepción de paisaje como territorio liga dos conceptos de manera estrecha. En primer lugar las herramientas paisajísticas, las cuales integran el conocimiento multidisciplinar del paisaje y brinda los instrumentos de planificación espacial. En segundo término, la consideración del paisaje desde su percepción (hay paisaje si se puede ver), y por lo tanto su carácter fundamentalmente humano y abierto a evaluación social (Herrera Calvo, 2012)).

Se entiende en este sentido como una realidad dinámica de elementos, procesos naturales y culturales en constante evolución. Suele guardar relación con la identidad local y es fuente de valores y servicios para las sociedades que forman parte de él. Es un indicador de desarrollo territorial; recurso social, económico y cultural cuya correcta gestión es indispensable para un desarrollo sostenible, sustentable y la permanencia de la población en el territorio (Herrera Calvo, 2012).

En la actualidad las tendencias en el conocimiento del paisaje conciben a éste como un sistema ambiental y afrontan su estudio como aquella noción científica que permite articular disciplinas diversas, percibir la totalidad dialéctica, entender la posición y el papel de los seres vivos, y los de la sociedad en un binomio inseparable, analizando el paisaje como una realidad con una conexión de estructura y función y como un continuo espaciotemporal (Herrera Calvo, 2012).

### 7.2.2. Planificación paisajística.

Se puede decir que la planificación paisajística, es una planificación global que toma en cuenta los elementos bióticos y abióticos existentes, y que actúan en una porción de territorio (Garay, 2012).

**El Ordenamiento Territorial (OT):** Permite organizar el uso, aprovechamiento y ocupación del territorio basado en las potencialidades y limitaciones, tomando en cuenta las necesidades de la población y las recomendaciones generadas por todos los instrumentos de planificación y gestión (FAO, 2017).

**Planes de Ordenamiento Territorial:** Según lo dispone el Art. 43 del COPFP, “son los instrumentos de la planificación del desarrollo que tienen por objeto el ordenar, compatibilizar y armonizar las decisiones estratégicas de desarrollo respecto de los asentamientos humanos, las actividades económico-productivas y el manejo de los recursos naturales en función de las cualidades territoriales, a través de la definición de lineamientos para la materialización del modelo territorial de largo plazo, establecido por el nivel de gobierno respectivo” (SENPLADES, 2011).

**Zonificación ecológica económica (ZEE):** Es un instrumento para el OT que permite la definición de planes alternativos de uso de los recursos ecológica, económica y socialmente aceptables, y la asignación de recursos, incentivos y políticas para promoverlos. Permite la generación de escenarios potenciales para la planificación del uso de los recursos en áreas demarcadas o zonas y sus usos potenciales (FAO, 2017).

**Planes de uso de suelos:** Instrumento de carácter técnico normativo que determina los usos óptimos del suelo en función de sus limitantes y potencialidades. El plan se elabora en función de los resultados logrados en la zonificación agroecológica y socioeconómica y considera las categorías y subcategorías de uso de la tierra (FAO, 2017).

La planificación paisajística debe garantizar la coherencia territorial y la continuidad física del modelo de protección, además de valorar e incluir la accesibilidad, las conexiones necesarias y otros elementos propios de una propuesta convencional de paisaje (Herrera Calvo, 2012).

### **7.2.3. Estudio paisajístico.**

El estudio del paisaje es un instrumento de dinamización y mejora de la calidad del territorio, además de ser un instrumento de planificación, ordenamiento y gestión territorial. Establece principios, estrategias y directrices que permitan adoptar medidas para catalogar, valorar y proteger el paisaje (Secretaría Autónoma de Medio Ambiente, Territorio y Paisaje, 2012).

Emite criterios de paisaje para la planificación y ordenamiento territorial, define infraestructura verde con el objeto de dar valor a los paisajes relevantes y mejorar la conectividad ecológica, funcional y visual entre ellos; además permite generar criterios para uso y zonificación de suelo (Secretaría Autónoma de Medio Ambiente, Territorio y Paisaje, 2012).

El Estudio de Paisaje es un instrumento de dinamización y de mejora de la calidad del territorio y una herramienta muy útil para orientar los futuros desarrollos urbanísticos y territoriales, preservando la identidad de cada lugar y contribuyendo a la funcionalidad de la Infraestructura Verde del territorio (Generalitat Valencia, 2017).

El planteamiento metodológico básico del estudio del paisaje aborda tres etapas diferentes, al igual que el resto de los apartados vinculados al medio físico. En la primera fase “análisis”, se caracteriza los principales componentes y dinámicas paisajísticas del ámbito, una segunda fase de diagnóstico de la situación actual y una tercera fase de propuesta (Herrera Calvo, 2012).

### **7.3. Herramientas paisajísticas y espectrales**

#### **7.3.1. Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

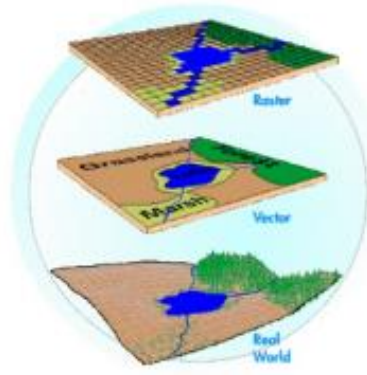
Los sistemas de información geográfica constituyen una herramienta de análisis de información georeferenciada y constan de un sistema de hardware, software y procedimientos de manejo de bases de datos, además de un grupo interdisciplinario quien los administra y opera (Tobar, 2012).

Los SIG son utilizados para manipular y analizar datos espaciales y propiedades de los datos procedentes de las distintas fuentes. También se utilizan para producir reportes en formato de mapas, bases de datos y textos que faciliten los procesos de toma de decisiones (Kapetsky, 2009).

Un objeto geográfico en un SIG es cualquier elemento relativo a la superficie terrestre que presenta una dimensión física (alto - ancho - largo) y una localización espacial o una posición medible en relativa a la superficie terrestre (Carmona & Monsalve, 1999).

La información de un SIG tiene dos formatos: el formato celular o “ráster” y el formato vectorial. El formato ráster consiste en una grilla o una malla de rectángulos o cuadrados a los que se les denomina píxeles, donde cada una posee información alfanumérica asociada que caracteriza a la superficie geográfica que involucra. Este es el caso de las imágenes captadas por satélites. Por otro lado, el formato vectorial representa la información por medio de pares ordenados de coordenadas, más fácilmente conocidas como puntos, líneas y polígonos (Tobar, 2012).

**Figura 1:** Representación de una porción de territorio en formato vectorial y en formato raster. (Adaptado de Carmona & Mosalve, 1999).



**Fuente:** Tobar, 2012

### 7.3.1.1 Utilización de los y aplicación de los SIG

Es utilizado en varios sectores, especialmente aquellos que necesitan la combinación de planos cartográficos y bases de datos (Tobar, 2012). Ejemplo

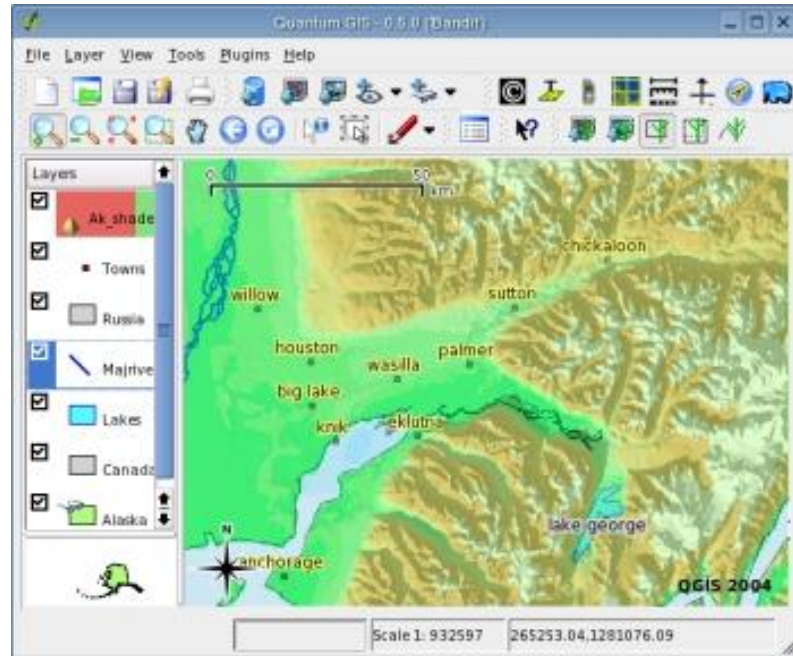
- Ingeniería civil: trazado de vías, presas y embalses.
- Estudios medioambientales.
- Estudios socioeconómicos y demográficos.
- Planificación de líneas de comunicación
- Ordenación del territorio.
- Estudios geológicos y geofísicos.

- Prospección y explotación de minas, entre otros.

El mismo autor manifiesta que los SIG contribuyen al análisis y aportan soluciones para un amplio rango de necesidades como por ejemplo:

- Producción y actualización de la cartografía básica.
- Administración de servicios públicos (suministro de agua, energía, comunicaciones, saneamiento, entre otros).
- Regulación del uso del suelo.
- Catastro.
- Atención de emergencias: incendios, terremotos, accidentes de tránsito, etc.
- Estratificación socioeconómica.
- Gestión medioambiental: saneamiento básico ambiental y mejora de las condiciones ambientales.
- Evaluación de áreas de riesgos (prevención y atención de desastres).
- Localización óptima de las infraestructuras y equipamientos sociales.
- Diseño y mantenimiento de la red viaria.
- Formulación y evaluación de planes de desarrollo social y económico.

**Figura 2:** Capa Raster (QGIS).



**Fuente:** Tobar, 2012

### 7.3.2. Herramientas Espectrales (Teledetección)

Es la técnica de adquisición y posterior procesamiento de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales y aéreotransportadas. En virtud de la interacción electromagnética existente entre la Tierra y el sensor, siendo la fuente de radiación la proveniente del Sol- teledetección pasiva; o del propio sensor -teledetección activa (Chuvieco, 2008)

El término teledetección indica la adquisición de información de un objeto a distancia, sin un contacto material entre el objeto observado y el observador, para su posterior procesamiento y análisis. Cuando se utilizan herramientas de teledetección el objeto observado puede ser la superficie terrestre, el mar o la atmósfera; el observador por su parte es un sensor situado en el aire o el espacio capaz de detectar y almacenar la información para su posterior análisis (Universidad de Murcia , 2003).

La función principal del sensoramiento remoto es la extracción de información de la superficie terrestre y las cubiertas existentes sobre ella, por medio de instrumentos óptico-electrónicos y en forma remota. Como resultado se genera una imagen-matriz bidimensional, donde una porción de espacio sobre la superficie terrestre es representada por la unidad mínima de información conocida como picture element o píxel (Cardozo & Da Silva, 2013).

La teledetección permite la generación de mapas temáticos, que pueden integrarse con mapas obtenidos por métodos convencionales. Los satélites de teledetección en alta resolución, y los sistemas GPS, aportan datos de gran precisión y actualizados para mejorar la cartografía convencional. Estas herramientas han sido muy importantes para la cartografía digital, un ejemplo de ellos constituyó la misión topográfica SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), que permitió generar un modelo digital de elevación (MDE) de todo el globo terráqueo, mediante interferometría RADAR desde el espacio (ESA, 2017).

La teledetección es una herramienta idónea para obtener capas de información espacial cuando las superficies son amplias, poco habitadas y escasamente cubiertas por la cartografía convencional (Canadá, Siberia, Brasil) o cuando los países no disponen de los recursos para elaborar estudios cartográficos convencionales (ESA, 2017).

Los SIG más modernos poseen la capacidad de combinar imágenes de Teledetección (formato raster) con datos vectoriales. Además los modelos digitales de elevación del terreno (MDE), mejoran notablemente la capacidad de visualización del territorio (ESA, 2017)

**Figura 3:** Modelo digital 3D del Estrecho de Gibraltar obtenido con los datos de la misión SRTM.



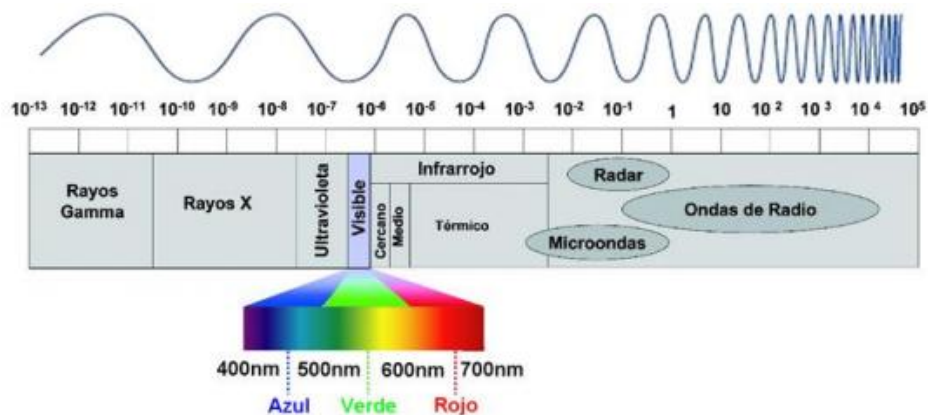
**Fuente:** NASA/JPL/NIMA

### 7.3.2.1. Espectro electromagnético (Información espectral)

El espectro electromagnético es el conjunto de longitudes de onda en que se representa la radiación electromagnética (GreenFacts, 2017)

Se extiende desde la radiación de menor longitud de onda (rayos gamma, rayos X), hasta las de mayor longitud de onda (ondas de radio). Todas las radiaciones electromagnéticas se transmiten a la velocidad de la luz (300.000 km/segundo aproximadamente) y en forma de ondas. (Astrojem, 2017).

**Figura 4:** Espectro electromagnético.



Fuente: IDC, 2012

### 7.3.2.2. Información contenida en una imagen

En teledetección, es muy importante comprender los distintos datos proporcionados por los sensores para poderlos interpretar correctamente (ESA, 2017).

Una imagen satelital, es una imagen digital, la cual adquiere información de manera diferente que la fotografía común (Indiana, 2011).

### 7.3.2.1.1. La resolución

La resolución de una imagen es la distancia más pequeña que el sensor puede identificar (ESA, 2017).

Los sistemas de percepción remota difieren en la resolución, es decir, el nivel de detalle con que pueden capturar las imágenes, su frecuencia temporal, “finura espectral”. Desde este punto de vista podemos considerar cuatro diferentes tipos de resolución (Teledet, 2017).

**Resolución espacial:** Objeto más pequeño que puede ser distinguido sobre una imagen (Lizana, 2017). Esta resolución se expresa en el tamaño que representa cada pixel en la superficie terrestre.

**Resolución espectral:** Número de bandas que puede separar el sensor y la anchura de las mismas (Lizana, 2017). Las bandas de una imagen corresponden a los rangos de espectro electromagnético que generalmente van desde luz visible hasta el infrarrojo.

**Resolución radiométrica:** Sensibilidad que tiene el sensor de detectar variaciones de la radiancia que recibe. Para poder expresar la sensibilidad de un sensor se estima los niveles de gris en que pueden ser almacenada digitalmente (bits), la información radiométrica.

**Resolución temporal:** Intervalo de tiempo que se demora una satélite en captar imágenes de la misma zona de la cobertura terrestre (Lizana, 2017).

### 7.3.2.1.2. El pixel

Una imagen de satélite se compone de una matriz de unidades básicas en forma de cuadros denominados píxeles. El píxel, la unidad más pequeña de una imagen de satélite, es muy

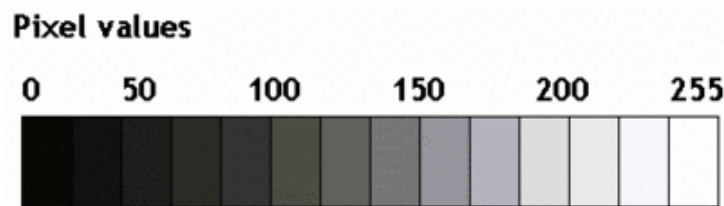
importante: los píxeles, juntos, proporcionan toda la información (radiométrica, espectral y espacial) que compone una imagen entera (ESA, 2017).

### 7.3.2.1.3. Valores del pixel

El valor corresponde a la intensidad de la radiación reflejada por el objeto observado dentro de unos límites de longitud de onda a los que el sensor es sensible (ESA, 2017).

El valor de píxel va de 0 (= negro) a 255 (= blanco), por lo que hay 256 posibilidades, que se corresponde con 1 byte (ESA, 2017).

**Figura 5:** Valores del pixel.



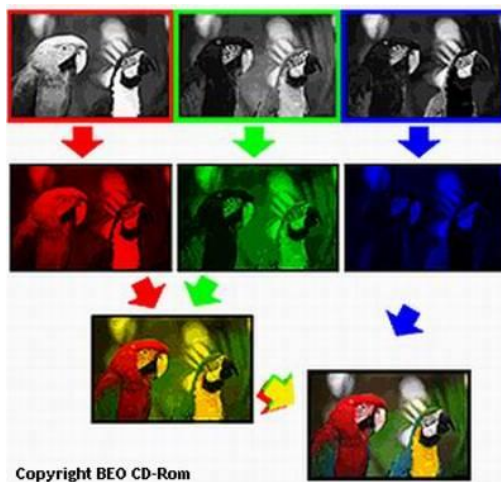
Fuente: ESA, 2017

### 7.3.2.1.4. Rojo, verde y azul (Red, Green, Blue)

Con la combinación de estos tres colores básicos se construye el resto de colores. Estos tonos son empleados para el análisis visual de la imagen cambiando las bandas, de manera que se da un primer acercamiento al contenido de la imagen (Alonso & Herrero, 2001).

La paradoja de este sistema de adquisición de imágenes es que aunque muchas imágenes de satélite procesadas y acabadas tienen un aspecto muy colorido, los valores de los píxeles básicos sólo están en escala de grises (es decir, entre 0-255). Por eso, durante el procesado, a menudo se combinan numerosas imágenes de satélite (del mismo sensor, pero con diferentes bandas o adquiridas en días distintos) para crear una imagen en color sensible (ESA, 2017).

**Figura 6:** RGB (Red, Green, Blue) rojo, verde, azul.



**Fuente:** EuropeanSpace Agency, 2017

Para este tipo de estudios, se utiliza el color natural de la imagen, esto ocurre cuando se ubica cada imagen en su banda respectiva. El falso color es utilizado para resaltar ciertas zonas de mayor interés, y esto ocurre cuando se ubica la imagen en otra banda a la que no corresponde.

**Figura 7:** Imagen falso color.



**Fuente:** Gisandbeers, 2018

### 7.3.2.2. Sensores

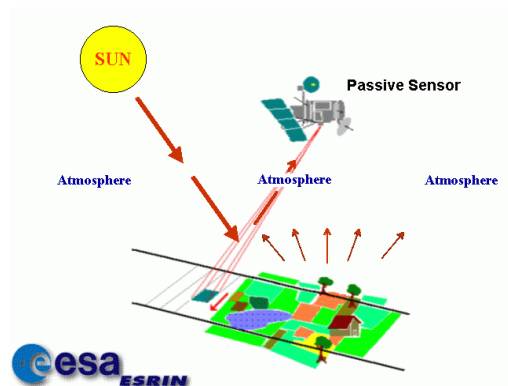
#### 7.3.2.2.1. Sensores pasivos

Los sensores pasivos recogen la energía electro-magnética que procede de las cubiertas terrestres (Pinilla, 2017).

Todos los sensores especializados en la recepción de longitudes de onda reflejadas o emitidas por los objetos se denominan “sensores pasivos” (ESA, 2017).

La mayoría de los sensores pasivos están diseñados para captar la energía electromagnética generada por el sol y que se reflejan en los objetos que se encuentran sobre la superficie terrestre.

**Figura 8:** Sensores pasivos.



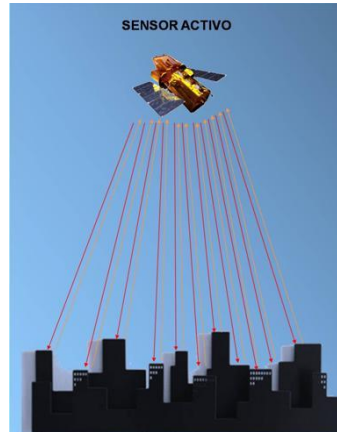
Fuente: ESA, 2017

#### 7.3.2.2.2. Sensores activos

Generan ellos mismos la radiación que miden tras ser reflejada (Pinilla, 2017). Emiten rayos que reflejan en los objetos y miden la energía que se devuelve reflejada al sensor (ESA, 2017).

El sensor activo que se emplea más en teledetección es el “radar”.

**Figura 9:** Sensores activos.



**Fuente:** INEGI, 2017

### **7.3.2.3. Plataformas de teledetección**

#### **7.3.2.3.1. Aviones**

Para poder tomar las fotos e imágenes, los aviones deben llevar cámaras instaladas. Desde la perspectiva de la teledetección, los aviones se caracterizan porque vuelan a altitudes relativamente bajas (a unos pocos kilómetros sobre la superficie) y pueden tomar fotografías individuales de extensiones reducidas, aunque captan muchos detalles (coches, personas, árboles, etc) (ESA, 2017).

Las fotos que se toman con las cámaras de estos aviones suelen ser bastante claras (sin demasiadas nubes). Una de las desventajas de este método de obtención de imágenes es que los aviones no pueden volar todo el tiempo (por la noche o con niebla o lluvia, que puede ocurrir cuando se necesitan las imágenes) (ESA, 2017).

**Figura 10:** Fotografía aérea de Londres oeste.

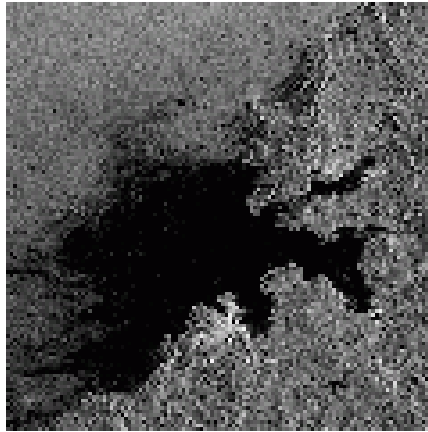


Fuente: ESA, 2017

#### 7.3.2.3.2. Satélites

Los satélites son las plataformas principales que se emplean en teledetección. Llevan una gran variedad de sensores: algunos para estudiar el tiempo, otros para estudiar los paisajes o los desastres naturales, para estudiar la vegetación, algunos incluso capaces de “ver” a través de las nubes o tomar imágenes durante la noche. A diferencia de los aviones, una vez lanzado un satélite y alcanzada su órbita, no hay necesidad de planificar vuelos cuando se necesitan las imágenes, ya que los satélites están siempre disponibles. Otra gran ventaja de los satélites son las enormes áreas que pueden cubrirse con sus imágenes (ESA, 2017).

**Figura 11:** Imagen del océano contaminado.



**Fuente:** ERS-1

#### **7.3.2.3.2.1. Landsat**

Proyecto surgido a finales de los 60, financiado por la Agencia Espacial Norteamericana (NASA), dedicado exclusivamente a la observación de los recursos terrestres (INGEI, 2017).

LANDSAT-8 es un satélite óptico de resolución media, cuyo objetivo es proporcionar información para actividades relacionadas con la agricultura, educación, negocios, ciencia y ámbito estatal. EL satélite contiene dos sensores: el sensor operacional de imágenes de tierra (OLI) y un sensor Infrarrojos Térmico (TIRS) (Geocento, 2015).

**OLI** está formado por 9 bandas espectrales que van desde lo visible pasando por los infrarrojos hasta el espectro de radiación de bajas ondas (Geocento, 2015).

**TIRS** está compuesto por dos bandas espectrales, las cuales detectan infrarrojos térmicos, una herramienta imprescindible para medir la temperatura de la superficie de la Tierra (Geocento, 2015).

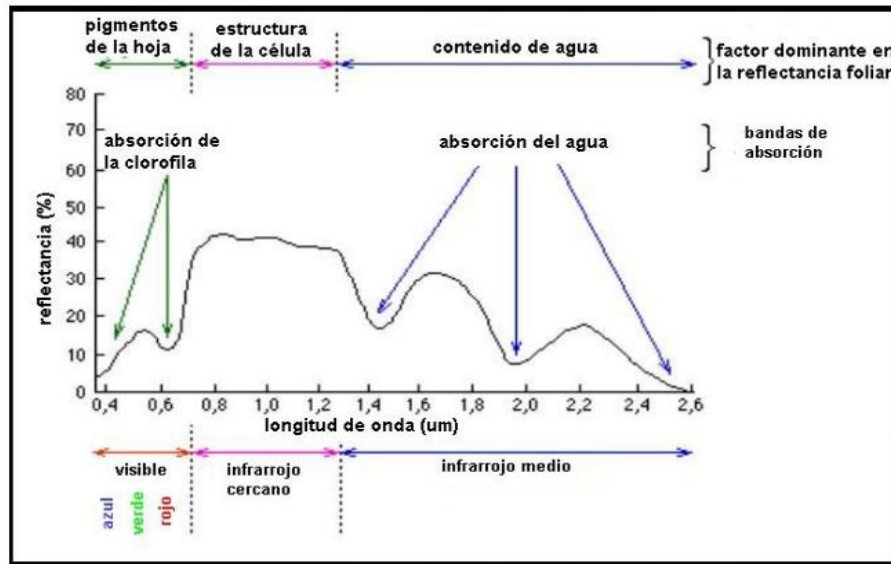
#### 7.4. Firmas espectrales de vegetación

Las firmas espectrales representan las características de reflectancia del espectro electromagnético, de diferentes formaciones vegetales, para distintas longitudes de onda (Nosseto, Brizuela, & AceñolaZa, 2003).

La respuesta espectral de la vegetación está ligada al tipo de especie, estado (estrés hídrico), estructura y substrato subyacente. Tiene un comportamiento dinámico debido a los cambios fenológicos que ocurren estacionalmente, lo cual significa que su firma espectral cambia durante el año (Hernandez & Daniel, 2017).

Cada elemento del que está compuesta la vegetación al como hojas, tronco, agua, ect, presenta una respuesta espectral respectiva (cnice, 2017).

**Figura 12:** Gráficos de firmas espectrales de la vegetación.



Fuente: Karszenbaum & Barraza, 2017

La vegetación sana tiene una reflectividad baja en el visible aunque con un pico en el color verde debido a la clorofila y las bolsas de aire que se generan en el tejido intermedio de las hojas. Esta reflectividad es muy alta en el infrarrojo próximo debido a la escasa absorción de energía por parte de las plantas en esta banda. En el infrarrojo medio hay una disminución especialmente importante en aquellas longitudes de onda en las que el agua de la planta absorbe la energía (Geomática , 2013).

La vegetación que se encuentra enferma presenta una disminución de reflectividad en el infrarrojo, pero aumenta la reflectividad en el rojo y azul (visible).

Un factor adicional que afecta la reflectividad de la vegetación es la cantidad de agua que esta posee, pues cuando esta aumenta la reflectividad disminuye, y viceversa (inversamente proporcional), debido al comportamiento del agua con respecto a la radiación (Geomática , 2013).

## **7.5. Índices de vegetación**

Los índices de vegetación son medidas cuantitativas, basadas en los valores digitales, que tienden a medir la biomasa o vigor vegetal. Usualmente el índice de vegetación es una combinación de las bandas espectrales, siendo el producto de varios valores espectrales que son sumados, divididos, o multiplicados en una forma diseñada para producir un simple valor que indique la cantidad o vigor de vegetación dentro de un píxel. Permittiéndonos estimar y evaluar el estado de salud de la vegetación, en base a la medición de la radiación que las plantas emiten o reflejan. Altos valores de índices de vegetación identifican píxeles cubiertos por proporciones substanciales de vegetación saludable. Existe una variedad de índices de vegetación que han sido desarrollados para ayudar en el monitoreo de la vegetación. La mayoría de estos índices están basados en las interacciones entre la vegetación y la energía electromagnética de las bandas del espectro rojo e infrarrojo (Díaz García Cervigón, 2015).

Los principales Índices de Vegetación que utilizan datos de teledetección son:

- Índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI).
- Índice de Vegetación Diferencia (DVI).
- Índice de vegetación de proporción (RVI).
- Índice de Vegetación Transformada(TVI)
- Índice de vegetación perpendicular (PVI).
- Índice de vegetación de diferencia ponderada (WDVI).
- Índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI).
- Índice de Vegetación Ajustado del Suelo Transformado (TSAVI).
- Índice de vegetación modificado ajustado al suelo – 1(MSAVI1).
- Índice modificado de vegetación ajustada al suelo – 2 (MSAVI2).
- Índice de Vegetación Atmosféricamente Resistente (ARVI).
- Índice de Vegetación Ajustado y Atmosféricamente Resistente al Suelo (SARVI)
- Índice de Vegetación Atmosféricamente Resistente del Suelo Transformado (TSARVI).
- Índice de vegetación angular (AVI).
- Índice de Monitoreo del Medio Ambiente Global (GEMI).
- Índice de diferencia de agua normalizada (NDWI-2).

- Índice de vegetación mejorado (EVI).
- Índice de Vegetación Libre de Aerosol (AFRI).
- Índice de reflectancia fotoquímica (PRI).
- Índice de nieve de diferencia normalizada (NDSI).
- Índice de brillo (IB).

### 7.5.1. Índice de vegetación Mejorado (EVI)

El EVI obtiene respuesta de las variaciones estructurales del dosel vegetal incluyendo el índice de área foliar (LAI), tipo y arquitectura del dosel y fisonomía de las plantas. EVI fue desarrollado para optimizar la señal de la vegetación con sensibilidad mejorada para altas densidades de biomasa, lográndose esto al separar la señal proveniente de la vegetación y de la influencia atmosférica (Creaf, 2016).

Según (Landscape toolbox, 2017). El EVI fue desarrollado específicamente para ser más sensible a los cambios en las zonas con alta biomasa (una grave deficiencia del NDVI). Reduce la influencia de las condiciones atmosféricas sobre los valores del índice de vegetación.

Es ideal para las señales de fondo del dosel. Su fórmula es:

$$EVI = \frac{(NIR - RED)}{NIR + C1 * RED - C2 * BLUE + L}$$

Donde:

NIR= Reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al infrarrojo cercano.

RED= Reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al rojo.

C1=6 Coeficientes para corregir la condición atmosférica.

C2=7.5 Coeficientes para corregir la condición atmosférica.

L=1 Coeficientes para corregir la condición atmosférica.

BLUE= Reflectancia corregida atmosféricamente correspondiente al Azul.

## **8. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS**

- **H0.** La información paisajística y espectral del campus CEASA, permitirá la recuperación planificada de servicios ecosistémicos.
- **H1.** La información paisajística y espectral del campus CEASA, no permitirá la recuperación planificada de servicios ecosistémicos.

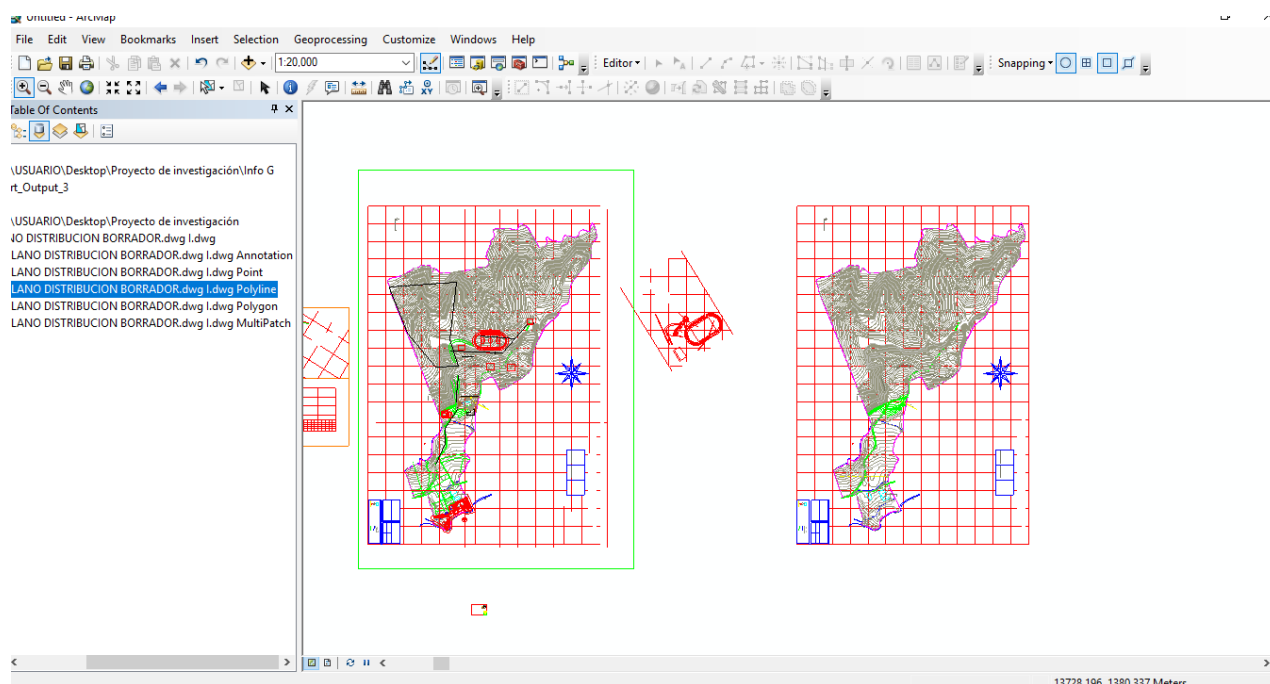
## 9. METODOLOGÍA

### 9.1. Metodología para identificar información vectorial y raster disponible, para la recuperación planificada de servicios ecosistémicos

#### Identificación de información vectorial existente.

La información vectorial original para el campus CEASA provino de un mapa generado en AUTOCAD en formato, el mismo que reposa en las oficinas de administración del CEASA a cargo del Ing. Wilfrido Román (Roman, 2018).

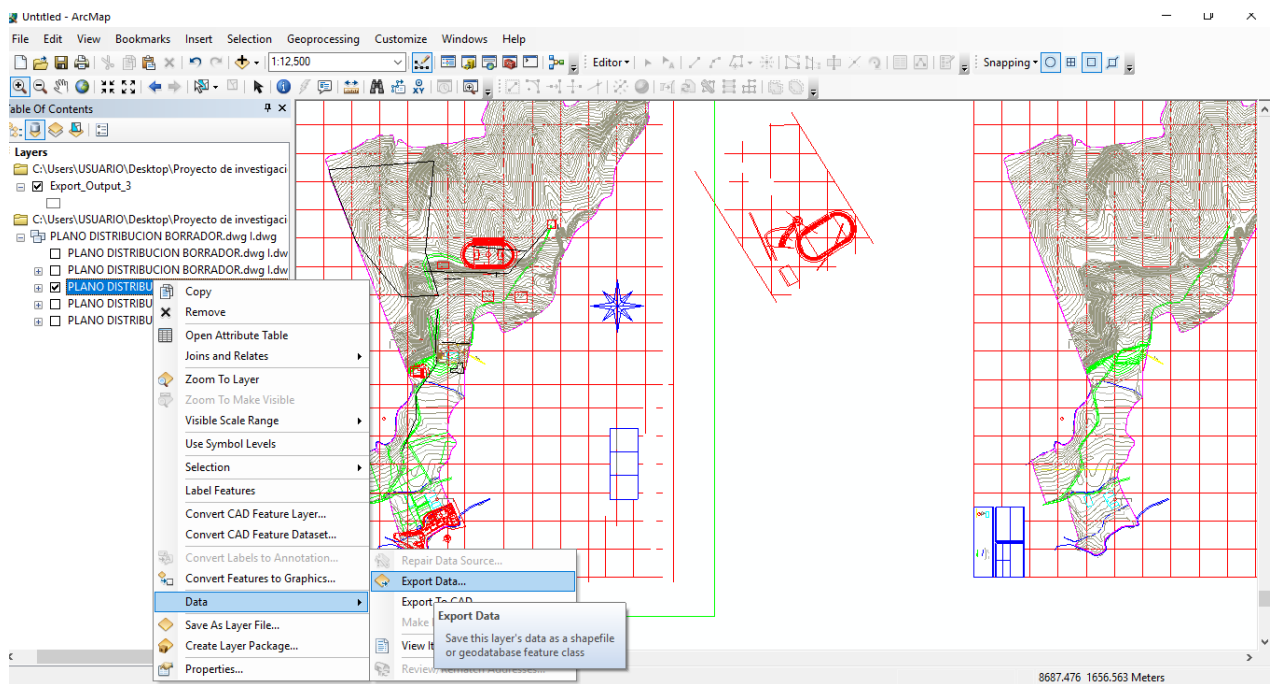
**Figura 13:** Plano del campus CEASA.



## Cambio de formato Drawing a Shapefile

Para el cambio de formato se utilizó el programa ARCGIS, dando clic derecho en el plano que se deseaba transformar y escogiendo la opción “Data”, “Export Data”. Cambiando el formato de “Drawing” a “Shapefile”, para su utilización en programas de sistemas de información geográfica (QGIS, ARCGIS)

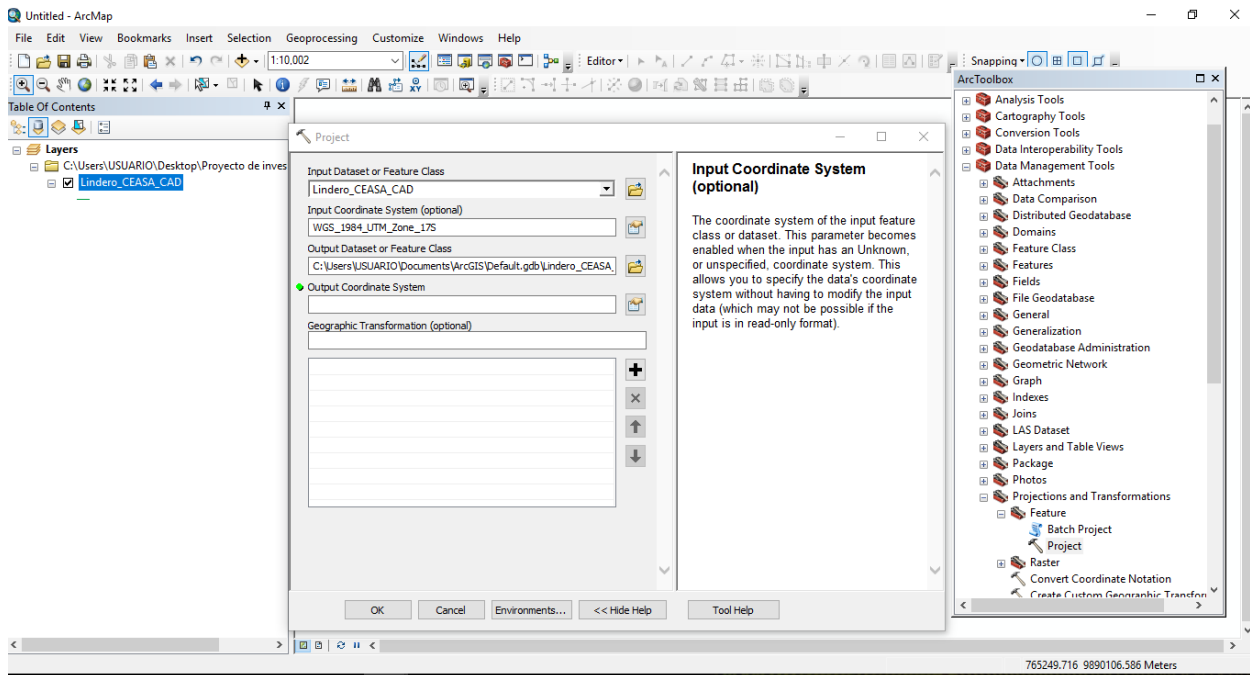
**Figura 14:** Conversión de formato Drawing a formato Shapefile.



## Referenciación espacial del plano

Para referenciar el plano se dirigió hacia “Arc Toolbox” “Data Management Tools”, “Feature”, y se seleccionó la herramienta “Project”. Se asignó el Datum WGS 84, Coordenadas UTM, Zona 17 Sur.

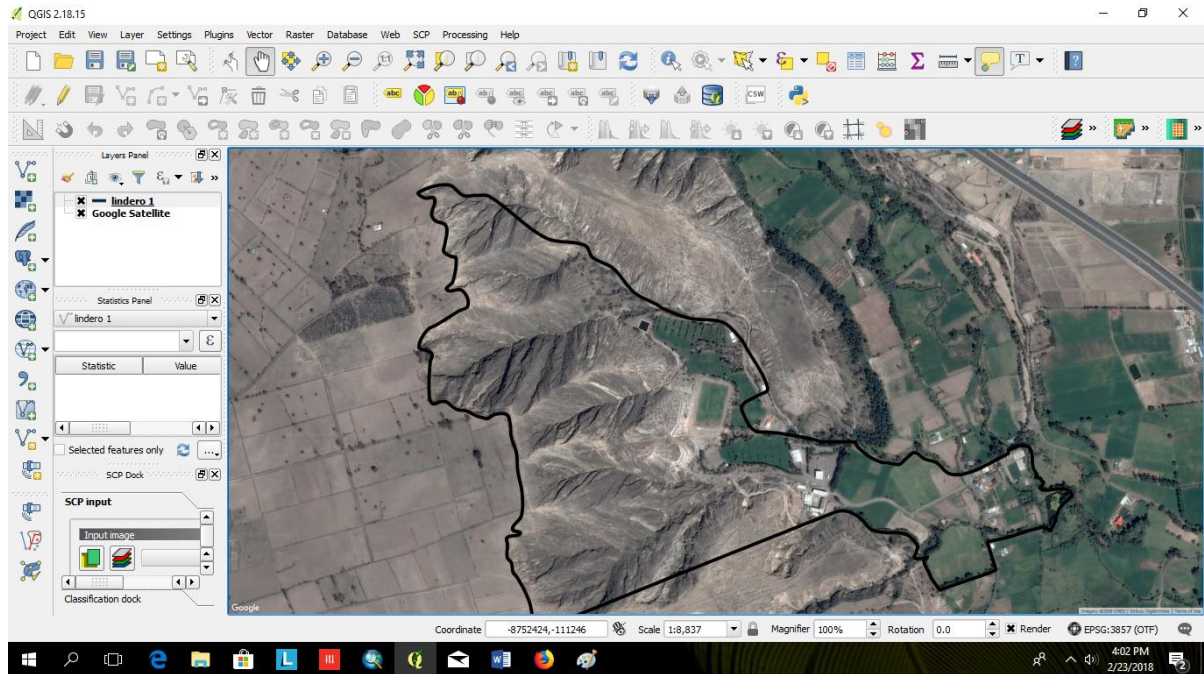
**Figura 15:** Referenciación espacial del plano.



## Verificación del área

Para verificar si el plano coincide con el área de estudio. En el programa QGIS, se cargó el Shape generado y con la ayuda de la herramienta “Web”, seleccionando “OpenLayers plugin”, “Google Maps”, “Google Satellite”, se cargó la imagen satelital del campus.

**Figura 16:** Verificación de la información del plano del campus CEASA.



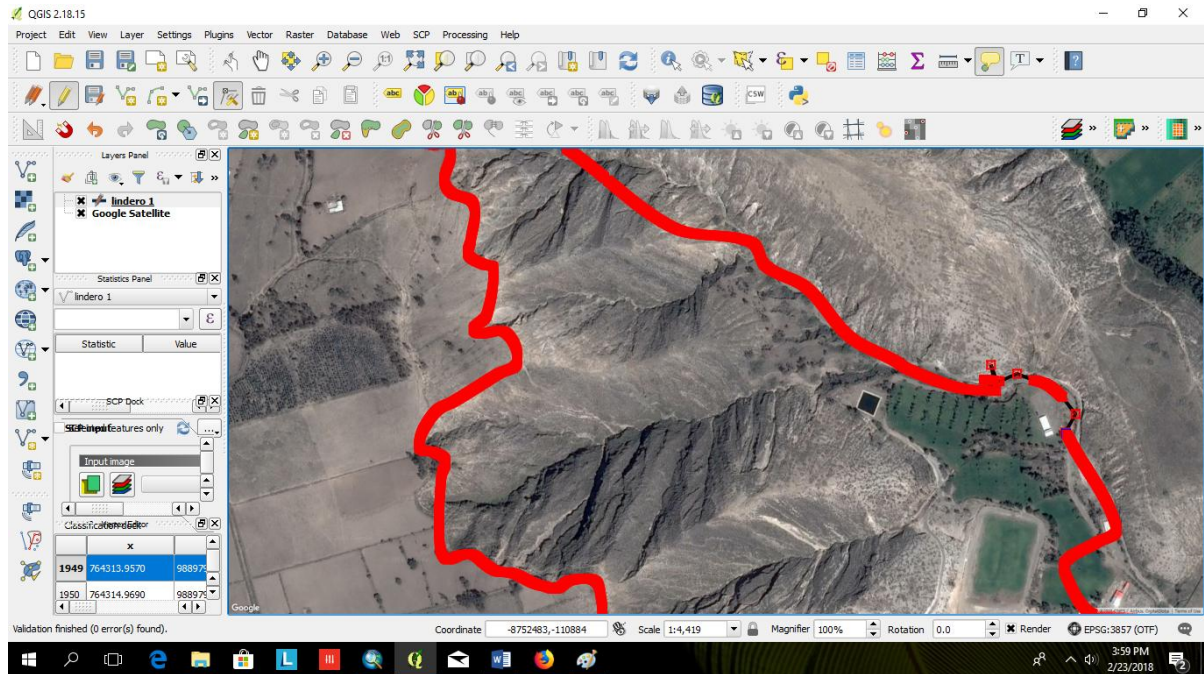
Al encontrar que muchos vértices del plano no coincidían con la imagen satelital del área de estudio, se procedió a su corrección.

### Corrección del plano

Para realizar la corrección del plano, se utilizó el programa QGIS. Al tener la imagen satelital del área en el programa y el archivo Shape, se procedió a editar el mismo.

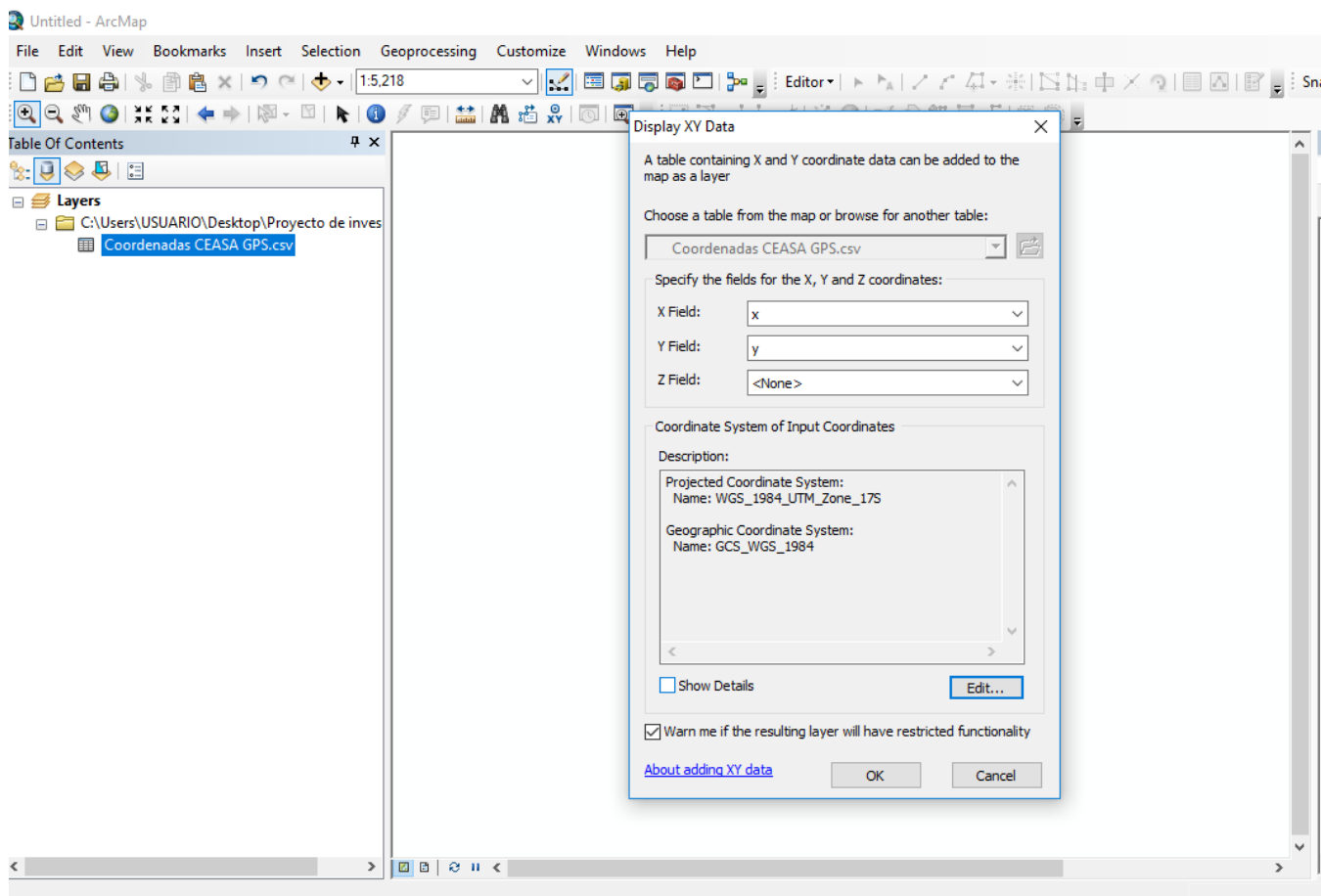
Se seleccionó la opción “Toggle Editing”, para poder editar el Shape, una vez hecho eso se procedió a la utilizar la herramienta “Node Tool” para seleccionar el vértice a corregir y poder ubicarlo en el punto correcto según la imagen satelital o borrarlo si es el caso.

**Figura 17:** Corrección del plano del campus CEASA, con imagen satelital.



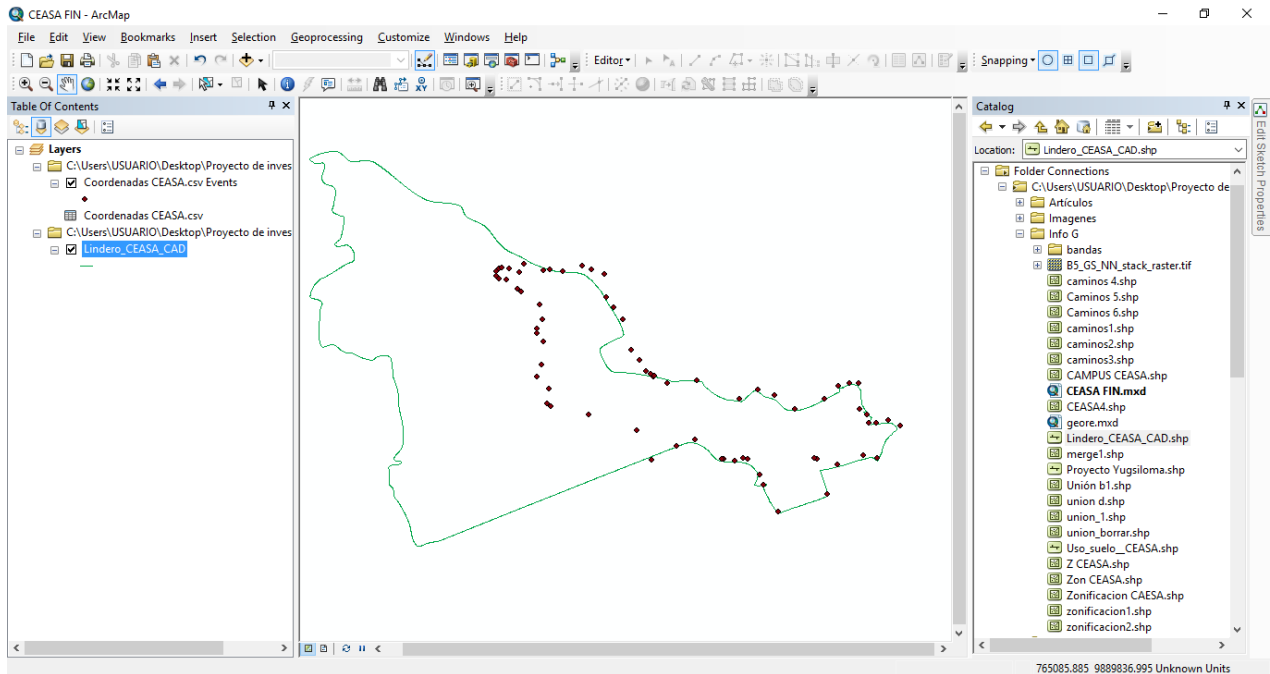
Terminado la corrección con base de la imagen satelital, se tomó puntos de control GPS del área de estudio para contrastar información. Se obtuvo 73 puntos de control, que fueron subidos al programa EXCEL, y guardado en formato “csv”.

En el programa ARCGIS se cargó el archivo EXCEL con las coordenadas, para visualizar los puntos se dio “clic derecho”, se seleccionó la opción “Display X Y Data”, y se referenció espacialmente con el Datum WGS 84, Coordenadas UTM, Zona 17 Sur, para poder proyectar los puntos en el programa.

**Figura 18:** Proyección de puntos GPS.

Se sobrepuso el plano del campus CEASA, para verificar que los vértices coincidan con los puntos GPS de control.

**Figura 19:** Corrección del plano del campus CEASA, con puntos GPS.

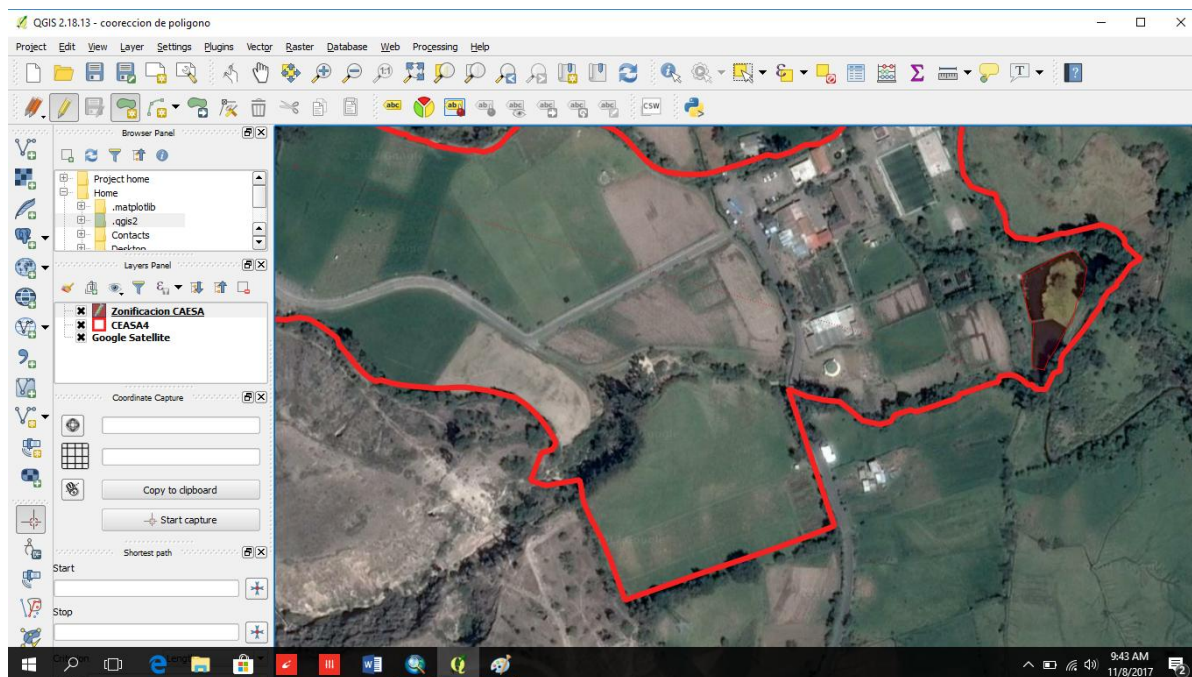


### Trazado de áreas del campus.

El trazado de áreas del campus, se lo realizó en el programa QGIS. Se cargó la imagen satelital del campus por medio de la herramienta “Web”, seleccionando “OpenLayers plugin”, “Google Maps”, “Google Satellite” y el plano.

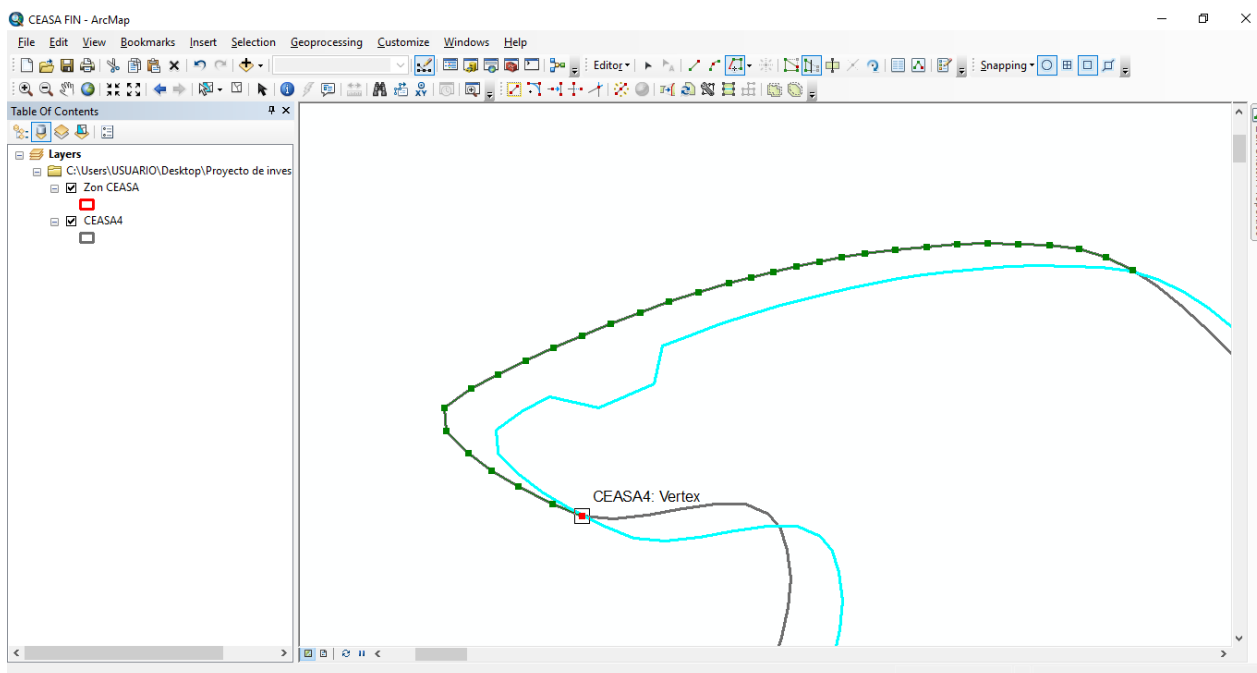
Para el trazado de las áreas, se seleccionó “Toogle Editing”, para poder editar y con la herramienta “Add Feature”, se generó los polígonos. Utilizando la herramienta “Snapping” se unieron los vértices entre polígonos para que no existan errores topológicos.

**Figura 20:** Trazado de polígonos.



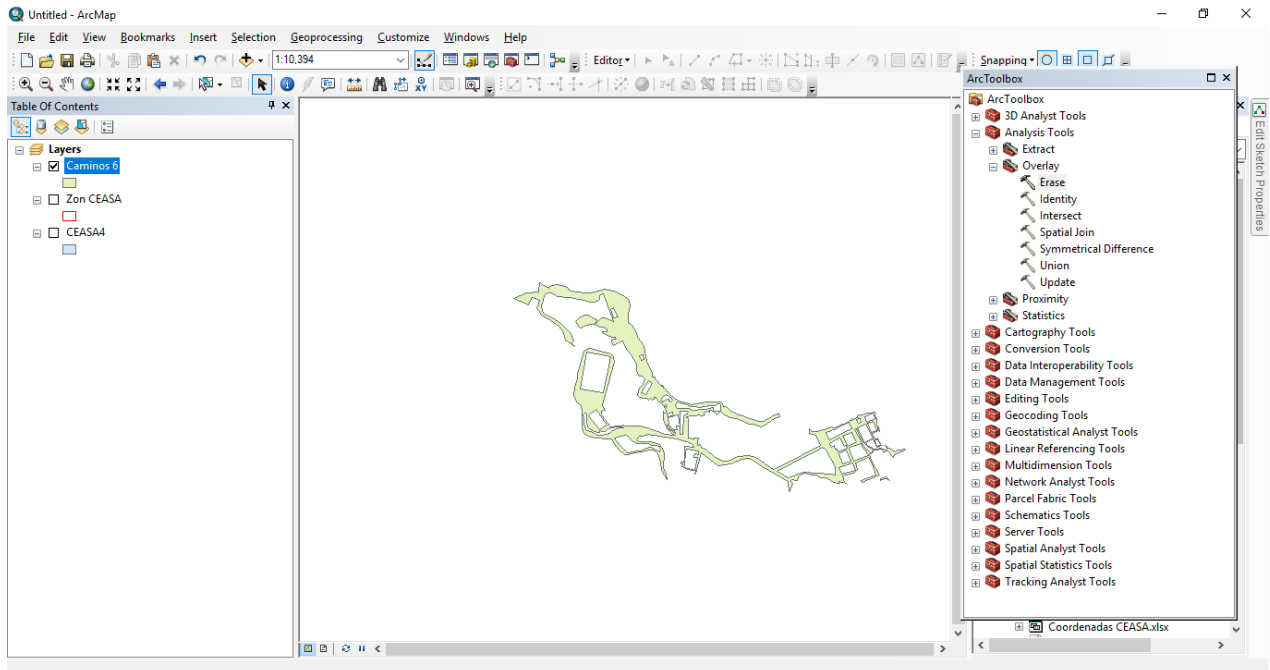
El trazado del polígono de la montaña presentó un gran número vértices, para su unión con el polígono del campus CEASA. Se utilizó la herramienta "Trace" del programa ARCGIS, que permitió unir varios vértices, previo a un polígono ya generado.

**Figura 21:** Unión de vértices, con le herramienta trace.



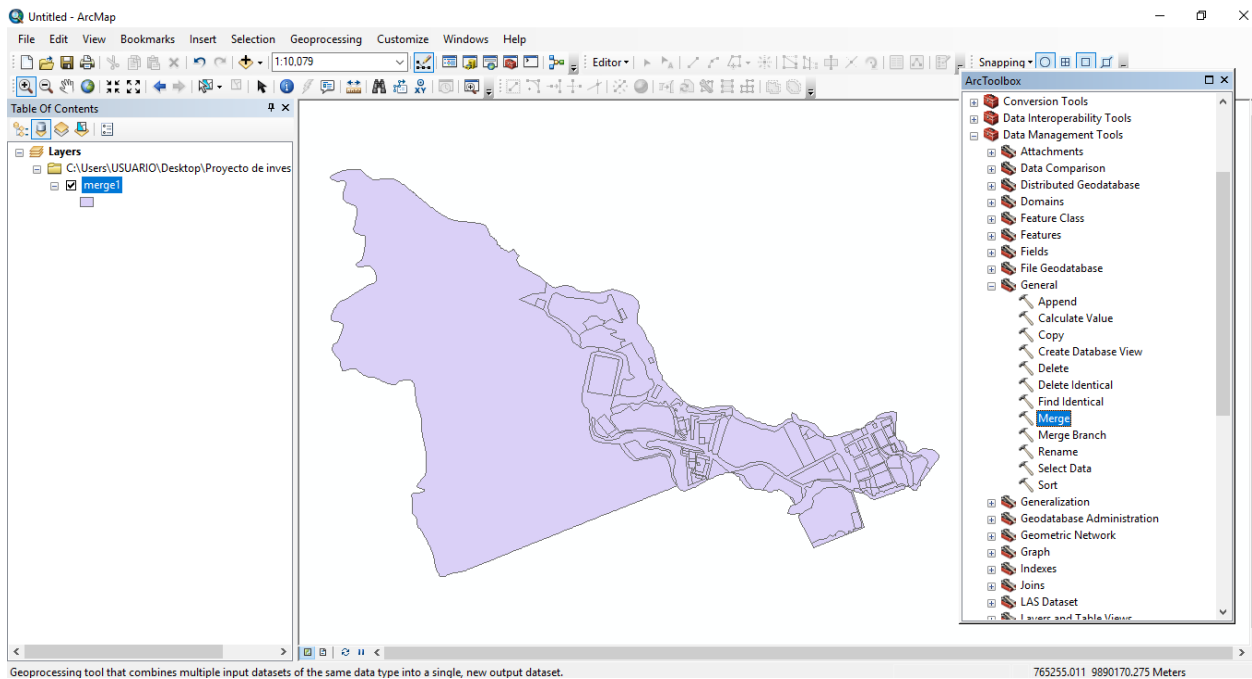
El trazado del polígono de vías, se realizó por medio de la herramienta “Erase”, permitiendo generar un polígono de las áreas que no fueron trazadas.

**Figura 22:** Trazado de vías del campus CEASA.



En “Arc Toolbox”, “General”, Utilizando la herramienta “Merge” se realizó la unión del polígono de vías generado con el polígono del campus.

**Figura22:** Unión del polígono de vías al polígono del campus CEASA.

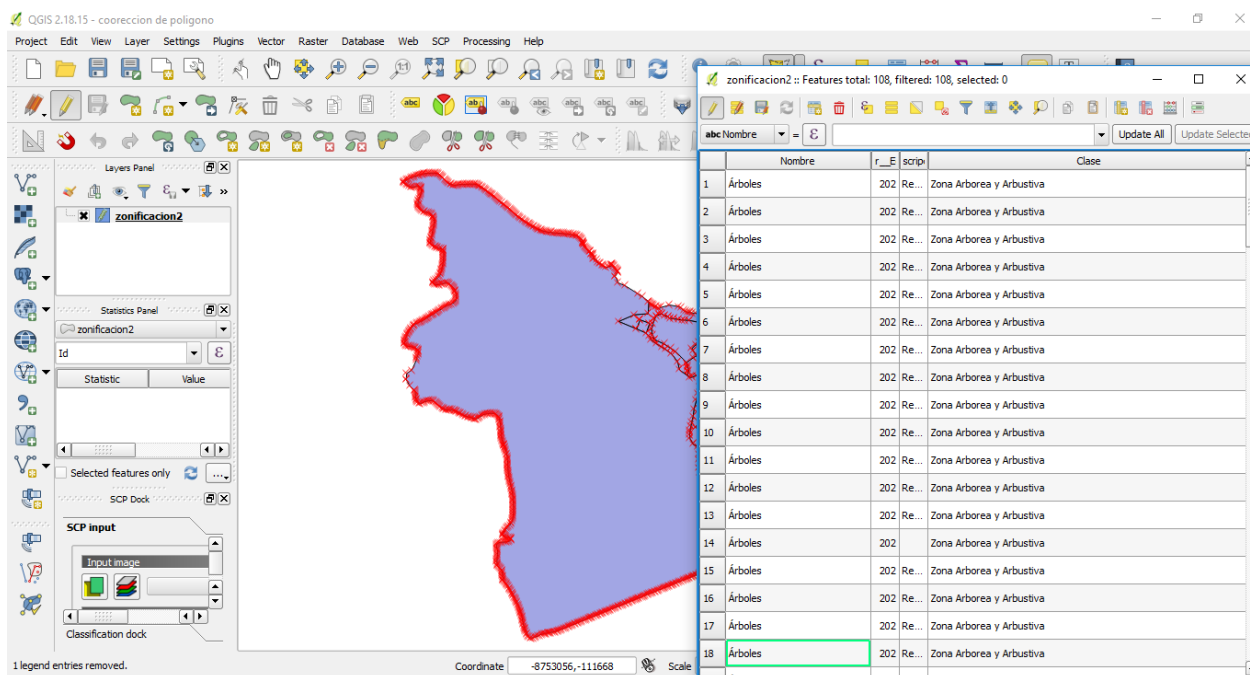


### **Clasificación de uso actual del suelo del campus CEASA.**

Se identificaron las áreas trazadas con el nombre del uso actual que se le da, y a cada área se le asignó una zona general de clasificación. En el programa QGIS, se abrió la tabla de atributos del polígono y se seleccionó “Toggle Editing” para poder editar la tabla.

Se crearon los campos denominados “Nombre”, “Clase” y “Número de lote”, se le asignó el uso de cada área, la clase a la que pertenece y el número de lote.

**Figura 23:** Clasificación de uso actual de suelo del campus CEASA.



## Clasificación de uso actual de servicios y bienes ecosistémicos e infraestructura del campus CEASA.

Se generó la matriz de servicios ecosistémicos, según la clasificación de la FAO y TEEB, asignándole un código a cada servicio.

**Tabla 4:** Matriz de servicios ecosistémicos e infraestructura.

<b>MATRIZ DE SERVICIOS ECOSITÉMICOS E INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>USO O SERVICIO ECOSISTÉMICO</b>	<b>SERVICIO ECOSITÉMICO</b>	<b>CÓDIGO</b>
<b>Aprovisionamiento o Suministro</b>	Alimentos	101
	Materia Prima	102
	Agua dulce	103
<b>Servicios de Regulación</b>	Clima local y calidad de aire	201
	Secuestro y almacenamiento de carbono	202
	Moderación de eventos extremos	203
	Tratamiento de aguas residuales	204
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo	205
	Polinización	206
<b>Habitat o servicios de apoyo</b>	Hábitats para especies	301
<b>Servicios culturales</b>	Actividades de recreación y salud, física y mental	401
	Turismo	402
	Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte, el diseño e investigación	403
	Experiencia espiritual y sentido del lugar	404
<b>Infraestructura</b>		600

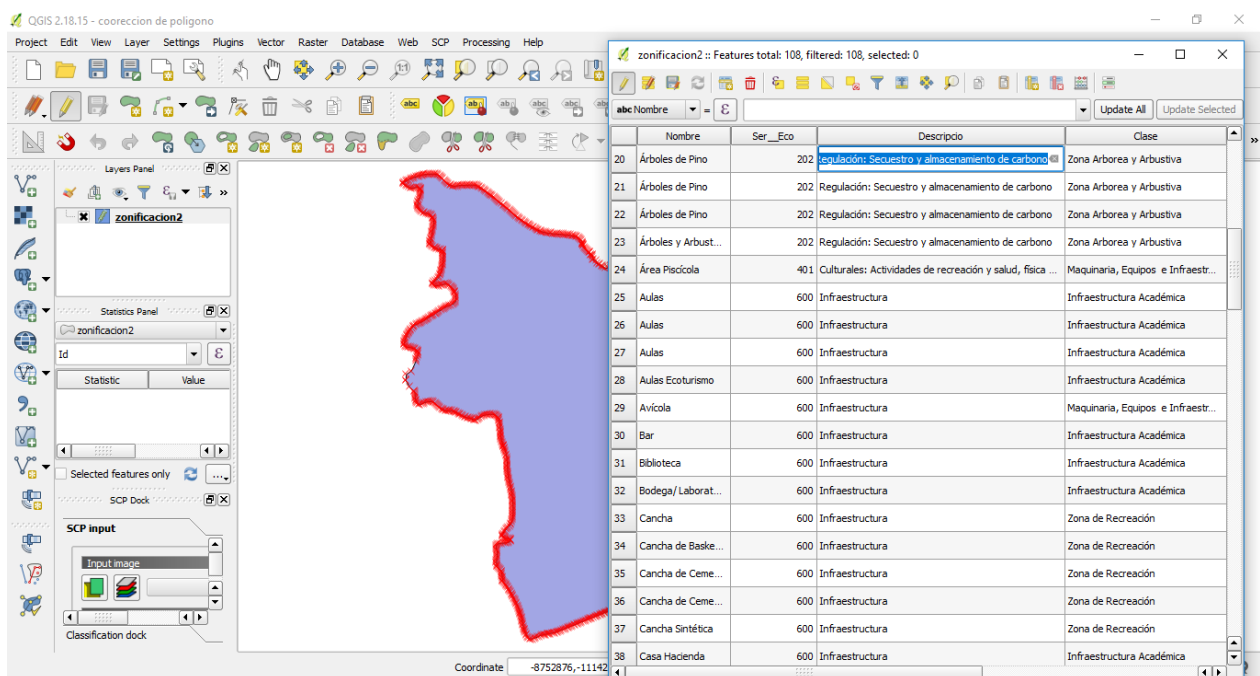
Fuente: FAO, 2017 y TEEB, 2017

Elaborado: Bryan Andrés Pruna Tapia

Por medio de esta matriz se dio la clasificación a las áreas ya identificadas. En el programa QGIS, se abrió la tabla de atributos del polígono y se seleccionó “Toggle Editing” para poder editar la tabla.

Se creó los campos denominados “Código” y “Descripción”, se le asignó el código a cada área del servicio ecosistémico e infraestructura y la descripción de cada código.

**Figura 24:** Clasificación de uso actual de servicios y bienes ecosistémicos e infraestructura del campus CEASA.



The screenshot shows the QGIS interface with a map of a polygon and an attribute table for the layer 'zonificacion2'. The table contains 18 rows of data, each representing a different land use category. The columns are 'Nombre', 'Ser\_Eco', 'Descripción', and 'Clase'.

Nombre	Ser_Eco	Descripción	Clase
Árboles de Pino	202	Regulación: Secuestro y almacenamiento de carbono	Zona Arborea y Arbustiva
Árboles de Pino	202	Regulación: Secuestro y almacenamiento de carbono	Zona Arborea y Arbustiva
Árboles de Pino	202	Regulación: Secuestro y almacenamiento de carbono	Zona Arborea y Arbustiva
Árboles y Arbust...	202	Regulación: Secuestro y almacenamiento de carbono	Zona Arborea y Arbustiva
Área Piscícola	401	Culturales: Actividades de recreación y salud, física ...	Maquinaria, Equipos e Infraestr...
Aulas	600	Infraestructura	Infraestructura Académica
Aulas	600	Infraestructura	Infraestructura Académica
Aulas	600	Infraestructura	Infraestructura Académica
Aulas Ecoturismo	600	Infraestructura	Infraestructura Académica
Avícola	600	Infraestructura	Maquinaria, Equipos e Infraestr...
Bar	600	Infraestructura	Infraestructura Académica
Biblioteca	600	Infraestructura	Infraestructura Académica
Bodega/Laborat...	600	Infraestructura	Infraestructura Académica
Cancha	600	Infraestructura	Zona de Recreación
Cancha de Bask...	600	Infraestructura	Zona de Recreación
Cancha de Ceme...	600	Infraestructura	Zona de Recreación
Cancha de Ceme...	600	Infraestructura	Zona de Recreación
Cancha Sintética	600	Infraestructura	Zona de Recreación
Casa Hacienda	600	Infraestructura	Infraestructura Académica

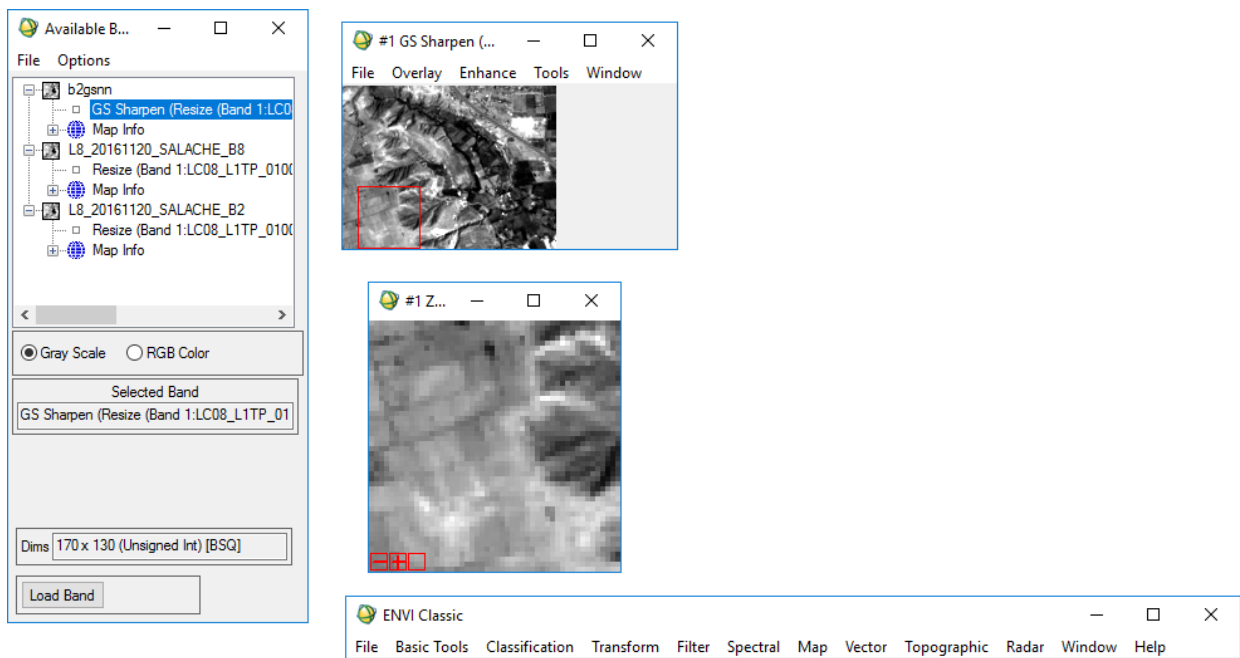
### Identificación de información ráster existente.

La información ráster, del área fue descargada del satélite Landsat 8, las bandas 2(Azul), 4(Rojo), 5(Infrarrojo cercano), 8(pancromática).

## Fusión de imágenes.

La fusión de imágenes se realizó para mejorar la resolución de la imagen de 30 m a 15 m, mediante el programa ENVI. Utilizando el método “GS Sharpening”, se realizó la fusión, de las imágenes correspondientes a las bandas 2(Azul), 4(Rojo), 5(Infrarrojo cercano) con la banda 8(pancromática).

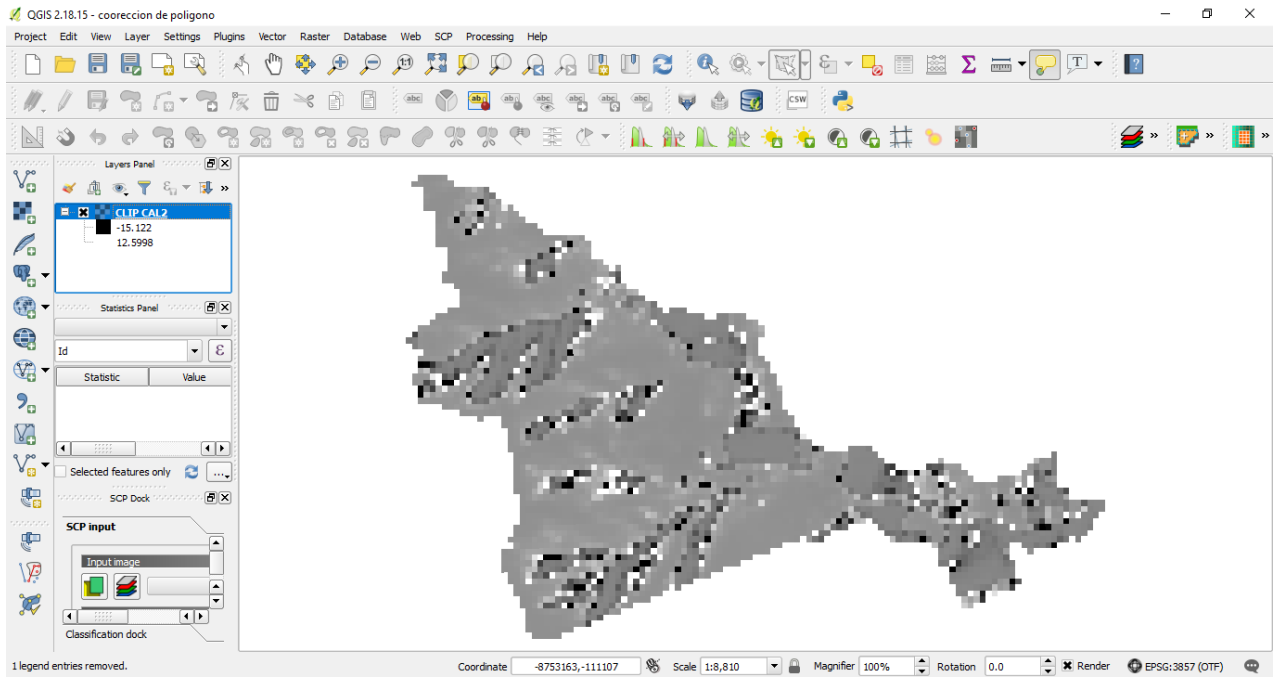
**Figura 25:** Fusión de imágenes.



## Cálculo del Índice de Vegetación (EVI).

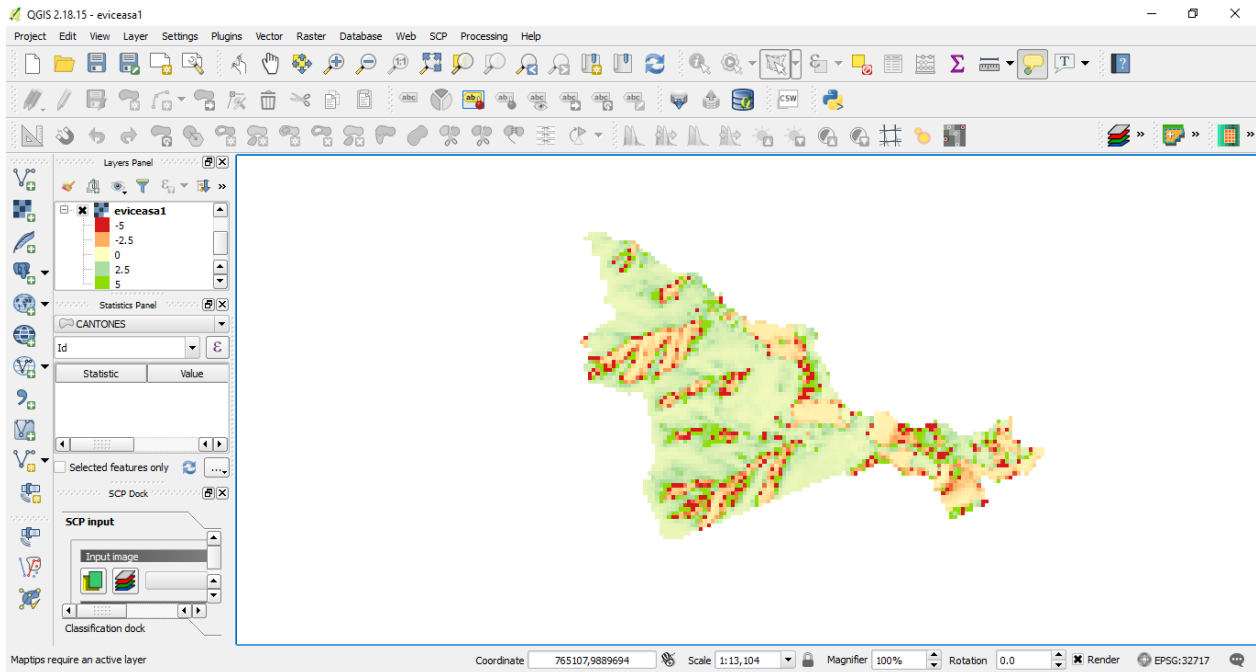
En el programa QGIS mediante la herramienta “Clip” se realizó un corte de las imágenes satelitales de cada banda ya fusionadas, con el polígono del campus CEASA.

**Figura 26:** Clip de las imágenes satelitales con el polígono del campus.



Por medio de la herramienta “Raster Calculator” y con la formula 
$$EVI = \frac{(NIR - RED)}{NIR + C1 * RED - C2 * BLUE + L}$$
, se realizó el cálculo del índice de vegetación.

**Figura 27:** Calculo de EVI del campus CEASA.



## 9.2. Metodología para establecer los parámetros ecosistémicos de orientación experimental académico del campus CEASA.

### Clasificación de parámetros ecosistémicos para uso experimental académico del campus.

Se recopiló, aplicó y adaptó estándares internacionales para campus sostenible. Y basándose en esto se generó la matriz de bienes y servicios ecosistémicos e infraestructura con orientación académica experimental.

### 9.3. Metodología para definir el modelo de planificación institucional, orientada a la sostenibilidad socio-ecológica, académica y preservación de la vida del campus CEASA.

#### Clasificación del suelo potencial basado en bienes, servicios ecosistémicos e infraestructura

A partir de los parámetros de la matriz de bienes y servicios ecosistémicos e infraestructura se realizó la clasificación de uso potencial de suelo.

En el programa QGIS, se abrió la tabla de atributos del polígono y se seleccionó “Toggle Editing” para poder editar la tabla. Se creó el campo denominado “Uso Potencial”.

**Figura 28:** Clasificación de uso actual potencial de servicios y bienes ecosistémicos e infraestructura del campus CEASA.

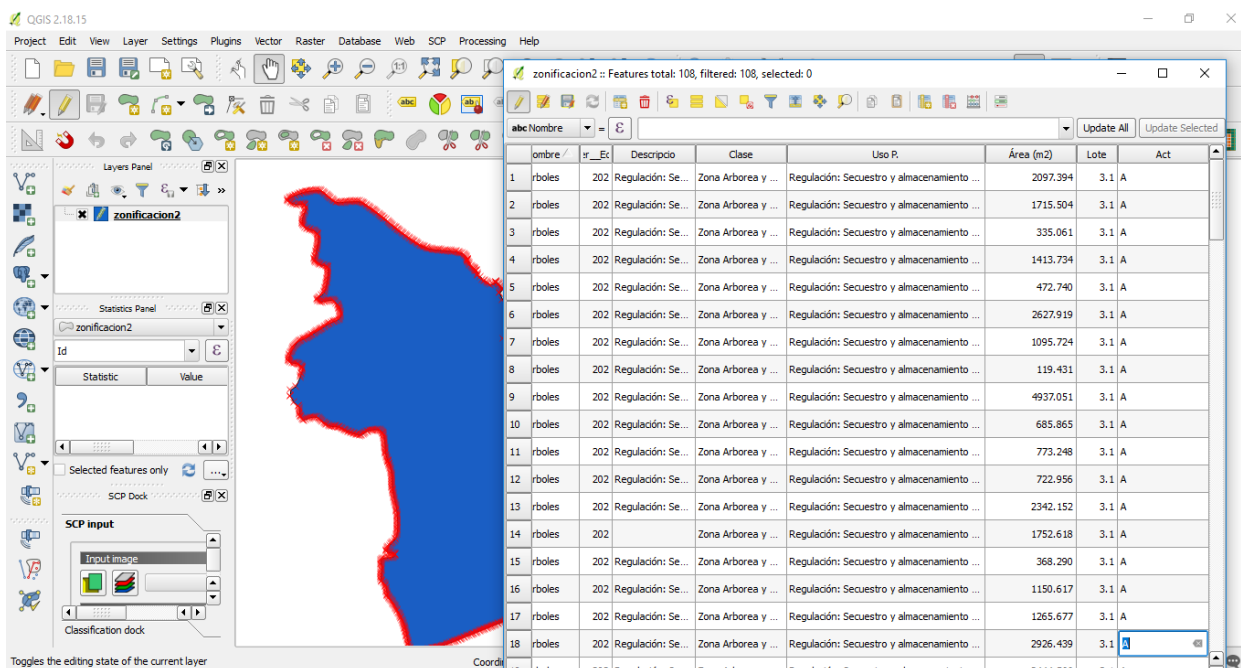
Ser_Eco	Descripcio	Clase	Uso P.
2	Culturales: Activi...	Maquinaria, Equi...	Culturales: Actividades de recread...
3	600 Infraestructura	Zona de Recreac...	Culturales: Actividades de recread...
4	600 Infraestructura	Zona de Recreac...	Culturales: Actividades de recread...
5	600 Infraestructura	Zona de Recreac...	Culturales: Actividades de recread...
6	600 Infraestructura	Infraestructura ...	Infraestructura Académica
7	600 Infraestructura	Infraestructura ...	Infraestructura Académica
8	600 Infraestructura	Infraestructura ...	Infraestructura Académica
9	600 Infraestructura	Infraestructura ...	Infraestructura Académica
10	600 Infraestructura	Infraestructura ...	Infraestructura Académica
11	101 Suministro: Alme...	Zona de Produció...	Suministro: Alimento, Materia Prima
12	101 Suministro: Alme...	Zona de Produció...	Suministro: Alimento, Materia Prima
13	401 Culturales: Activi...	Zona de Recreac...	Culturales: Actividades de recread...
14	600 Infraestructura	Zona de Recreac...	Culturales: Actividades de recread...
15	101 Suministro: Alme...	Zona de Produció...	Suministro: Alimento, Materia Prima
16	101 Suministro: Alme...	Zona de Produció...	Suministro: Alimento, Materia Prima
17	101 Suministro: Alme...	Zona de Produció...	Suministro: Alimento, Materia Prima
18	102 Suministro: Mate...	Zona de Produció...	Suministro: Alimento, Materia Prima
19	101 Suministro: Alme...	Zona de Produció...	Suministro: Alimento, Materia Prima
20	600 Infraestructura	Infraestructura ...	Infraestructura Académica

## Planificación institucional para actividades de docencia, experimental y académicas

Para la planificación institucional de actividades de docencia, experimental y académicas, se tomó en cuenta los factores de interdisciplinaridad y multi-actor. A partir de los servicios ecosistémicos sugeridos se planificó las áreas dentro del campus.

En el programa QGIS, se abrió la tabla de atributos del polígono y se seleccionó “Toggle Editing” para editar la tabla. Se generó el campo “Actividades”, se le asignó el uso recomendado a cada área del servicio ecosistémico e infraestructura y la actividad recomendada.

**Figura 29:** Planificación de espacios para actividades de docencia, experimental y académicas.



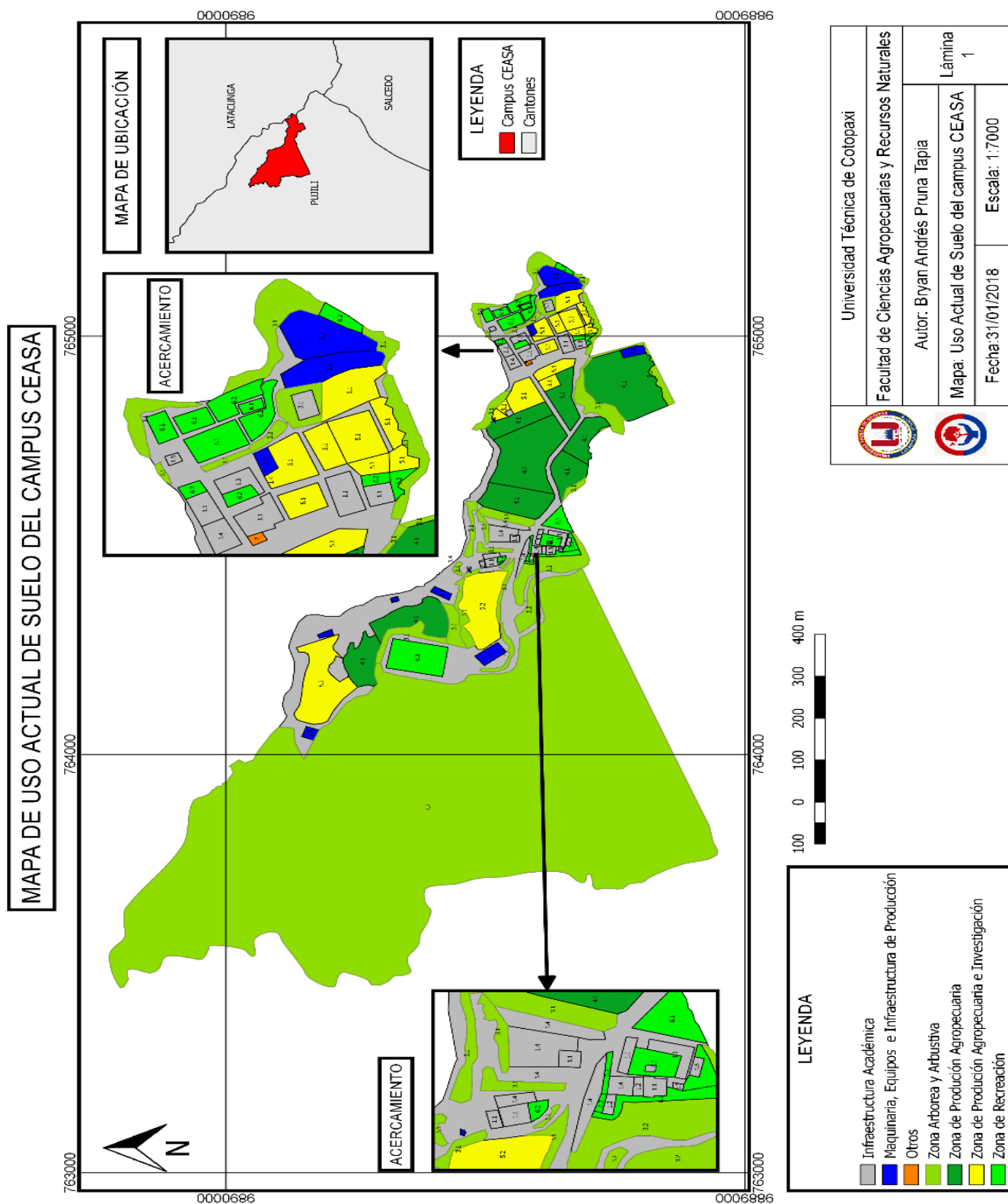
Nombre	yr_Ec	Descripción	Clase	Uso P.	Área (m2)	Lote	Act
1 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	2097.394	3.1	A
2 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	1715.504	3.1	A
3 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	335.061	3.1	A
4 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	1413.734	3.1	A
5 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	472.740	3.1	A
6 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	2627.919	3.1	A
7 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	1095.724	3.1	A
8 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	119.431	3.1	A
9 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	4937.051	3.1	A
10 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	685.865	3.1	A
11 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	773.248	3.1	A
12 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	722.956	3.1	A
13 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	2342.152	3.1	A
14 rboles	202		Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	1752.618	3.1	A
15 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	368.290	3.1	A
16 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	1150.617	3.1	A
17 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	1265.677	3.1	A
18 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	2926.439	3.1	A
19 rboles	202	Regulación: Se...	Zona Arborea y ...	Regulación: Secuestro y almacenamiento ...	2444.966	3.1	A

## **10. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

**10.1. Información vectorial y raster disponible, para la recuperación de servicios ecosistémicos de manera planificada.**

**Mapa de uso actual de suelo**

Figura 30: Mapa de uso actual de suelo del campus CEASA.



La clasificación de uso de suelo del campus CEASA original determina que cuenta con 7 categorías primarias. Las categorías son las siguientes:

**Infraestructura Académica (1):** El área de infraestructura académica corresponde a los bienes inmuebles destinados llevar a cabo la actividad académica, tanto en las áreas de enseñanza – aprendizaje, actividades administrativas. Estas áreas están denominadas con número 1 con sus respectivas subdivisiones y cuentan con una extensión de 88408.865 m<sup>2</sup>.

Dentro de esta se subdivide a la infraestructura destinada para el proceso de enseñanza – aprendizaje que son las áreas 1.1. A Esto denominación corresponde las aulas de carreras en ingeniería en medio ambiente, agronomía, agroindustrias, licenciatura en ecoturismo y medicina veterinaria, en conjunto estas suman un área total de 1970.897 m<sup>2</sup>. Esta área no toma en cuenta aulas que existen en los laboratorios de agua, suelo y alimentos.

Se toma en cuenta laboratorios ya que ellos están destinados para la transmisión de conocimiento mediante las prácticas que allí se realizan referentes a distintas cátedras, llegando a tener un área en conjunto de 1556.367 m<sup>2</sup>. Dentro de esto tenemos a los laboratorios de entomología; en un bloque conjunto tenemos los laboratorios de agua, suelo, alimentos y cerca de la planta de agroindustrias el laboratorio de granos andinos. Cabe destacar que los laboratorios de ecoturismo se encuentran dispersos entre la parte del bloque de aulas y las parte baja del campus. Aquí no se toma en cuenta el área de los laboratorios de informática ya que se encuentran establecidos dentro del bloque de aulas.

La biblioteca del campus permite a los estudiantes y profesores realizar, trabajos y consultas sobre diversos temas académicos, por esta razón entra en esta categoría. El área ocupada es de 372.88 m<sup>2</sup>.

La estación meteorología cuenta con un área de 172.824 m<sup>2</sup>, la estación es usada para impartir la cátedra de climatología y meteorología. Esta estación se encuentra dentro de la red del INAMHI, por tal motivo se recoge los datos meteorológicos de manera diaria, tres veces.

La planta de agroindustrias cuenta con un área de 475.535 m<sup>2</sup>, dentro de ella se encuentra una planta procesadora de lácteos, sala de panificación, conservas.

El vivero forestal cuenta con un área de 471.714 m<sup>2</sup>, aquí se imparte el manejo técnico de un vivero, la producción de especies arbóreas nativas y exóticas, y los manejos culturales de cada una de ellas en sus diferentes etapas fenológicas. Entre las especies producidas tenemos yagual, molle, acacia, pumamaquí entre otras.

Las áreas 1.2 corresponden a las salas de docencia destinadas para el cumplimiento de las actividades administrativas y complemento en transmisión de conocimientos, de los docentes; estas salas están divididas en: salas para docentes de las carreras de medio ambiente, agronomía, agroindustrias y ecoturismo. Las salas de medio ambiente, agroindustrias y medicina veterinaria suman un área de 154.746 m<sup>2</sup>; la sala de docentes de agronomía no se contabiliza ya que esta se encuentra en el mismo edificio que las aulas, al igual que la sala de docentes de ecoturismo que se encuentra en la parte baja del campus.

Las vías permiten el ingreso y salida del lugar de estudio así, como el desplazamiento entre las diferentes áreas de investigación y académicas, llegando a tener vías de acceso para vehículos y otras en las que se puede transitar a pie. El área en conjunto es de 78137.92 m<sup>2</sup>.

Dentro de la infraestructura académica, las áreas destinadas a actividades administrativas tienen una extensión de 599.211 m<sup>2</sup>, el área corresponde al 1.3. Aquí se encuentra la parte de decanato y secretaria general; en esta área no se toma en cuenta vicedecanato ya que esta se encuentra anexa al área de docentes de veterinaria.

Las áreas 1.4 corresponden a los parqueaderos llegándose a encontrar 5 parqueaderos que suman una extensión total de 4110.126 m<sup>2</sup>, el primero en la parte baja del campus frente a la casa hacienda, dos parqueaderos frente al bloque de laboratorios; otro para los docentes de agronomía, medio ambiente, agroindustrias y medicina veterinaria. Además un parqueadero ubicado frente a la planta de agroindustrias.

Las áreas 1.5 corresponde a tres servicios higiénicos, dos ubicado en el bloque de aulas de la parte alta del campus y 1 en la casa hacienda, llegando a sumar una extensión de 225.949 m<sup>2</sup>. El área 1.6 corresponde al bar con una extensión de 160.696 m<sup>2</sup>.

**Maquinaria, Equipos e Infraestructura de producción (2):** Esta área corresponde a los bienes inmuebles y equipos destinados para generar producción agrícola o pecuaria. Estas áreas están denominadas con el número 2 tiene una extensión de 8563.954 m<sup>2</sup>.

Dentro de la zona se subdivide en infraestructura destinada a la producción agrícola y pecuaria exclusivamente que son las áreas 2.1.

El área piscícola con una extensión de 2438.336 m<sup>2</sup>, estaba destinada a la producción de alevines de trucha, en la actualidad la infraestructura se encuentra abandonada.

El corral de alpacas cuenta con un área de 31.876 m<sup>2</sup>. Al caer la noche las alpacas son conducidas aquí.

Las jaulas de pericos cuentan con un área de 1716.124 m<sup>2</sup>.

El invernadero cuenta con un área de 1548.443 m<sup>2</sup>. La infraestructura estaba abandonada, en la actualidad se encuentra en proceso de recuperación.

Las chancheras cuentan con un área de 1553.798 m<sup>2</sup>. El área está destinado a la producción y manejo de porcinos.

El establo cuenta con un área de 592.206 m<sup>2</sup>. Destinado al manejo cultural del ganado vacuno, como vacunación, desparasitación, ordeño para esto cuenta con una máquina especializada para esta tarea.

La planta avícola cuenta con un área de 336.219 m<sup>2</sup>. El área es destinada a la producción de pollos.

En esta clasificación se encuentra la bodega de herramientas, el área no se representa ya que se encuentra en conjunto con un laboratorio de medicina veterinaria.

El área 2.2 se refiere al área destinada a los para producción agropecuaria de la hacienda exclusivamente. El área de maquinaria cuenta con una extensión de 326.056 m<sup>2</sup>, aquí se guardan tractores, arados y rastras de los mismos.

El cuarto de máquinas corresponde a la bomba de riego utilizada para la hacienda, la cual cuenta con un área de 21.042 m<sup>2</sup>.

**Zona Arbórea y Arbustiva (3):** Corresponde al área 3 y sus respectivas subdivisiones, la cual comprende los árboles y arbustos del campus con una extensión de 599811.094 m<sup>2</sup>.

El área 3.1 corresponde a los árboles existentes y tiene una extensión de 33341.128 m<sup>2</sup>. Dentro de esta área se encuentran plantas nativas como molle, que más destacan en un amplio número, seguido de pumamaqui.

Dentro de esta zona existe un gran número de plantas exóticas como el ciprés y pino. Estas plantas consideradas invasivas no permiten la vida de vegetación bajo ellas o a su alrededor ya que al poseer un follaje de manera conífera no permiten el paso de la luz solar y sus acículas generan una resina que quema a la vegetación. Son plantas que absorben un gran número de nutrientes y cantidad de agua dejando así un suelo prácticamente estéril.

La mayoría de árboles se encuentran en los linderos del campus y una minoría dentro del mismo generando divisiones de parcelas.

Las zonas arbustivas comprenden un área de 566469.966 m<sup>2</sup> teniendo la denominación de 3.2. Existiendo de manera predominante y prioritaria en las zonas montañosas del campus, llegando a tener estas zonas una gran variedad de arbustos.

**Zona de Producción Agropecuaria (4):** Corresponde al área 4 y sus subdivisiones para la producción agrícola y pecuaria.

El área 4.1 cuenta con una extensión de 85761.61 m<sup>2</sup>. Los lotes de esta área están destinados exclusivamente a la producción de pasto que sirve como alimento para el ganado vacuno, alpacas y borregos. Dentro de esta área se realiza pastoreo periódico de animales ya nombrados.

En esta área también se han generado productos agrarios, como papas, maíz, etc.

Estas áreas se han enfocado en la producción de monocultivos, teniendo muy poca rotación periódica.

**Zona de Producción Agropecuaria e Investigación (5):** Corresponde a áreas dedicadas a la parte experimental y académica en el campo agropecuario denominadas con el número 5 y sus respectivas subdivisiones, tiene una extensión de 41788.067 m<sup>2</sup>.

El área 5.1 cuenta con una extensión de 16498.713 m<sup>2</sup>. Dentro de esta área se realiza investigaciones destinadas a resolver los problemas del agro ecuatoriano.

Sobresale el proyecto de granos andinos que cuenta con cultivos de chocho, quinua y amaranto; así como el cultivo de hortalizas orgánicas.

Aquí también se han realizado cultivos de ciclo corto, medio y largo que van de 3, 6 y 12 meses, siendo los cultivos preferentes hortalizas, papas, maíz, quinua y chocho.

El área 5.2 cuenta con una extensión de 25289.354 m<sup>2</sup>. Esta área contiene lotes silvopastoriles con guaba y acacia.

Dentro de estas zonas no se incluyen zonas de investigación para la parte ambiental, recursos renovables, solo se da un énfasis a la investigación de corte agrícola.

**Zona de Recreación (6):** Corresponde a áreas disponibles para actividades extracurriculares que son las áreas 6 con sus respectivas subdivisiones tiene una extensión de 11461.892 m<sup>2</sup>.

El área 6.1 cuenta con una extensión de 5271.986 m<sup>2</sup>. Dentro de ella se encuentra infraestructura para la realización de deportes al aire libre específicamente canchas múltiples de cemento y una cancha de fútbol sintética.

El área 6.2 cuenta con una extensión de 5413.774 m<sup>2</sup>. En esta área se puede realizar actividades de recreación visual así como caminatas, posee jardines en donde predomina la flora ornamental y espacios verdes.

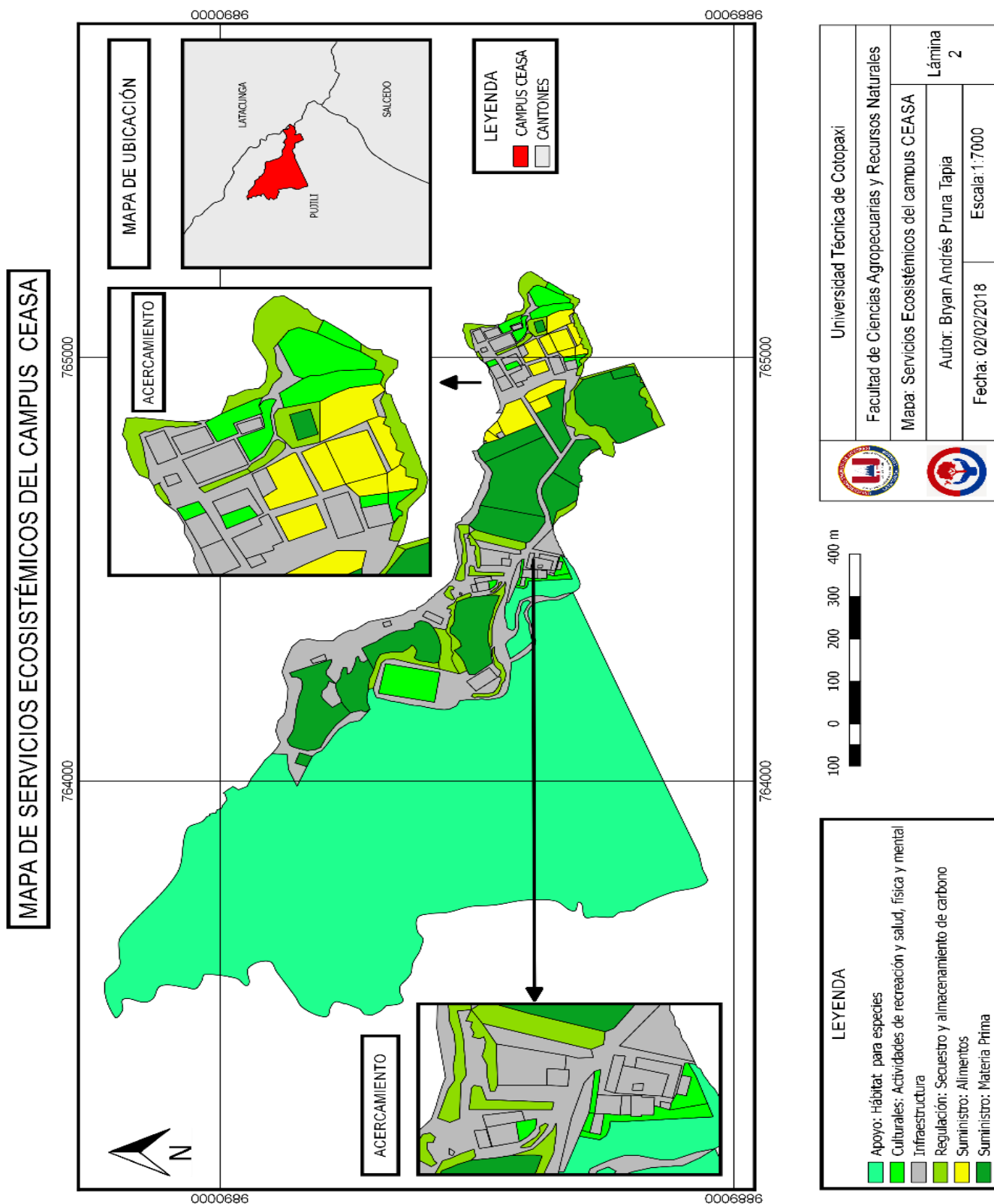
El área 6.3 cuenta con una extensión de 7776.132 m<sup>2</sup>. Esta área específicamente es el estadio de fútbol, no se tomó en cuenta dentro del área 6.1 ya que su césped es natural.

**Otros (7):** Corresponde al área de comida ambulante 7 con una extensión de 7.381 m<sup>2</sup>.

Se ha encontrado zonas que no están enfocadas a los procesos de enseñanza y experimentación con son las zonas de producción agropecuaria y Maquinaria, Equipos e Infraestructura de producción. Esto contrarresta con el Art. 350 de la Constitución de la República del Ecuador en el que se señala “que el Sistema de Educación Superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo” (LEY ORGANICA DE EDUCACION SUPERIOR, 2010).

### **Mapa de uso actual de servicios ecosistémicos**

**Figura 31:** Mapa de servicios ecosistémicos del campus CEASA



En la clasificación actual de los servicios y bienes ecosistémicos e infraestructura, se realizó en base a la clasificación planteada por la FAO. Esta clasificación arrojó los siguientes resultados:

**Culturales Actividades de recreación y salud, física y mental:** Corresponden a áreas destinadas para actividades de recreación, disfrute.

Estas áreas tienen una extensión de 17343.985 m<sup>2</sup>, de esto el área piscícola tiene una extensión de 2438.336 m<sup>2</sup> en la cual no se puede realizar algún tipo de actividades como caminatas.

El área sobrante corresponde a 14905.649 m<sup>2</sup> en donde se encuentran jardines formados por flora ornamental, pericos mismos que presentan una forma de recreación y distracción visual para las personas.

A su vez cuenta con espacios verdes y un sendero turístico que presenta espacios propicios para realizar caminatas y observaciones de flora y fauna. Además cuenta con un estadio que permite la práctica de deportes al aire libre.

El espacio para recreación por número de personas del campus es 6.78 m<sup>2</sup>, frente al espacio sugerido por la OMS, para actividades de recreación que es de 9 m<sup>2</sup> / p (INEC, 2012) .Esto quiere decir que se encuentra en 2.2 m<sup>2</sup>/p, inferior al espacio sugerido.

La mayor extensión de estas áreas se encuentra en la parte baja del campus, mientras que la zona donde se encuentra la infraestructura académica correspondiente a las carreras de ingeniería en medio ambiente, agronomía y agroindustrias. Esta zona alberga el mayor número de personas sin embargo cuenta con 3 jardines de menor extensión. Generando espacios insuficientes para la recreación y salud, física y mental.

**Apoyo hábitat para especies:** Corresponde a las áreas que proporcionan un lugar para plantas y animales en donde encuentran los recursos necesarios para sobrevivir. Estas áreas suman una extensión de 566469.966 m<sup>2</sup>, al ser montaña presenta una importante cantidad de flora y fauna propia del lugar. Una parte de la zona cuenta terrazas realizadas por alumnos y profesores.

Estas zonas contienen escasa cantidad de agua y en algunos casos suelos desnudos, el área montañosa posee una pendiente pronunciada. Lo cual puede producir deslaves afectando a la infraestructura académica que se encuentra en la parte baja de la montaña.

**Infraestructura:** Corresponde a las áreas de construcción destinadas para actividades productivas, académicas. Estas áreas suman una extensión de 97957.105 m<sup>2</sup>.

Dentro de esta categoría se encuentran aulas, laboratorios, oficinas, bodegas, parqueaderos, servicios higiénicos, caminos y demás instalaciones usadas para el proceso académico y de producción.

En esta categoría se toma en cuenta canchas de cemento y la cancha sintética, a pesar que ofrecen recreación y distracción para las personas, no brindan servicios ecosistémicos debido a que son beneficios que brindan únicamente la naturaleza (FAO, 2017).

**Suministro Alimentos:** Corresponde a las áreas destinadas para producción agropecuaria e investigación poseen una extensión de 16498.713 m<sup>2</sup>.

Dentro este servicio se contempla los lotes destinados para investigación y producción agraria en su mayoría. Son áreas intervenidas para la agricultura, poseen agua que es un recurso fundamental para la producción de alimento.

**Suministro Materia Prima:** Corresponde a las áreas destinadas de proveer insumos necesarios para la producción de alimentos, producción pecuaria e industrialización. Estas áreas suman una extensión de 113131.942 m<sup>2</sup>.

Dentro de esta clasificación se incluye el área de pastos, destinados a la provisión de alimento para el ganado, lotes silvopastoriles con guaba y acacia destinados a investigación, el área de lombricultura y el reservorio. Estas áreas poseen el recurso agua que es fundamental para la provisión de materia prima.

**Regulación Almacenamiento y Secuestro de carbono:** Corresponden a las áreas destinadas a absorber el CO<sub>2</sub> de la atmosfera.

Estas áreas cuentan con una extensión de 33341.128 m<sup>2</sup>. Dentro de esta clasificación se encuentran las áreas que corresponden a árboles y arbustos presentes dentro del campus, aquí se encuentran árboles y arbustos nativos con una supremacía del molle y arboles exóticos como el pino y el ciprés.

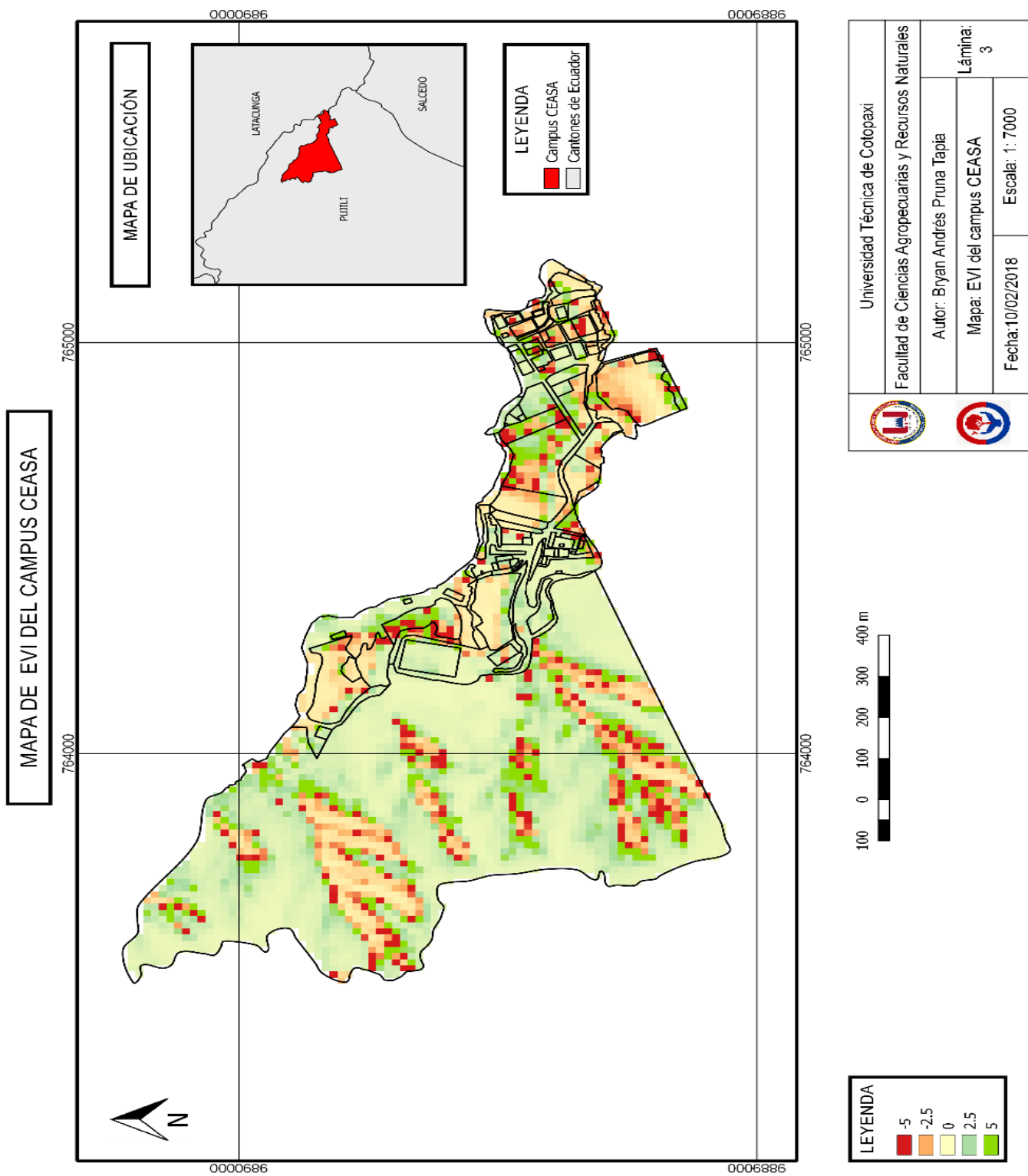
La mayoría de árboles se encuentran en los linderos del campus y una minoría dentro del campus generando divisiones de lotes.

### **Información ráster**

La información ráster para el campus CEASA proviene del Satélite Landsat 8, de las bandas 2(Azul), 4(Rojo), 5(Infrarrojo cercano NIR) y 8(Pancromática); en la fecha 8 de diciembre del 2017.

### **Mapa EVI**

Figura 32: Mapa de EVI del campus CEASA.



La cobertura vegetal del campus CEASA, muestra valores de EVI, para áreas de cultivo, áreas arbustivas y EVI, para zonas áridas que van en el rango de -5 hasta + 5.

Las áreas que registran un EVI de 2.5 a 5, cuentan con mayor presencia de vegetación aquí destacan la zona arbórea y arbustiva con vegetación nativa y exótica y la zona de recreación que cuenta con la presencia de espacios verdes y flora ornamental.

Las áreas que presentan valores de EVI desde -5 a -2.5, corresponden a suelos sin presencia de vegetación, presentes en ciertas áreas de la zona arbórea y arbustiva. En el caso de las zonas de producción agropecuaria y, producción agropecuaria e investigación corresponden a suelos en proceso de preparación.

La infraestructura registra un EVI con valores de 0 y -5 a 2.5, en el caso de vías. Las zonas en donde se registran EVI de -1 a 0 se encuentran en estrés hídrico o físico, y las zonas que van de -5 a -1 son suelos desnudos.

## **10.2. Parámetros ecosistémicos de orientación experimental académica del campus CEASA.**

Según (Planeta Vital, 2017), La declaración de Talloires a favor de la sostenibilidad, se firmó en Francia en el año de 1990, por 22 universidades de diferentes partes del mundo. Este documento es una declaración para que las instituciones de enseñanza superior tomen el liderazgo mundial en el desarrollo, creación, apoyo y mantenimiento de la sostenibilidad con un enfoque crítico de la enseñanza, investigación, operaciones y extensión en la educación superior a través de publicaciones, investigación y evaluación.

La Declaración de Talloires o La declaración de Líderes de Universidades para un Futuro Sustentable presentan un plan con 10 puntos de acción, a saber:

1. Aumentar la conciencia de desarrollo ambientalmente sustentable.
2. Crear una cultura institucional de sostenibilidad.
3. Educar para una ciudadanía ambientalmente responsable.
4. Fomentar la alfabetización ambiental para todos.
5. Implementar prácticas institucionales de ecología.
6. Implicar todos los involucrados.
7. Colaborar para un enfoque interdisciplinario.
8. Mejorar la capacidad de escuelas primarias y secundarias.
9. Ampliar el servicio y divulgación a nivel nacional e internacional.
10. Mantener esta iniciativa.

A partir de los ejes y parámetros propuestos para campus sostenible se realizó la siguiente clasificación de servicios y bienes ecosistémicos con orientación experimental académica.

**Tabla 5:** Matriz de clasificación de suelo para uso académico y experimental del campus CEASA.

MATRIZ DE CLASIFICACION DE SUELO PARA USO ACADÉMICO Y EXPERIMENTAL		
USO O SERVICIO ECOSISTÉMICO	SERVICIO ECOSITÉMICO	ACTIVIDAD
Aprovisionamiento o Suministro	Alimentos	A/E
	Materia Prima	A/E
	Agua dulce	N
Servicios de Regulación	Clima local y calidad de aire	A
	Secuestro y almacenamiento de carbón	A
	Moderación de eventos extremos	A
	Tratamiento de aguas residuales	N
	Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo	A/E
	Polinización	A
Hábitat o servicios de apoyo	Habitats para especies	A
Servicios culturales	Actividades de recreación y salud, física y mental	EX
	Turismo	N
	Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte, el diseño e investigación	A/E
	Experiencia espiritual y sentido del lugar	N
Infraestructura		A/E

Fuente: FAO, 2017 y TEEB, 2017

Elaborado: Bryan Andrés Pruna Tapia

A= Actividades Académicas

E= Actividades Experimentales

EX = Actividades Extracurriculares

N= No aplica

### **10.3. Modelo de planificación institucional orientada a la sostenibilidad socioecológica, académica y preservación de la vida del campus CEASA.**

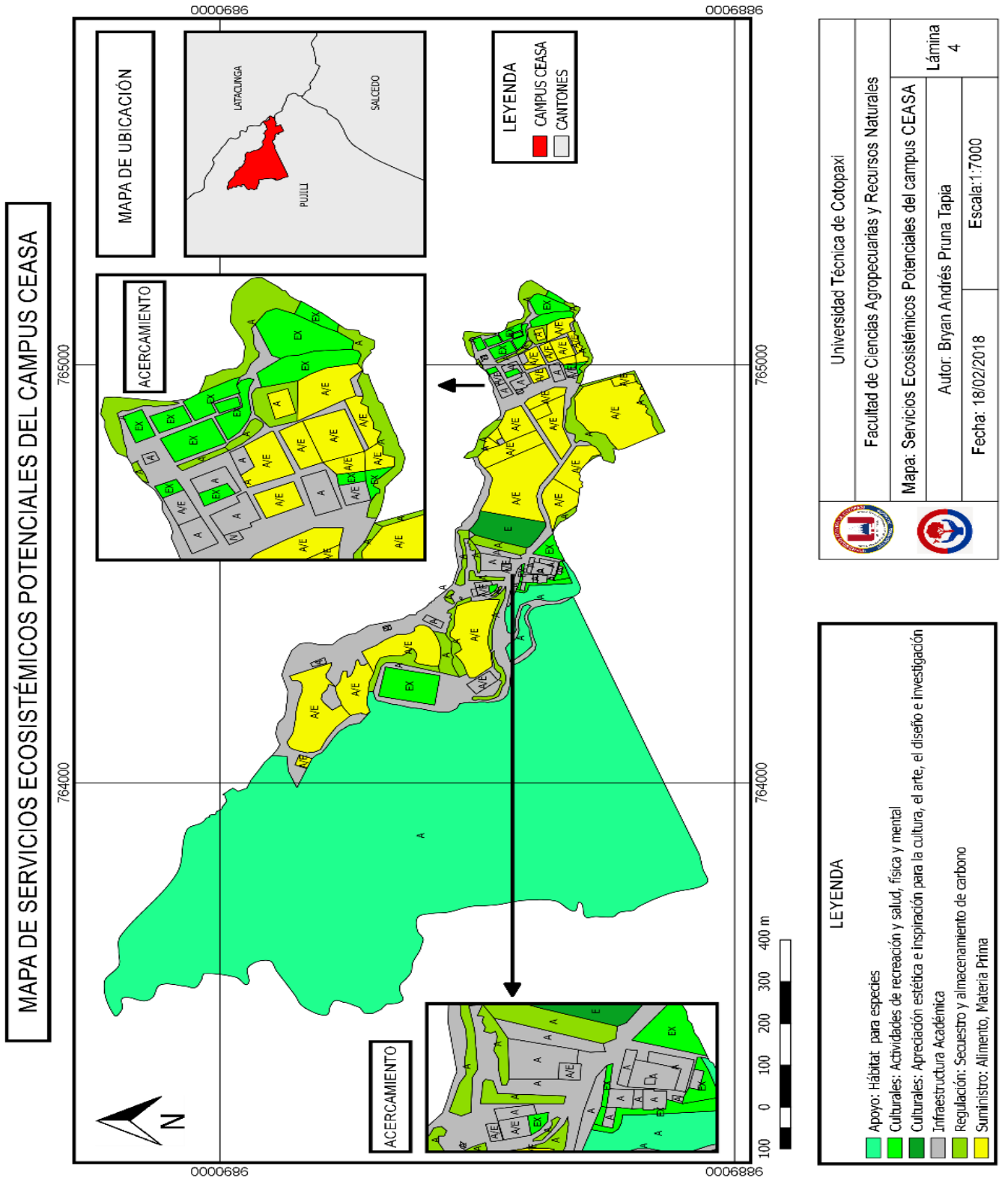
La Universidad Politécnica de Madrid a través de su Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano (itdUPM), realiza una planificación de campus sostenible o laboratorio vivo, en el cual se promueven espacios de innovación y transferencia de conocimiento caracterizado por dos ejes esenciales que combinan la investigación, la docencia y la transferencia a la sociedad. Estos ejes son la generación de conocimiento interdisciplinar y el trabajo en alianza con organizaciones diversas (alianzas multi-actor) (Mataix, et al., 2017).

Mientras que tener espacios que permita gozar actividades de recreación, salud física y mental, genera un mejor rendimiento en el proceso de enseñanza – aprendizaje, y en las actividades administrativas e investigativas.

El modelo de planificación planteado generara espacios que permitirá articular de mejor manera la interdisciplinariedad y el trabajo con diversas organizaciones (alianzas multi-actor) combinando la investigación, docencia y la transferencia del conocimiento en beneficio de la sociedad; así como proveerá áreas de esparcimiento que permitirán tener una mejor salud física y mental, en estricto respeto con la naturaleza y el medio ambiente.

#### **Mapa de uso potencial de servicios ecosistémicos**

Figura 33: Mapa de servicios ecosistémicos potenciales del campus CEASA.



El uso potencial recomienda destinar áreas para Servicios de Apoyo: Hábitat para especies con un área de 566469.966 m<sup>2</sup>; Servicios Culturales: Actividades de recreación y salud, física y mental con un área de 21631.243 m<sup>2</sup>, obteniendo 9.85029281 m<sup>2</sup> por persona permitiendo entrar con 0.85 m<sup>2</sup> por persona superior frente a los 9 m<sup>2</sup> por persona recomendado por la OMS; Culturales: Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte, el diseño e investigación con un área de 8101.395 m<sup>2</sup>; Infraestructura Académica con un área de 94338.989 m<sup>2</sup>; Regulación: Secuestro y almacenamiento de carbono con un área de 33341.128 m<sup>2</sup>, Suministro: Alimento, Materia Prima con un área de 121529.26 m<sup>2</sup>.

### **Planificación institucional para actividades experimentales.**

Las áreas destinadas para realizar actividades experimentales son las áreas denominadas con la letra estas brindaran Servicios Ecosistémicos como Suministro de alimentos y metería prima; Culturales apreciación al arte e inspiración para la cultura, el arte, el diseño y la investigación; ciertas áreas de infraestructura aquí se realizará actividades investigativas, con enfoque de aprendizaje; así como la resolución de problemas medio ambientales, agropecuarios que afecten a la provincia y el país.

Estas áreas poseen acceso a agua de buena calidad, vías de acceso, además que son zonas que han sufrido intervención antrópica en su mayoría, por lo cual no será necesario una alteración del ecosistema.

### **Planificación institucional para actividades de docencia.**

Las actividades de docencia se llevaran a cabo en las áreas denominadas con la letra A, brindan Servicios Ecosistémicos como Apoyo hábitat para especies; Suministro de alimento y materia prima; Regulación secuestro y almacenamiento de carbono, moderación de eventos extremos y ciertas áreas de infraestructura, aquí se desarrollaran actividades de enseñanza aprendizaje.

Las áreas serán usadas para las actividades académicas, dentro de la parte agropecuaria, botánica, ecología, suelos y demás materias de corte práctico.

### **Planificación institucional para actividades extracurriculares.**

Las actividades extracurriculares se realizarán en las áreas con las letras EX, para esto las áreas cuentan con el Servicio Ecosistémico Cultural actividades de recreación, salud física y mental; en estas áreas podrán realizarse caminatas, práctica de deportes, apreciación de vegetación, avistamiento de aves, etc. Las oportunidades recreativas que estas áreas ofrecen juegan un papel importante para la salud física y mental de las personas, ya que estas actividades serán realizadas al aire libre. Las áreas destinadas para actividades de recreación poseen fácil acceso y cubren los espacios en de mayor afluencia de la gente.

Las áreas redistribuidas del campus presentan servicios ecosistémicos que se integran perfectamente, para las actividades descritas.

## **11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)**

### **11.1. Técnicos**

Se ha logrado integrar nuevas herramientas y técnicas de avanzada para el análisis del entorno y la planificación.

## **11.2. Sociales**

Se ha logrado un nuevo enfoque de visión en cuanto a la planificación de las actividades experimentales, académicas y extracurriculares tomando en cuenta la sostenibilidad ambiental, académica y social.

## **11.3. Ambientales**

Permite que las actividades realizadas dentro del campus tengan una relación de respeto con el ambiente, así como la conservación de flora y fauna local. Integra todo dentro de campus sostenible.

## **11.4. Económicos**

El uso de estas herramientas y técnicas no tiene costo al igual que la implementación de la planificación.

## 12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**Tabla 6:** Presupuesto para la elaboración del proyecto.

<b>PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario \$</b>	<b>Valor Total \$</b>
<b>Equipos</b>	1	Computador	700	700
	1	Impresora	150	150
<b>Transporte y salida de campo</b>	25	Transporte	0.30	7.50
	25	Transporte	0.35	8.75
<b>Materiales y suministros</b>	100	Horas de internet.	0.60	60.00
	100	Hojas de impresión	0.02	2.00
<b>Material Bibliográfico y fotocopias.</b>	1	Libreta de anotaciones	1.20	1.20
	2	Esferos	0.35	0.70
	100	Hojas impresas	0.10	10.00
<b>Gastos Varios</b>	12	Alimentación		30.00
<b>Otros Recursos</b>		Imprevistos		20.00
<b>Sub Total</b>				990.15
<b>10%</b>				99.015
<b>TOTAL</b>				1089.165

Elaborado: Bryan Andrés Pruna Tapia

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1. Conclusiones

- Se encontró la información vectorial en un mapa AUTOCAD, y la información ráster se obtuvo de imágenes satelitales Landsat 8, en base a esta información se realizó la clasificación actual y potencial del suelo con énfasis en servicios ecosistémicos.

- Los parámetros ecosistémicos establecidos, se generaron a partir de estándares internacionales para campus sostenible, y tomando en cuenta los servicios y bienes ecosistémicos que el campus es capaz de ofrecer.
- Se plantea una planificación orientada a la sostenibilidad socioecológica, académica y preservación de la vida del campus CEASA, para actividades experimentales, extracurriculares y de docencia. Esta planificación permitirá articular la multidisciplinariedad y el multi-actor en la generación y transmisión de nuevo conocimiento, teniendo como base la investigación y la docencia.

### **13.2. Recomendaciones**

- Utilizar herramientas paisajísticas y espectrales, que permitan tener una mejor resolución en imagen de las áreas del campus como son drones, aviones y programas de software libre.
- Tomar en cuenta análisis y tipo de vegetación existente así como el número de servicios adecuados, para la cantidad de posibles personas que existan en un periodo de tiempo mínimo de 30 años.
- Utilizar imágenes satelitales que tengan una resolución de 10 m o mayor.
- Generar una estrategia que integre servicios ecosistémicos, herramientas y políticas para incorporar al CEASA en la red campus sostenible.

## 14. BIBLIOGRAFIA

- Alonso, D. (10 de Junio de 2015). *mappinggis*. Obtenido de <https://mappinggis.com/2015/06/ndvi-que-es-y-como-calcularlo-con-saga-desde-qgis/>
- Alonso, I., & Herrero, E. (2001). *cartesia*. Obtenido de <http://www.cartesia.org/data/apuntes/teledeteccion/landsat-analisis-visual.pdf>
- Astrojem. (2017). *Astrojem*. Obtenido de <http://astrojem.com/teorias/espectroelectromagnetico.html>
- Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 84-85.
- Camargo, E. S., Carreño, J. A., & Barón, E. M. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 77-83.
- Cardozo, O. D., & Da Silva, C. J. (2013). Aplicaciones Urbanas de los Sensores Remotos. *IGUNNE*, 1-3.
- Chuvieco, E. (2008). *Teledetección Ambiental*. Barcelona: Ariel.
- cnice. (2017). *cnice*. Obtenido de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/firma\\_es.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad1/firma_es.htm)
- Convenio Europeo de Paisaje. (20 de Octubre de 2000). *IPCE*. Obtenido de <http://ipce.mcu.es/pdfs/convencion-florenzia.pdf>
- Creaf. (2016). *CREAF*. Recuperado el 03 de Julio de 2017, de <http://www.creaf.uab.es/miramom/help/spa/msa/indexs.htm>
- CROP-SCAN. (2017). *eumedia*. Recuperado el 01 de Agosto de 2017, de [http://www.eumedia.es/portales/files/documentos/bioiberica\\_psvina15.pdf](http://www.eumedia.es/portales/files/documentos/bioiberica_psvina15.pdf)
- Daniela, R. (2012). Gestión del paisaje y ordenamiento territorial: Abordajes conceptuales y metodológicos. *Memoria académica*, 4.
- De la Barrera, F., Bachmann, P., & Vargas, A. (2015). La investigación de servicios ecosistémicos en Chile: una revisión. *Investig Geogr*, 3-18.
- Díaz García Cervigón, J. J. (Junio de 2015). *eprints*. Recuperado el 3 de Julio de 2017

- ESA. (03 de Julio de 2017). *European Space Agency*. Recuperado el 03 de Julio de 2017, de [http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace\\_ES/SEM6DYD3GXF\\_0.html](http://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_ES/SEM6DYD3GXF_0.html)
- FAO. (2017). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/introduccion/es/>
- Garay, D. (2012). *Universidad Nacional de la Plata*. Obtenido de <http://bdzalba.fau.unlp.edu.ar/greenstone/collect/postgrad/index/assoc/TE14.dir/doc.pdf>
- Generalitat Valencia. (19 de Julio de 2017). *GVA*. Obtenido de <http://www.habitatge.gva.es/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/guia-estudio-de-paisaje>
- Geocento. (2015). *Geocento*. Obtenido de <http://geocento.es/galeria-de-satelites-para-buscar-y-adquirir-imagenes/satelite-imagenes-landsat-8/>
- Geomática . (02 de Abril de 2013). *GEOMATICA*. Recuperado el 03 de Julio de 2017, de <http://geomatica-al-dia.blogspot.com/>
- Gidahatari. (2017). *gidahatari*. Obtenido de <http://gidahatari.com/ih-es/tutorial-para-descargar-imagenes-sentinel-2-resolucion-10-m-y-procesarlas-en-qgis>
- GreenFacts. (2017). *GreenFacts*. Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/espectro-electromagnetico.htm>
- Hernandez, J., & Daniel, M. (2017). *uchile*. Obtenido de <http://www.gep.uchile.cl/Publicaciones/Hern%C3%A1ndez%20&%20Montaner%202009%20SAF.pdf>
- Herrera Calvo, P. M. (2012). *conama*. Obtenido de <http://www.conama2012.conama.org/conama10/download/files/conama11/CT%202010/1891517671.pdf>
- Indiana, B. (2011). *unne*. Obtenido de <http://ing.unne.edu.ar/dep/goeciencias/fotointer/pub/teoria2011/parte02/tdi.pdf>
- INGEI. (2017). *INGI*. Obtenido de [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos\\_tecnicos\\_de\\_imagenes\\_landsat.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos_tecnicos_de_imagenes_landsat.pdf)

Kapetsky, J. M. (2009). *Sistemas de información geográfica, sensores remotos y mapeo para el desarrollo y la gestión de la acuicultura marina*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-a0906s.pdf>

Landscape toolbox. (2017). *landscape toolbox*. Obtenido de [http://wiki.landscape toolbox.org/doku.php/remote\\_sensing\\_methods:enhanced\\_vegetation\\_index](http://wiki.landscape toolbox.org/doku.php/remote_sensing_methods:enhanced_vegetation_index)

Lizana, C. (2017). *unsj*. Obtenido de [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zUylhuZCJO4J:ftp://ftp.unsj.edu.ar/agrimensura/Fotogrametria/Unidad1/DOC1\\_Elementos\\_deTeledeteccion-\\_Taxonomia-\\_Resolucion.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:zUylhuZCJO4J:ftp://ftp.unsj.edu.ar/agrimensura/Fotogrametria/Unidad1/DOC1_Elementos_deTeledeteccion-_Taxonomia-_Resolucion.doc+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec)

Mateos, J. C. (2017). *Universidad de Sevilla*. Obtenido de [http://www.geografia.us.es/web/contenidos/profesores/materiales/archivos/PLANIFICACION\\_TERRITORIAL\\_Y\\_URBANISMO.pdf](http://www.geografia.us.es/web/contenidos/profesores/materiales/archivos/PLANIFICACION_TERRITORIAL_Y_URBANISMO.pdf)

MEA. (2005). *MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT*. Obtenido de <http://www.millenniumassessment.org/es/>

Nosseto, M., Brizuela, A., & Aceñola Za, P. (2003). Obtención de Firmas Espectrales en Fortestación a Partir de Imagenes Landsat. En *Información tecnológica* (págs. 83-88). Centro de información tecnológica.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y a Agricultura . (2017). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/provisioningservices/es/>

Paula, D. M. (2010). *Repositorio Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de [http://www.bdigital.unal.edu.co/3734/1/32143590.2011\\_1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/3734/1/32143590.2011_1.pdf)

Pinilla, C. (2017). *ujaen*. Obtenido de <http://www.ujaen.es/huesped/pidoceps/tel/archivos/8.pdf>

Secretaria Autonoma de Medio Ambiente, Territorio y Paisaje. (2012). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0670136.pdf>

SENPLADES. (30 de Agosto de 2011). *Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo* . Obtenido de <http://diccionario.administracionpublica.gob.ec/adjuntos/2lineamientos-generales-para.pdf>

SENPLADES. (2012). *Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo*. Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/LINEAMIENTOS-PARA-LA-PLANIFICACION-DEL-DESARROLLO-Y-EL-ORDENAMIENTO-TERRITORIAL.pdf>

TEEB. (Marzo de 2017). *The Economics of Ecosystem & Biodiversity*. Obtenido de <http://www.teebweb.org/resources/ecosystem-services/>

Teledet. (2017). *Teledet Percepcion Remota Satelitat*. Obtenido de <http://www.teledet.com.uy/tutorial-imagenes-satelitales/satelites-resolucion-espacial.htm>

Tobar, G. P. (Septiembre de 2012). Aplicación de herramientas de sensoramiento remoto para la conservación y gestión. *Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Bióloga con mención en Medio Ambiente*. Chile.

UEDP. (2017). *udep*. Obtenido de [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1\\_59\\_185\\_24\\_508.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_59_185_24_508.pdf)

Universidad de Murcia . (15 de Diciembre de 2003). *Universidad de Murica*. Obtenido de <http://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/intro.pdf>

USAID; Universidad del Pacífico. (30 de Abril de 2015). *amazonia-andina*. Obtenido de [http://www.amazonia-andina.org/sites/default/files/caracterizacion\\_y\\_valoracion\\_loreto.pdf](http://www.amazonia-andina.org/sites/default/files/caracterizacion_y_valoracion_loreto.pdf)

## 15. ANEXOS

### Anexo 1 Aval de traducción



#### AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma inglés presentado por el Sr. Egresado de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, **Pruna Tapia Bryan Andrés** cuyo título versa, “**EL PLAN DE RECUPERACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL CAMPUS CEASA EN BASE A INFORMACIÓN PAISAJÍSTICA Y ESPECTRAL**”. Lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 20 de febrero 2018

Atentamente,

Lic. José Ignacio Andrade

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**

C.C 05030104-0



**Anexo 2 Hoja de vida del alumno****HOJA DE VIDA****1. DATOS PERSONALES**

APELLIDOS: PRUNA TAPIA

NOMBRES: BRYAN ANDRÉS

ESTADO CIVIL: SOLTERO

CÉDULA DE CIUDADANIA: 0504265059

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: 21 DE JUNIO DE 1993

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: LA MERCED

TELÉFONO: 0995804285

E- MAILINSTITUCIONAL: bryan.pruna9@utc.edu.ec

**2. ESTUDIOS REALIZADOS**

<b>NIVEL</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>TITULO OBTENIDO</b>
PRIMARIA	ESCUELA ISIDRO AYORA	
SECUNDARIA	I.T.S. RAMÓN BARABA NARANJO	BACHILLER EN ELETRÓNICA DE CONSUMO

## Anexo 3 Hoja de vida del tutor



## HOJA DE VIDA

**DATOS PERSONALES:** CORDOVA YANCHAPANTA VICENTE DE LA DOLOROSA *Cédula/Pasa:* 1801634822

FECHA Y LUGAR DE NACIMIENTO: 05/04/1960 EN 593\_ZONANODELIMITADA\_MDCU\_600351

SEXO: HOMBRE ESTADO CIVIL: CASADO/A DISCAPACIDAD: NINGUNA

DIRECCIÓN: 593\_PICHINCHA\_MEJÍA\_170350 23 DE JULIO 6202 Y LUIS CORDERO

Teléfono Convencional: 032875191 Celular: 0999731878 Operadora: ALEGRO



**DATOS ACADÉMICOS:**

TITULO	NOMBRE	AREA	SUBAREA	PAIS	SENESCYT
Doctor PHD	DOCTOR EN EDUCACIÓN	Ciencias Básicas	Medio Ambiente	EELU	5435R-12-12303
Magister	MASTER OF SCIENCE	Ciencias Básicas	Medio Ambiente	EELU	5435R-12-11953
Ingeniero (s)	INGENIERO AGRÓNOMO	Agrícola y Pecuaria	Ciencias Agrarias	Ecuador	1010-06-822092

**CURSOS Y CERTIFICADOS:**

TIPO	NOMBRE	INSTITUCION	HORAS	FECHA
Actualización Científica	CONFERENCIA REGIONAL ANDINA: CONFRONTANDO LOS IMPA	AGENCIA NACIONAL DEL AGUA, PERÚ	20	13/febrero/2015
Certificado	APLICACIÓN DE ITEMS MEDIANTE RECURSOS E-LEARNING Y	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	10	23/noviembre/2014
Actualización Científica	I JORNADAS CIENTÍFICAS "UTE 2014", CIENCIA, TECNOL	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	03/octubre/2014
Certificado	CUMBRE DEL BUEN CONOCER	MINISTERIO COORDINADOR DE CONOCIMIENTO Y TALENTO H	40	30/mayo/2014
Curso	CAPACITACIÓN SOBRE ELABORACIÓN DE PUBLICACIONES CI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	28/febrero/2014
Actualización Científica	FITOMEJORAMIENTO Y SISTEMAS DE SEMILLAS	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	13/noviembre/2013
Formación Pedagógica Andragógica	JORNADAS JORNADAS ACADÉMICAS 2013 "GESTIÓN ACADÉM	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	40	15/marzo/2013

**PUBLICACIONES DE LIBROS O REVISTAS:**

TIPO	TITULO	PAG	EDIC	AÑO	ISBN
------	--------	-----	------	-----	------

**EXPERIENCIA LABORAL:**

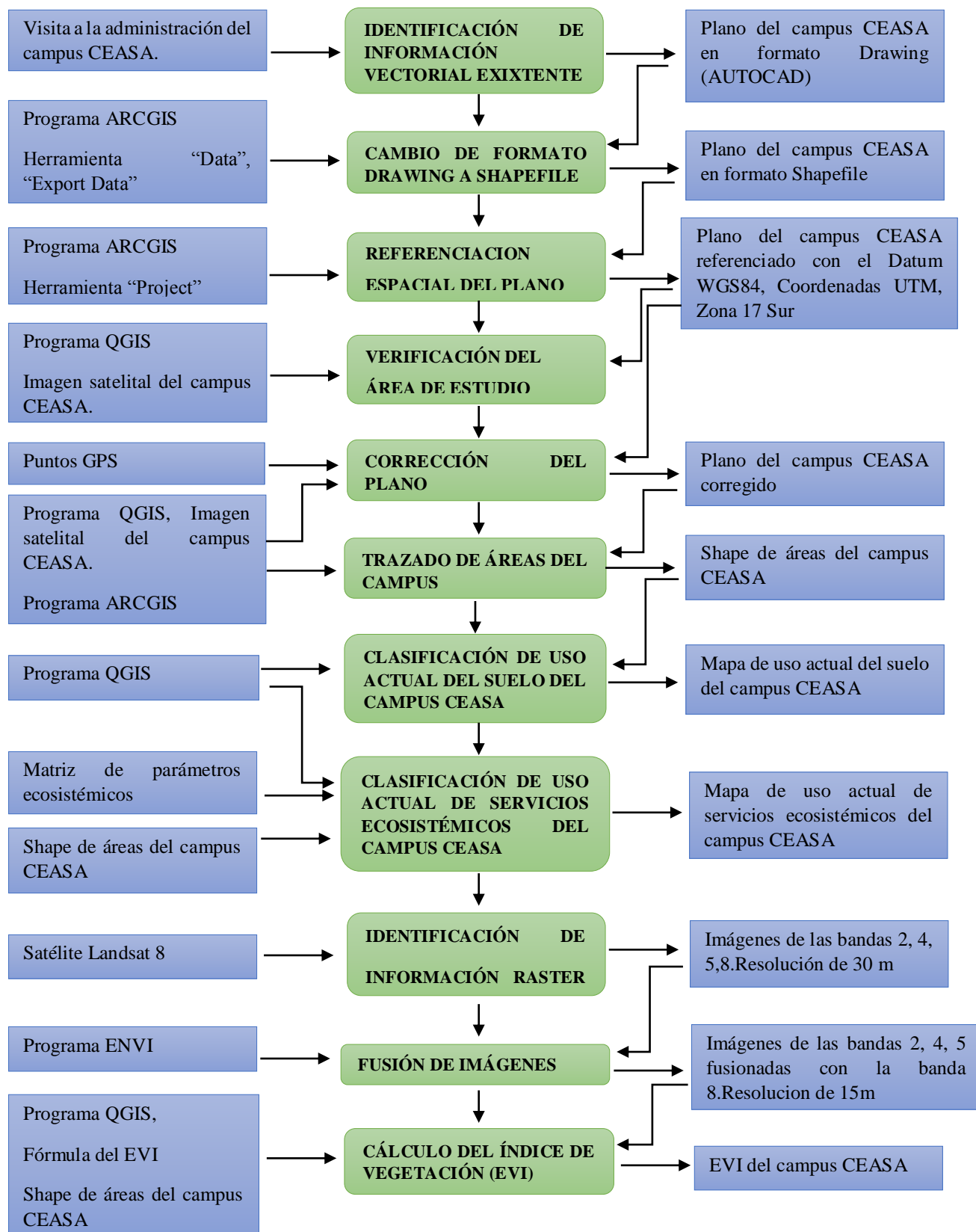
TIPO	INSTITUCION	CARGO	CATEDRA	INICIO	FIN	REFERENCIA	TLF-REF
------	-------------	-------	---------	--------	-----	------------	---------

**DATOS LABORALES DENTRO DE LA UTC:**

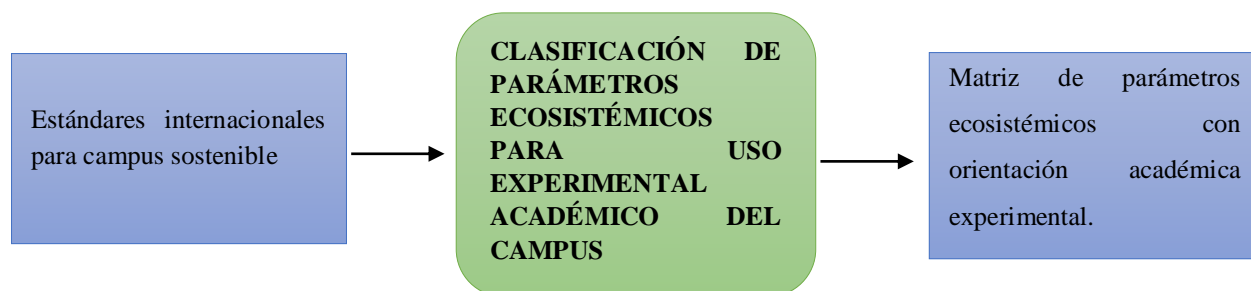
CAMPUS	RELACION-LAB	CARGO	FUNCIÓN-ADM
SL	Contrato con Relación de Dependencia	Docente	PROFESOR OCASIONAL - PHD - TIEMPO COMPLETO

#### Anexo 4 Esquema metodológico

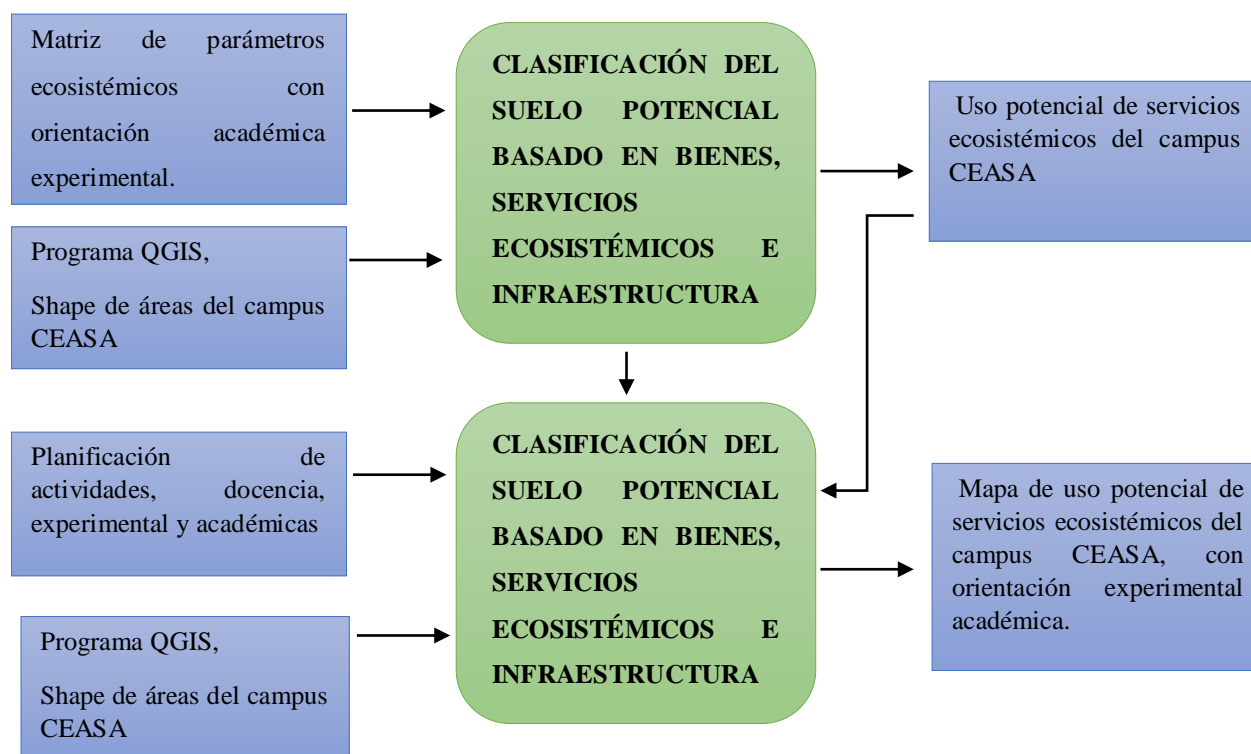
**Fase I:** Identificar información vectorial y raster disponible, para la recuperación planificada de servicios ecosistémicos



**FASE II:** Establecer los parámetros ecosistémicos de orientación experimental académico del campus CEASA.



**FASE III:** Definir el modelo de planificación institucional, orientada a la sostenibilidad socio-ecológica, académica y preservación de la vida del campus CEASA



**Anexo 5** Tabla de coordenadas del campus CEASA

**Tabla 7:** Tabla de coordenadas del campus CEASA

Coordenadas GPS del Campus CEASA	
X	Y
765024.00	9889510.00
765061.00	9889520.00
765075.00	9889519.00
765080.00	9889953.00
765087.00	9889492.00
765095.00	9889439.00
765107.00	9889410.00
765119.00	9889403.00
765127.00	9889402.00
765142.00	9889404.00
765177.00	9889405.00
765181.00	9889403.00
765193.00	9889392.00
765194.00	9889389.00
765191.00	9889385.00
765173.00	9889369.00
765150.00	9889321.00
765148.00	9889319.00
765150.00	9889329.00
765138.00	9889298.00
765133.00	9889297.00
765130.00	9889298.00
765127.00	9889300.00
765107.00	9889303.00
765100.00	9889308.00
765065.00	9889288.00
765055.00	9889288.00
765051.00	9889288.00
765011.00	9889278.00
764994.00	9889290.00
764959.00	9889301.00
764949.00	9889299.00
764950.00	9889288.00
764990.00	9889192.00
764842.00	9889142.00
764798.00	9889220.00

**Elaborado:** Bryan Andrés Pruna Tapia