



Use of Geographic Information Systems for mapping a cartographic baseline of trails in Gustavo Galindo Campus

Siuling Ching-Ávalos, Isabel Guzmán-Garaicoa,
Andrés Velástegui-Montoya, Roberto Chang-Silva and
Viviana Herrera-Matamoros

EasyChair preprints are intended for rapid
dissemination of research results and are
integrated with the rest of EasyChair.

June 29, 2020

Uso de los sistemas de información geográfica para el levantamiento de línea base cartográfica de senderos en Campus Universitario

Siuling Viviana Ching-Ávalos¹, Isabel Mercedes Guzmán-Garaicoa¹, Andrés Danilo Velástegui-Montoya, PhD¹, Roberto Javier Chang-Silva, Eng¹, Viviana Isabel Herrera-Matamoros, BAGEo¹

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Campus Gustavo Galindo Velasco Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador
sching@espol.edu.ec, imguzman@espol.edu.ec, dvelaste@espol.edu.ec, rojachan@espol.edu.ec, isavhm18@gmail.com

Resumen— El presente artículo expone el cambio de cobertura vegetal presente en las áreas y longitudes de las rutas y senderos ubicados dentro del campus Gustavo Galindo Velasco, que alberga una pequeña parte del bosque seco tropical ecuatoriano, rico en biodiversidad de fauna y flora. La adquisición de los datos se realizó en dos etapas, la primera corresponde a la medición de la longitud y ancho de las rutas en campo, mediante el uso de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y una cinta métrica. La segunda fase corresponde al procesamiento de la información de campo a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el propósito de cuantificar el área ocupada por los senderos y rutas en cada zona. Los resultados revelaron que la zona identificada como no clasificada, presentó la mayor extensión de rutas totales, seguidas muy de cerca por la zona del Bosque Protector Prosperina (BPP). La identificación de accesos y trayectos existentes dentro del Campus Gustavo Galindo Velasco, permite proponer una delimitación de zonas de uso y normar las diversas actividades externas realizadas dentro del Campus.

Palabras clave— Bosque seco tropical; Bosque Protector Prosperina; GPS; SIG; ESPOL.

Abstract— This article explores the land use and coverage of the Gustavo Galindo Velasco campus, focused specifically on the existing routes and trails. The campus contains part of the tropical dry forest of Ecuador, which belongs to a particular ecosystem that contains multiple species of fauna and flora. The study required a primary data source, which was collected and processed during two stages. The first stage corresponds to measurements of the longitude and width of each route, which were performed through the use of GPS and a measuring tape. The second stage involved the processing of the information collected during the field research through the use of Geographic Information Systems (GIS). The GIS platform was used to quantify the area that was occupied by the routes and trails in each zone. The results revealed that the zone identified as “non-classified” had the highest extension of routes, followed by the zone that belonged to the Bosque Protector Prosperina (BPP). The identification of the routes and trails that serve as access and mobility inside the Campus Gustavo Galindo Velasco allows the proposition of a delimitation of the zones of use, and helps to create norms to control the diverse non-educational activities that take place in campus.

Keywords— Tropical Dry Forest; Bosque Protector Prosperina; GPS; GIS; ESPOL.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques secos tropicales abarcan una superficie aproximada de 1 millón de km² a nivel mundial. América del Sur posee el 54,2% de estos bosques, distribuidos entre Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela [1]. En Ecuador, este ecosistema cubierto de matorrales y bosques

xerófilos, se extiende por 5000 km² entre las provincias de Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y Loja [2]. No obstante, la superficie de este ecosistema se ha reducido hasta un 75% [3]. Este efecto es ocasionado tanto por cambios climáticos, como por diferentes actividades humanas desarrolladas dentro de los bosques secos tropicales como: deforestación, fragmentación, pastoreo excesivo, agricultura y quema agrícola [4]. A su vez, la reducción de los bosques origina el desplazamiento de especies animales hacia otros hábitats, lo que eleva su vulnerabilidad de supervivencia, hasta su posible extinción [5].

Es habitual encontrar ciudades cercanas a zonas de bosque nativo, convirtiéndolos como parte de las zonas verdes de estas ciudades. Esta disposición territorial contribuye al bienestar de la población, al capturar parte del dióxido de carbono producido en la ciudad, lo que favorece a cumplir en parte los objetivos de desarrollo sostenible [6]. Por este motivo, se destaca la importancia del mapeo de zonas de intervención antrópica, con el fin de identificar las alteraciones ambientales en los bosques próximos a ciudades.

El Bosque Protector Prosperina (BPP), localizado dentro del Campus Gustavo Galindo Velasco de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), fue establecido para proteger y resguardar un área rica en biodiversidad, en los alrededores de la ciudad de Guayaquil [7]. El BPP alberga numerosas especies de aves y mamíferos como el Gavilán Dorsigrís (*Pseudastur occidentalis*), el Perico Cachetigrís (*Brotogeris pyrrhoptera*), el venado de cola blanca (*Odocoileus peruvianus*), jaguar (*Panthera onca*), mono araña (*Ateles fusciceps*), entre otros. [8].

Este estudio tiene como objetivo realizar el mapeo de los accesos y trayectos existentes dentro del Campus Gustavo Galindo Velasco, provocados por prácticas no vinculadas a las actividades académicas de la ESPOL. La obtención del mapa de todas sus rutas y accesos, permite proponer una delimitación de zonas de uso y normar las diversas actividades externas realizadas dentro del Campus.

II. METODOLOGÍA

A. Área de estudio

El área de estudio es delimitada por las latitudes 2°07'52" y 2°09'25" S y longitudes 79°56'33" y 79°58'57" W, que corresponde al campus Gustavo Galindo Velasco inaugurado en el año 1991, que se localiza al oeste de la

ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador (Figura 1).

Para este estudio se definió tres grandes zonas: Bosque Protector Prosperina (BPP), áreas de infraestructura y zonas no clasificadas (ZNC). La región de infraestructura,

corresponde en gran parte a las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y entidades como el Grupo de Operaciones Especiales (GOE), la Escuela de Capacitación del Benemérito Cuerpo de Bomberos (BCBG), Unidad de Policía Comunitaria (UPC), la Unidad Educativa Particular Politécnica (COPOL), entre otras [9].

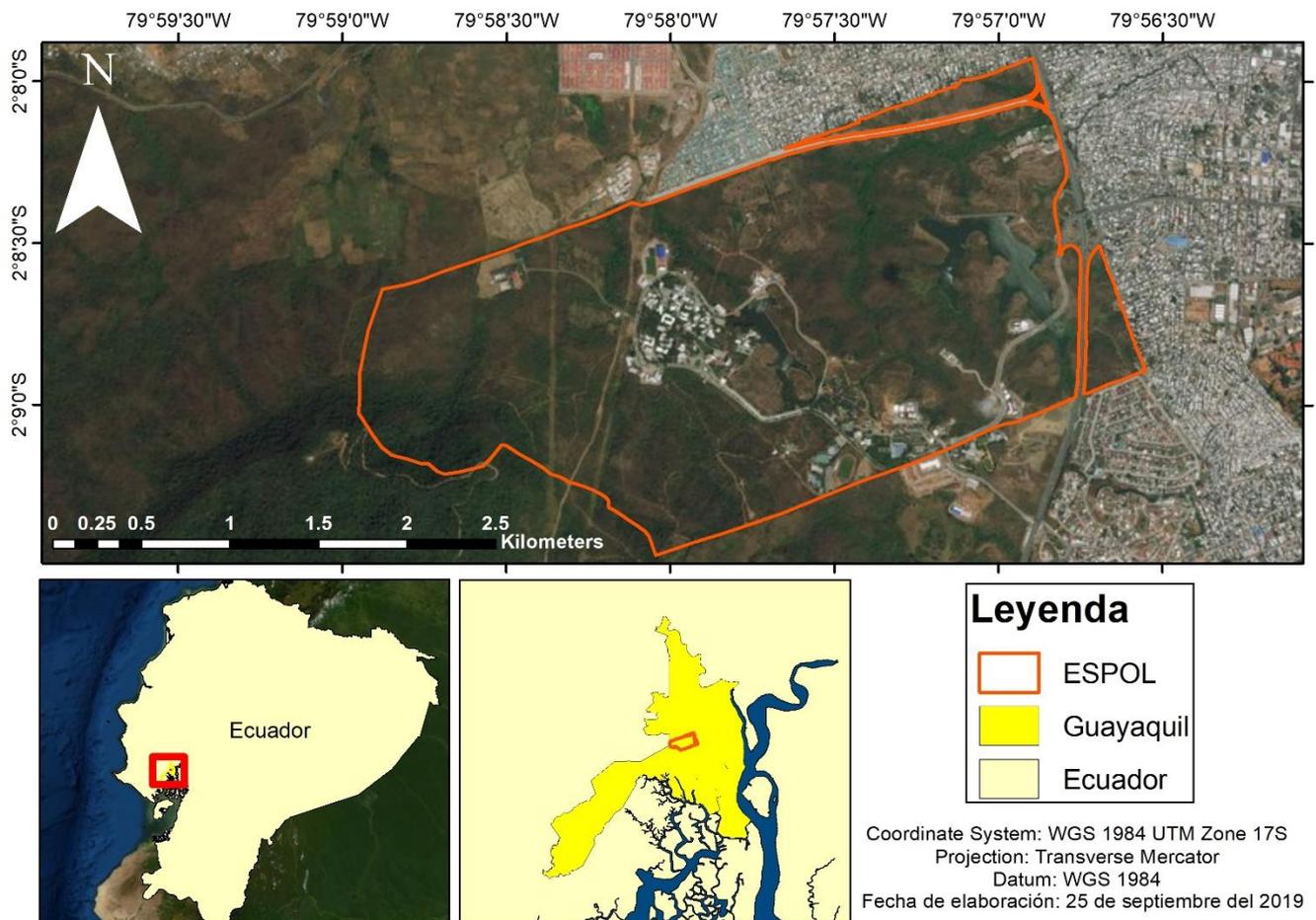


Fig. 1 Localización del área de estudio: Campus Gustavo Galindo Velasco

B. Obtención de datos en campo

Con el propósito de planificar las salidas de campo, se utilizó *Google Earth* para identificar los diferentes senderos dentro del campus politécnico. Las excursiones de campo fueron realizadas por dos equipos, conformados por cuatro estudiantes y un docente-tutor por grupo, con la finalidad de recorrer distintos senderos y lograr agilizar la etapa de colecta de datos de campo. Durante cada campaña, los equipos utilizaron un navegador Garmin GPSMAP 64s [10], para almacenar los trayectos y puntos de interés, como bifurcaciones y alteraciones de senderos; y una cinta métrica de 30 metros *Stanley*, para registrar el ancho de las diferentes rutas y accesos dentro del bosque. El ancho de los senderos se consideró hasta la transición de suelo expuesto y vegetación.

C. Procesamiento de datos de campo y zonificación

Inicialmente se creó un proyecto en ArcMap 10.7.1 [11], para clasificar las zonas dentro del área de estudio. Se importaron los límites del BPP en formato vectorial, obtenidos del Geoportal del Ministerio del Ambiente (MAE) [12]. Adicionalmente, a una escala 1:30.000 se realizó la

delimitación de las zonas de infraestructura, relacionadas a edificaciones, estacionamientos y vías vehiculares; y zonas no clasificadas, que corresponden a parte de bosque seco tropical, bosque de teca, cultivos demostrativos y 2 lagos artificiales, entre otras. Para esto, se utilizó el mapa base de imágenes satelitales disponibles en catálogo de imágenes del ArcMap.

Después de la obtención de los datos en campo, se importó al ArcMap las rutas capturadas por el navegador GPS en formato vectorial y se añadió como atributo el ancho de cada segmento de ruta. Enseguida, se realizaron buffers para cada segmento de línea según el ancho de los senderos, para determinar el área de suelo expuesto ocupada por las rutas. Debido a la superposición de área en bifurcaciones, se utilizó la herramienta *dissolve* para fusionar las áreas superpuestas.

Finalmente, se realizó la clasificación de los accesos y rutas según el propósito de apertura o uso, definido por el ancho de cada trayecto. La clasificación fue realizada en dos grupos, el primero corresponde a las rutas mayores de 1.8 m de ancho, accesos relacionados al eventual tránsito vehicular; y el segundo grupo a rutas menores 1.8 m de ancho, destinadas para ciclismo de montaña y senderismo. En esta

clasificación no se consideraron los cortafuegos del BPP, por ser necesarios para la mitigación de incendios en el bosque.

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con la delimitación de las zonas del área de estudio, se estimó que el Campus Gustavo Galindo Velasco posee una extensión total de 696 hectáreas, sin considerar un segmento de la vía perimetral, ni la entrada principal al barrio Nueva Prosperina y proyecto habitacional Socio Vivienda (Figura 2).

A partir de la zonificación, se determinó la extensión y el porcentaje total ocupado por las rutas y accesos, información detallada en la Tabla I.

El BPP, a pesar de representar la tercera parte de la extensión total de la ESPOL (Tabla I), es la zona que cuenta con la mayor extensión de rutas mayores a 1.8 m (1.81 ha de área de cobertura), en relación con las demás zonas (Tabla II). Esta disposición se debe a, que el lado oeste del campus, cuenta con rutas para el acceso de vehículos al bosque. Durante las campañas de campo, se percibió la frecuencia de remoción vegetal, como parte del mantenimiento de las vías de acceso.

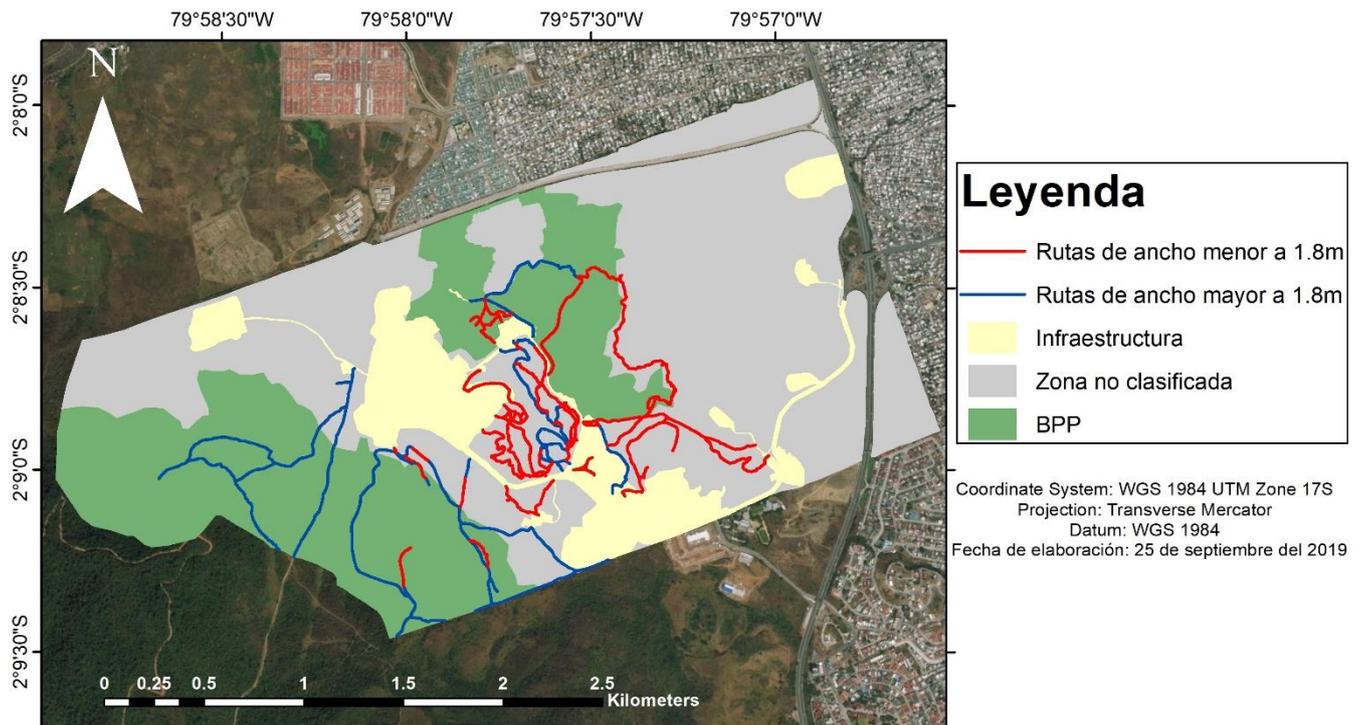


Fig. 2 Mapa de rutas según el ancho

TABLA I
ZONIFICACIÓN DE RUTAS EN EL CAMPUS GUSTAVO GALINDO VELASCO

| Zonas | Extensión [ha] | | | | Longitud [m] | | |
|-----------------------------------|----------------|------------|-------|------------|--------------|--------|---------|
| | Total | % de ESPOL | Rutas | % de Rutas | % Ocupado | Total | % Total |
| Bosque Protector Prosterina (BPP) | 225.67 | 32.43 | 2.04 | 40.56 | 0.90 | 8640.5 | 37.6 |
| Infraestructura (INFR) | 91.91 | 13.21 | 0.46 | 9.19 | 0.50 | 1861.5 | 8.1 |
| Zona no clasificada (ZNC) | 378.33 | 54.36 | 2.53 | 50.25 | 0.67 | 12481 | 54.3 |

TABLA II
LONGITUD DE RUTAS DEL CAMPUS GUSTAVO GALINDO VELASCO

| RUTAS | Extensión [ha] | | | | | Longitud [m] | |
|--------------|----------------|------|-------|-------|---------|--------------|---------|
| | ZNC | BPP | Infra | Total | % total | Total | % total |
| Rutas >1.8 m | 1.76 | 1.81 | 0.36 | 3.93 | 77.98 | 11126.0 | 48.41 |
| Rutas <1.8 m | 0.78 | 0.23 | 0.10 | 1.11 | 22.02 | 11857.1 | 51.59 |

La ZNC, por otro lado, cuenta con la mayoría del territorio total (54.3%), además del mayor número de rutas en

cuanto a longitud (0.67%) (Tabla I), sin embargo, en comparación con las demás zonas, tiene una mayor fracción de cobertura de rutas menores a 1.8 m (Tabla II). Estas rutas se concentran en el centro del territorio y comprende en su mayoría a senderos o trillos para realizar actividades recreativas como senderismo, observación de especies y ciclismo de montaña. Se reconoce que el gremio de ciclistas, principal usuario de estas rutas, realizan mingas de limpieza para mantener despejadas estas zonas.

La zona de infraestructura comprende las instalaciones del campus y vías lastradas, pavimentadas o asfaltadas que comunican edificaciones. Dentro de esta zona, la diferencia entre la cantidad de rutas menores y mayores a 1.8 m es más baja en comparación con las demás zonas (Tabla II), debido a que esta región se encuentra localizada entre las zonas de BPP y ZNC, por lo que el acceso hacia las mismas está sujeto a que sea a través de la zona de Infraestructura.

Según los datos de la Tabla II, las rutas menores a 1.8 m tienen mayor longitud total, y se relacionan a actividades de senderismo y ciclismo. Las rutas mayores a 1.8 m, por otro lado, son las de mayor extensión territorial, asociadas a la esporádica circulación vehicular y equivalen aproximadamente a 3.5 veces el área ocupada por las rutas de menor ancho.

El propósito de las rutas mayores responde a la necesidad de acceso hacia las torres de antenas de radiofrecuencia, líneas eléctricas y parte del gasoducto Monteverde-Pascuales. Por otro lado, el origen de las rutas menores responde al deseo de externos, para realizar actividades de recreación cerca de la ciudad. Estas rutas menores, se mantienen en su mayoría por autogestión de las personas que practican estas actividades.

Durante los recorridos, se constató que las rutas menores a 1.8 m suelen ser sometidas a frecuentes alteraciones, para uso de actividades recreativas. Se observaron rampas para bicicletas, obstáculos como ramas o troncos de árboles y cintas de peligro en zonas vulnerables a accidentes (Figura 3). Gran parte de los deportistas son externos a la comunidad politécnica, de acuerdo con el dialogo espontáneo con los gremios de ciclistas, durante las salidas de campo.



Fig. 3 Obstáculos encontrados durante las salidas de campo

Finalmente, considerando que las rutas mayores a 1.8 m tienen mayor cobertura que las rutas menores a 1.8 m, su incremento en el tiempo puede que no continúe con esta jerarquía. Los propietarios de torres de antenas de radiofrecuencia y líneas eléctricas no requieren incrementar

el número de rutas o accesos, debido que su única función es la comunicación entre la urbe y estas instalaciones. Por otro lado, es posible que las cifras de rutas menores incrementen, por la necesidad de experimentar nuevas aventuras deportivas. Esto supone la apertura de nuevos caminos, con la remoción de la cobertura vegetal en sitios no planificados, dentro de las 3 zonas del campus.

En este sentido, es importante conocer la fragmentación forestal asociada a la apertura de nuevas rutas y carreteras en áreas de bosque [13] [14]. Estos caminos cumplen el rol de facilitar el acceso a nuevas áreas de bosque primario, para su progresiva conversión en otro tipo de uso como zonas de recreación, áreas destinadas a la agricultura, nuevos accesos e infraestructura urbana.

IV. CONCLUSIONES

El área que ocupan los trillos en el campus Gustavo Galindo Velasco de ESPOL, no representa más del 1% del área total, sin embargo, una de las preocupaciones es que parte de estos, se encuentran al interior de un área de mayor conservación del BPP, considerado así, por las especies en peligro de extinción que habitan en la zona.

La apertura no controlada de nuevas rutas en un bosque protegido, fragmenta y degrada el bosque seco tropical, afectando la flora y fauna del mismo. Por esta razón, es necesario limitar la creación de nuevas rutas, en especial dentro del Bosque Protector Prosperina.

A pesar de la identificación de grupos de deportistas que realizan la limpieza de estas rutas, el ingreso a las rutas con frecuencia y en momentos no planificados, pueden afectar el éxito reproductivo de las especies, debido a la perturbación del medio por desconocimiento. Por ello, es necesario controlar el ingreso a las rutas y socializar las consecuencias a todos sus usuarios.

REFERENCIAS

- [1] C. Portillo-Quintero, and G. Sánchez-Azofeifa, "Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas", *Biological Conservation*, vol. 143, no. 1, pp. 144-155, 2010.
- [2] Ministerio del Ambiente, "Bosque Seco ecuatoriano es parte de la Red Mundial de Reservas de Biosfera de la UNESCO", 2014. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/bosque-seco-ecuatoriano-es-parte-de-la-red-mundial-de-reservas-de-biosfera-de-la-unesco/>
- [3] Z. Aguirre, and G. Geada-López, "Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja. Ecuador", *Arnaldia*, vol. 24, no. 1, pp. 27-228, 2017.
- [4] J. C. Ortiz, C. I. Espinosa, C. Q. Dahik, Z. A. Mendoza, E. C. Ortiz, E. Guzmán, M. Weber, and P. Hildebrandt, "Influence of Anthropogenic Factors on the Diversity and Structure of a Dry Forest in the Central Part of the Tumbesian Region (Ecuador-Perú)", *Forests*, vol. 10, no. 1, pp. 10-31, 2019.
- [5] I. X. G. Cepeda, L. A. Leñero, and V. Ávila-Akerberg, "Estimación del almacenamiento de carbono y la percepción social de los servicios ecosistémicos que brinda el bosque de Abies religiosa de la cuenca presa Guadalupe, Estado de México", *Teoría y Praxis*, no. 19, pp. 65-93, 2016.
- [6] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, "Objetivos del desarrollo sostenible", 2020. Disponible en: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-15-life-on-land.html>.
- [7] Bosque Protector La Prosperina, "Bosque Protector La Prosperina", 2019. Disponible en: <http://www.bosqueprotector.espol.edu.ec/>
- [8] Bosque Protector La Prosperina, "Biodiversidad", 2019. Disponible en: <http://www.bosqueprotector.espol.edu.ec/biodiversidad/>

- [9] S. Navarro, *La ESPOL y sus protagonistas: primeros 50 años*, Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2019.
- [10] Garmin, “GPSMAP 64s”, 2019. Disponible en: <https://garmin.ec/outdoor/>
- [11] ESRI, “ESRI ArcGis”, 2019. Disponible en: <https://www.esri.com/en-us/home>.
- [12] Ministerio del Ambiente, “Geoportal: Mapa interactivo”, 2019. Disponible en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- [13] A. D. M. Velástegui, A. M. M. Lima, and M. Adami, “Mapeamento e análise temporal da paisagem no entorno do reservatório de Tucuruí-PA”, *Anuário do Instituto de Geociências*, vol. 41, no. 2, pp. 553-567, 2018.
- [14] A. D. M. Velástegui, A. M. M. Lima, and M. Adami, “Análisis de la Cobertura de la Tierra en Torno de una Hidroeléctrica en la Amazonía Brasileña”, *Anuário do Instituto de Geociências*, vol. 42, no. 1, pp. 74-86, 2019.