INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHETUMAL

Caracterización de la vegetación costera mediante el uso de drones, en la zona de Mahahual a Xcalak, Quintana Roo, México

Tesis para obtener el grado
Maestro en Manejo de Zona Costera

Presenta:

Jorge Armando López Chan

Director de Tesis:
M en C. Alejandro Medina Quej.

Comité Tutorial:
Dr. José Manuel Castro Pérez
Dr. Sergio Cohuó Durán

Chetumal, Q. Roo, México.

Agosto 2026

Chetumal, Quintana Roo, 30 de junio de 2026
Asunto: liberación de tesis

DRA. NALLELY ARIADNA AGUILAR CASTRO
COORDINADORA DE LA MAESTRÍA EN MANEJO DE ZONA COSTERA (MMZC)
PRESENTE

Por este medio tenemos a bien comunicarle que la tesis del alumno **JORGE ARMANDO LÓPEZ CHAN** titulada "**Caracterización de la vegetación costera mediante el uso de drones, en la zona de Mahahual a Xcalak, Quintana Roo, México**" (No. de control **M99390237**), ha sido revisada y aprobada, por lo que puede continuar con los trámites para la obtención del grado de Maestro en Manejo de Zona Costera.

Sin otro particular, aprovechamos la presente para enviarle un cordial saludo

A T E N T A M E N T E

COMITE TUTORIAL

M en C. Alejandro Medina Quej
Director de Tesis

Dr. José Manuel Castro Pérez
Asesor de tesis

Dr. Sergio Cohuó Duran
Asesor de tesis



Instituto Tecnológico de Chetumal
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Chetumal, Quintana Roo, 14/agosto/2026

Asunto: Reporte de herramienta antiplagio

C.JORGE ARMANDO LÓPEZ CHAN
ESTUDIANTE
MAESTRÍA EN MANEJO DE ZONAS COSTERAS
P R E S E N T E

Con base en la revisión realizada al documento digital **Caracterización de la vegetación costera mediante el uso de drones, en la zona de Mahahual a Xcalak, Quintana Roo, México,** utilizando herramientas de detección de similitud, se informa que el trabajo presenta 14% de porcentaje de coincidencia textual (plagio), reflejandose en la siguiente tabla:

	Introducción	Antecedentes	Marco teórico	Justificación	Metodología	Resultados	Discusión	Conclusiones	Total
Porcentaje	3%	4%	3%	0%	2%	0%	2%	0%	14 %

La presente tesis cumple con el requisito de originalidad mínima del 30 %, tal como lo exige la normatividad interna de la institución, por lo anterior se considera el trabajo: **ACEPTADO.**

Sin otro particular, expido la presente en la fecha antes señalada para los fines académicos a que haya lugar.

A T E N T A M E N T E,

DRA. NALLELY ARIADNA AGUILAR CASTRO
COORDINADORA DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECOSISTEMAS TROPICALES

Ccp. Comité tutorial



Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Chetumal
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Chetumal, Quintana Roo, 13/agosto/2026
No. de oficio: W-239/2026

ASUNTO: Autorización de impresión

JORGE ARMANDO LÓPEZ CHAN
ESTUDIANTE DE LA MAESTRIA EN MANEJO DE ZONA COSTERA
PRESENTE

Habiendo cumplido con los requisitos para obtención del grado de MAESTRO EN MANEJO DE ZONA COSTERA, establecidos en los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México y que competen a la División de Estudios de Posgrado e Investigación, le comunico que:

SE LE CONCEDE LA AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE LA TESIS

"Caracterización de la vegetación costera mediante el uso de drones, en la zona de Mahahual a Xcalak, Quintana Roo, México"

EDUCACIÓN | TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHETUMAL
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Cultura, Ciencia y Tecnología para la Superación de México®

DRA. ALICIA CARRILLO BASTOS
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

ccp. Archivo
ACB/gaby

2026 año de Margarita Maza

SISTEMA DE GESTIÓN ISO 9001:2015 ISO 14001:2015 ISO 45001:2018 BICERT, S.C.

100% LIBRE DE PLÁSTICO DE UN SOLO USO

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS I
DEDICATORIA II
RESUMEN i
INTRODUCCIÓN 1
ANTECEDENTES 4
JUSTIFICACIÓN 9
OBJETIVOS 11
General 11
Específicos 11
MATERIALES Y MÉTODOS 12
Área de Estudio 12
Trabajo de Campo 14
Generación del ortomosaico 14
Generación de mapas de cobertura 16
Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI) 18
RESULTADOS 20
Ortomosaico del tramo costero Mahahual - Xcalak 20
Mapas de cobertura 20
Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI) 22
DISCUSIONES 23
Ortomosaico del tramo costero Mahahual - Xcalak 23
Mapas de cobertura 24
Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI) 25
CONCLUSIONES 27
BIBLIOGRAFIA ..... - 1 -
ANEXOS ..... - 7 -

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio 12
Figura 2. Ipomea pes capre 13

Figura 3. *Suriana marítima.* 13
Figura 4. *Sesuvium portulacastrum.* 13
Figura 5. *Scaevola plumeri.* 13
Figura 6. *Avicennia germinans.* 14
Figura 7. *Conocarpus erectus.* 14
Figura 8. Vista aérea del ecosistema de manglar. 14
Figura 9. Vista aérea del ecosistema de manglar 14
Figura 10. Ejecución del vuelo VLOS. 15
Figura 11. Telemetría del velo VLOS. 15
Figura 12. Despegue del dron para ejecución del vuelo. 16
Figura 13. Aterrizaje del dron finalizando el vuelo. 16
Figura 14. Captura de pantalla de los parámetros de procesamiento del ortomosaico. 16
Figura 15. Captura de pantalla del complemento dzetzaka Classifier 17

Índice de Tablas

Tabla 1. Número de pixeles, metros cuadraos y hectárea, por clase identificada 21

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento al Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Chetumal por haberme brindado los recursos académicos, la infraestructura y el respaldo institucional indispensables para mi formación profesional y el desarrollo de esta investigación.

Asimismo, a las autoridades de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas a través de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano y Parque Nacional Arrecifes de Xcalak por las facilidades de acceso otorgadas, así como por la gestión y expedición de las autorizaciones requeridas para la ejecución de los vuelos fotogramétricos dentro de sus polígonos de conservación federal colindantes con el tramo costero de estudio.

De igual manera, reconozco el valioso apoyo de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, a través de la Dirección de Cambio Climático, por las facilidades otorgadas para la realización de una estancia de investigación, así como por el apoyo logístico y equipamiento de dron (RPAS) utilizado en los levantamientos de campo, cuya tecnología fue fundamental para la adquisición de los datos geoespaciales de este estudio.

A mi comité tutorial, director MC Alejandro Medina Quej, por confiar en mí y motivarme a continuar este proceso académico y personal; a mis revisores Dr. José Manuel Castro Pérez y Dr. Sergio Cohuó, por su paciencia, enseñanzas, recomendaciones y darme una segunda oportunidad.

Finalmente quiero agradecer al Biol. Luis Antonio Mora Tembre, el “Dios el dron” por compartir su conocimiento y experiencias, así como iniciarme en el manejo y operación de drones desde el 2018, pero sobre todo por su apoyo incondicional. De igual manera agradezco al Dr. Eloy Gayosso, por sus recomendaciones y sugerencias para mejorar la investigación realizada. Así como al Biol. Víctor Noh, por sus consejos oportunos.

A cada uno de mis compañeros y amigos que conforman la planta docente de la Licenciatura en Biología por sus consejos y apoyo durante este proceso formativo.

DEDICATORIA

En primer lugar, a la memoria de mi madre Victoria Chan, que a pesar de su partida me sigue acompañando en el corazón como un faro eterno. A mi padre José López, por su entrega incondicional y por estar firmemente a mi lado en cada etapa de mi vida. A mis hermanos, cuñadas y sobrinos, por la calidez de su respaldo y su complicidad familiar. Y de forma absoluta, a mi esposa Mirza Chablé y mis hijos Sofía y Daniel, por caminar a mi lado en cada etapa de este proceso, el motor definitivo de mis días, quienes transformaron el cansancio en fuerza, impulsándome a perseverar a pesar de las adversidades. Este logro es tan suyo como mío.

RESUMEN

La zona costera de Quintana Roo enfrenta una fuerte presión antrópica y fragmentación de hábitat por el turismo. Los manglares y dunas costeras son barreras biofísicas vitales ante huracanes. Para mitigar la pérdida de cobertura, la fotogrametría con drones ofrece una alternativa de alta resolución espacial frente a las limitaciones de la teledetección satelital convencional. Diversos estudios validan el uso de sensores remotos en el monitoreo costero. El objetivo de este trabajo es caracterizar la vegetación en el tramo Mahahual-Xcalak. Se delimitó un polígono de 61.7 km de longitud por 250 m de ancho. Siguiendo las normativas aeronáuticas, se operó un dron DJI Mavic 3 Classic con un sensor RGB de 20 megapíxeles a 120 metros de altura, manteniendo traslapes de 75% frontal y 70% lateral. Las fotografías se procesaron en OpenDroneMap para generar un ortomosaico. El mapa de cobertura para el tramo Mahahual-Río Huach se estructuró en QGIS mediante clasificación supervisada con el algoritmo CatBoost, el cual fue optimizado con la herramienta Optuna y validado con una estrategia espacial para evitar fugas de datos. Adicionalmente, el índice NDVI se determinó usando imágenes satelitales Sentinel-2. A partir de 4,607 imágenes se generó un ortomosaico de 61.789 kilómetros y 1,517.085 hectáreas, alcanzando una resolución espacial de 8 centímetros por píxel. El producto final se dividió en 124 mapas detallados a escala 1:2000 bajo el sistema de referencia geográfico estándar, permitiendo discriminar con precisión las coberturas vegetales nativas de las áreas impactadas o desprovistas de vegetación.

Palabras clave: *Dron, Ortomosaico, Cobertura vegetal, Costa Maya, CatBoost.*

ABSTRACT

The coastal zone of Quintana Roo faces heavy anthropogenic pressure and habitat fragmentation driven by tourism. Mangroves and coastal dunes serve as vital biophysical barriers against hurricanes. To mitigate the loss of coverage, digital photogrammetry using UAVs (drones) offers a high spatial resolution alternative that overcomes the limitations of conventional satellite remote sensing. Various studies validate the use of remote sensors in coastal monitoring. The objective of this study is to characterize the vegetation along the Mahahual-Xcalak stretch. A polygon 61.7 kilometers long by 250 meters wide inland was delineated. Following aviation regulations, a DJI Mavic 3 Classic drone equipped with a 20-megapixel RGB sensor was operated at a flight altitude of 120 meters, maintaining a 75% forward overlap and a 70% lateral overlap. The photographs were processed in OpenDroneMap to generate an orthomosaic. The land cover map for the Mahahual-Río Huach stretch was structured in QGIS through supervised classification using the CatBoost algorithm, which was optimized with the Optuna tool and validated using a spatial strategy to prevent data leakage. Additionally, the NDVI index was determined using Sentinel-2 satellite imagery. From 4,607 images, an orthomosaic covering 61.789 kilometers and 1,517.085 hectares was generated, achieving a spatial resolution (GSD) of 8 centimeters per pixel. The final product was divided into 124 detailed maps at a 1:2000 scale under the standard geographic reference system, allowing for the precise discrimination of native vegetation cover from impacted or barren areas.

Keywords: UAV, Orthomosaic, Vegetation cover, Costa Maya, CatBoost

INTRODUCCIÓN

La zona costera es el espacio geográfico donde interactúan el océano, la atmosfera y la tierra, es por ello que es muy dinámico (Guan et al., 2022; Silva et al., 2017; Velázquez-Salazar et al., 2021)La relevancia ecológica, social y económica de estos espacios radica en la amplia gama de servicios ecosistémicos que proporcionan, los cuales resultan indispensables para garantizar la resiliencia socioambiental. En el estado de Quintana Roo esta franja costera se localiza en 10 de los 11 municipios (Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres, Benito Juárez, Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Tulum, Felipe Carrillo Puerto, Bacalar y Othón P. Blanco, contando con una extensión litoral de 1,176 km (Arellano-Guillermo et al., 2022).

En el estado de Quintana Roo la actividad turística es el principal motor económico. Derivado de la actividad turista se presenta un fenómeno social de migración hacia las zonas turísticas, lo que se refleja en un crecimiento demográfico desproporcional, siendo este, una de las principales amenazas que afectan la zona costera (Lozano-Cortés y Olivares Maldonado, 2011)

Los ecosistemas que componen esta franja, particularmente los manglares y los sistemas de dunas, funcionan como barreras biofísicas de primera línea ante eventos hidrometeorológicos extremos. Su presencia disipa de manera efectiva la energía de las mareas de tempestad y el oleaje severo provocados por huracanes y tormentas tropicales, lo que reduce drásticamente la vulnerabilidad de las infraestructuras humanas y previene la erosión acelerada de la línea de costa (Silva et al., 2017).

Toda esta riqueza natural no solo provee recursos directos como madera, alimentos y subproductos medicinales, sino que también alberga un valor paisajístico, estético y recreativo único, convirtiendo a los litorales en el polo de atracción y soporte principal de las economías locales basadas en el turismo de naturaleza y el ecoturismo (Dominguez, 2025). No obstante, esta riqueza los expone a una fuerte presión antrópica debido a que aproximadamente el 40% de la población mundial habita en regiones costeras, lo que somete a estos entornos a un constante cambio de uso de suelo, para el establecimiento de infraestructura urbana, lo que ocasiona una

fragmentación de hábitat y degradación ecológica (Chavéz-López, s/f; Gayosso-Soto, 2015; Taylor et al., 2021; Gayosso-Soto, 2024; Gayosso-Soto et al., 2024).

La fotogrametría digital integrada a Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT, RPAS o comúnmente denominados drones) representa una de las disrupciones metodológicas más significativas en el ámbito de las ciencias geomáticas, la geodesia y la teledetección contemporánea. Esta técnica se define como la ciencia y tecnología orientada a interceptar, registrar y procesar la radiación electromagnética reflejada por la superficie terrestre y capturada mediante sensores ópticos activos o pasivos, con la finalidad de reconstruir y cuantificar de manera tridimensional la geometría, dimensiones, volumen y posición espacial de los objetos e intervalos geográficos analizados. La incorporación de plataformas no tripuladas de baja altitud permite cerrar la brecha de escala y resolución temporal, proporcionando densidades de datos y precisiones centimétricas. Este proceso de ajuste de bloques resuelve las distorsiones inherentes a la perspectiva de la toma y a las perturbaciones físicas del vuelo, traduciendo un conjunto de proyecciones bidimensionales (fotografías RGB o espectrales) en modelos de información espacial de alta fidelidad, ortomosaicos (Gayosso-Soto, 2024; Ramírez-Vargas, 2020; Rioja-Nieto et al., 2025)

Debido al dinamismo natural de la zona costera, a su fragilidad ecológica y a las afectaciones por el cambio climático y antropogénicas; la incorporación drones proporciona los elementos para resolver de manera eficiente las limitaciones críticas de la teledetección satelital convencional, cuya operatividad en franjas costeras tropicales frecuentemente se ve comprometida por la persistente cobertura de nubes. Además, facilita el acceso a la información geoespacial de alta resolución de la zona costera que resulta inviable bajo métodos de muestreo tradicionales en tierra, los cuales suelen ser invasivos, logísticamente costosos y limitados por la inaccesibilidad física de algunas zonas(Salvadeo et al., s/f; Taylor et al., 2021; Vivar-Vivar et al., 2022).

La conceptualización formal de la Costa Maya como un corredor de desarrollo y conservación emergió a mediados de la década de 1990. Debido al acelerado crecimiento de la zona norte del estado, por lo que el Gobierno del Estado de Quintana Roo y la federación se vieron en la necesidad de diseñar un marco preventivo que permitiera la inversión turística sin replicar los

esquemas de masificación urbana y degradación ambiental observados en el norte. Este proceso normativo se inauguró con la expedición del "Decreto de Regulación Ecológica para la Zona denominada “Costa Maya” (Punta Herrero-Xcalak abarcando 130 km)", publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 24 de agosto de 1995. Este instrumento preventivo sentó las bases para el posterior "Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya" (POET-CM), decretado oficialmente el 6 de octubre de 2006 (Daltabuit-Godas et al., 2007).

La región denominada Costa Maya se encuentra localizada en la porción sur-oriental de la Península de Yucatán dentro del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, se encuentra delimitada geográficamente al este por el Mar Caribe, al norte por la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, al oeste por la laguna de Bacalar (colindando también con el área de protección de flora y fauna Uaymil y la zona de conservación del Santuario del Manatí) y al sur por la frontera internacional con Belice. Esta zona presenta una afectación ambiental ocasionado por el crecimiento urbano asociado a las actividades económicas derivadas del turismo (Simbangala-Simbangala et al., 2015).

El modelo de ordenamiento e instrumentación territorial diseñado para la región de la Costa Maya fue estructurado bajo el concepto estratégico de "poblados de apoyo". Este esquema busca establecer nodos urbanos compactos y polígonos de servicios centralizados que actúen como polos de absorción demográfica, económica y de infraestructura. Al confinar el crecimiento habitacional, las actividades comerciales y la dotación de servicios públicos a estas centralidades planificadas, se pretende mitigar la propagación de asentamientos humanos caóticos y vectores de fragmentación sobre la interfase costera (Municipio de Othón P. Blanco, 2021; Vega-Aguilar, 2021).

ANTECEDENTES

Debido a la importancia ecológica, social y económica que tiene la zona costera, es motivo de varias investigaciones que pretenden caracterizar algún elemento de ella (Marchant, 2006; Silva et al., 2018).

A nivel nacional existen varios trabajos que pretenden caracterizar algún componente de los diferentes ecosistemas que integran la zona costera, entre ello podemos mencionar los realizados a nivel nacional.

Acosta y colaboradores en el año 2010 realizaron una estimación de la distribución actual y la extensión que presentan los manglares en México, para ello utilizaron imágenes SPOT 5 correspondientes a los años 2005 y 2006, así mismo se hizo una verificación en campo a través de fotografías con apoyo de un helicóptero para la validación de la información obtenida a través de las imágenes satelitales. Con los datos obtenidos se presentó como resultado, el primer mapa de manglares de México, con una exactitud del 90% y estimando una superficie total de 770,057 hectáreas, siendo la Península de Yucatán, la región con la mayor cobertura de manglar.

Euan Hernández en 2014 realizó una comparación entre la diversidad de especies que integran el manglar de Soto la Marina, en el Estado de Tamaulipas y el manglar presente en la isla de Jaina, Hecelchakán, en el Estado de Campeche. Encontró que no existen diferencias significativas entre las diversidades de los manglares de ambas regiones.

En el año 2015 Díaz-Gallegos y colaboradores realizaron una evaluación de la transformación, debido a procesos, de los ecosistemas costeros. Su investigación se centró en la Reserva de la Biosfera la Encrucijada, en el Estado de Chiapas y emplearon imágenes satelitales LandSat y Spot. Como resultados obtuvieron que los ecosistemas que han sufrido afectaciones debido a la transformación derivado de varios procesos son las selvas inundables y el manglar, concluyendo que los cambios en los procesos hidrológicos son los que ocasionaron esa afectación en los ecosistemas costeros de la reserva.

Ese mismo año 2015, Gayosso se realizó una investigación en otra Reserva de la Biósfera, la de Sian ka’an en el Estado de Quintana Roo. El propósito de ese estudio fue la determinación de la estructura espacial de la vegetación presente sobre la duna costera en dos zonas

de la Reserva, la zona norte y la zona sur. Reportó un total de 35 especies presentes en la duna costera, siendo la especie *Thrinax radiatta* la que presentó un mayor abundancia en la zona norte y en el caso de la zona sur *Tournefortia gnaphalodes* asi mismo determinó que existen diferencias significativas entre las diversidades de ambas zonas.

Otro estudio realizado al interior de un área natural protegida es el que realizó Gómez-Rojas (2018), el cual consistió en la caracterización del manglar en el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak. De esta caracterización obtuvo que estructuralmente, los manglares de esta zona de interés son más pobres que los del resto del país, posiblemente debido a los procesos de mareas y flujo de sedimentos.

El uso de drones para el monitoreo de la zona costera ha cobrado relevancia en los últimos años, debido a que son herramientas que nos permiten complementar los datos obtenidos del campo.

En Francia, Delacourt et al., (2009) Desarrollaron y probaron un helicóptero fotogramétrico no tripulado llamado DRELIO para la obtención de imágenes en áreas costeras. El estudio consistió en utilizar imágenes estereoscópicas y puntos de referencia para generar Modelos Digitales de Elevación (MDE) e imágenes ortogeorreferenciadas. Los resultados demostraron que el sistema es más flexible y económico que los métodos tradicionales, concluyendo que es una herramienta eficaz para el monitoreo de cambios en ecosistemas costeros.

En Italia, sistema de dunas de Marina di Ravenna, Mancini et al., (2013) investigaron la utilidad del algoritmo de Estructura a partir de una técnica fotogramétrica impulsada por visión artificial que genera modelos tridimensionales a partir de múltiples imágenes bidimensionales superpuestas tomadas por un dron desde diversos ángulos(SfM), aplicado a imágenes aéreas de baja altitud capturadas con drones. El estudio consistió en generar un modelo digital de superficie (DSM) para analizar la topografía y la cobertura. Los resultados confirmaron la alta resolución de la reconstrucción, concluyendo que los datos obtenidos por drones son altamente confiables para el análisis de la cobertura vegetal y la morfología costera.

Casella et al., (2016) Evaluaron el uso de drones comerciales para el monitoreo de los cambios en la topografía de la playa en el noroeste del Mar Mediterráneo, Italia. El estudio consistió en la generación de ortofotos y modelos digitales de elevación para detectar variaciones causadas

por fuerzas naturales y humanas. Los resultados validaron la precisión de la técnica frente a datos LIDAR, concluyendo que los drones son herramientas óptimas para el monitoreo frecuente del litoral.

En la Reserva Forestal de Matang, en Malasia, Otero et al., (2018) realizaron un inventario forestal gestionando bosques de manglar desde el aire. El estudio consistió en integrar datos de campo con imágenes de VANT para caracterizar la estructura del dosel. Se obtuvieron mapas detallados de la distribución de especies y densidad, concluyendo que el uso de drones permite una gestión de inventarios forestales más amplia y económica que los métodos terrestres.

Resulta relevante el estudio realizado por Lim Soon Eng, Rozita Ismail, Wahidah Hashim y Aslina Baharum (Eng et al., 2019), investigadores de la Universidad Tenaga Nasional y la Universidad Malaysia Sabah; debido a que evaluaron y compararon la precisión de tres índices de vegetación que utilizan únicamente bandas del espectro visible (RGB): el Índice de Resistencia Atmosférica en el Visible (VARI), el Índice de Hoja Verde (GLI) y el VI green. Utilizando un dron equipado con una cámara comercial y procesando la información mediante software de sistemas de información geográfica (QGIS), los autores aplicaron métodos de clasificación por cuantiles para facilitar la identificación visual de la vegetación frente a objetos urbanos. Los resultados obtenidos permitieron determinar que, si bien las tres fórmulas logran detectar objetos verdes con un mínimo de errores, el índice GLI demostró ser la técnica más eficaz para resaltar la vegetación tanto en áreas urbanas como forestales, debido a su alta sensibilidad para diferenciar entre elementos vivos (hojas y tallos) y superficies no vivas como edificios o cuerpos de agua.

Guan et al., (2022) realizaron una revisión bibliográfica con el propósito de compilar las mejores prácticas en la utilización de drones en el mapeo y monitoreo de las zonas costeras; desde la planificación en campo, hasta el procesamiento de los datos fotogramétricos. Como principal resultado, diseñaron un flujo de trabajo de campo en tres fases (fase roja para regulaciones y objetivos, fase verde para sensores y reconocimiento, y fase azul para el vuelo), así como un protocolo de laboratorio de 17 pasos para generar productos precisos como nubes de puntos densas y modelos digitales de elevación. Concluyeron que el uso de LiDAR en drones es el siguiente avance necesario para superar las limitaciones de la fotogrametría en áreas con vegetación densa.

Morgan et al., (2022) llevaron a cabo una revisión sistemática de la literatura científica (específicamente artículos publicados después de 2015) para documentar el estado actual del uso

de sistemas aéreos pequeños no tripulados (sUAS o drones) en el mapeo de vegetación de humedales costeros. A pesar de que el análisis tuvo un alcance global, el 80% de las investigaciones analizadas se centraron en áreas de estudio ubicadas en los Estados Unidos. El estudio identificó que los sUAS funcionan como dispositivos de teledetección los cuales ofrecen una resolución espacial extremadamente fina (entre 1 y 10 cm). De igual manera se destacó que los sensores LiDAR montados en drones superan a la fotogrametría convencional en humedales al obtener mejores retornos del suelo bajo vegetación densa. Finalmente destacaron, que, a pesar de su rentabilidad y precisión, el campo enfrenta desafíos críticos relacionados con las limitaciones de las baterías, las restricciones legales de vuelo y la falta de una estandarización en los protocolos de corrección geométrica y radiométrica

En México el uso de drones como herramientas para el monitoreo de la zona costera tuvo sus inicios con Aguilera-Arias y sus colaboradores (2015) quienes compararon en el uso de globos meteorológicos y drones para el mapeo y monitoreo del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) en Veracruz. El estudio consistió en el uso de cámaras de alta definición para identificar fondos marinos y cobertura en zonas someras. Los resultados mostraron que ambas herramientas ofrecen resoluciones espaciales similares, concluyendo que los drones facilitan evaluaciones rápidas en campo para la identificación de hábitats sensibles.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Velázquez-Salazar et al., 2021) a través del Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM), utilizaron drones DJI Phantom 2 y Mavic Pro para la validación de mapas de especies en la región del Pacífico norte. El estudio consistió en realizar vuelos en sitios con incertidumbre para verificar la presencia de *Rhizophora mangle*. Los resultados se utilizaron para validar la cartografía generada por satélites Landsat 8 y Sentinel-2, concluyendo que los drones disminuyen el tiempo de obtención de datos y aumentan la eficiencia en zonas de difícil acceso.

Torres-Aguirre (2022) desarrolló un método para adquirir secuencias de imágenes mediante drones y clasificarlas con algoritmos de aprendizaje automático en la laguna costera de Urías, Sinaloa. El estudio consistió en analizar el dosel de tres especies de mangle (*Rhizophora mangle, Avicennia germinans y Laguncularia racemosa*) en diferentes temporadas climáticas. Los resultados mostraron una alta precisión en la clasificación a nivel de especie, concluyendo que el uso de

cámaras convencionales RGB e índices de vegetación visibles (como VARI) son factibles para el monitoreo detallado de estos ecosistemas costeros.

En la Península de Yucatán destaca el trabajo de Gayosso-Soto y colaboradores (2024) y el de Rioja-Nieto y su equipo de trabajo (2025). El primero realizó una caracterización espacio-temporal de la morfometría y densidad de la cobertura vegetal en la duna costera de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. El estudio consistió en el uso de drones (DJI Mavic 2 Zoom) e imágenes satelitales para evaluar cambios entre 2011 y 2020. Los resultados demostraron que las áreas con autorizaciones de cambio de uso de suelo presentan tendencias negativas de cobertura vegetal y pérdida de hasta 2 metros de altura en las dunas, concluyendo que la remoción de vegetación inducida por humanos altera drásticamente la geomorfología costera. El segundo trabajo destaca debido a la elaboración de un manual de protocolos para el uso de drones y fotogrametría digital enfocada en la caracterización y monitoreo de ecosistemas costeros en la Península de Yucatán. El estudio consistió en establecer flujos de trabajo estandarizados (SfM) y el uso de puntos de control para el estudio de manglares y arrecifes. Los resultados proveyeron una guía técnica y videos tutoriales, concluyendo que la integración de sensores de alta resolución es indispensable para el monitoreo continuo de la salud ecosistémica y la toma de decisiones en la gestión costera.

JUSTIFICACIÓN

La implementación de drones (RPAS, por sus siglas en inglés *Remotely Piloted Aircraft System*) para la caracterización de la vegetación costera del tramo Mahahual - Xcalak es fundamental porque ofrece una alta resolución espacial que captura detalles centimétricos imposibles de obtener mediante sensores satelitales convencionales. Los drones (RPAS) funcionan como equipos de teledetección, que otorgan una flexibilidad temporal única para realizar vuelos en condiciones climáticas específicas que evitan la nubosidad obstructiva. En entornos costeros, los drones facilitan el acceso a zonas remotas o de difícil ingreso físico, lo que minimiza los riesgos para el personal investigador y asegura una toma de datos exhaustiva.

Desde una perspectiva ecológica, el uso de drones proporciona un método de muestreo no invasivo y de bajo impacto que evita el daño directo a los ecosistemas sensibles durante la recolección de datos en campo, los cuales son fundamentales para entender el papel de la vegetación costera en la mitigación del cambio climático global. El monitoreo continuo mediante estas aeronaves facilita también la evaluación de la resiliencia ecosistémica tras el impacto de eventos hidrometeorológicos extremos, permitiendo el diseño de estrategias de restauración basadas en información geoespacial precisa y actualizada.

El beneficio económico de incorporar drones para caracterizar la vegetación costera del litoral que comprende el tramo Mahahual - Xcalak se manifiesta en una reducción drástica de los costos operativos en comparación con el uso de o la adquisición de imágenes satelitales comerciales de alta resolución. La eficiencia temporal representa otro factor clave, ya que actividades de levantamiento que tradicionalmente requerirían días de trabajo de varios investigadores en campo pueden completarse en cuestión de horas o minutos con un dron.

Para la sociedad, el uso de drones se traduce en una herramienta para la planificación urbana sustentable y la gestión de riesgos, permitiendo que los instrumentos de ordenamiento como el POET se fundamenten en datos técnicos precisos.

Esta tecnología contribuye a resolver problemáticas críticas actuales en la zona costera Mahahual - Xcalak tales como la pérdida acelerada de cobertura vegetal nativa y la fragmentación

de ecosistemas inducida por el desarrollo turístico descontrolado. Los drones permiten ejercer una vigilancia efectiva en zonas donde la legislación ambiental actual presenta ambigüedades o vacíos técnicos que dificultan la supervisión del cambio de uso de suelo.

Finalmente, la implementación de drones para la caracterización de la vegetación de la Costa Maya se alinea estratégicamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, al consolidarse como una herramienta tecnológica que facilita la toma de decisiones basadas en evidencia científica. El uso de esta tecnología responde directamente al ODS 14 (Vida Submarina) y al ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres), ya que permite gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas costeros para evitar efectos adversos importantes y fomentar la restauración de la salud y productividad de hábitats críticos como manglares y dunas. Por último, el desarrollo de protocolos fotogramétricos accesibles y de bajo costo impulsa el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), al aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los gestores locales, garantizando una planificación territorial que armoniza el desarrollo económico con la preservación del capital natural.

OBJETIVOS

General

Caracterización de la vegetación de la zona costera, mediante el uso de drones, en el tramo costero Mahahual – Xcalak, Quintana Roo.

Específicos

- Generar mediante fotogrametría con dron, un ortomosaico del tramo costero Mahahual – Xcalak
- Generar un mapa de cobertura vegetal del tramo costero Mahahual – Río Huach
- Determinar el Índice de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) del tramo costero Mahahual – Xcalak
-

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en la zona que se conoce como Región Costa Maya, la cual abarca una extensión de 130 kilómetros entre Punta Herrero y Xcalak. Específicamente el tramo costero comprendido entre las localidades de Mahahual y Xcalak, incluyendo las Áreas Naturales Protegidas, Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano y Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (Figura 1).

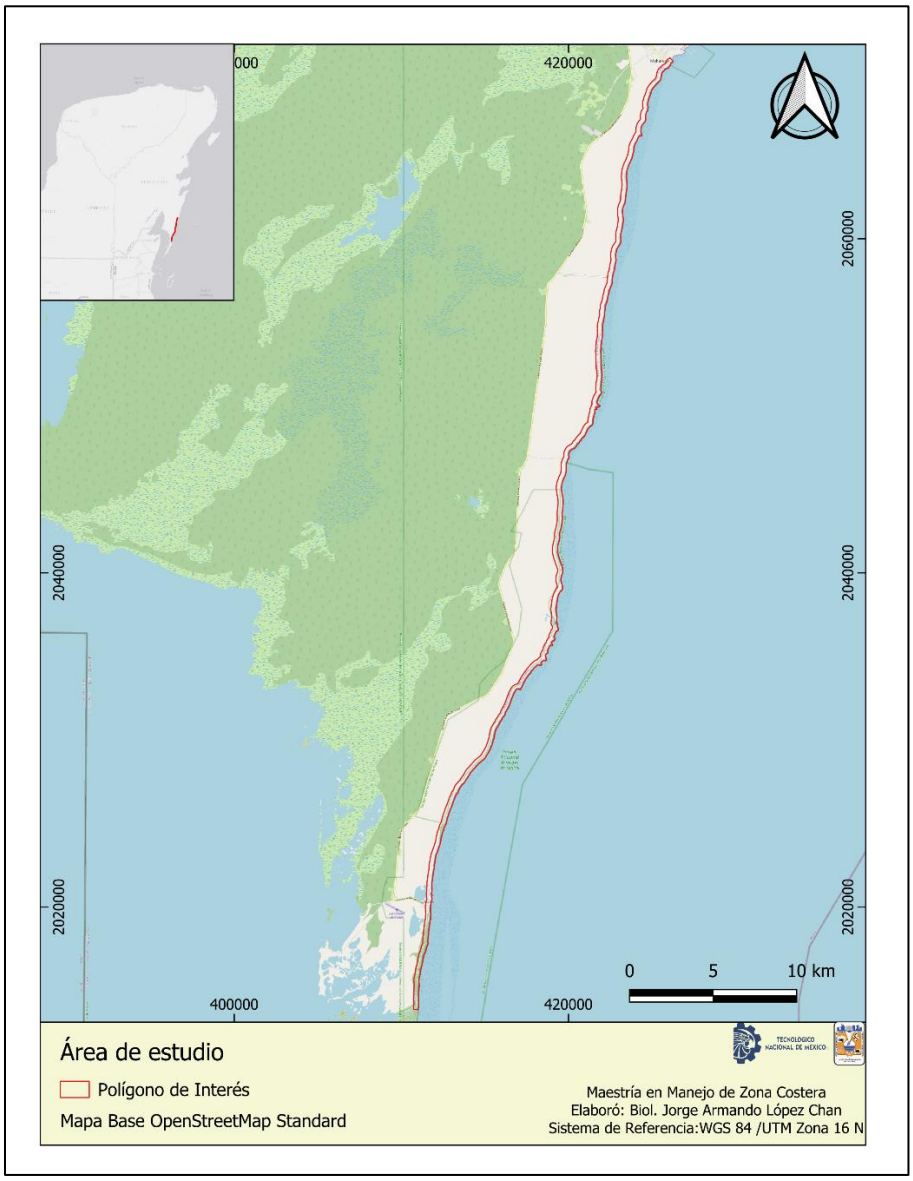


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

El Área cuenta con clima subhumedo (Aw2), suelos de tipo arenosol y ecosistemas importantes como manglares y dunas costeras(Pozo et al., 2011; Gómez-Rojas, 2018). Algunas especies vegetales representativas de las dunas son: *Ipomea pes capre, Suriana marítima, Sesuvium portulacastrum, Scaevola plumeri,*(Figuras 2-5) *Scaevola teccada, Canavalia rosea, y Thrinax radiata* pertenecientes a las dunas costeras. Por la parte de los manglares están presentes *Rhizophora mangle, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa,y Avicennia germinans*.(Figuras 6-9).

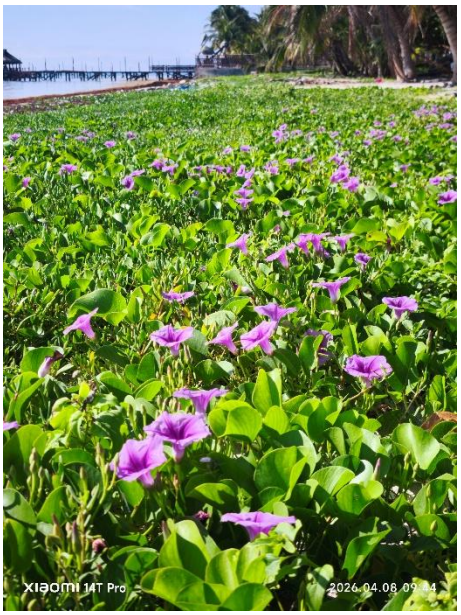


Figura 2. *Ipomea pes capre.*

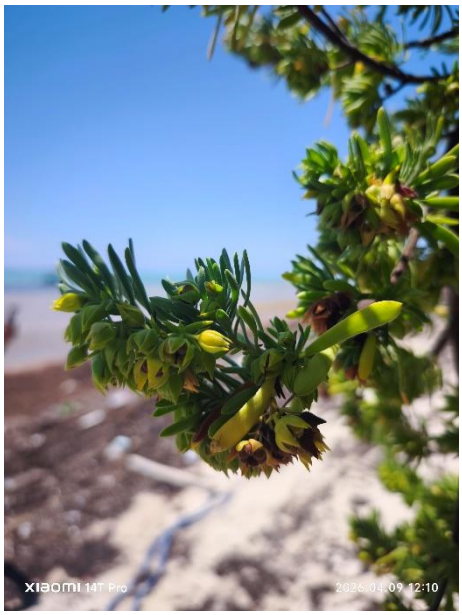


Figura 3. *Suriana marítima.*



Figura 4. *Sesuvium portulacastrum.*



Figura 5. *Scaevola plumeri.*



Figura 6. *Avicennia germinans.*



Figura 7. *Conocarpus erectus.*



Figura 8. Vista aérea del ecosistema de manglar.



Figura 9. Vista aérea del ecosistema de manglar

Trabajo de Campo

Generación del ortomosaico

Para la realización de la caracterización la vegetación de la zona costera correspondiente al tramo Mahahual -Xcalak, se utilizó el software QGIS 3.44.11(QGIS Development Team, 2026) con el propósito de delimitar cartográficamente el polígono de estudio. Dicho polígono tiene una longitud de 61.7 km lineales (iniciando en el faro de la localidad de Mahahual, hasta la zona del litoral colindante con el cuerpo de agua conocido como Canal de Zaragoza en la localidad de Xcalak), considerando una franja de 250 metros ancho, tomando como referencia la línea costera base hacia el interior de la parte continental (Gayosso-Soto, 2024).

Se solicito mediante el formato CNANP-00-010 (Aviso para realizar filmaciones, actividades de fotografía, la captura de imágenes o sonidos por cualquier medio, con fines científicos, culturales o educativos, que requieran de equipos compuestos por más de un técnico especializado como apoyo a la persona que opera el equipo principal en Áreas Naturales Protegidas) autorización para poder sobrevolar la parte continental de Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano y Parque Nacional Arrecifes de Xcalak. Se generó un plan de vuelo VLOS (*Visual Line of Stigth*), considerando lo establecido en la NOM-SCT3-107-2019. El vuelo se realizó a una altura120 metros y a una distancia máxima (horizontal) de 457 metros (NOM-107-SCT3, 2019)

Para la ejecución del plan de vuelo se realizó mediante el uso de un dron DJI de la Serie Mavic 3 Classic, el cual cuenta con una cámara Hasselblad con un sensor RGB CMOS de 4/3 con 20 megapixeles, campo de visión (FOV) DE 84°, distancia focal de 24 mm, apertura variable de f/2.8 a f/11 y rango de enfoque de 1 m a infinito(DJI, 2024) (Figuras 10 – 13). Las fotografías fueron tomadas a con un ángulo de la cámara de 90° en posición cenital, con un traslape frontal del 75% y un traslape lateral del 70%, a una velocidad de 12 m/s (Taylor et al., 2021; Rioja-Nieto et al., 2025)



Figura 10. Ejecución del vuelo VLOS.

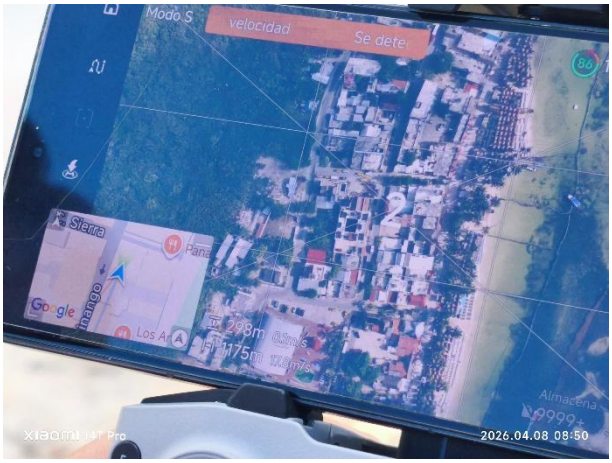


Figura 11. Telemetría del velo VLOS.



Figura 12. Despegue del dron para ejecución del vuelo.



Figura 13. Aterrizaje del dron finalizando el vuelo.

Las fotografías fueron procesadas en el software de código libre OpenDroneMap (ODM) (Burdziakowski, 2017; OpenDroneMap, 2026), donde se aplicaron flujos de trabajo fotogramétricos para alinear las imágenes y generar un ortomosaico georreferenciado de alta resolución en formato TIFF. Se utilizó el nodo de procesamiento node-odm-1 (manual), con la opción de auto-bondary:true, fast-orthophoto:true (Figura 14).

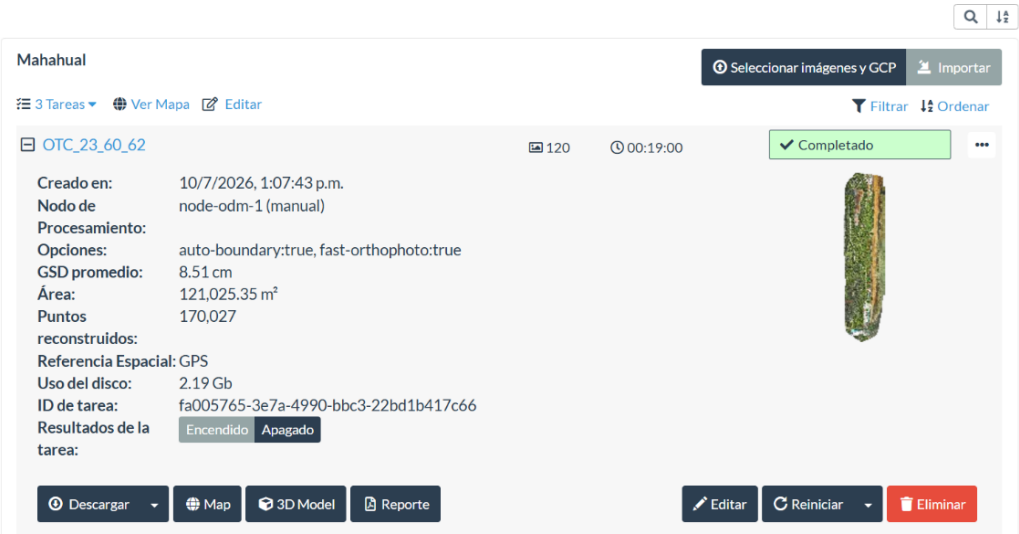


Figura 14. Captura de pantalla de los parámetros de procesamiento del ortomosaico.

Generación de mapas de cobertura

Para la elaboración de los mapas de cobertura correspondientes al tramo costero Mahahaual – Río Huach (Km 0 – 33), los productos generados previamente se trabajaron en el Software de código libre QGIS Versión 3.44.11. Se realizó un corte del raster generado a un ancho de 250 metros de la línea de costa, hacia la parte continental, es importante mencionar que para el proceso de clasificación de cobertura vegetal fue necesario la eliminación del agua para evitar errores de clasificación (esto debido a que el agua presentaba un color marrón debido a la descomposición del sargazo o reflejaba la luz del sol) (Rouse et al., 1974). Para la generación del mapa de cobertura vegetal se utilizó una clasificación supervisada a través de la utilización del complemento dzetzaka clasiffier (Figura 15)(Fauvel et al., 2015; Karasiak, 2021).

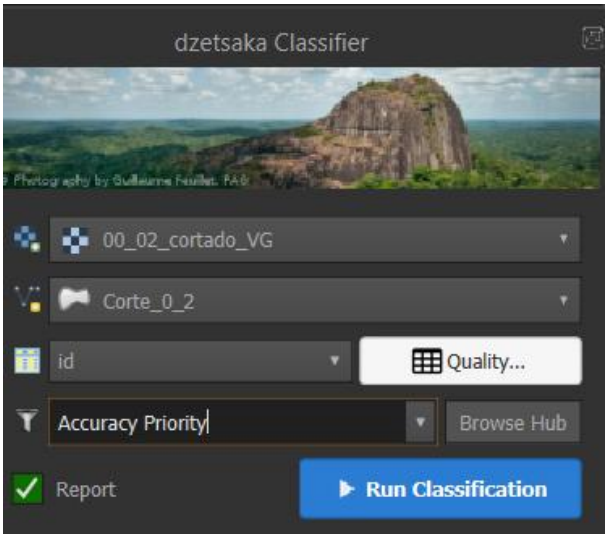


Figura 15. Captura de pantalla del complemento dzetzaka Classifier

Para la clasificación supervisada de cobertura vegetal se empleó el uso del algoritmo CatBoost (*Categorical Boosting*), se utilizó por su capacidad optimizada para gestionar características categóricas y su eficacia en la reducción del sobreajuste mediante la técnica de potenciación ordenada y el uso de árboles simétricos para acelerar las predicciones. Para maximizar su eficiencia, se aplicó una optimización bayesiana a través de Optuna, utilizando el algoritmo *Tree-structured Parzen Estimator* (TPE), el cual exploró combinaciones de hiperparámetros de manera inteligente (Karasiak, 2021).

Adicionalmente se utilizó una estrategia de validación espacial mediante *StratifiedGroupKFold*, el cuál se fundamenta en la restricción de grupo, asegurando que todos los píxeles pertenecientes a un mismo polígono de entrenamiento se asignen íntegramente al conjunto de entrenamiento o al de validación. Con esto se previene fuga espacial (*spatial leakage*), que ocurre cuando píxeles cercanos y autocorrelacionados aparecen simultáneamente en ambos conjuntos

Para el cálculo de la superficie de cobertura vegetal se cuantifico a través de las estadísticas de rasters que aparece en el menú de QGIS. 3.44.11

Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI)

Para la determinación del Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI), cuya formulación matemática y fundamentación teórica se atribuyen originalmente a los trabajos pioneros de Rouse et al., (1974), se utilizaron imágenes satelitales multiespectrales con corrección atmósferica (Ráster en formsto GeoTiff), provenientes de la misión espacial Sentinel – 2 de la Agencia Espacial Europea (ESA), de fecha 05 de abril de 2026. Específicamente se utilizaron las bandas multiespectrales bandas espectrales correspondientes a la Banda 4 (Rojo central - RED) y la Banda 8 (Infrarrojo cercano - NIR). El procesamiento se hizo en la calcula de ráster en el spftware QGIS 3.44.11 utilizando la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Donde NIR corresponde a la reflectancia en la banda del infrarrojo cercano y RED representa la reflectancia en la banda del rojo visible. El resultado es un gradiente numérico continuo confinado estrictamente entre los valores de -1.0 y 1.0, donde los valores próximos a la unidad denotan coberturas vegetales con un vigor fotosintético óptimo y densidades de dosel cerradas

El principio operativo de este algoritmo se sustenta en el comportamiento discriminatorio de la firma espectral de la vegetación fotosintéticamente activa, la cual exhibe un contraste marcado entre dos regiones específicas del espectro electromagnético. Por un lado, se presenta una baja reflectancia en la banda del rojo (RED), inducida por la absorción selectiva de los pigmentos fotosintéticos —principalmente la clorofila a y b— en las longitudes de onda visibles; por otro lado, se manifiesta una alta reflectancia y transmitancia en la banda del infrarrojo cercano (NIR), gobernada por la dispersión de la energía debida a la estructura celular interna y la arquitectura del mesófilo foliar (Gayosso-Soto, 2024).

.

RESULTADOS

Ortomosaico del tramo costero Mahahual - Xcalak

Se obtuvieron 4607 imágenes con lo que se generó un ortomosaico de una longitud de 61.789 km por un ancho de 250 metros de la línea de costa hacia la parte continental. Se mapeó una superficie de 1,517.085 hectáreas, con una resolución de GSD de 8 cm por píxel.

El mosaico generado se representó cartográficamente en 124 mapas que visualizan su contenido cada 500 metros, en una escala 1:2000. Esta escala nos indica que 1 unidad medida en el mapa equivale a 2,000 unidades en el espacio real, lo que se traduce 1 centímetro en el plano representan 2,000 centímetros (20 metros) en la vida real. La representación se encuentra en un sistema de referencia EPSG: 32616 – WGS 84 / UTM Zona 16 N. ANEXO 1

En cada uno de los mapas se puede apreciar las superficies de vegetación (manglar, dunas costeras) así como áreas que no están cubiertas de vegetación (por infraestructura, vialidades, suelo desnudo y cuerpos de agua)

Mapas de cobertura

Se analizaron y validaron 1,785,605 muestras. El proceso de calibración del modelo se ejecutó mediante una optimización bayesiana basada en el algoritmo de Estimador de Parzen con estructura de árbol (TPE) implementado en Optuna, logrando evaluar eficientemente 25 combinaciones de hiperparámetros al descartar de forma temprana las configuraciones de bajo rendimiento. Se determinaron dos clases, 1. Manglar – Vegetación de dunas costeras y 2 Sin vegetación (Infraestructura, vialidades, suelo desnudo, cuerpo de agua). Tras este ajuste estratégico, la validación cruzada consolidó un rendimiento analítico sobresaliente, alcanzando una exactitud global (OA) del 99.85% y un F1-score macro de 0.9975. Estos indicadores confirman que el clasificador no solo posee una tasa de error mínima en las categorías predominantes del terreno, sino que mantiene el mismo nivel de precisión y robustez estadística

La evaluación del clasificador binario mediante la matriz de confusión refleja una consistencia analítica sobresaliente, registrando un total de 71,634 aciertos sobre un universo de

71,737 muestras analizadas. La diagonal principal de la matriz demuestra que el algoritmo identificó correctamente 12,970 elementos pertenecientes a la Clase 1 y 58,664 elementos correspondientes a la Clase 2. Al ser esta última la categoría mayoritaria en el área de estudio, la densidad de aciertos valida que el modelo asimiló adecuadamente los patrones geométricos o espectrales predominantes en la cartografía sin saturar el aprendizaje.

Se calculó el Índice Kappa de Cohen (K), obteniendo un valor final de 0.9951.

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

Según la escala estándar de Landis y Koch, (1977) al obtener un valor superior a 0.81 indica, que el modelo de clasificación se encuentra en la categoría más alta de validación ("Acuerdo casi perfecto"). Esto certifica que el rendimiento de tu clasificación no se debe a un sesgo estadístico por la abundancia de datos de la Clase 2, sino a una precisión real de aprendizaje del algoritmo.

Se generó un modelo una superficie de 804.57 hectáreas. En el que la clase 1 ocupa 63.83 hectáreas, mientras que la clase 2 presento una superficie de 172.74 hectáreas Tabla 1.

Tabla 1. Número de pixeles, metros cuadraos y hectárea, por clase identificada

Clases	Número de píxeles	Área (m^2)	Área (Hectáreas)
1. Manglar – Vegetación de duna costera	94,679,155	6,318,288,78	631.83
2. Sin vegetación (Infraestructura, Vialidades, Suelo desnudo, Cuerpo de agua)	258,846,582	1,727,379.41	172.74
TOTAL	**353,525,701**	**8,045,668.19**	**804.57**

Los mapas de cobertura por clase se representaron en 67 mapas que visualizan su contenido cada 500 metros, en una escala 1:2000. La representación se encuentra en un sistema de referencia EPSG: 32616 – WGS 84 / UTM Zona 16 N. ANEXO 2

Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI)

El análisis estadístico descriptivo de la capa ráster, sustentado en un universo de 18,859 píxeles válidos de información, revela la estructura y el comportamiento ecológico del corredor costero Mahahual - Xcalak. El valor promedio de NDVI obtenido fue de 0.5832, un indicador cuantitativo que demuestra que, a pesar de los procesos de fragmentación y antropización localizados en ciertos tramos, el área de estudio mantiene una matriz predominantemente de cobertura vegetal y fotosintéticamente activa. No obstante, la desviación estándar de 0.2800 expone una variabilidad interna moderadamente alta, lo que traduce numéricamente la falta de homogeneidad en el paisaje costero y la coexistencia de coberturas con respuestas espectrales drásticamente opuestas. Por un lado, el valor mínimo registrado de -0.8825 se asocia directamente a superficies con comportamiento inverso a la vegetación, identificando de manera inequívoca, zonas inundables someras, zona de suelo desnudo e infraestructura urbana impermeable que absorbe la radiación infrarroja. En contraparte, el valor máximo alcanzado de 0.8965 constituye una señal biológica de alto valor ecológico, confirmando la presencia de zonas con vegetación densas y en un estado óptimo de conservación.

DISCUSIONES

Ortomosaico del tramo costero Mahahual - Xcalak

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran un nivel de detalle cartográfico que supera significativamente los estándares de monitoreo regional y nacional vigentes en México. El levantamiento generó un producto de 1,517.085 hectáreas representado en 124 mapas a escala 1:2000, lo cual contrasta con lo reportado por (Velázquez-Salazar et al., 2021; Cruz-López et al., 2026) en el Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM) de la CONABIO, que opera con mapas a una escala de 1:50,000. De la misma manera ese Sistema de monitoreo de manglares utiliza como unidad mínima cartografiable1 hectárea, mientras que la escala 1:2000 empleada en este trabajo permite identificar pequeños fragmentos de vegetación que los sensores satelitales Sentinel-2 no pueden detectar debido a que su resolución es de 10 metros por pixel.

El uso del GSD de 8 cm/píxel utilizado en el presente trabajo para cubrir una superficie de 1,515 hectáreas, entra dentro del rango utilizado en estudios de fotogrametría en áreas de vegetación forestal donde se han empleado resoluciones de 5 cm/pixel para sensores RGB volando a 200 metros de altura utilizado por Ramírez-Vargas (2020) para mapear 20.9 hectáreas y GSD de 2.18 cm/pixel en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'aan empleado por Gayosso-Soto (2024) para sobrevolar una superficie de aproximadamente 700 hectáreas. Así mismo Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM) de la CONABIO (Velázquez-Salazar et al., 2021) confirman el uso intensivo de drones de la serie Mavic para generar ortomosaico georreferenciados que sirven como base para la validación de mapas utilizando ráster satelitales.

De acuerdo con Ramírez-Vargas (2020) que al disminuir el GSD, es decir, aumentar la resolución, incrementa considerablemente el número de fotografías y tiempo de vuelo, lo que implica un uso mayor de recursos para procesamiento de imágenes y energía, aunado a la disponibilidad de baterías empleadas (Velázquez-Salazar et al., 2021), por lo que es justificable el valor del GSD obtenido en el presente estudio.

El uso del sistema de referencia EPSG: 32616 (WGS 84 / UTM Zona 16 N) es consistente con la normativa técnica para el estado de Quintana Roo, garantizando la compatibilidad de estos 124 mapas con las capas vectoriales del Sistema de Monitoreo Forestal Satélite (SAMOF) y de los

Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET) de acuerdo con lo reportado por Gayosso-Soto et al.,(2024) quien menciona que la escala utilizada es fundamental y necesaria para la detección los cambios en la vegetación por diverso factores naturales o antropogénicos, así como la ventaja de utilizar drones para el monitoreo y caracterización de la vegetación frente al uso de datos satelitales.

Mapas de cobertura

El presente estudio alcanza una exactitud global (OA) del 99.85% y un F1-score macro de 0.9975 a diferencia del valor de presión de entrenamiento del 0.99 obtenido por Mora- Tembre et al. (2023) debido al empleo del algoritmo Ramdom Forest en Google Earth Engine para la elaboración de una mapa de cobertura vegetal del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Esa diferencia se debe al empleo en el presente estudio del Algoritmo CatBoost el cual realizó un ajuste fino permitiendo que el ensamble de árboles de decisión capture la variabilidad espectral de la zona costera de forma óptima, evitando el sobreajuste común en paisajes fragmentados según Torres-Aguirre (2022)

La determinación de dos grandes clases (1. Manglar-Duna vs. 2. Sin Vegetación) fue una decisión estratégica para maximizar la precisión y evitar dificultades en la clasificación al querer separar especies como *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* debido a la firma espectral semejante en sensores RGB, como lo reportado por Gayosso-Soto et al. (2026) en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an donde registró coeficientes de validación del 98%, pero enfrentan desafíos al separar las especies antes mencionadas.

El cálculo del Índice Kappa de Cohen (0.9951) es superior al Kappa de **0.71** registrado en monitoreos de bosques deciduos en la Sierra La Laguna (Ramírez-Vargas, 2020) debido a que en este trabajo de intentó realizar la clasificación discriminando nueve clases detalladas lo que ocasiona una alta confusión espectral y baja exactitud. Sin embargo el valor obtenido en este estudio es algo cercano al **0.93** obtenido mediante el Índice de Vegetación de Manglar (MVI) en sistemas lagunares (Torres-Aguirre, 2022), debido a que en ambos trabajos se utilizó una discriminación binaria (únicamente dos clases) aumentando significativamente la exactitud y el valor del Kappa; así mismo los sistemas lagunares y la zona costera comparten el elemento agua a

diferencia de los bosques de en la Sierra La Laguna en el que la ausencia o carencia de agua ocasiona la perdida de las hojas complicando la discriminación de clases (Berlanga-Robles, 2025)

Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada (NDVI)

El valor promedio de 0.5832 (NDVI) obtenido para el corredor costero Mahahual – Xcalak se posiciona en un rango intermedio-alto de actividad fotosintética. Este valor obtenido es inferior al reportado por Gayosso-Soto (2024) en la zona norte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (0.62) pero superior al obtenido en la zona sur (0.50) esta diferencia de debe a que aunque el tramo costero Mahahual-Xcalak posee una matriz vegetal dominante, modelo de ordenamiento e instrumentación territorial diseñado para la región de la Costa Maya fue estructurado bajo el concepto estratégico de "poblados de apoyo", es decir que se cuenta con tres zonas denominadas como asentamientos humanos (Mahahual, Xahuaxol y Xcalak) más las casas tipo habitación unifamiliar establecidas en la franja costera, reduciendo en zonas puntuales la cobertura vegetal y por consiguiente disminuyendo el valor del NDVI. En el caso de la Reserva de la Biosfera de Sian ka'an solo se encuentra como asentamiento humano la localidad de Javier Rojo Gómez (Punta Allen) y en superficie sin vegetación es menos (aproximadamente 10 hectáreas) que la encontrada en el tramo costero de interés (Gayosso-Soto et al., 2026).

La desviación estándar de 0.2800 traduce numéricamente un paisaje de alta complejidad. En estudios de fotogrametría aérea en la Península de Yucatán, se ha determinado que la disposición espacial de la vegetación es intermitente y dispersa, alternando áreas de densa cobertura con parches aislados, como se parecían en los mapas de cobertura, zonas donde hay cobertura vegetal, pero gracias a la escala empleada en los mapas, se puede apreciar parches sin vegetación al interior de la vegetación (manglar) próximos a zonas con infraestructura urbana.

El valor mínimo registrado de -0.8825 es notablemente más bajo (más negativo) que los umbrales de suelo desnudo reportados en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (Gayosso-Soto 2024), los cuales oscilan entre -0.64 y -0.77 . El primer factor crítico que explica los valores de NDVI extremadamente bajos y cercanos a -1 es la presencia de infraestructura urbana impermeable y desarrollos turísticos en el corredor Mahahual-Xcalak. Los materiales antropogénicos como el asfalto de las carreteras, los edificios y las cubiertas artificiales modifican

radicalmente el balance radiativo de la superficie. Estos elementos se comportan como cuerpos oscuros optimizados para la captación térmica: presentan una reflectancia baja en el espectro visible, pero exhiben una absorción aún más severa en la longitud de onda del Infrarrojo Cercano. Como demuestran (Rouse et al., 1974; Yengoh et al., 2014), la densificación urbana y el reemplazo de coberturas naturales por superficies impermeables artificiales deprime severamente los valores del NDVI debido a este cambio drástico en las propiedades térmicas e infrarrojas de la superficie. Mientras que en áreas protegidas como Sian Ka'an el suelo desnudo es mayoritariamente arena blanca con alta reflectancia, en el corredor Mahahual-Xcalak la presencia de pavimentos y construcciones turísticas absorbe la radiación infrarroja de manera más drástica, profundizando los valores negativos del índice. El valor máximo de 0.8965 coincide plenamente con los registros de "Vegetación de Alta Densidad" reportados por (Gayosso-Soto 2024), definidos habitualmente en el rango de 0.65 a 0.90. Este pico espectral confirma la existencia de núcleos de manglar en estado óptimo, que alcanzan los valores de reflectancia más altos en el Caribe debido a su follaje vigoroso y denso dosel(Cássia de Amorim et al., 2025).

CONCLUSIONES

El uso de drones (RPAS) para el monitoreo de coberturas vegetales es ampliamente recomendable y se considera una herramienta revolucionaria en la gestión ambiental, especialmente en zonas costeras y ecosistemas complejos. Son ideales para monitorear ecosistemas de difícil acceso físico.

El monitoreo aéreo permite recolectar datos de biomasa y salud vegetal de forma no destructiva, evitando daños directos a la vegetación sensible durante el muestreo.

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten concluir que la integración de fotogrametría aérea de alta resolución. La implementación de una optimización bayesiana (TPE) mediante Optuna fue determinante para maximizar el rendimiento del clasificador Random Forest, permitiendo que el bosque de árboles de decisión asimilara la complejidad espectral del corredor Mahahual-Xcalak de forma más robusta que los ajustes empíricos convencionales.

En términos de gestión territorial, el uso de drones permitió mapear 1,517 hectáreas con un GSD de 8 cm/píxel, generando una cartografía a escala 1:2000. Este nivel de detalle es superior al Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM), el cual opera a una escala de 1:50,000.

La información geoespacial de alta resolución es un excelente insumo educativo para sensibilizar a la población local sobre los servicios ecosistémicos que sustentan su economía.

Toda la cartografía generada esta a disposición de las dependencias gubernamentales con el propósito de que sirva como base técnica para actualización de Programas de Ordenamiento, así como de programas y planes de manejo.

Es necesario la implementación de monitoreos de la vegetación de la zona costera, debido al alto dinamismo que por su naturaleza presenta. Para tener un panorama más completo del estado de salud de la vegetación, se recomienda hacer monitoreos por temporalidades.

Es necesario la incorporación de sensores multiespectrales para mejor las métricas y clasificación a detalle de la vegetación presente en el tramo costero Mahahual – Xcalak.

BIBLIOGRAFIA

Aguilera-Arias, J., Ramírez-Chávez, E., y Bello-Pineda, J. (2015). Comparación en el uso de globos y drones como herramientas para el mapeo y monitoreo del PNSAV. *Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*, *2*(8). https://www.researchgate.net/publication/283327459_Comparacion_en_el_uso_de_globos_y_drones_como_herramientas_para_el_mapeo_y_monitoreo_del_PNSAV

Arellano-Guillermo, A., Robles de Benito, R., Madrigal, S., Trejo-Albuerne, A., y Campos-Cámara, B. (2022). *Política de Costas del estado de Quintana Roo. Gobierno del Estado de Quintana Roo*. Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Berlanga-Robles, C. (2025, enero). *Trends in mangrove canopy and cover in the Teacapan -Agua Brava Lagoon System (Marismas Nacionales), Mexico: An approach using open-access geospatial data*. https://doi.org/https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3783054/v1

Burdziakowski, P. (2017). *Evaluation of open drone map toolkit for geodetic grade aerial drone mapping – case study*. https://doi.org/https://doi.org/10.5593/sgem2017/23/s10.013

Casella, E., Rovere, A., Pedroncini, A., Stark, C., Casella, M., Ferrari, M., y Firpo, M. (2016, enero 26). Drones as tools for monitoring beach topography changes in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). *Geo-Mar Lett 36, 151–163*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00367-016-0435-9

Cássia de Amorim, J., De Araujo Ferreira, D. douglas, De souza Ferreira, A. C., Rodrigues, N., Koenow Pinheiro, H., y Cunha dos Anjos, L. H. (2025). *Use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in mapping land cover changes in mining areas in the sertão of Paraíba*. https://doi.org/https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n10-010

Chavéz-López, S. (s/f). *Efecto antrópico en la geomorfología y morfodinámica de la franja costera de la Laguna de La Paz, Baja California Sur, México*. *103*. https://doi.org/https://doi.org/10.14350/rig.60084

Cruz-López, M., Rodríguez-Zúñiga, M., Velázquez-Salazar, S., Troche-Souza, C., Villeda-Chavéza-, E., Alcántara Maya, J. A., Valderrama-Landeros, L., y Vázquez-Bladeras, B. (2026). *Manglares de México. Actualización y dinámica espacial 2025. Parte 1.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Daltabuit-Godas, M., Valenzuela-Valdivieso, E., y Cisneros-Reyes, H. (2007). *Globalización y sustentabilidad. El turismo en el sur de Quintana Roo*. Centro Regional de Investigaciones Multidiciplinarias UNAM. http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Mexico/crim-unam/20100429104612/Globysustent ab.pdf

Delacourt, C., Allemand, A., Jaud, M., Grandjean, P., Deschamps, A., Ammann, J., Cuq, V., y Suanes, S. (2009). DRELIO: An Unmanned Helicopter for Imaging Coastal Areas. *Journal of Coastal Research*. http://www.jstor.org/stable/25738037

DJI. (2024). *DJI MAVIC 3 CLASSIC- USER MANUAL*.

Dominguez, S. (2025). *Percepción de servicios ecosistémicos evaluados mediante reconocimiento comunitario en localidades cercanas a la Reserva Estatal Santuario del Manatí Bahía de Chetumal* [Maestría, Instituto Tecnológico de Chetumal]. https://rinacional.tecnm.mx/jspui/bitstream/TecNM/9583/1/Percepci%C3%B3n%20de%20servicios%20ecosist%C3%A9micos%20evaluados%20mediante%20reconocimiento%20comunitario%20en%20localidades%20cercanas%20a%20la%20Reserva%20Estatal%20Santuario%20del%20Manat%C3%AD%20%20Bah%C3%ADa%20de%20Chetumal.pdf

Eng, L.-S., Ismail, R., Hashim, W., and Baharum, A. (2019). The Use of VARI, GLI, and VIgreen Formulas in Detecting Vegetation In aerial Images. *IJTech - International Journal of Technology*, *10*(7), 1385–1394. https://doi.org/https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i7.3275

Fauvel, M., Karasiak, N., and Sheereen, D. (2015). *An open-source plugin for QGIS for the classification of remote sensing images with Gaussian Mixture Models*. https://www.researchgate.net/project/dzetsaka-QGIS-classification-plugin

Gayosso-Soto, E. (2015). *Estructura espacial de la vegetación de duna costera de la zona norte y sur de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México* [Tesis Maestria]. Instituto Tecnológico de Chetumal.

Gayosso-Soto, E. (2024). *Caracterización espacio-temporal de la morfometría y densidad de la cobertura vegetal en la duna costera, criterios para evaluar el uso de suelo en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, México.* [Doctorado, Instituto Tecnológico de Chetumal]. https://www.researchgate.net/publication/386869872_Caracterizacion_espacio-temporal_de_la_morfometria_y_densidad_de_la_cobertura_vegetal_en_la_duna_costera_criterios_para_evaluar_el_uso_de_suelo_en_la_reserva_de_la_Biosfera_de_Sian_Kaan_Mexico

Gayosso-Soto, E., Cohuo, S., Sánchez-Sánchez, J. A., Macario-González, L., Villegas-Sánchez, C. A., Medina-Quej, A., Tello-Chan, J. M., Cutz-Pool, L. Q., y Castro-Pérez, J. M. (2024). The Environmental Legal Framework of Mexican Caribbean Dunes: A Retrospective Case Study of Vegetation and Coastal Dune Loss in the Sian Ka'an Biosphere Reserve. *Land*, *13*(9), 1533. https://doi.org/10.3390/land13091533

Gayosso-Soto, E., Cohuo, S., Villegas-Sánchez, C. A., López Chan, J. A., y Cutz-Pool, L. Q. (2026). Composition, structure, and spatial distribution of vegetation in the coastal dunes of the central Mexican Caribbean. *Journal of Coastal conservation*.

Gómez-Rojas, C. (2018). *Caracterización de los manglares en el Parque Nacional"Arrecifes de Xcalak* [Maestría]. Instituto Tecnológico de Chetumal.

Guan, S., Sirianni, Ha., Wang, G., y Zhu, Z. (2022). sUAS Monitoring of Coastal Environments: A Review of Best Practices from Field to Lab. *Drones 2022*. https://doi.org/10.3390/drones6060142

Karasiak, N. (2021). *dzetsaka: QGIS classification plugin (Versión 3.5)* [[Software de computación]]. https://github.com/nkarasiak/dzetsaka

Landis, J., y Koch, G. (1977). *The measurement of observer agreement for categorical data.* Biometrics. https://doi.org/10.2307/2529310

Lozano-Cortés, R., y Olivares Maldonado, J. (2011). Sociedad y economía. En *Riqueza Biológica de Quintana Roo*. Comisión Nacional para el Co- nocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Mancini, F., Dubbini, M., Gatelli, M., Stecchi, F., Fabbbri, S., y Gabbiani, G. (2013). Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for High-Resolution Reconstruction of Topography: The Structure from Motion Approach on Coastal Environments. *Remote Sensing*. https://doi.org/doi:10.3390/rs5126880

Mora- Tembre, L. A., López-Chan, J. A., y Olivares-Braus, C. E. (2023). Clasificación supervisada de imágenes de satélite en Google Earth Engine del municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, México. *Geociencias UO*, *1*. https://www.researchgate.net/publication/313770487_ASPECTOS_GENERALES_DE_LA_ZONA_COSTERA

Morgan, G. R., Hodgson, M. E., Wang, C., y R. Schill, S. (2022). Unmanned aerial remote sensing of coastal vegetation: A review. *Annals of GIS*, *28*(3), 385–399. https://doi.org/10.1080/19475683.2022.2026476

Municipio de Othón P. Blanco. (2021). *Municipio de Othón P. Blanco. Esquema simplificado de planeación del desarrollo urbano y centros de servicios rurales para la localidad de XAhuaxol.*

[Gaceta Municipal]. Periodico Oficial del Estado de Quintana Roo. https://www.opb.gob.mx/portal/gaceta-municipal/administracion/pages/periodico/documentos/006-%2004%20DIC%202021%20ESQUEMA%20SIMPLIFICADO%20DE%20PLANEACION%20DES.%20URBANO%20Y%20CENTROS%20DE%20SERVICIOS%20RURAL%20XAHUACHOL.pdf

NOM-107-SCT3. (2019). *NOM-107-SCT3-2019 Que establece los requerimientos para operar un sistema de aeronave pilotada a distancia (RPAS) en el espacio aéreo mexicano.*

OpenDroneMap. (2026). *ODM - A command line toolkit to generate maps, point clouds, 3D models and DEMs from drone, balloon or kite images [Software]* [Software]. https://github.com/OpenDroneMap/ODM

Otero, V., Van de Kerchove, R., Satyanarayana, B., Maertinez-Espinoza, C., Bin Fisol, M., Bin Ibraim, M., Sulong, I., Mohd-Lokman, H., Lucas, R., y Dahdouh-Guebas, F. (2018). Managing mangrove forests from the sky: Forest inventory using field data and Unmanned Aerial Vehicle (UAV) imagery in the Matang Mangrove Forest Reserve, peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management*, *411*, 35–45. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.12.049.

Pozo, C., Armijo-Canto, N., y Calmé, S. (2011). *Riqueza Biologica de Quinatana Roo* (Vol. 1). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

QGIS Development Team. (2026). *QGIS Geographic Information System, versión 3.44.11* [Software QGIS Association]. https://www.qgis.org

Ramírez-Vargas, M. (2020). *Fotogrametría aérea aplicada a encinos (Querqus spp.) en la siera La Laguna. B.C.S recomendaciones para su identificación y conservación.* [Maestría, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. S.C]. https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/2037

Rioja-Nieto, R., Barrerqa- Falcón, E., Cruz-Vázquez, C., Hernández-Landa, R. C., Medrano-Peña, E., y Rojas-Cano, D. M. (2025). Manual para el uso de drones y fotogrametría digital para la caracterización y monitoreo de sistemas costeros. *Escuela Nacional de Estudios Superiores*. https://yucatan.unam.mx/manual-para-el-uso-de-drones-y-fotogrametria-digital-para-la-caracterizacion-y-monitoreo-de-ecosistemas-costeros/

Rouse, J., Haas, R., Schell, J., y Deering, D. (1974). *Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. Proceeding, Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, NASA SP-351*.

Salvadeo, C., Arreola-García, A., Adame, K., Álcala Santoyo, J., y Carlos-Trasviña, D. (s/f). Revolución Aérea en el Manejo y Conservación Del Ambiente. En: Ecología y Conservación en los Mares de México. En *Ecología y Conservación en los Mares de México*. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Silva, R., Moreno, P., Mendoza, P., López-Portillo, J., Lithgow, D., Vazquez, G., Martínez, R., y Ibarra, R. (2017). *Aspectos generales de la zona costera*.

Simbangala-Simbangala, M., Campo-Cámara, B. L., y Arriaga-Rodríguez, J. carlos. (2015). Transiciones sistemáticas de cobertura de suelo en la Región Costa Maya, Quintana Roo, México, 1993-2010. *Transiciones sistemáticas de cobertura de suelo en la Región Costa Maya, Quintana Roo, México, 1993-2010*, *20*(1). http://www.scielo.org.co/pdf/pgeo/v20n1/0123-3769-pgeo-20-01-103.pdf

Taylor, J. C., Johnston, D. W., Ridge, J. T., Jenkins, W., Wakely, A., Hernandez, D., Robinson, S., McCombs, J., Eastman, S., y Dietz, K. (2021). *Drones in the Coastal Zone: Report of a Regional Workshop for the US Southeast and Caribbean*. https://doi.org/10.25923/g9m4-ts27

Torres-Aguirre, E. (2022). *Análisis temporal y espacial del dosel de bosque de manglar (Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Rhizophora mangle) en una laguna costera semiárida por medio de herramientas emergentes de teledetección y algoritmos de aprendizaje automático.* [Maestría, Universidad Nacional autónoma de México].

https://www.researchgate.net/publication/360125743_Analisis_temporal_y_espacial_del_dosel_de_bosque_de_manglar_Avicennia_germinans_Laguncularia_racemosa_Rhizophora_mangle_en_una_laguna_costera_semiarida_por_medio_de_herramientas_emergentes_de_teledete

Vega-Aguilar, A. S. (2021). *Herramientas generales para la evaluación del estado de conservación de los manglares, casos en el mundo y aplicación en Mahahual* [Tesina]. El Colegio de la Frontera Sur - Université de Sherbrooke.

Velázquez-Salazar, S., Rodríguez-Zúñiga, M., Alcántara Maya, J. A., Villeda, E., Valderrama, L., Troche, C., y Vazquez, B. (2021). *Manglares de México: Actualización y análisis de los datos 2020*.

Vivar-Vivar, E., Pompa-García, M., Martínez-Rivas, J. A., y Mora- Tembre, L. A. (2022). *UAV-Based Characterization of Tree-Attributes and Multispectral Indices in an Uneven-Aged Mixed Conifer-Broadleaf Forest*. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/rs14122775

Yengoh, G., Dent, D., Olsson, L., y Tengbert, A. (2014). *The use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to assess land degradation at multiple scales: A review of the current status, future trends, and practical considerations.* Lund University. https://www.researchgate.net/publication/321519105_Use_of_the_Normalized_Difference_Vegetation_Index_NDVI_to_Assess_Land_Degradation_at_Multiple_Scales

ANEXOS

ANEXO 1

Mapas del Ortomosaico del Tramo costero Mahahual - Xcalak

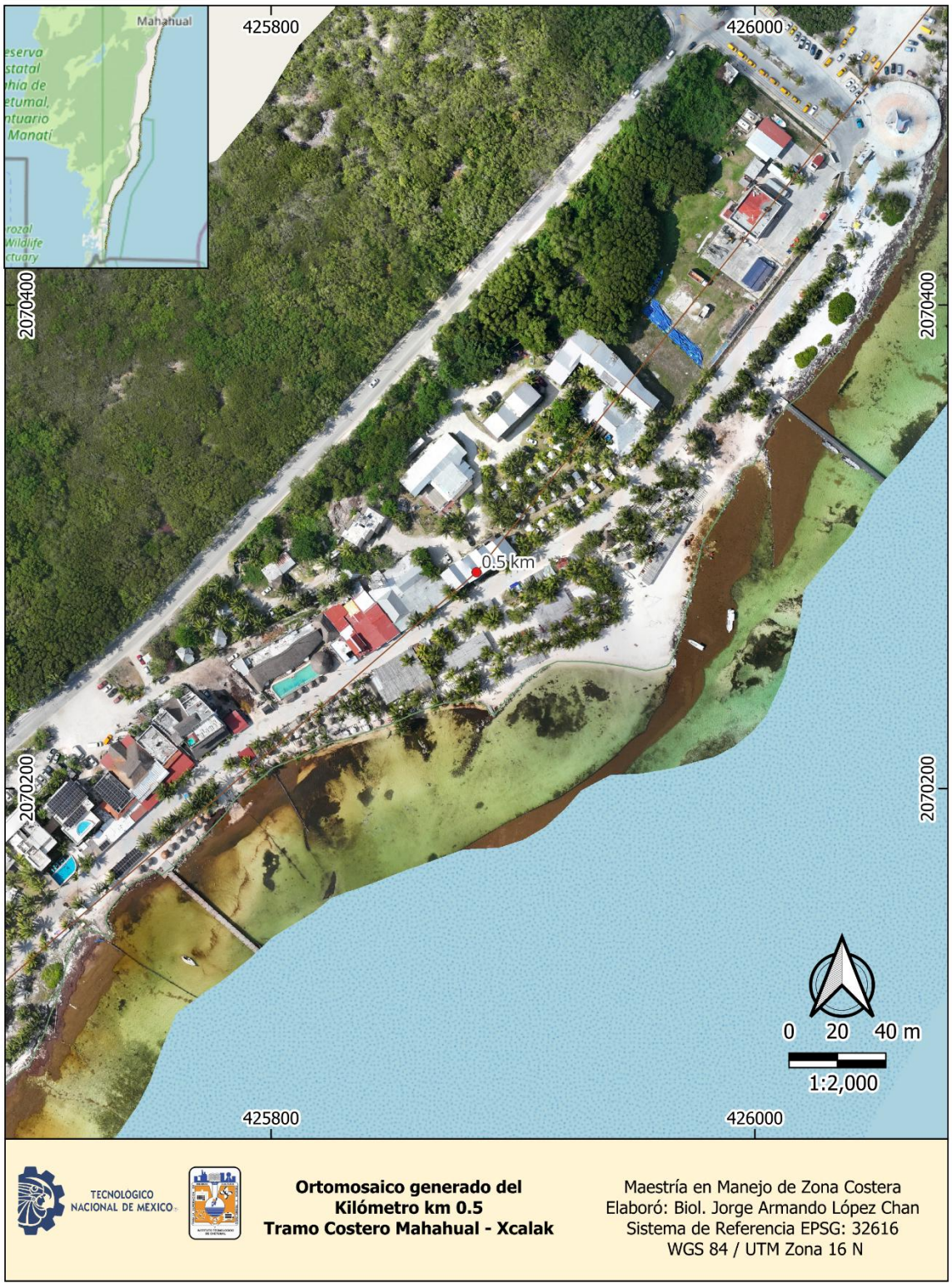


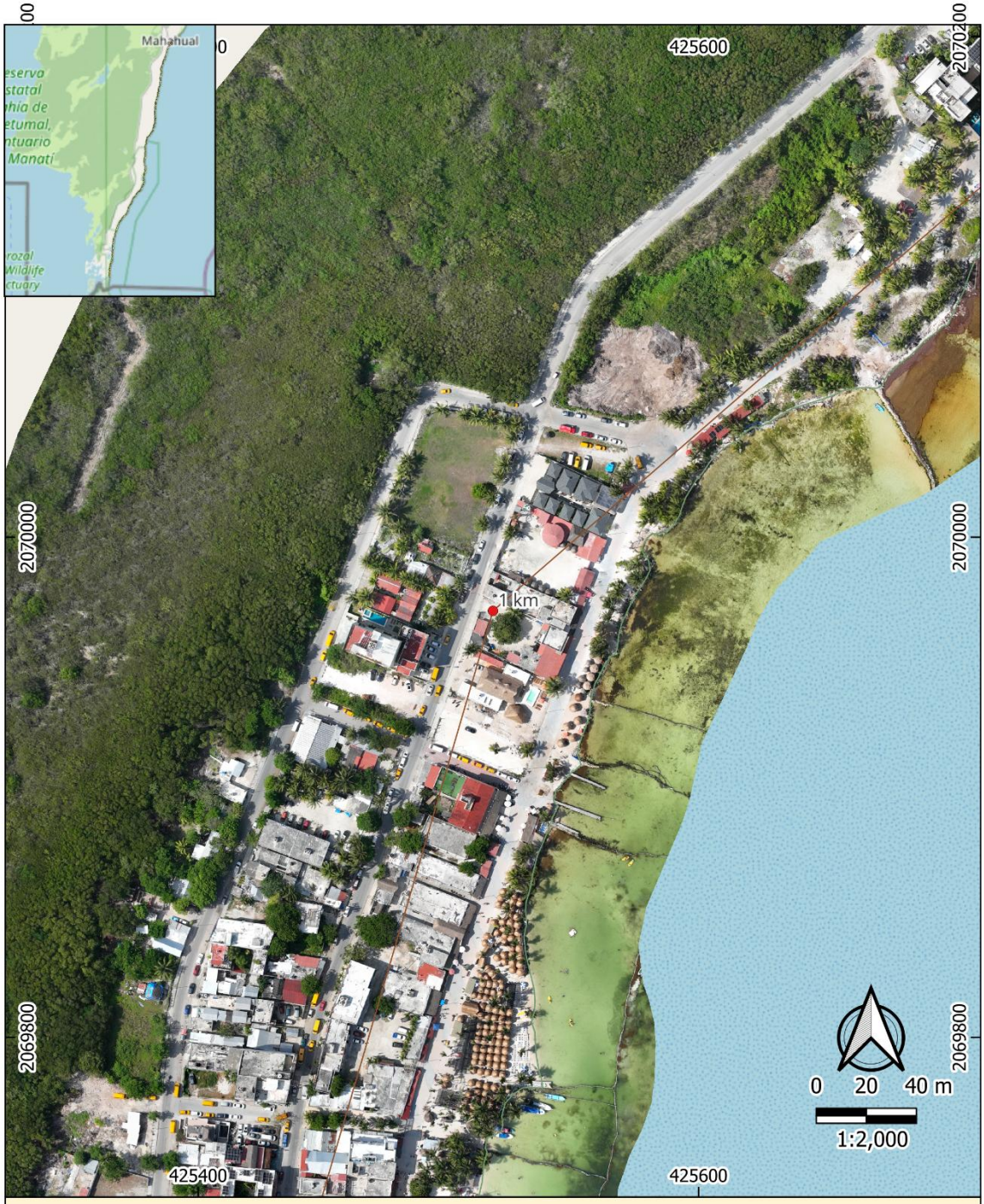
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 0
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

S


Mahahual
425800
426000
2070400
2070200
0.5 km
0 20 40 m
1:2,000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 0.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 1
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 1.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 2
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 2.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 3
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

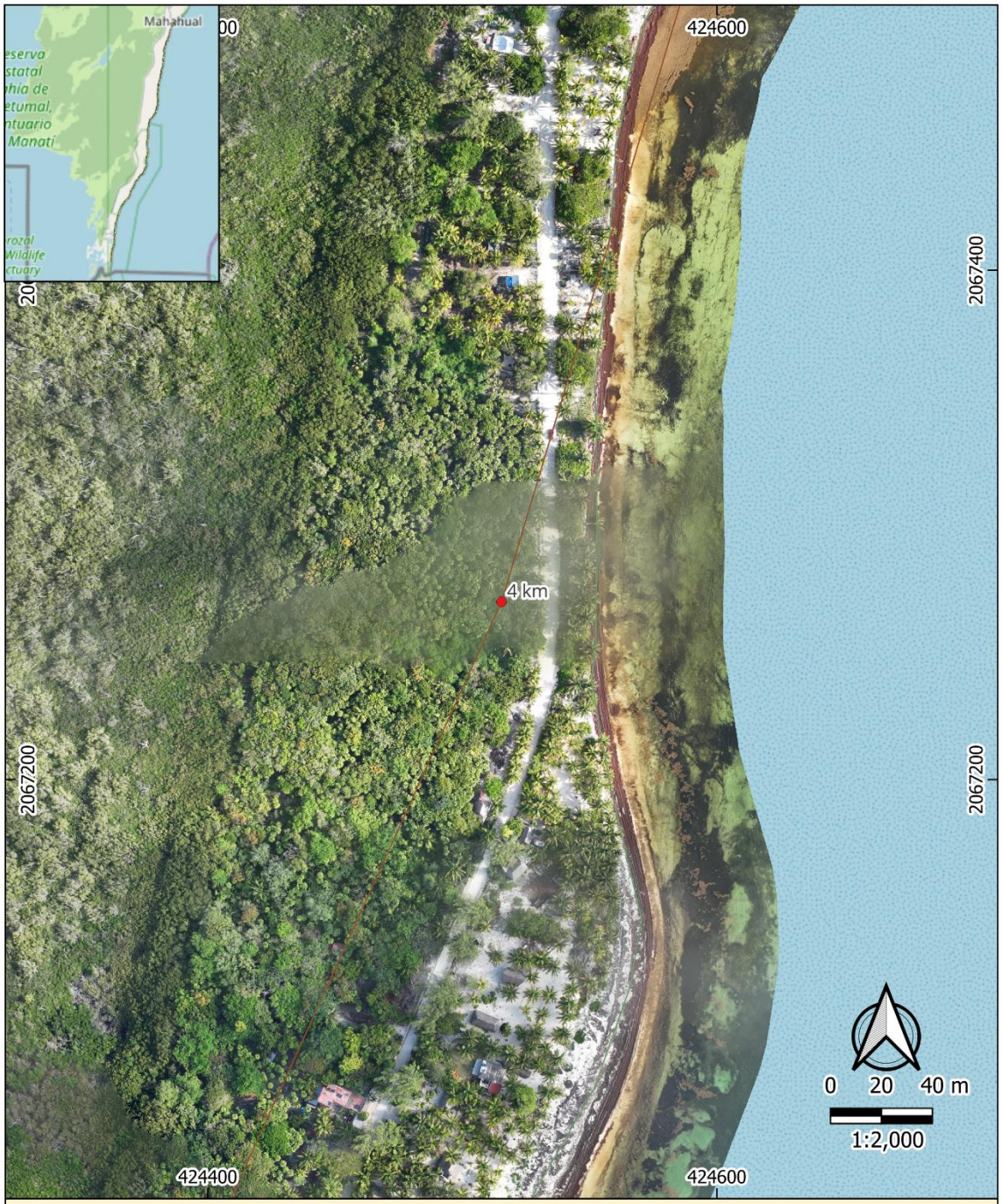
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 3.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 4
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 4.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 5.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423800
424000
2065600
2065400
6 km
0 20 40 m
1:2,000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 6
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 6.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 7
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 7.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

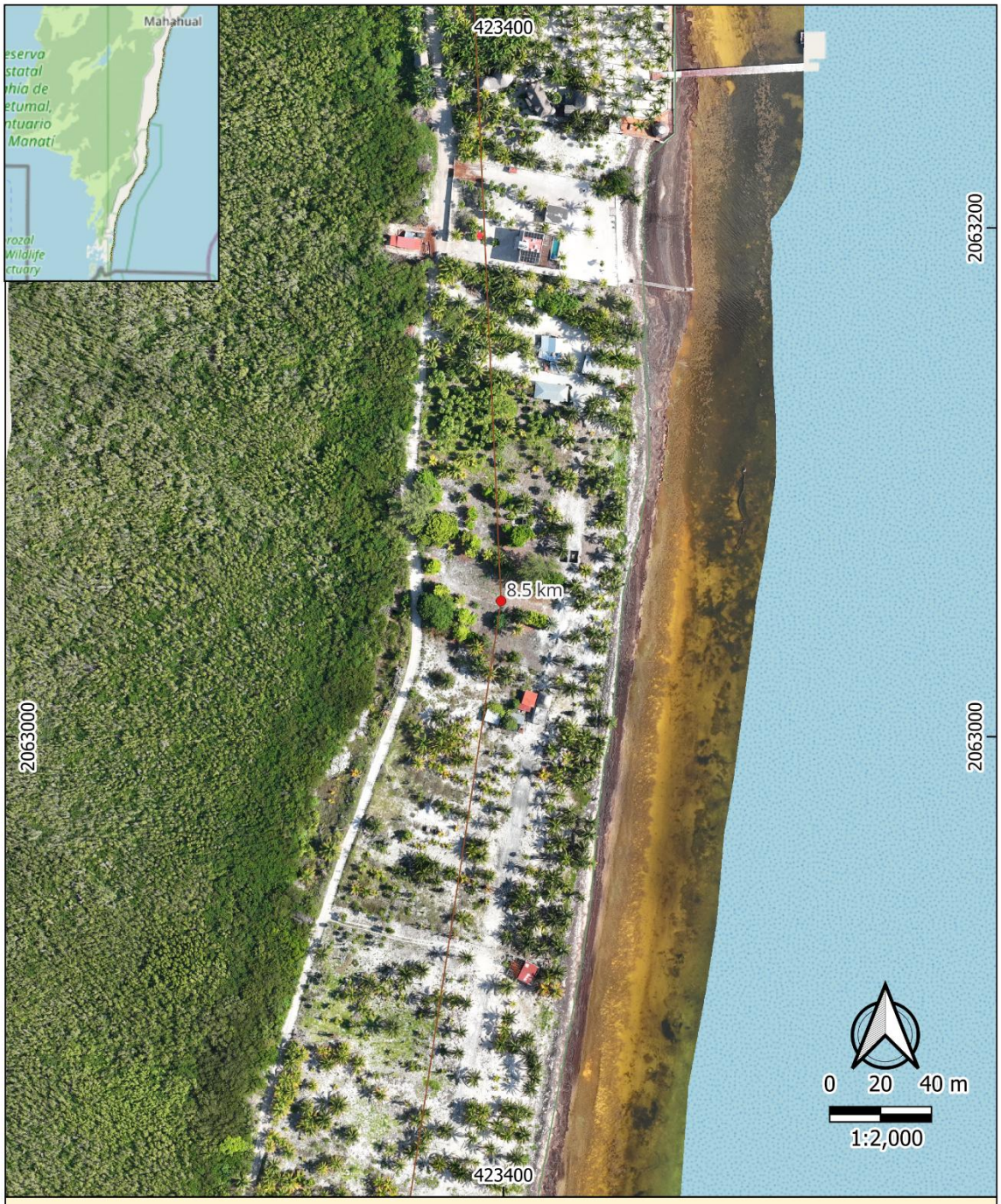
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 8 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

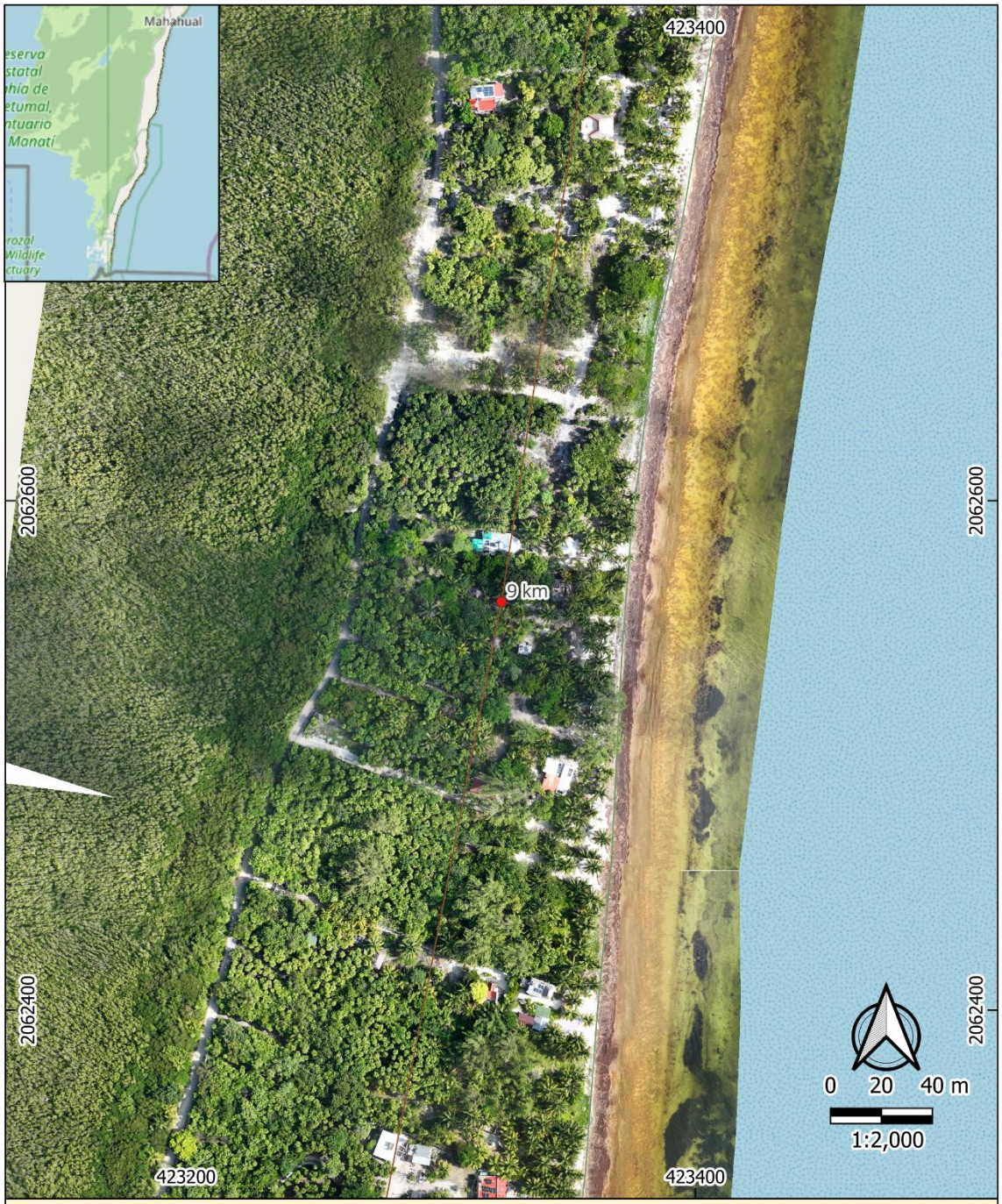
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 8.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

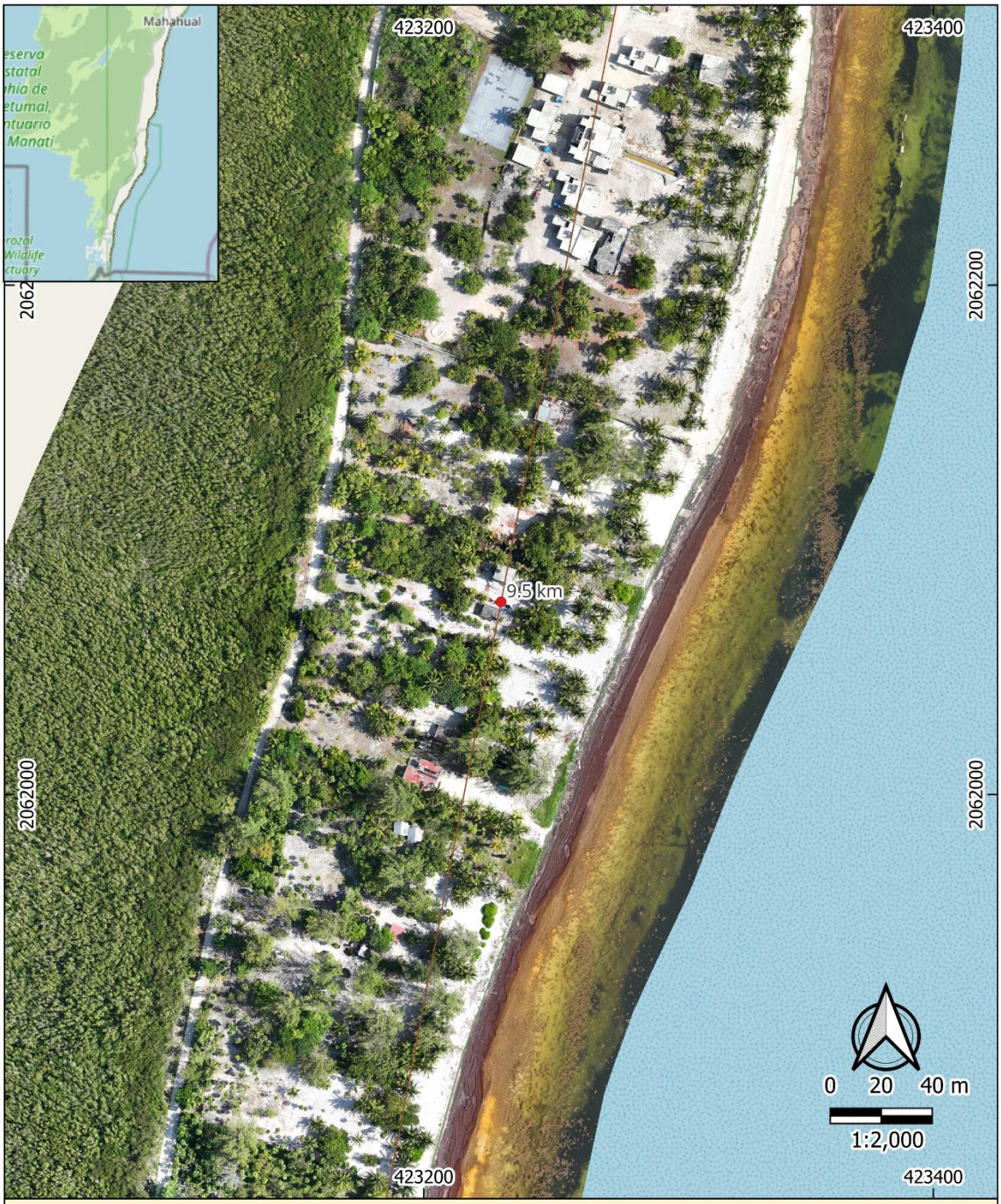
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 9 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

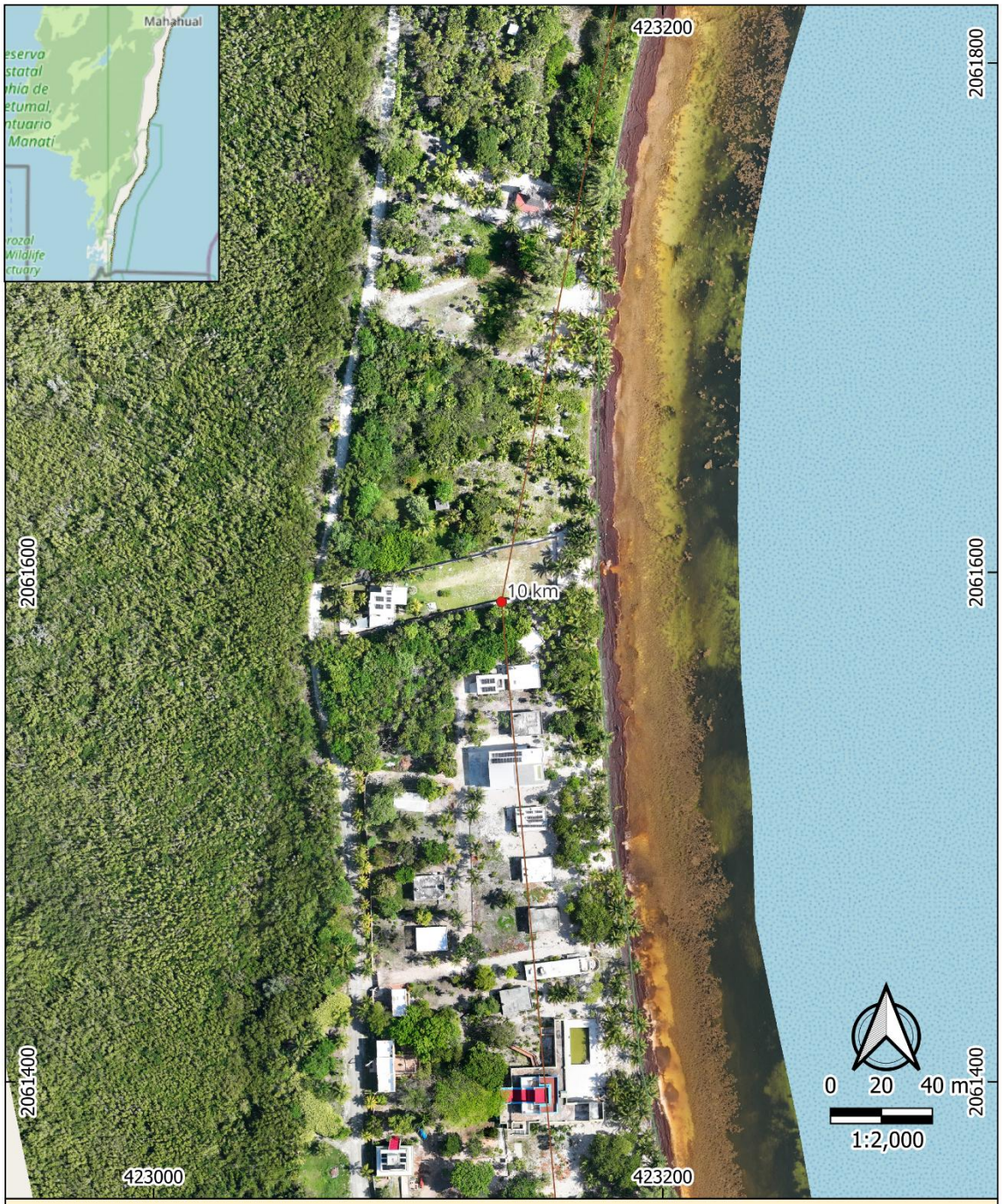
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 9.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 10 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 10.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

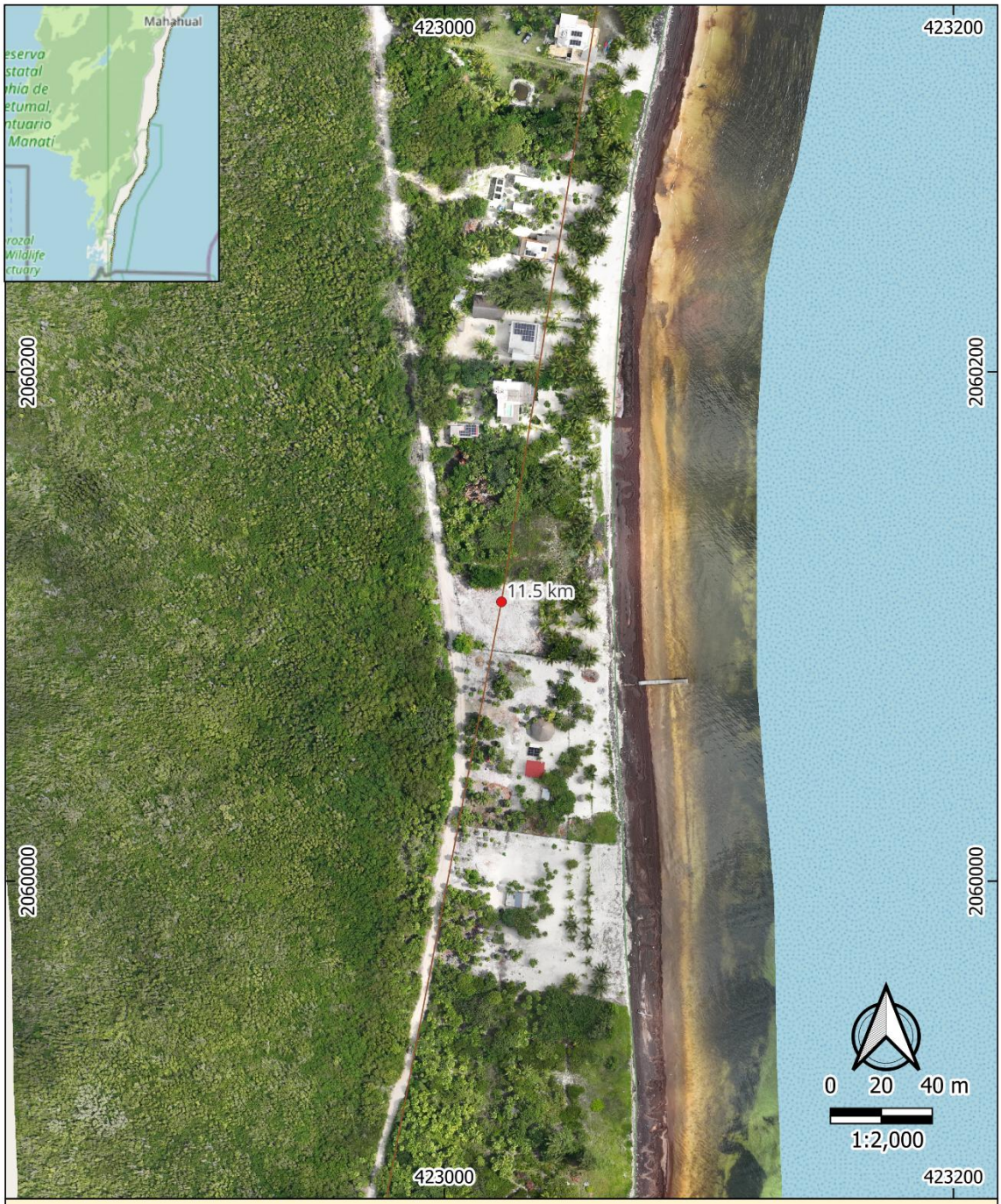
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 11 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

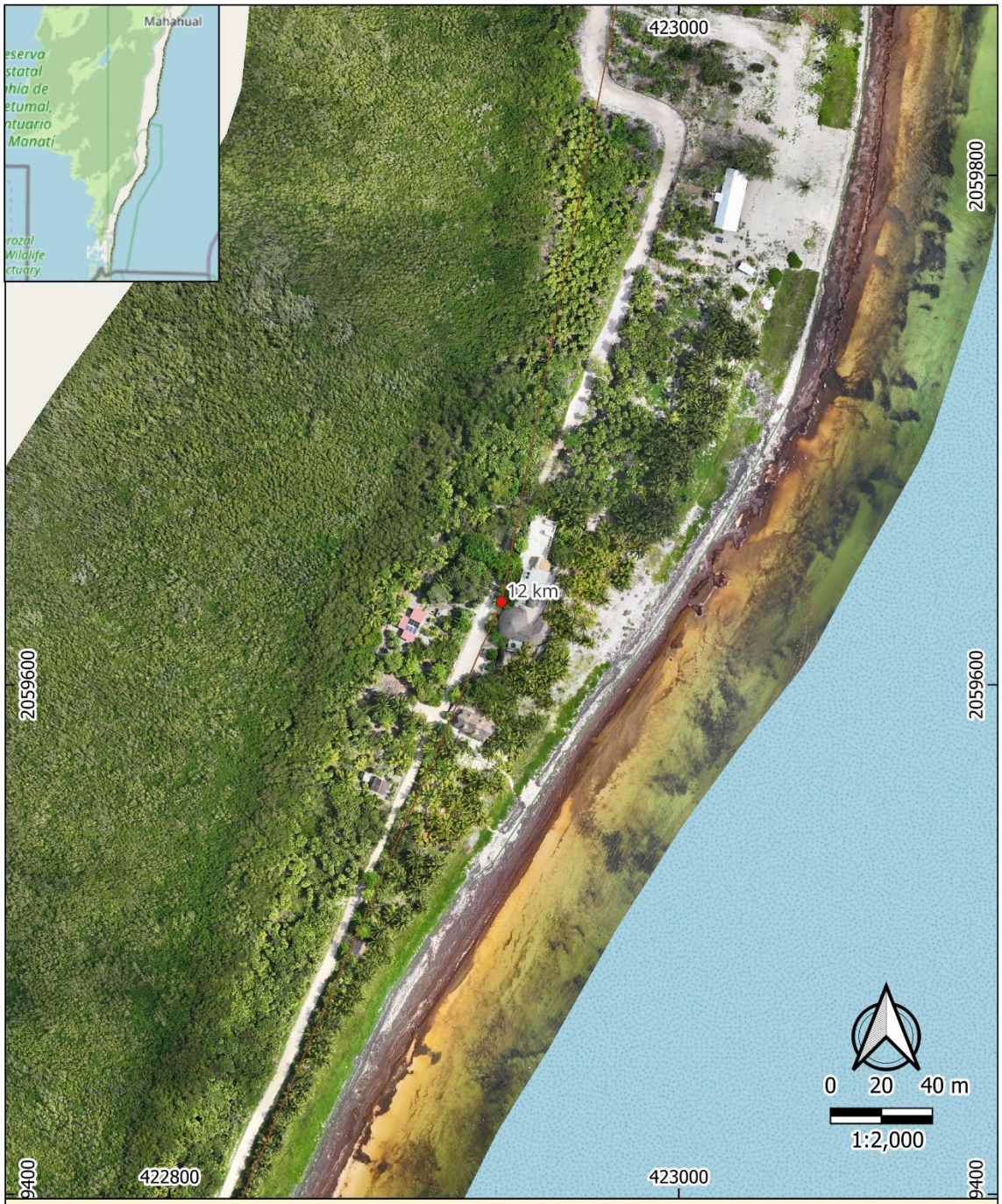
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 11.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 12
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

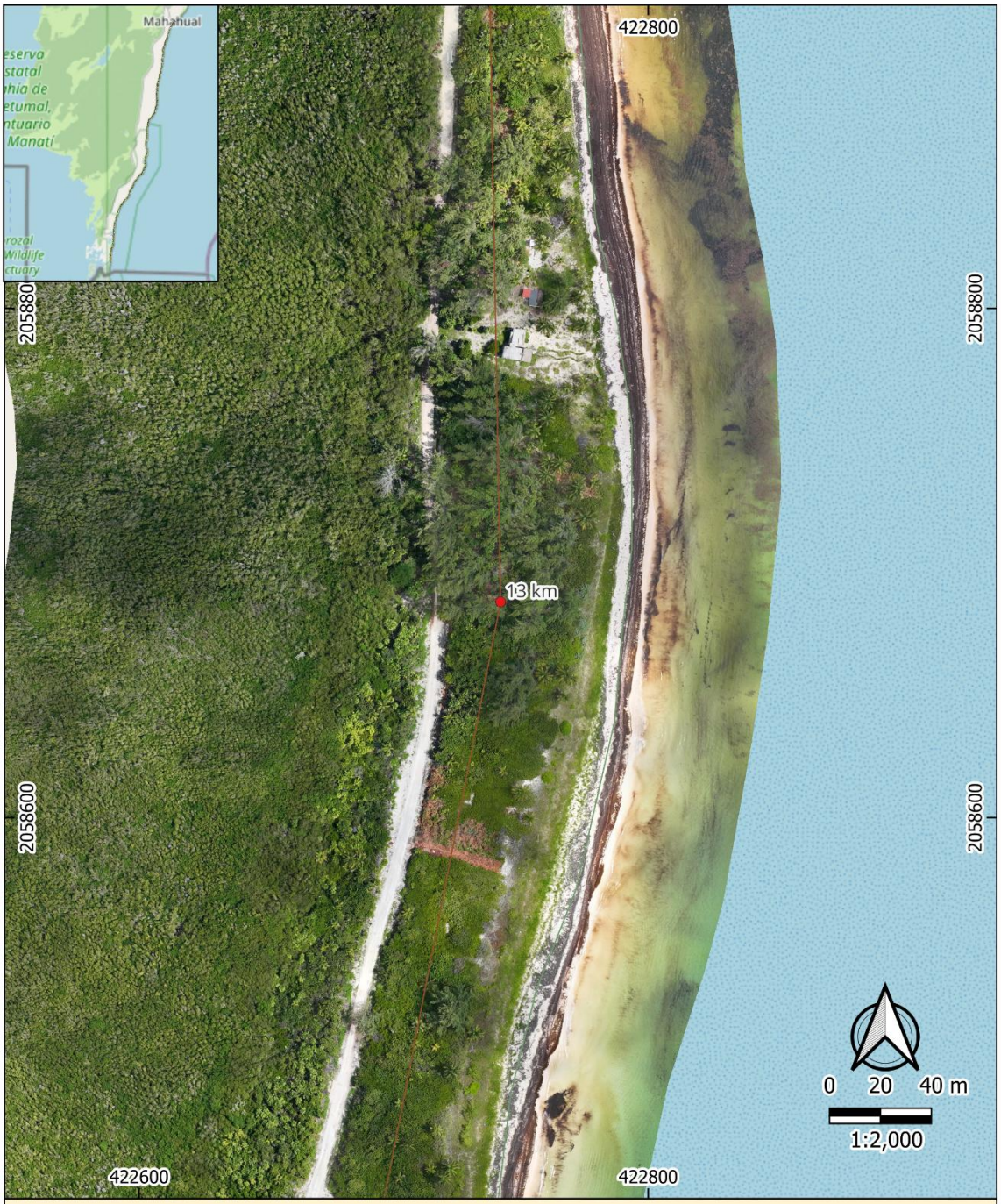
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 12.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

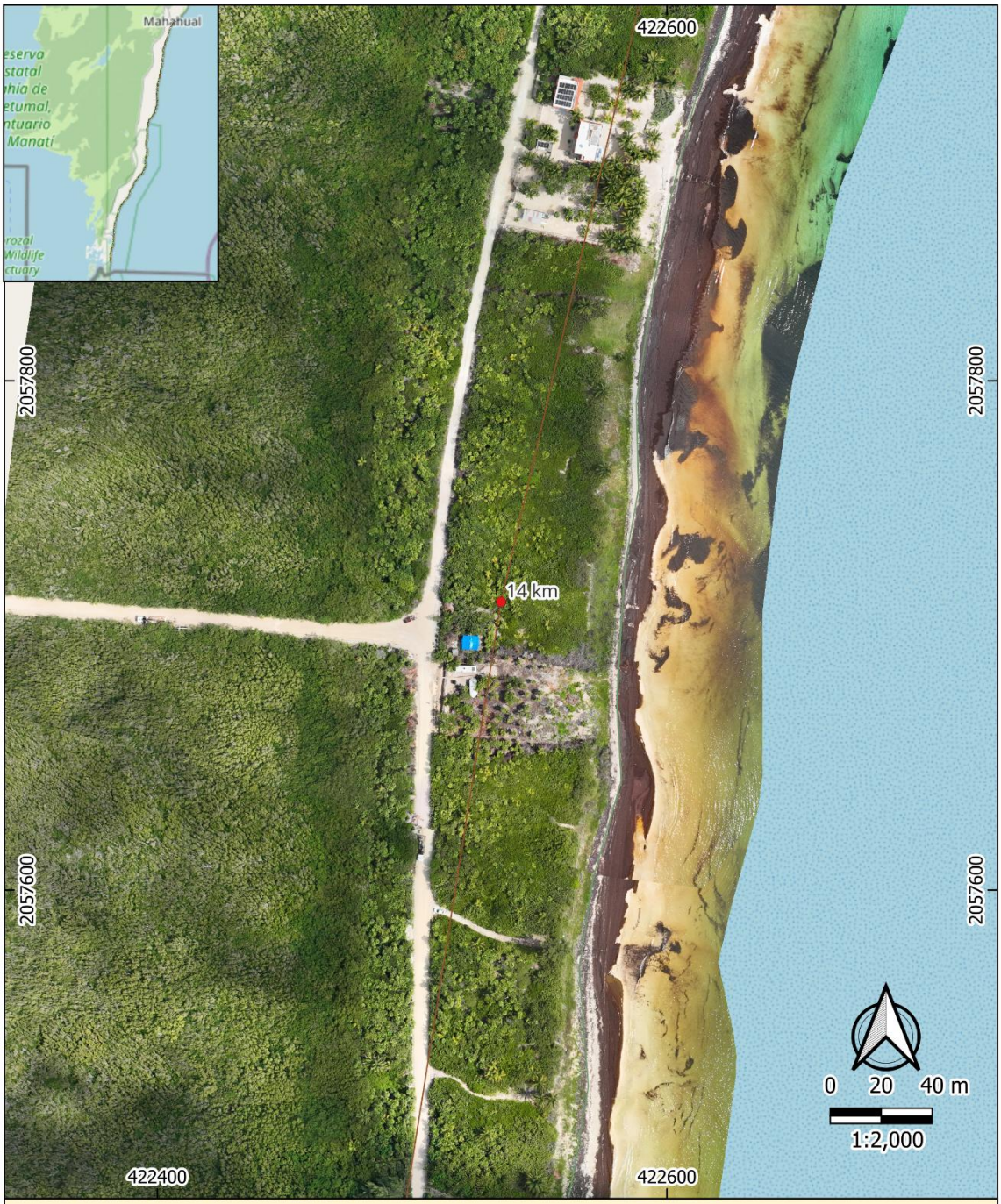


TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 13 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422600
422800
2058400
2058200
2058000
13.5 km
0 20 40 m
1:2,000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 13.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 14 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 14.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 15 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 15.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 16 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 16.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 17
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422000
2054400
2054200
17.5 km
0 20 40 m
1:2,000
421800
422000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 17.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 18 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

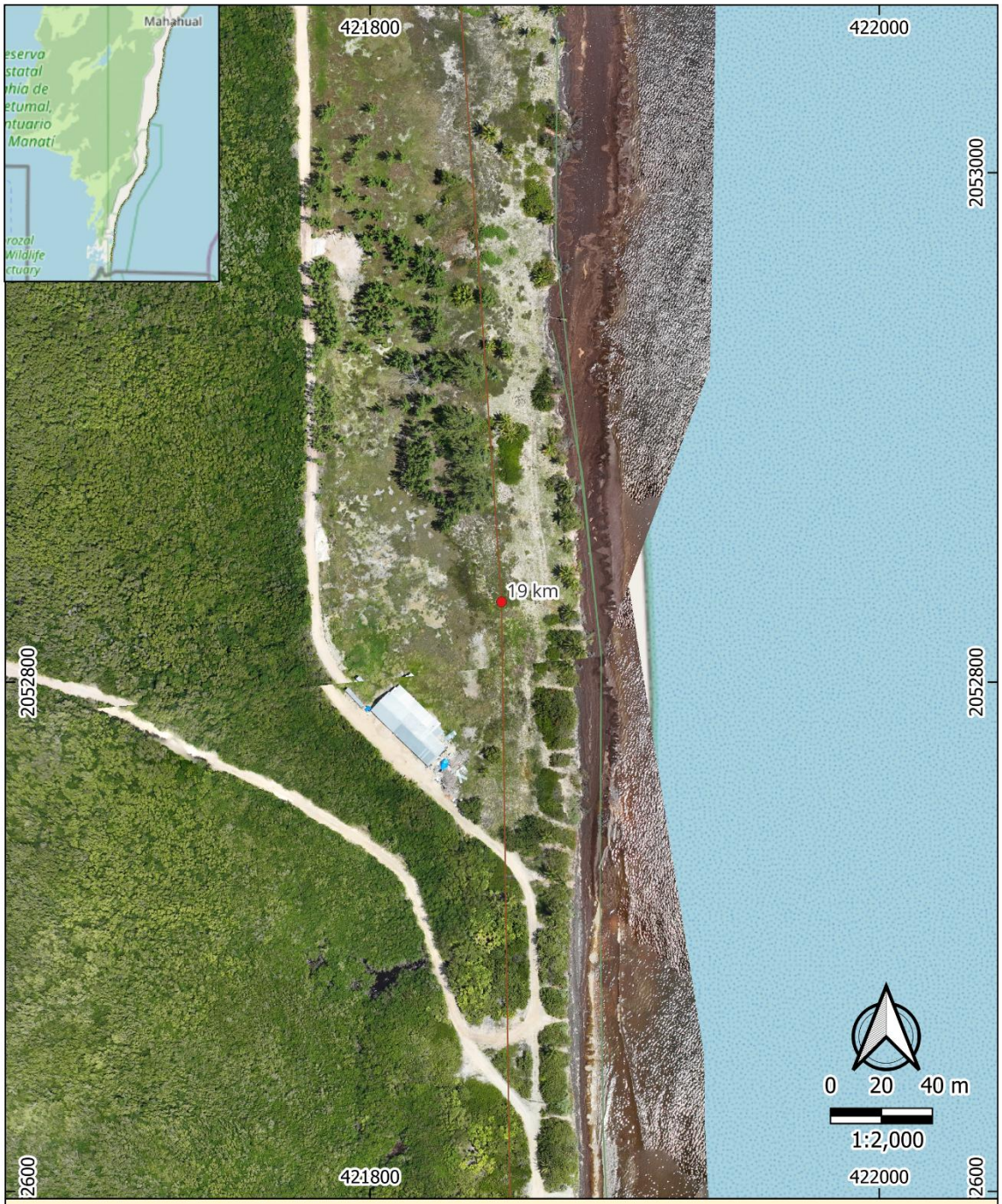
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 18.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 19 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 19.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 20 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 20.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

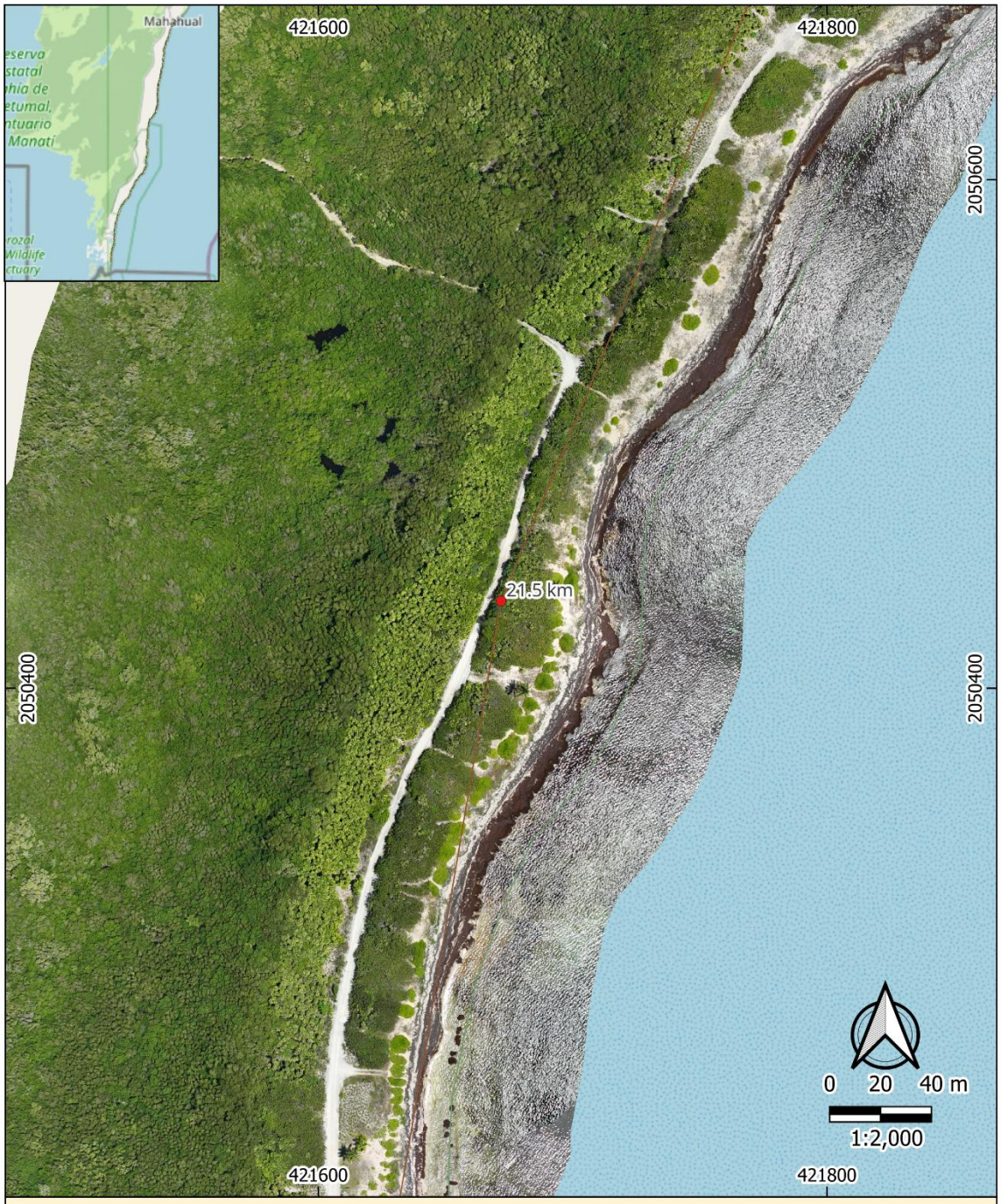
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 21 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 21.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 22 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 22.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 23 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

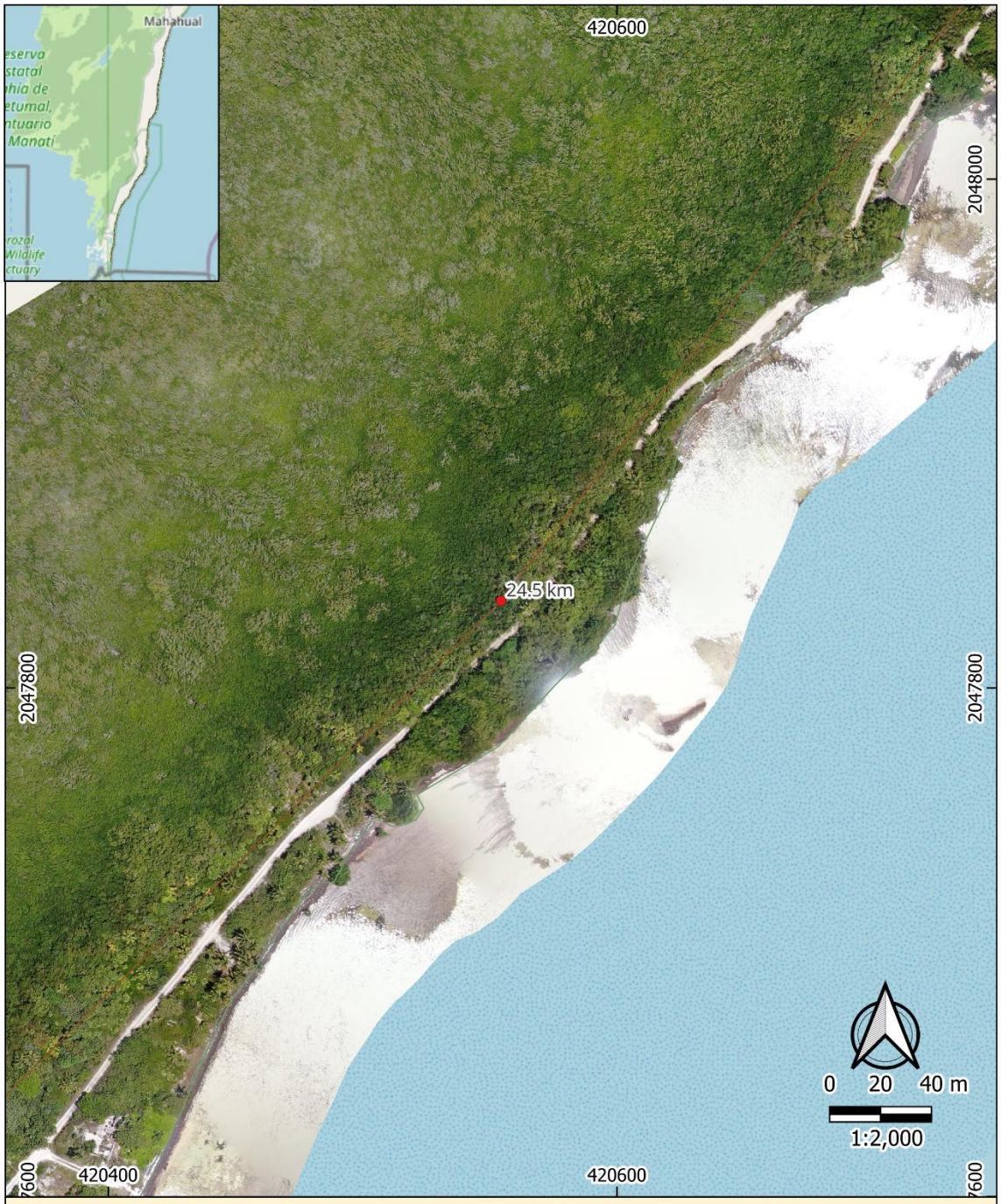


TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 23.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
420800
421000
2048400
2048200
2048000
24 km
0 20 40 m
1:2,000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 24
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 24.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 25 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 25.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 26 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 26.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 27
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 27.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419600
2044800
2044600
28 km
0 20 40 m
1:2,000
419400
419600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 28
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419600
2044400
2044200
28.5 km
2044000
29400
419600
0 20 40 m
1:2,000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 28.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 29 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419600
2043400
29.5 km
2043200
2043000
419400
419600
0 20 40 m
1:2,000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 29.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 30 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 30.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 31 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 31.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 32
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 32.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

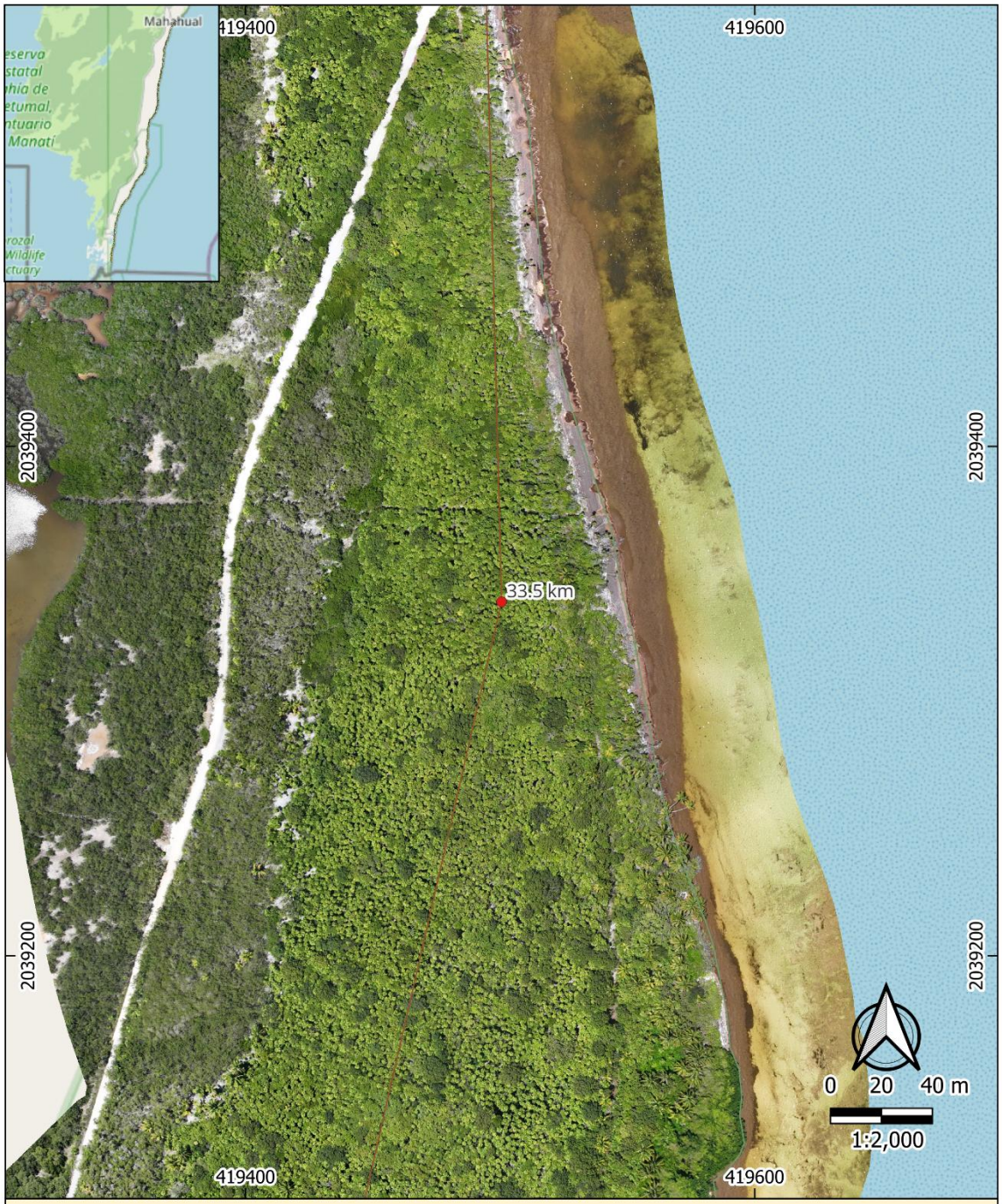
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

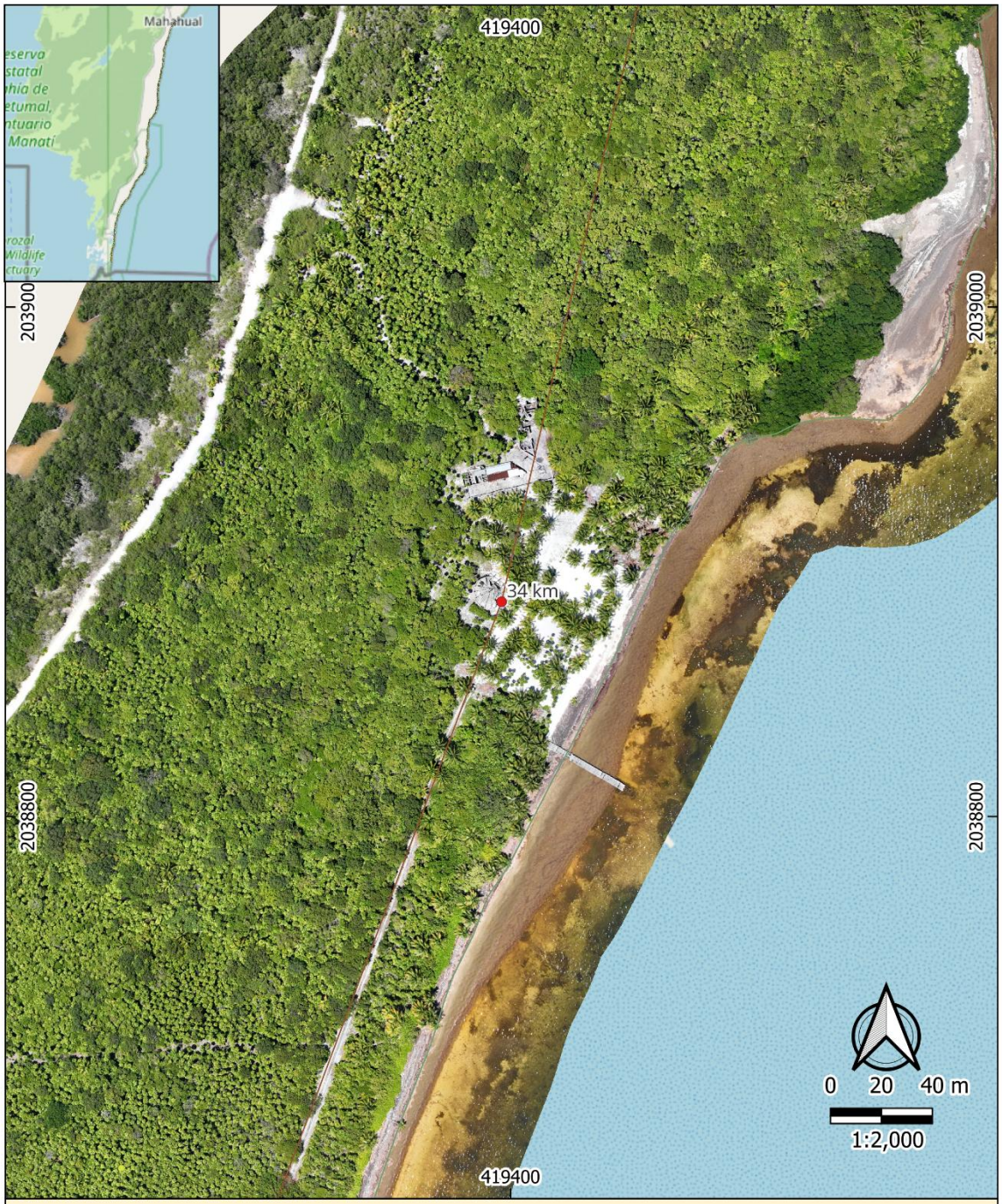


TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 33 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419400
419600
2039400
2039200
33.5 km
0 20 40 m
1:2,000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 33.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 34 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419200
419400
2038600
2038400
2038200
34.5 km
0 20 40 m
1:2,000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 34.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 35 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 35.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 36
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 36.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 37
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 37.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 38 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



Ortomosaico generado del Kilómetro km 38.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 39 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 39.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 40 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 40.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

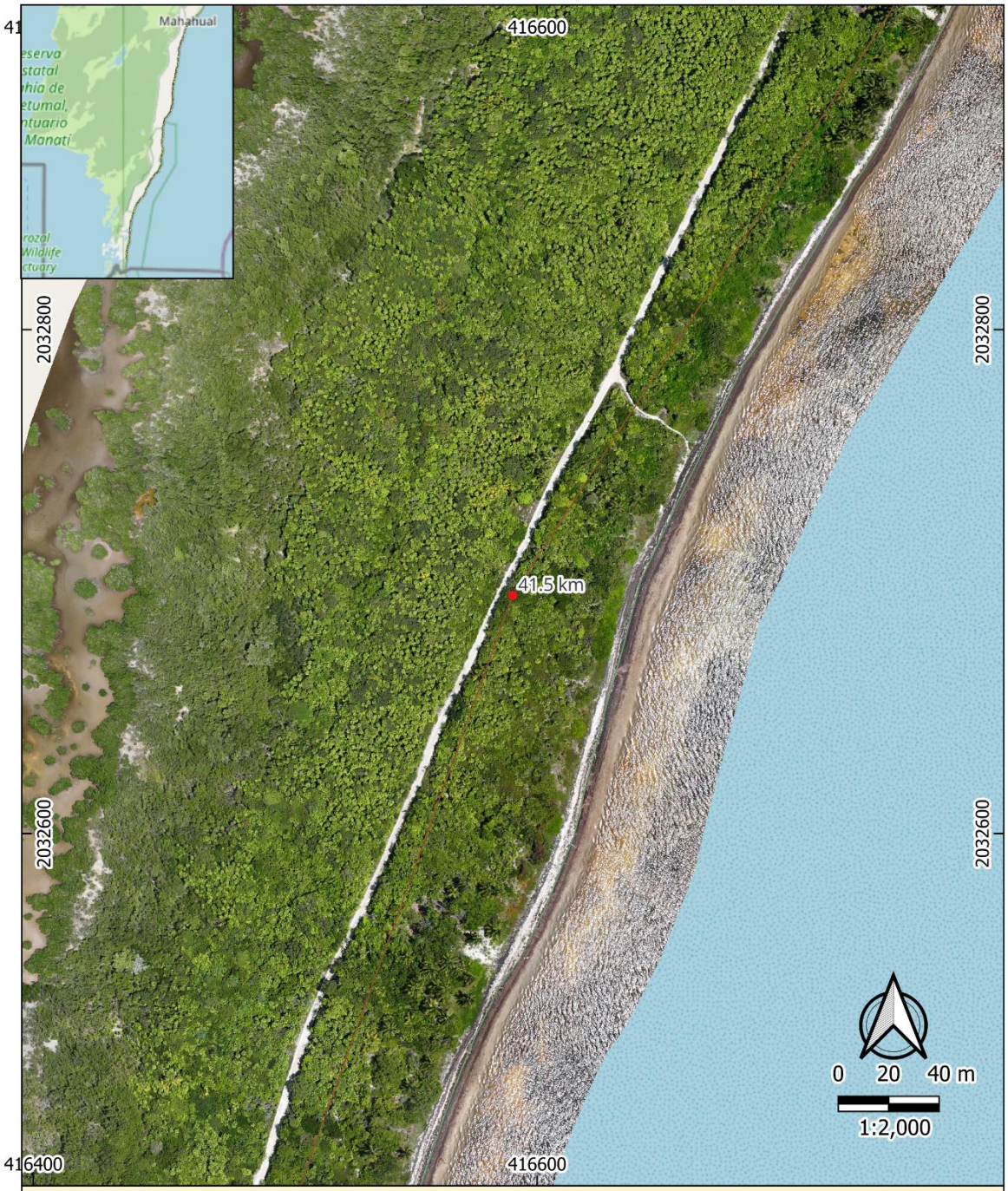
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 41 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 41.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



Ortomosaico generado del Kilómetro km 42
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 42.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 43 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 43.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 44 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 44.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 45
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 45.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 46
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 46.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 47 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

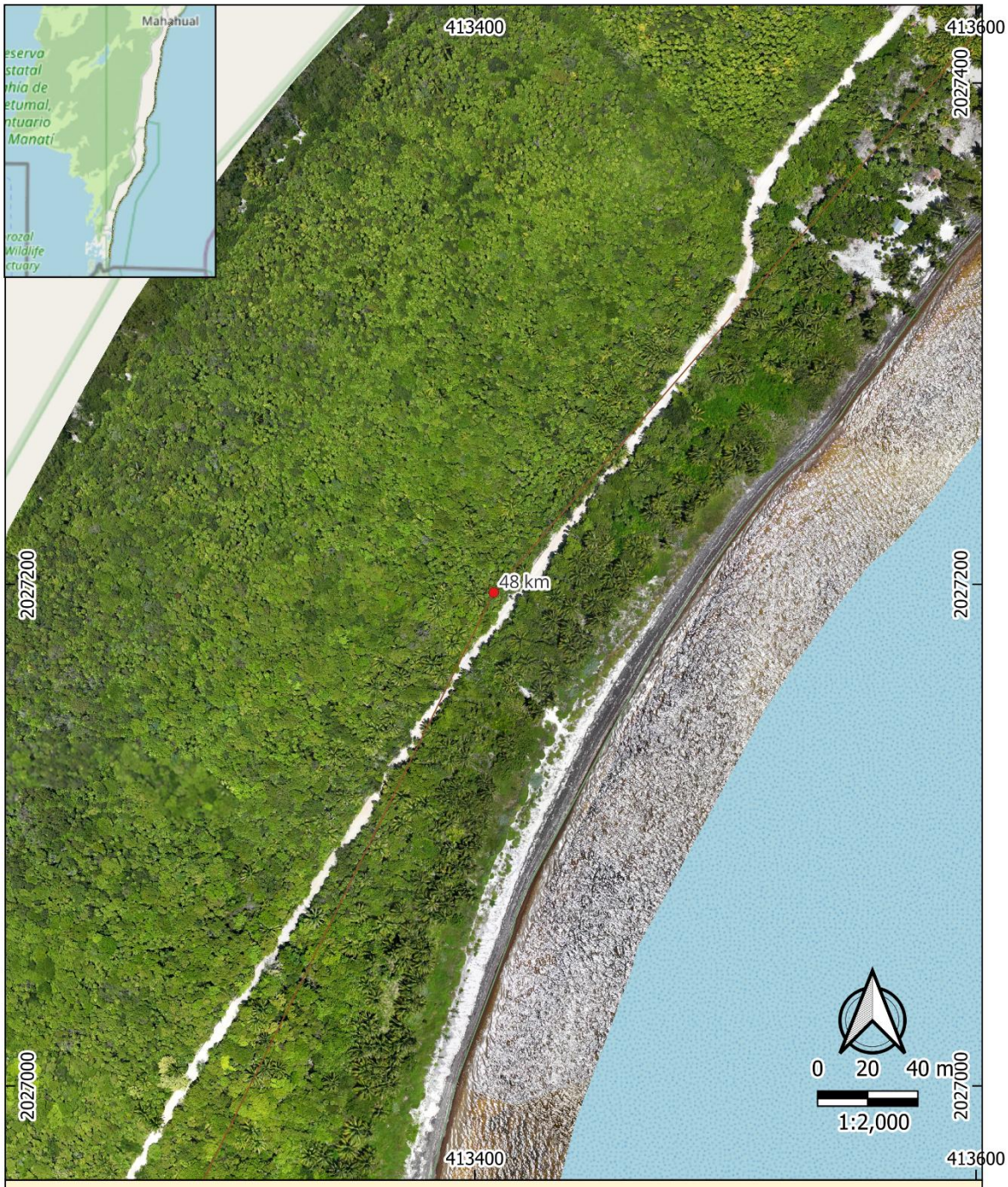
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 47.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 48 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 48.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 49
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 49.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
412600
412800
2025400
2025200
50 km
0 20 40 m
1:2,000
412600
412800
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 50
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 50.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 51 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 51.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
2000
412200
2023600
2023400
52 km
0 20 40 m
1:2,000
412000
412200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 52
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 52.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 53 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 53.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 54 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 54.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 55 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

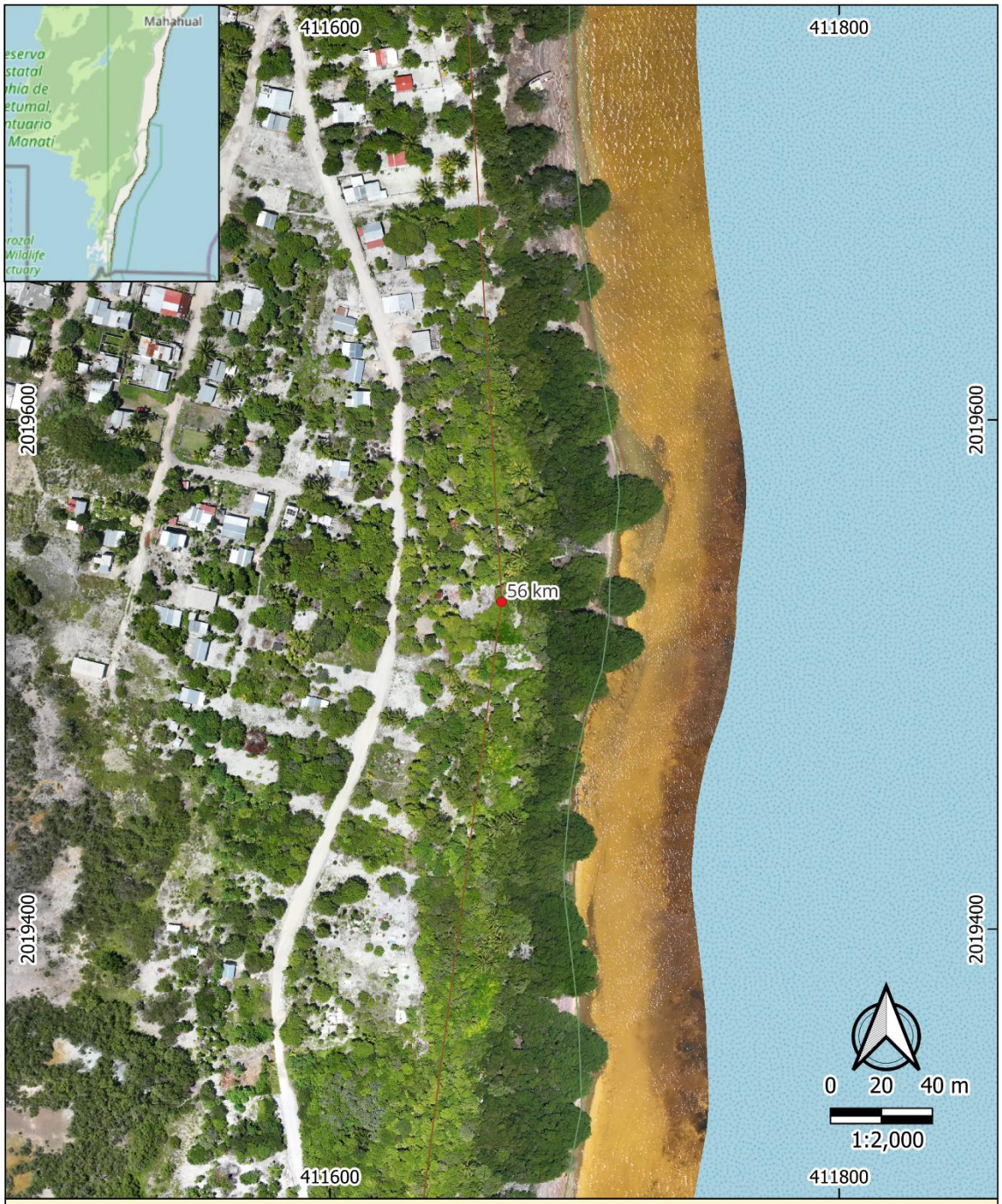
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 55.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 56 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 56.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 57 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 57.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 58 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 58.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 59 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 59.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
411000
2015800
2015600
60 km
0 20 40 m
1:2,000
410800
411000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO
Ortomosaico generado del
Kilómetro km 60
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 60.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 61 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

Ortomosaico generado del Kilómetro km 61.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

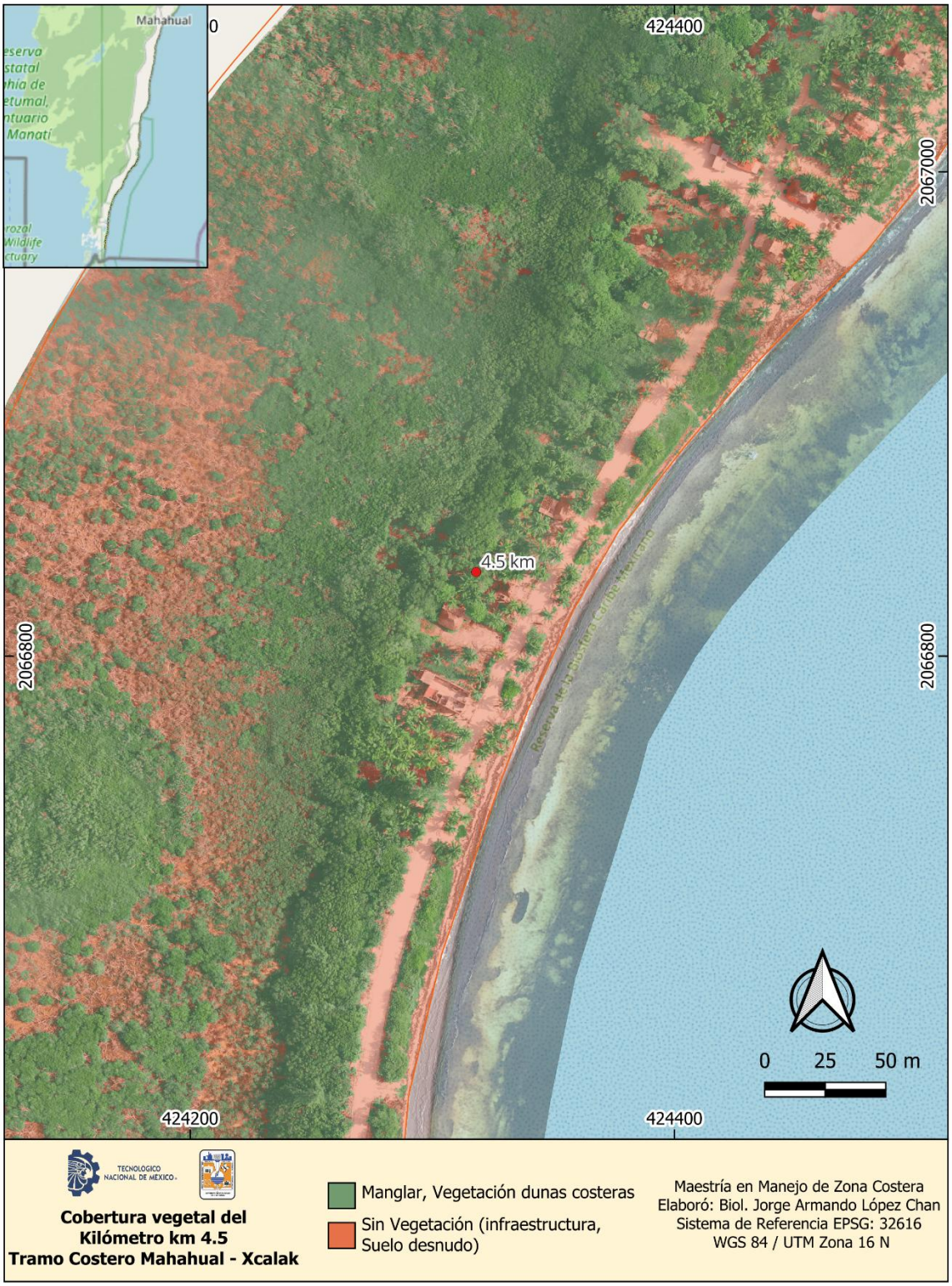
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

ANEXO 2

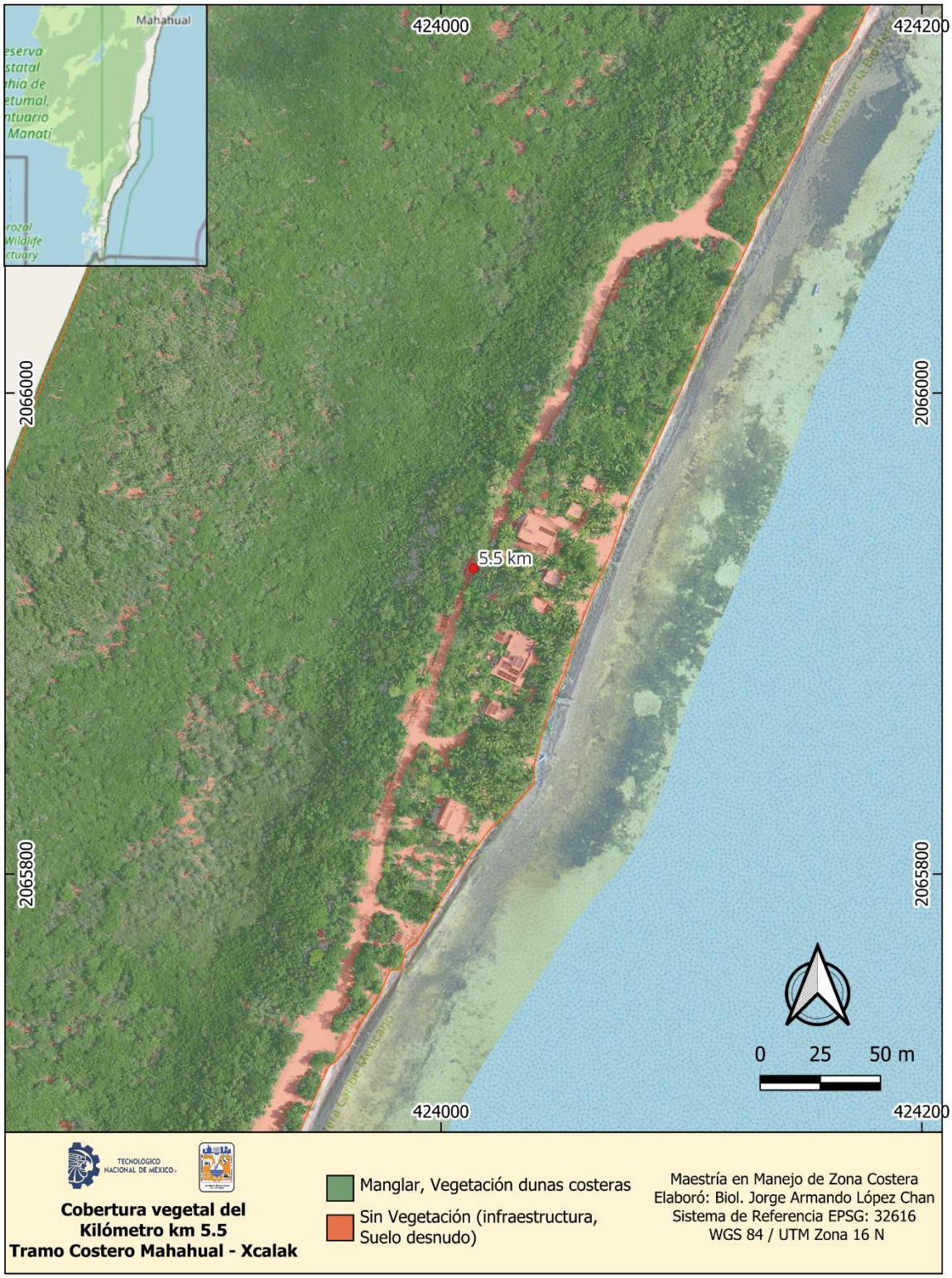
Mapas de cobertura vegetal del tramo costero Mahahual – Río Huach

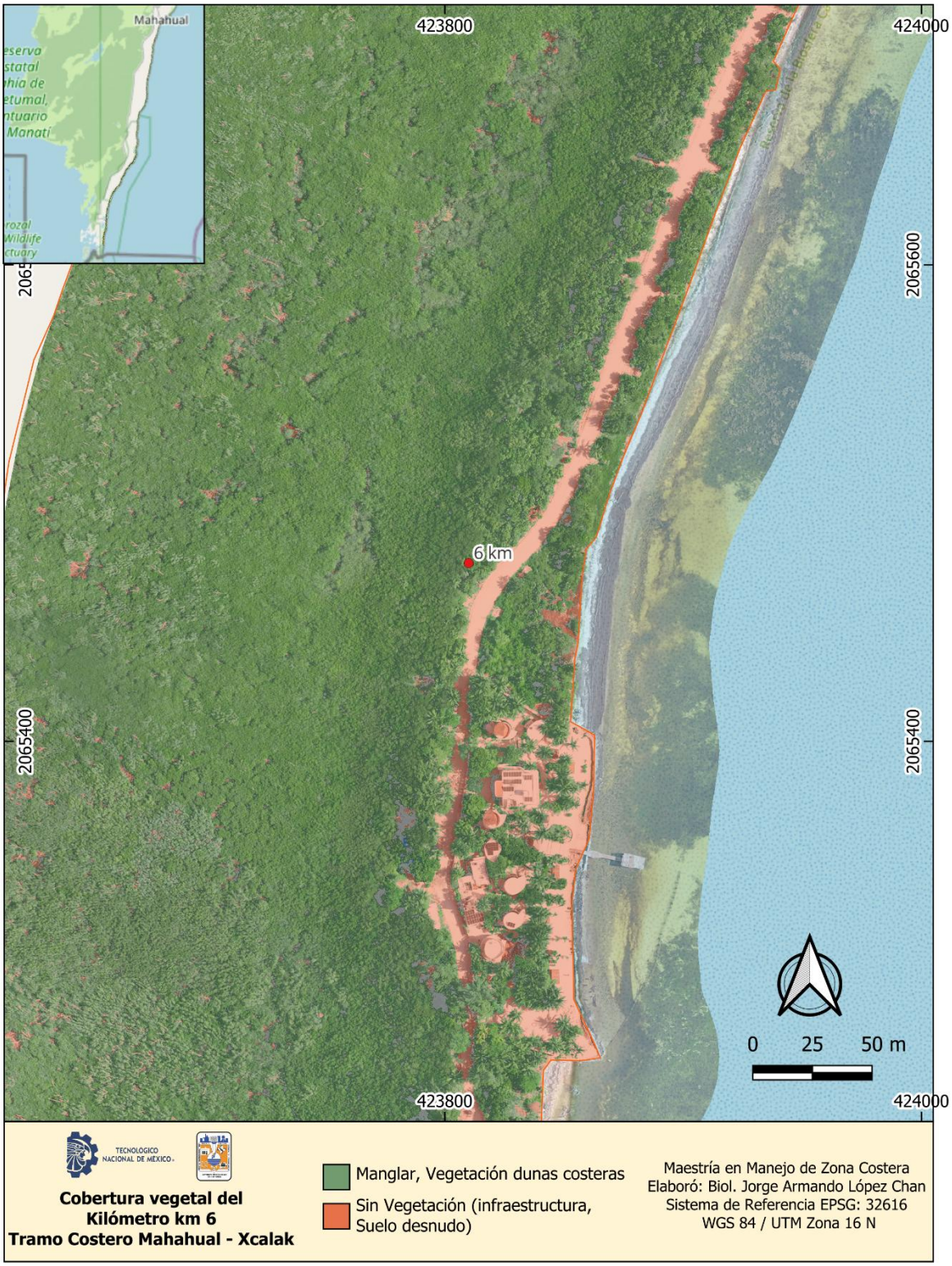
Km 0 – km 33

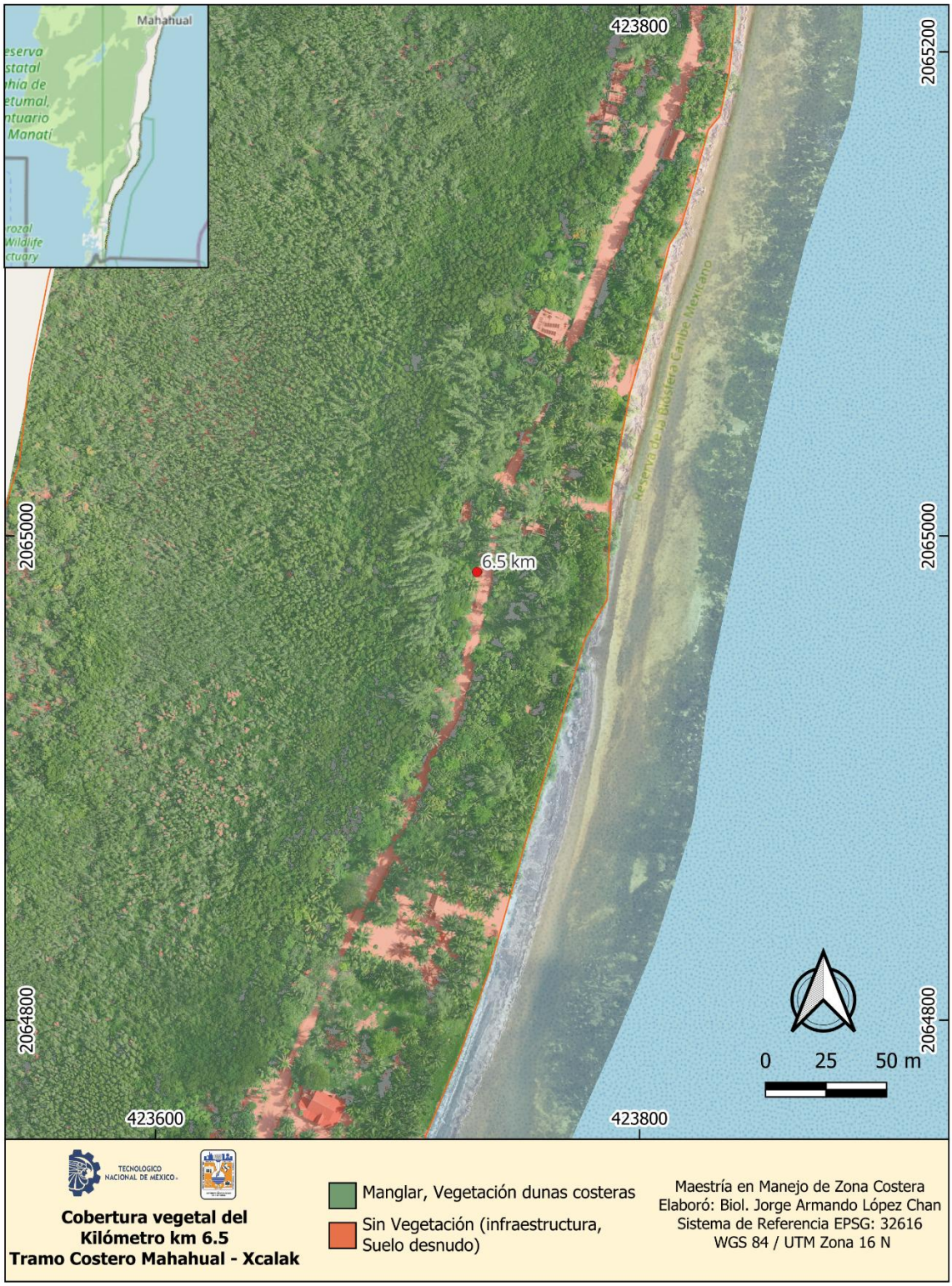

Mahahual
426200
2070800
2070600
Othón P. Blanco
Quintana Roo
0 km
0 25 50 m
426000
426200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 0
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
424400
2067000
2066800
4.5 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
424200
424400
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 4.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
424200
424400
2066400
2066200
5 km
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del Kilómetro km 5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
424000
424200
2066000
2065800
5.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 5.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423800
424000
2065600
2065400
6 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 6
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423800
2065200
2065000
2064800
6.5 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
423600
423800
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 6.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

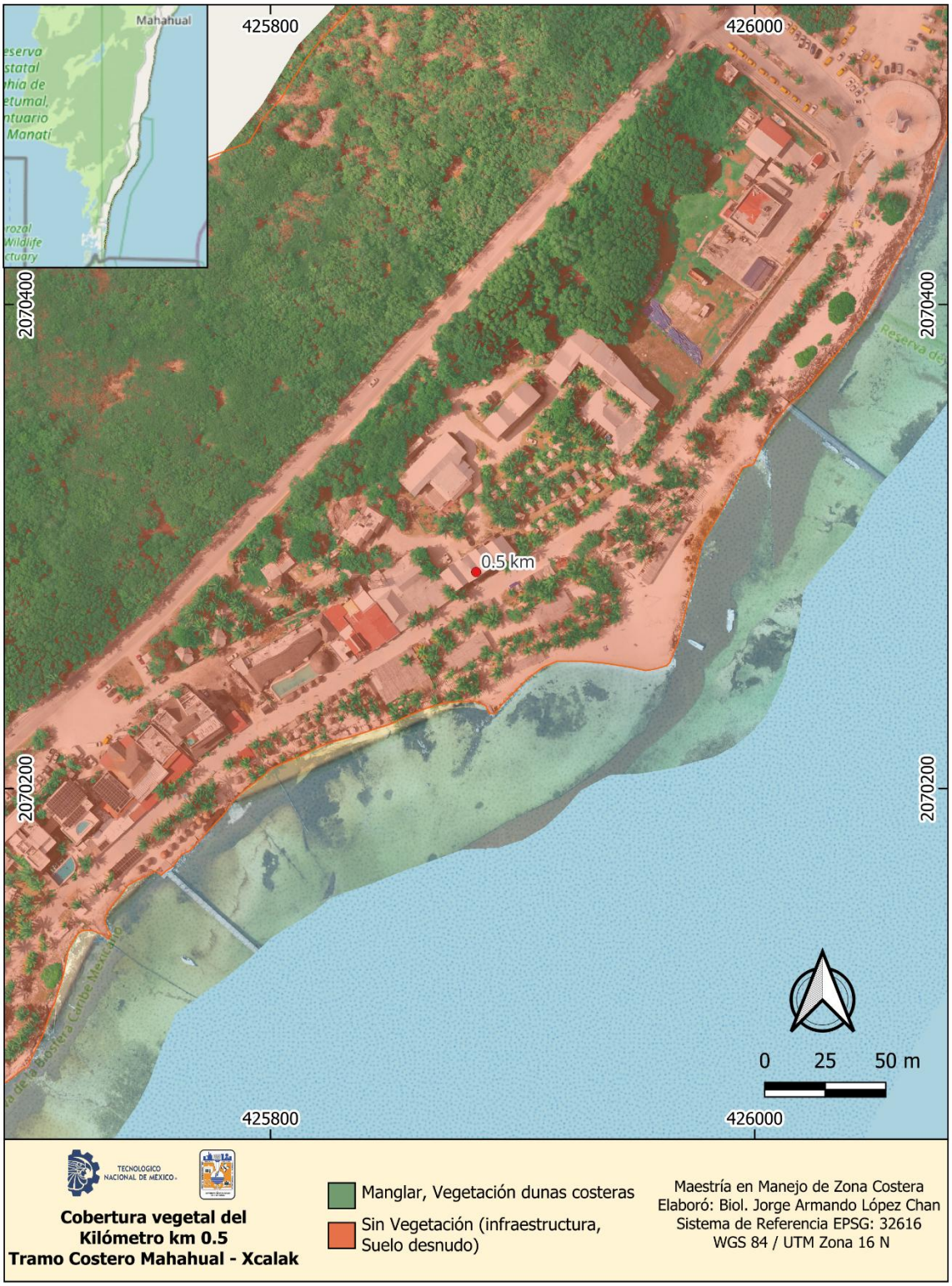

Mahahual
423600
2064600
2064400
7 km
0 25 50 m
423400
423600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 7
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

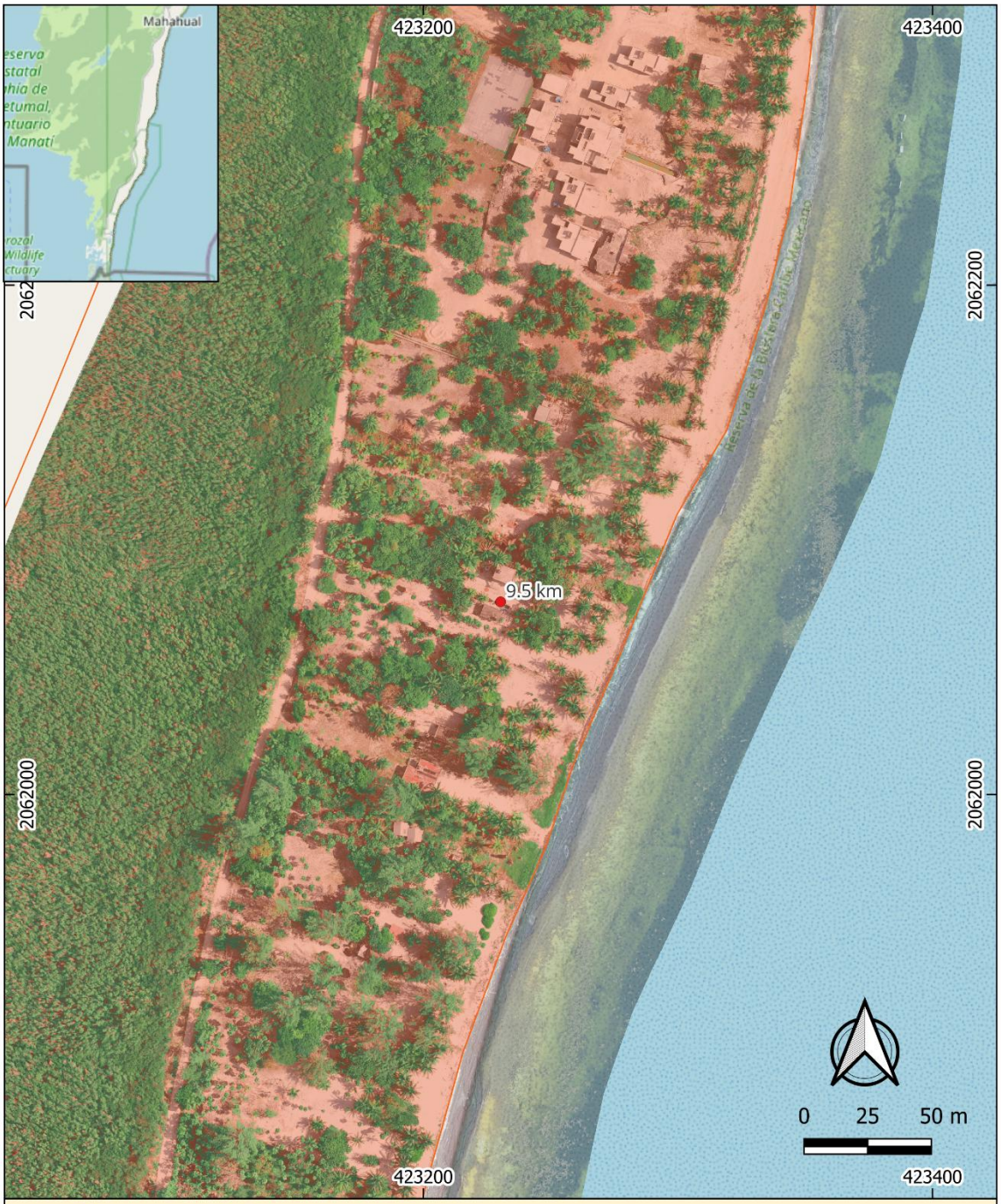

Mahahual
423400
2064200
2064000
7.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 7.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423400
2063600
2063400
8 km
0 25 50 m
423200
423400
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 8
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423400
2063200
2063000
8.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 8.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

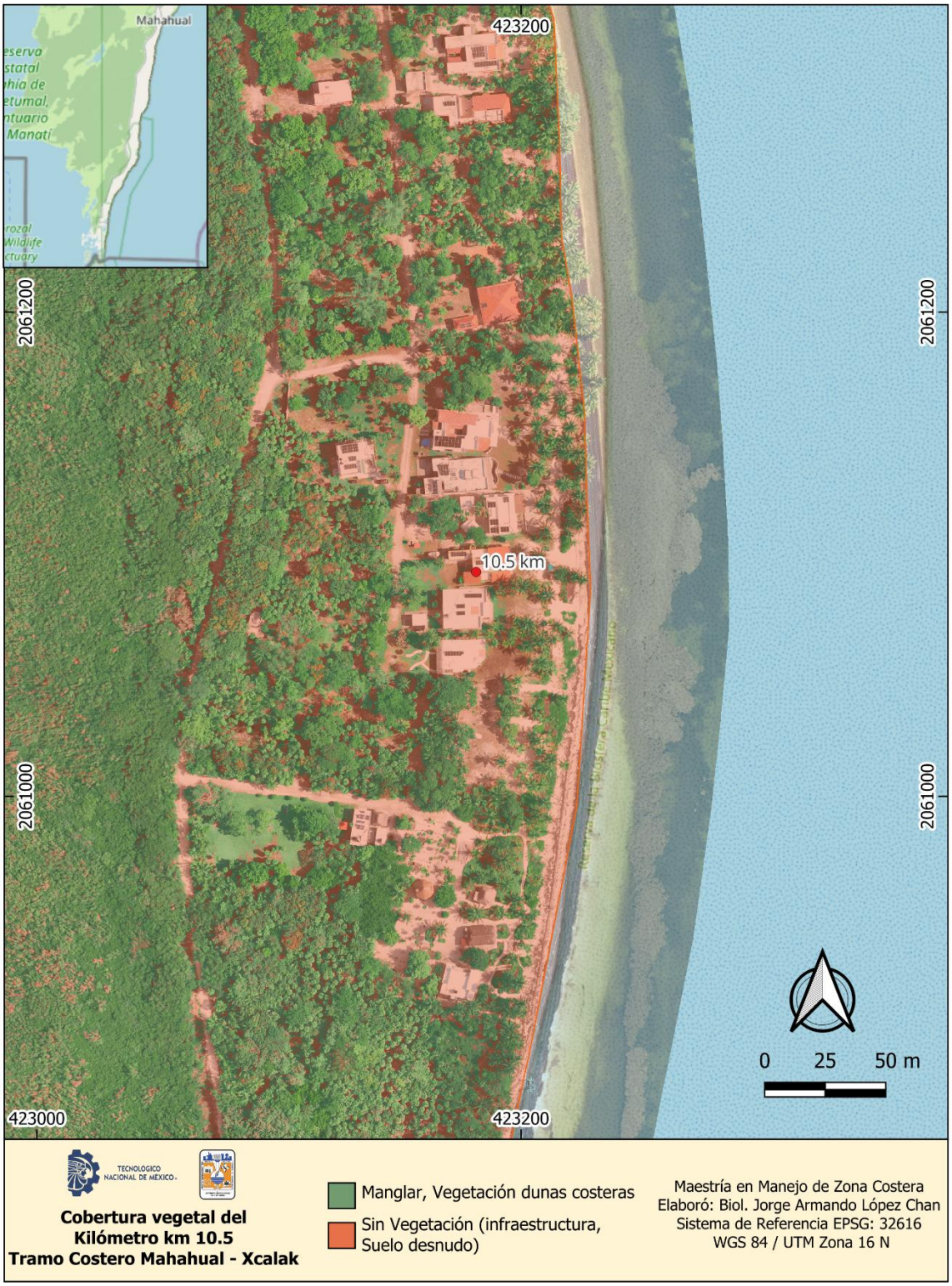

Mahahual
423400
2062600
9 km
2062400
423200
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 9
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
425800
426000
2070400
2070200
0.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 0.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



Cobertura vegetal del Kilómetro km 9.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak


Mahahual
423200
2061800
2061600
2061400
10 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
Quintana Roo, Othón P. Blanco
0 25 50 m
423000
423200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 10
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

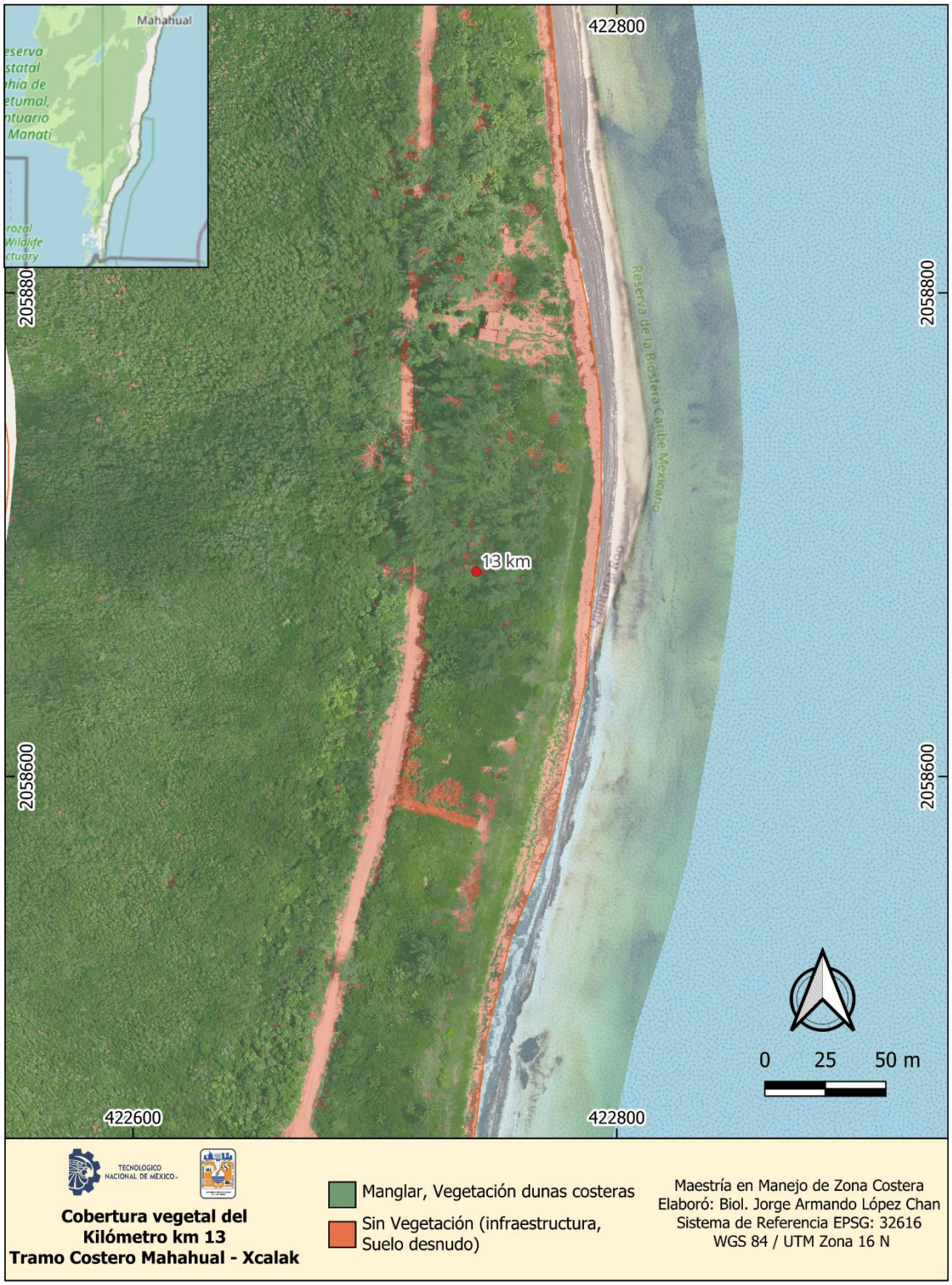

Mahahual
423200
2061200
2061000
10.5 km
0 25 50 m
423000
423200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 10.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

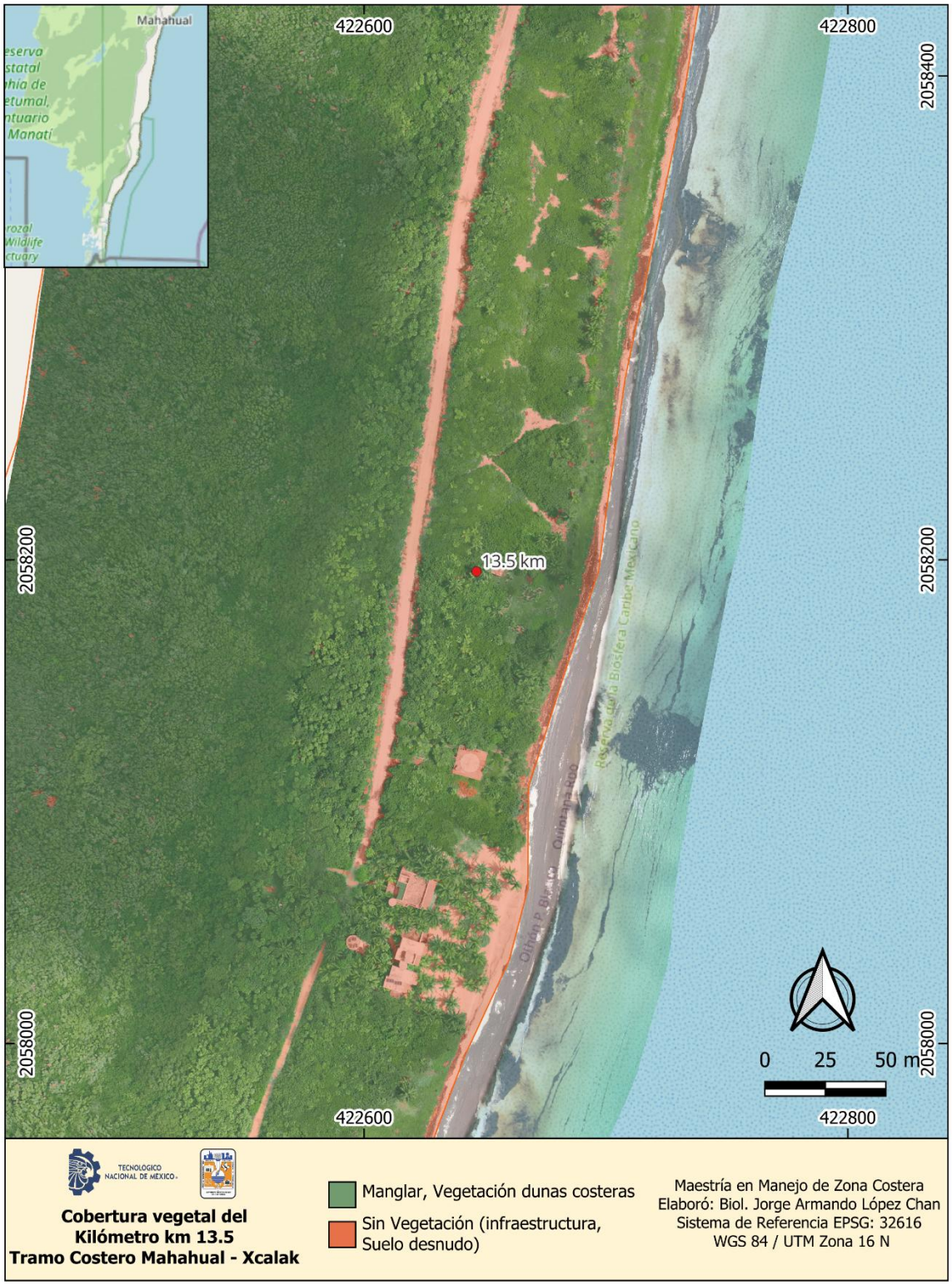

Mahahual
423000
423200
2060800
2060600
2060400
11 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 11
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423000
423200
2060200
2060000
11.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 11.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

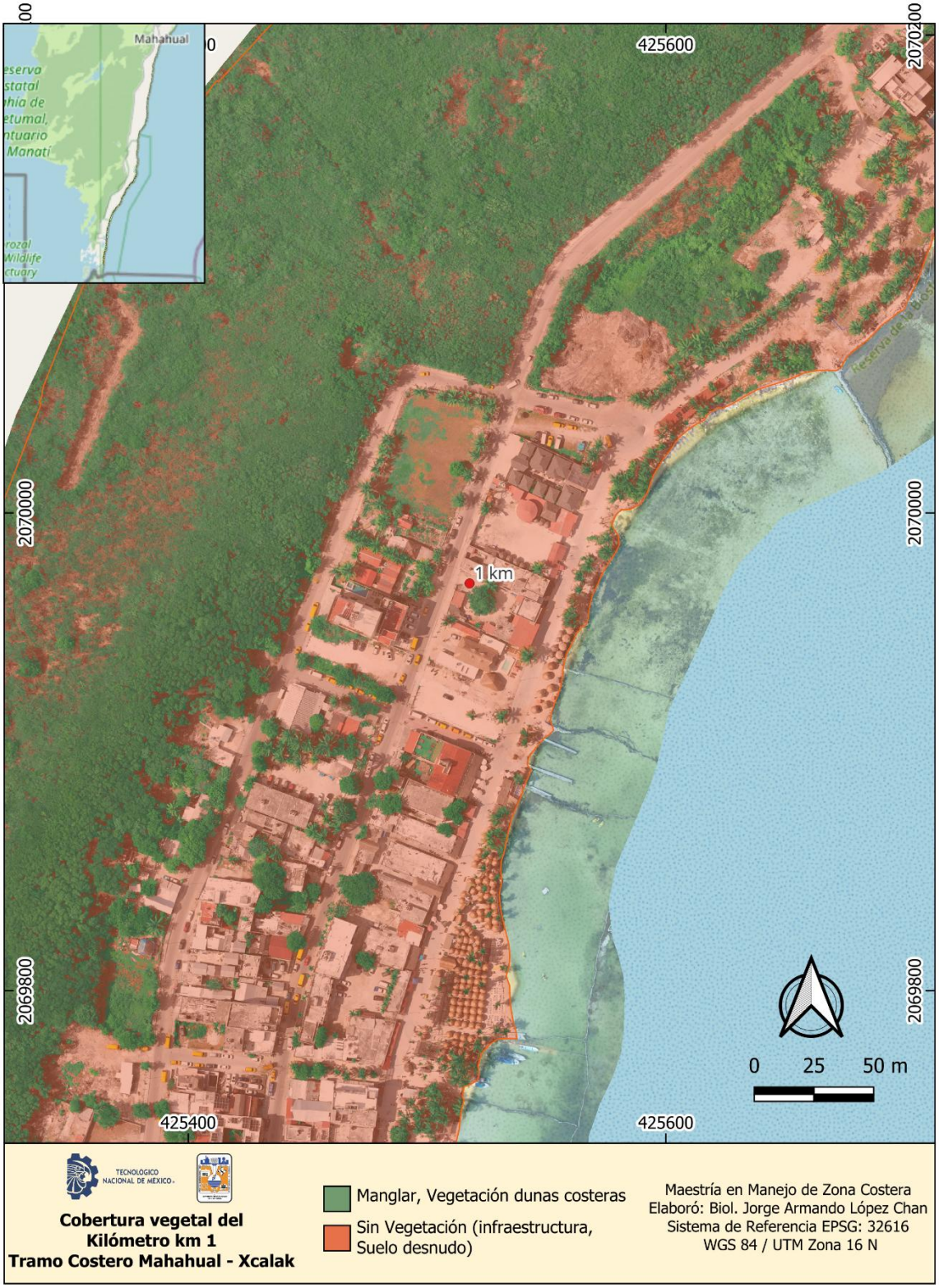

Mahahual
423000
2059800
2059600
12 km
0 25 50 m
422800
423000
9400
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 12
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

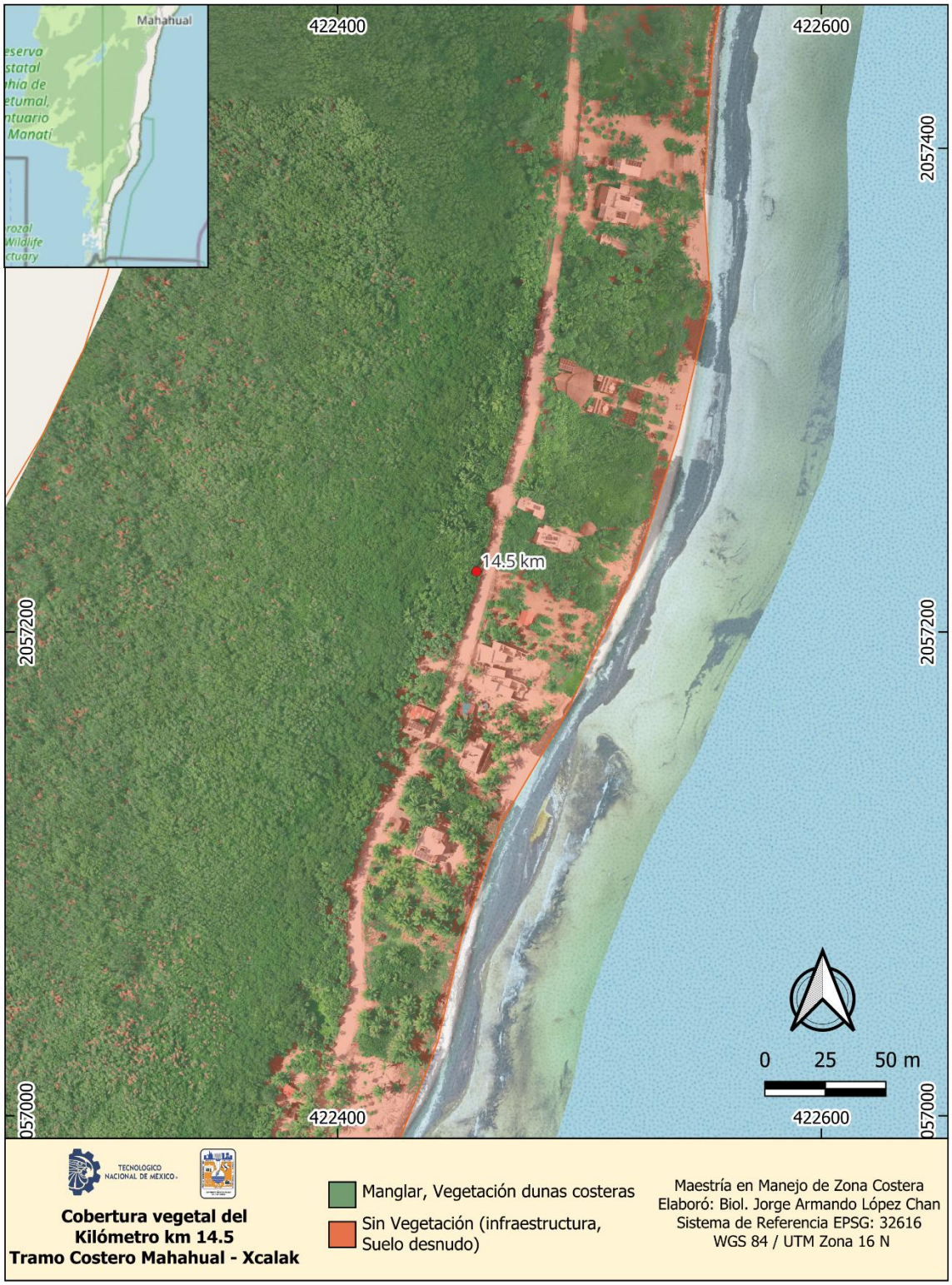

Mahahual
422800
2059400
2059200
2059000
12.5 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
422600
422800
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 12.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422800
422600
2058800
2058600
13 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 13
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422600
422800
2058400
2058200
2058000
13.5 km
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 13.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422600
2057800
14 km
2057600
422400
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 14
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

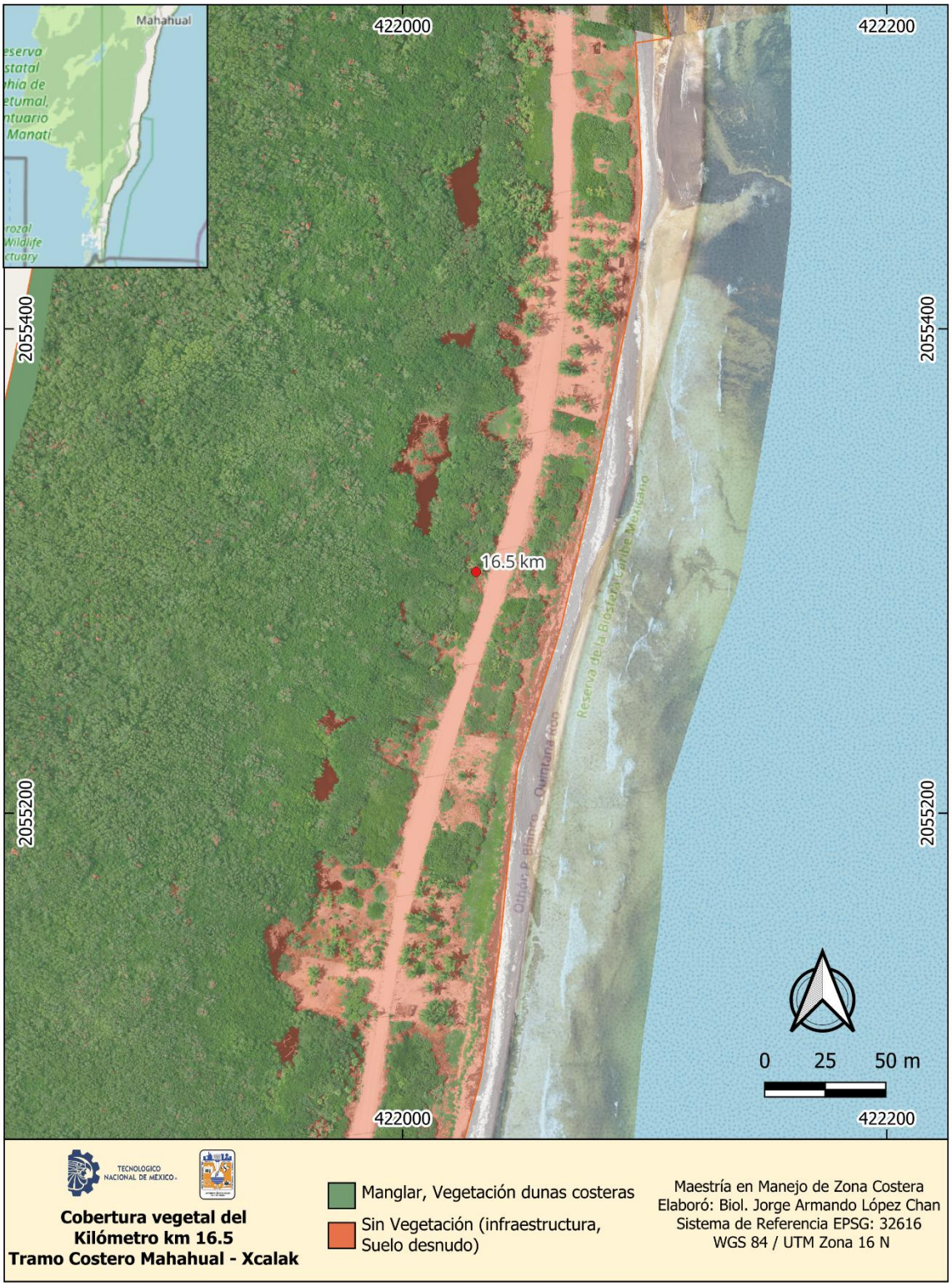

Mahahual
425600
2070000
2070000
2069800
1 km
0 25 50 m
425400
425600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 1
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

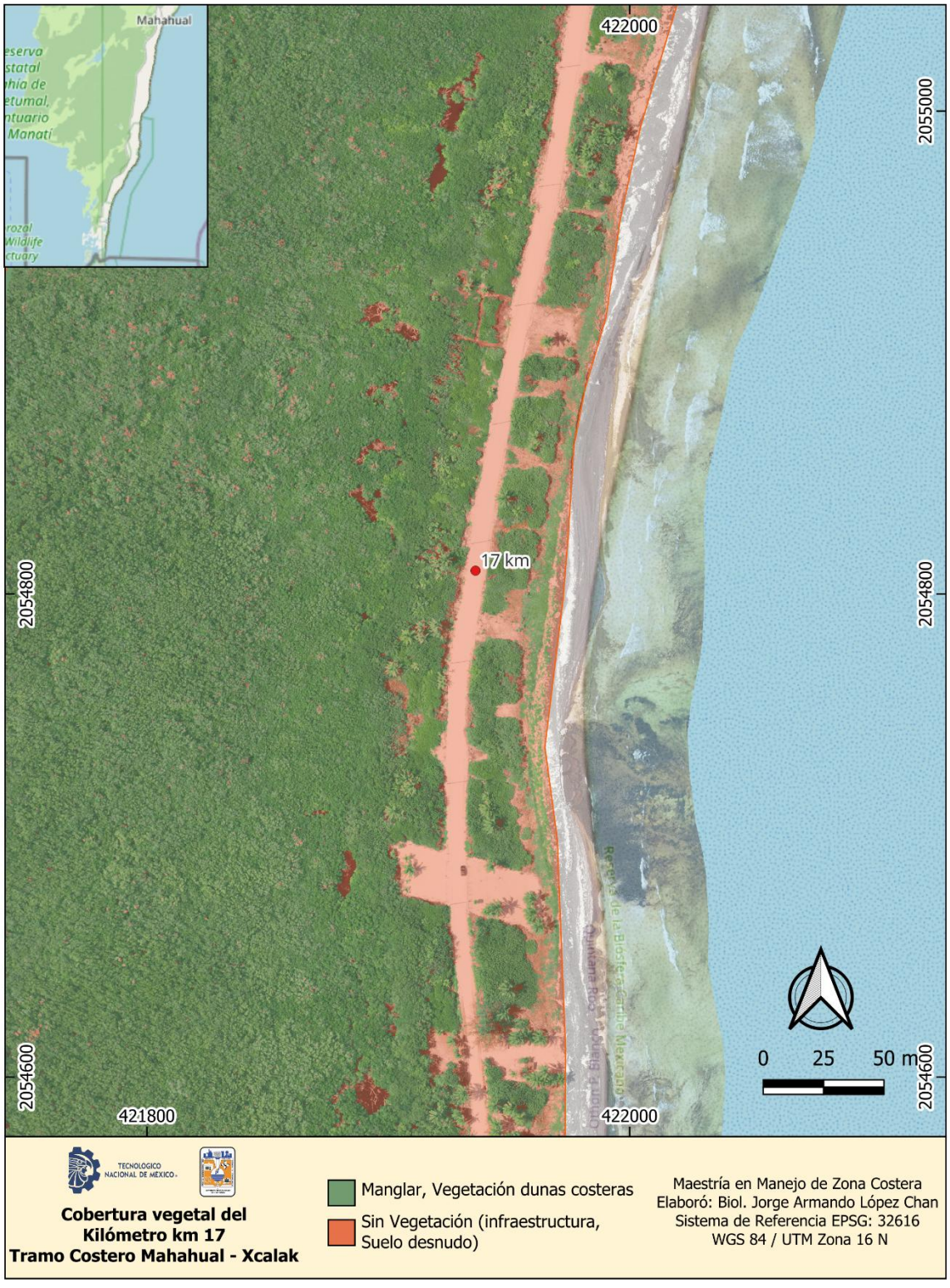

Mahahual
422400
422600
2057400
2057200
057000
14.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 14.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422400
422200
2056800
2056600
15 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 15
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura,
Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

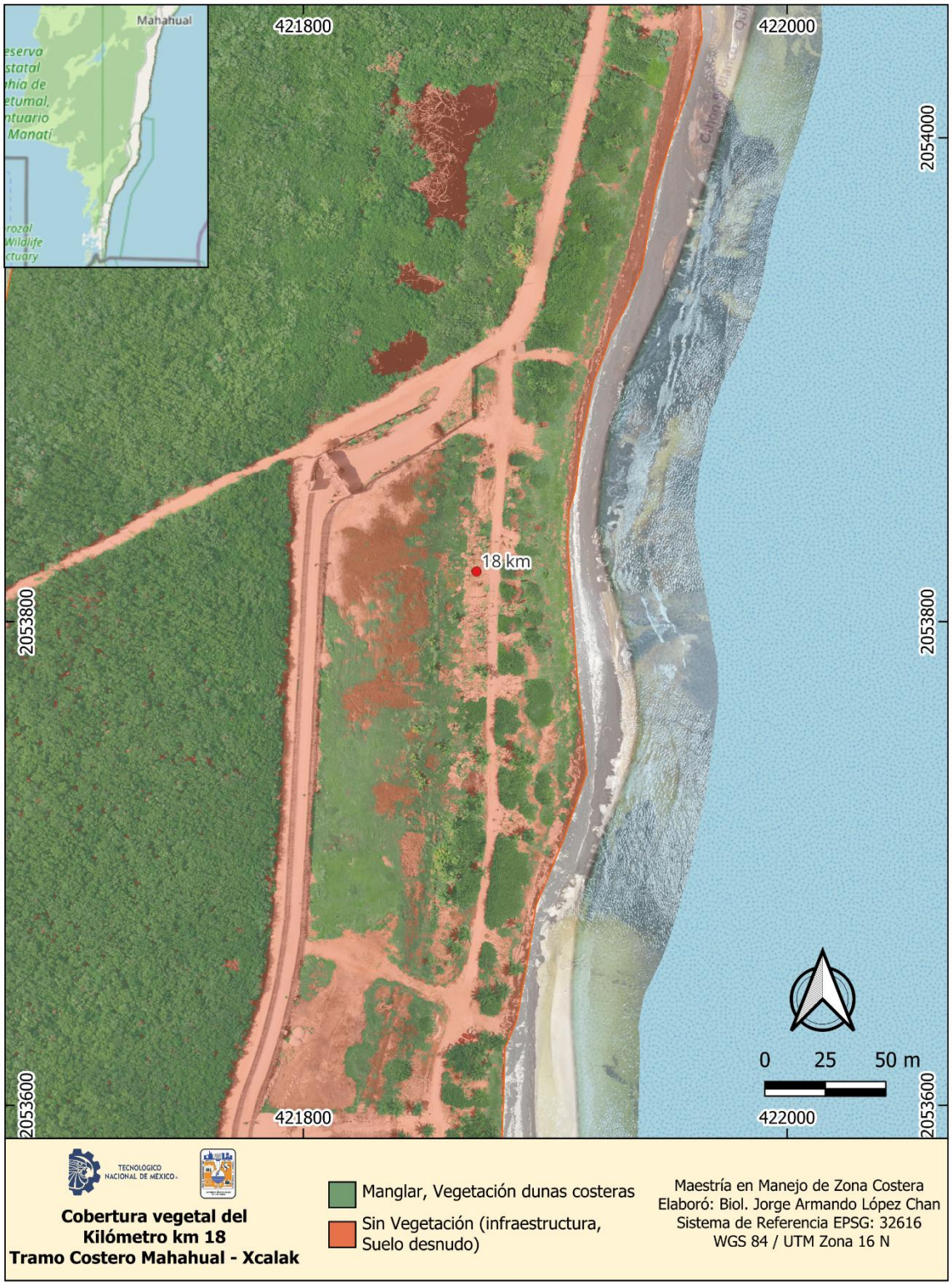

Mahahual
422200
2056400
2056200
15.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 15.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422000
422200
2056000
2055800
2055600
16 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 16
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422000
422200
2055400
2055200
16.5 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 16.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura,
Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422000
2055000
2054800
17 km
2054600
421800
422000
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 17
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422000
2054400
2054200
17.5 km
0 25 50 m
421800
422000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 17.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

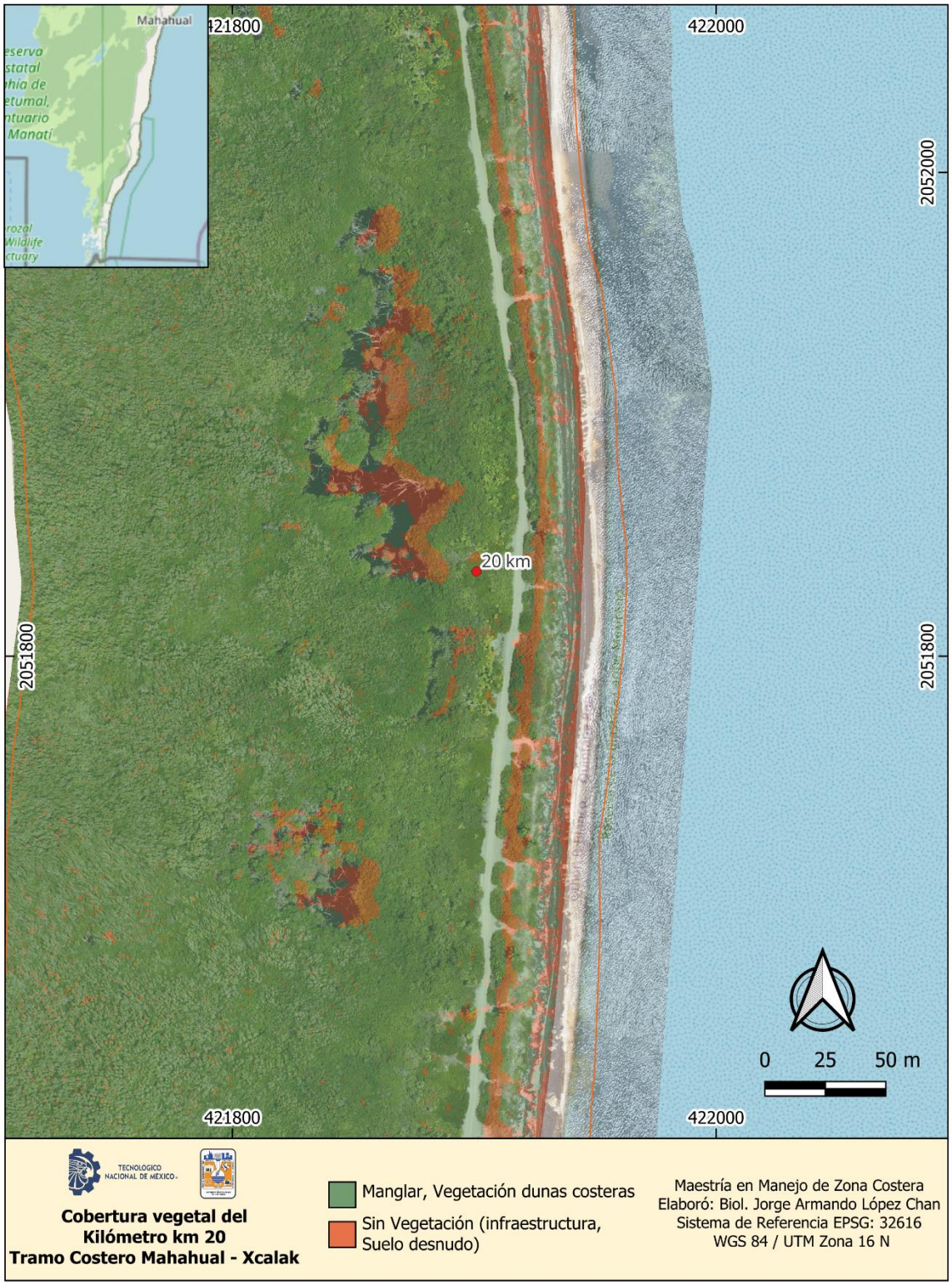

Mahahual
421800
422000
2054000
2053800
2053600
18 km
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del Kilómetro km 18 Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421800
422000
2053400
2053200
18.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 18.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

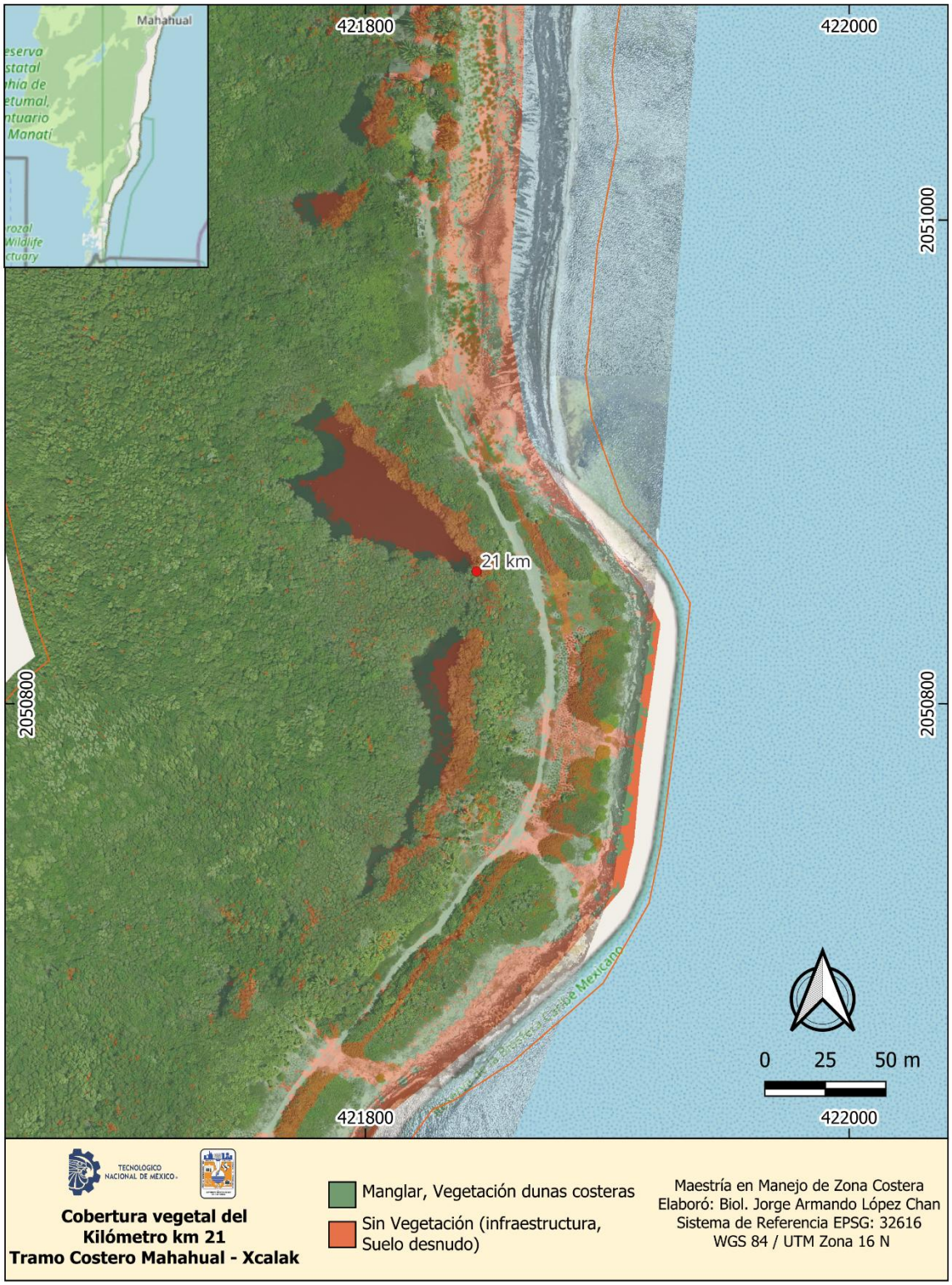

Mahahual
421800
422000
2053000
2052800
2600
19 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 19
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

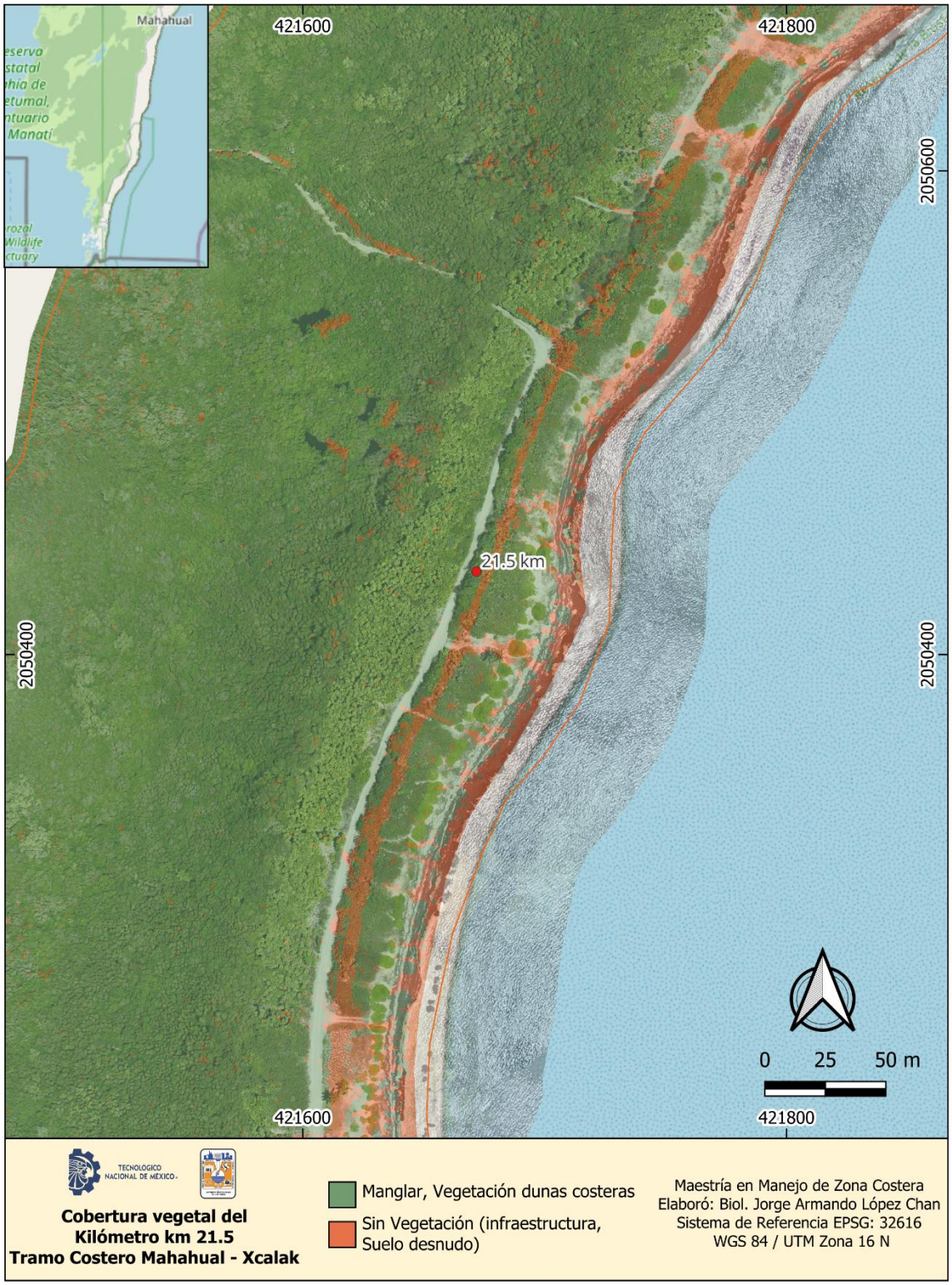

Mahahual
425400
2069600
2069400
1.5 km
Swim Up Bar
0 25 50 m
425200
425400
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 1.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

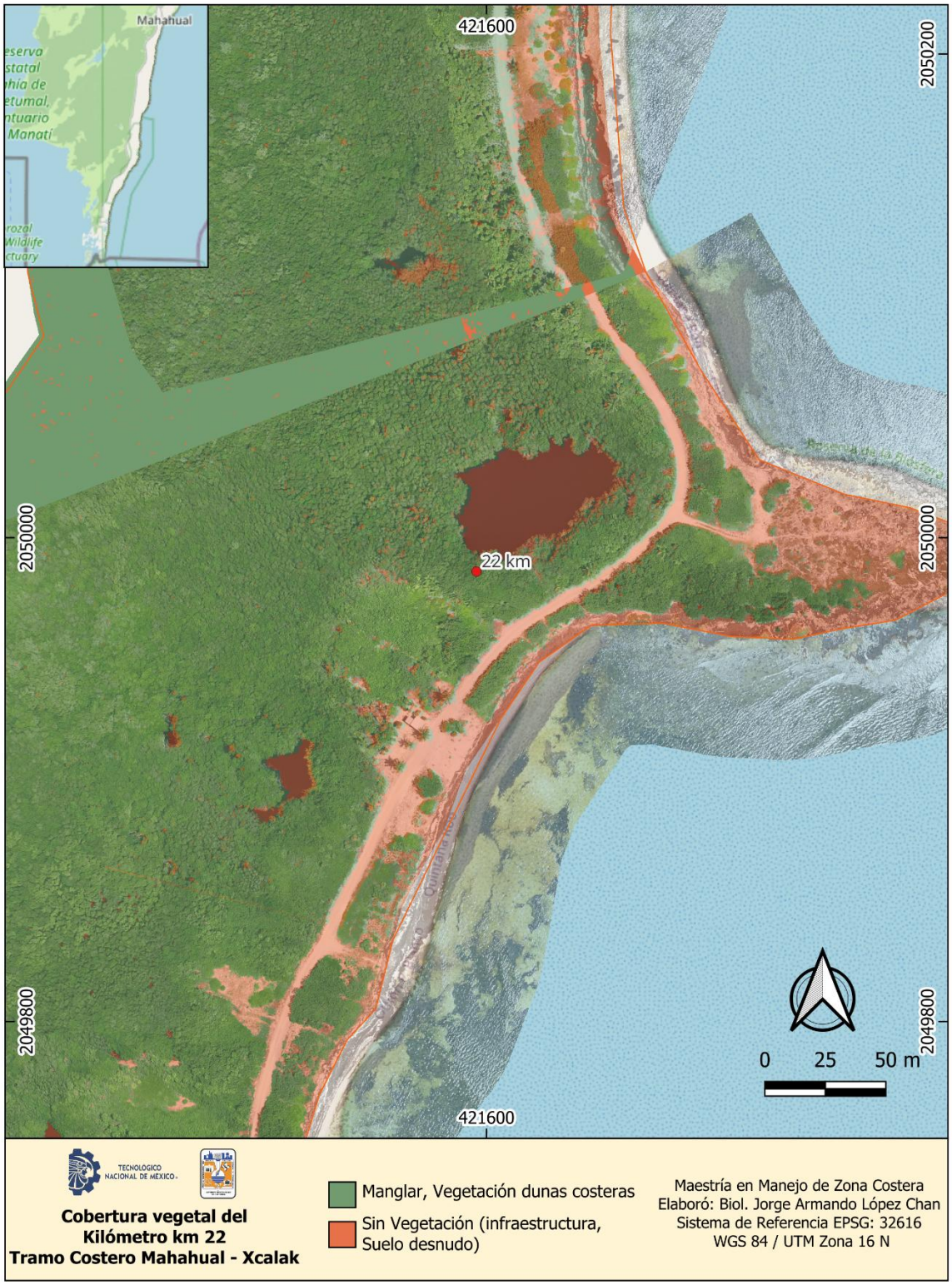

Mahahual
421800
422000
2052400
2052200
19.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 19.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

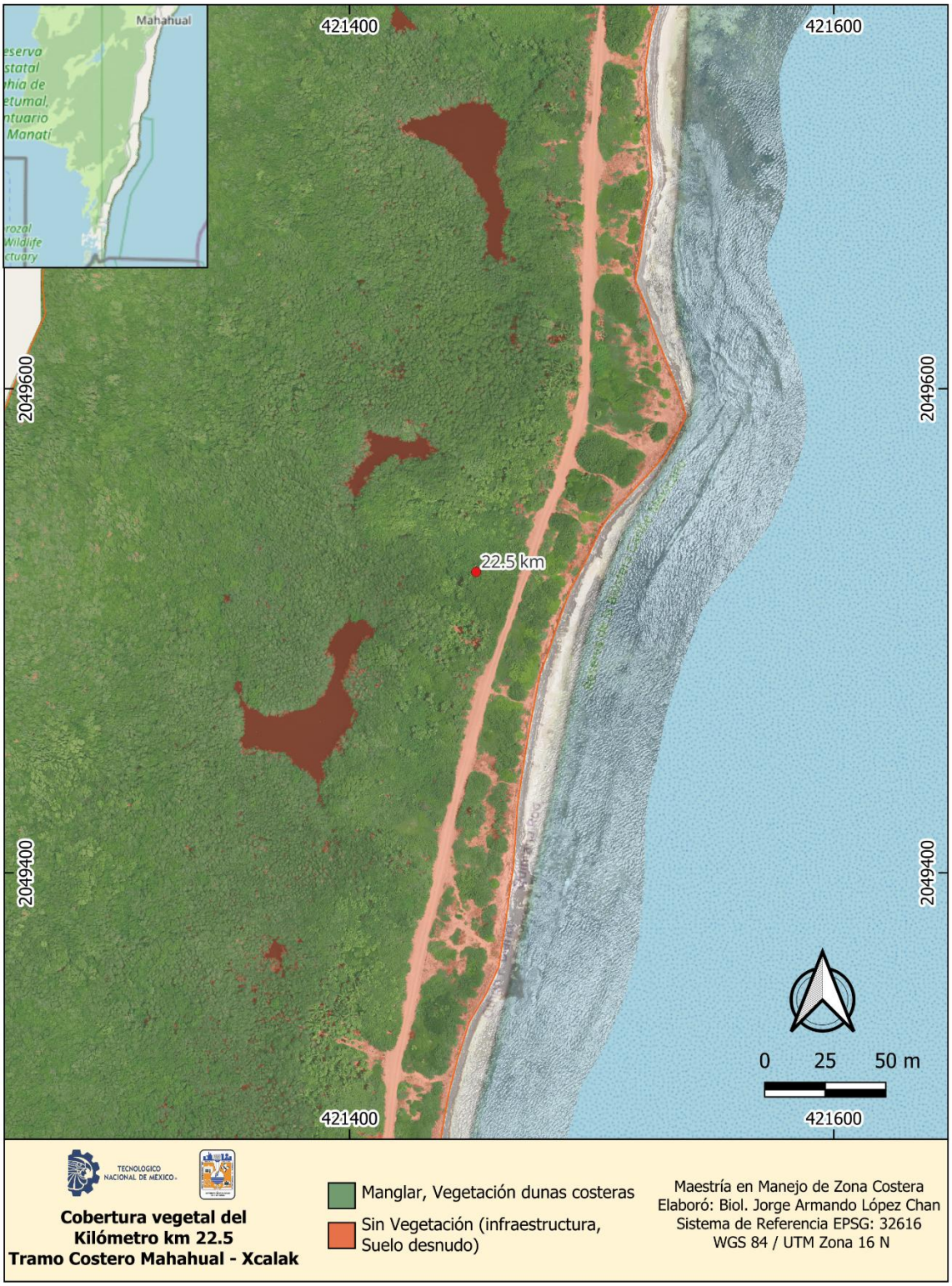

Mahahual
421800
422000
2052000
2051800
20 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 20
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

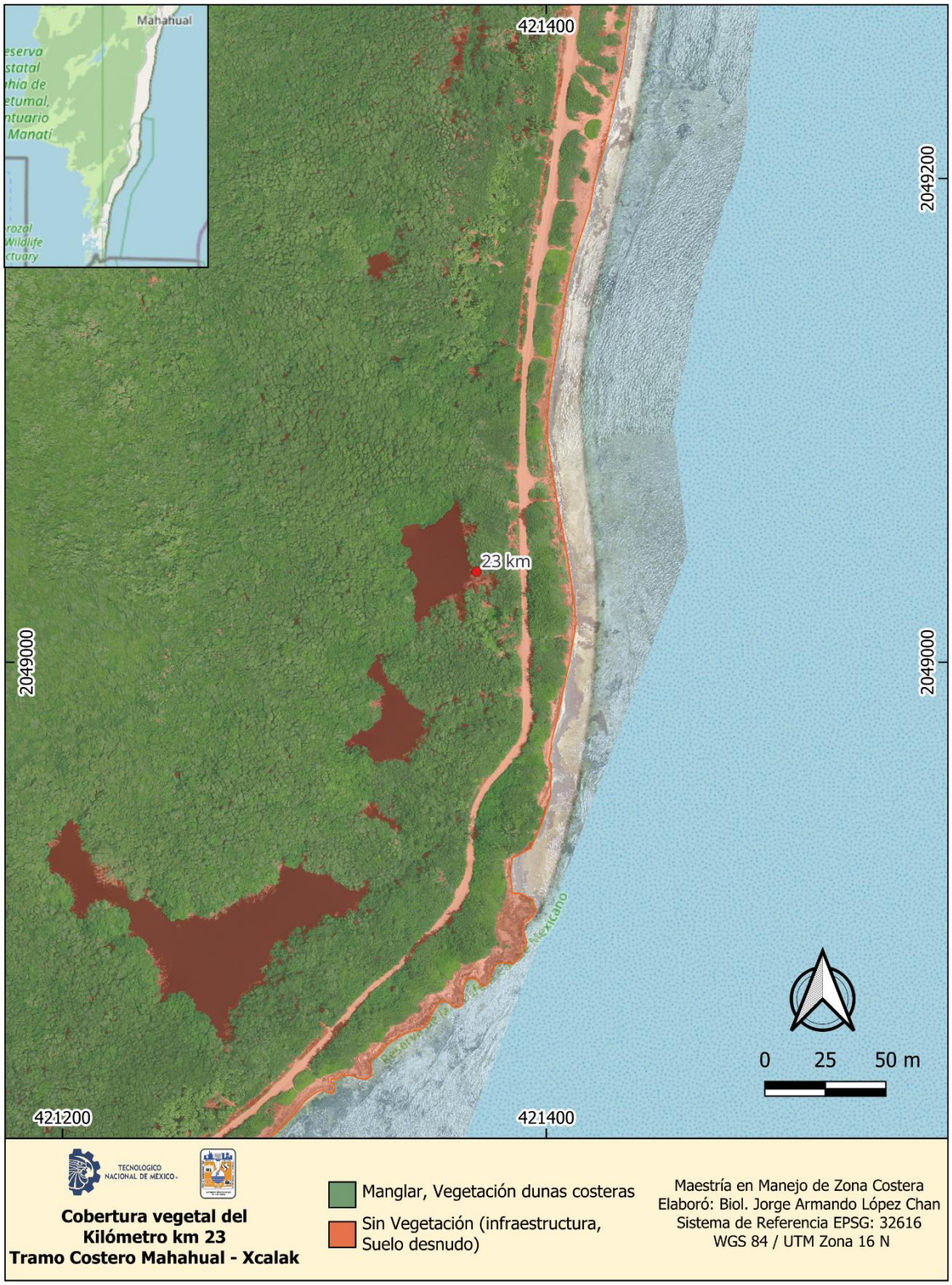

Mahahual
421800
422000
2051400
2051200
20.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 20.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

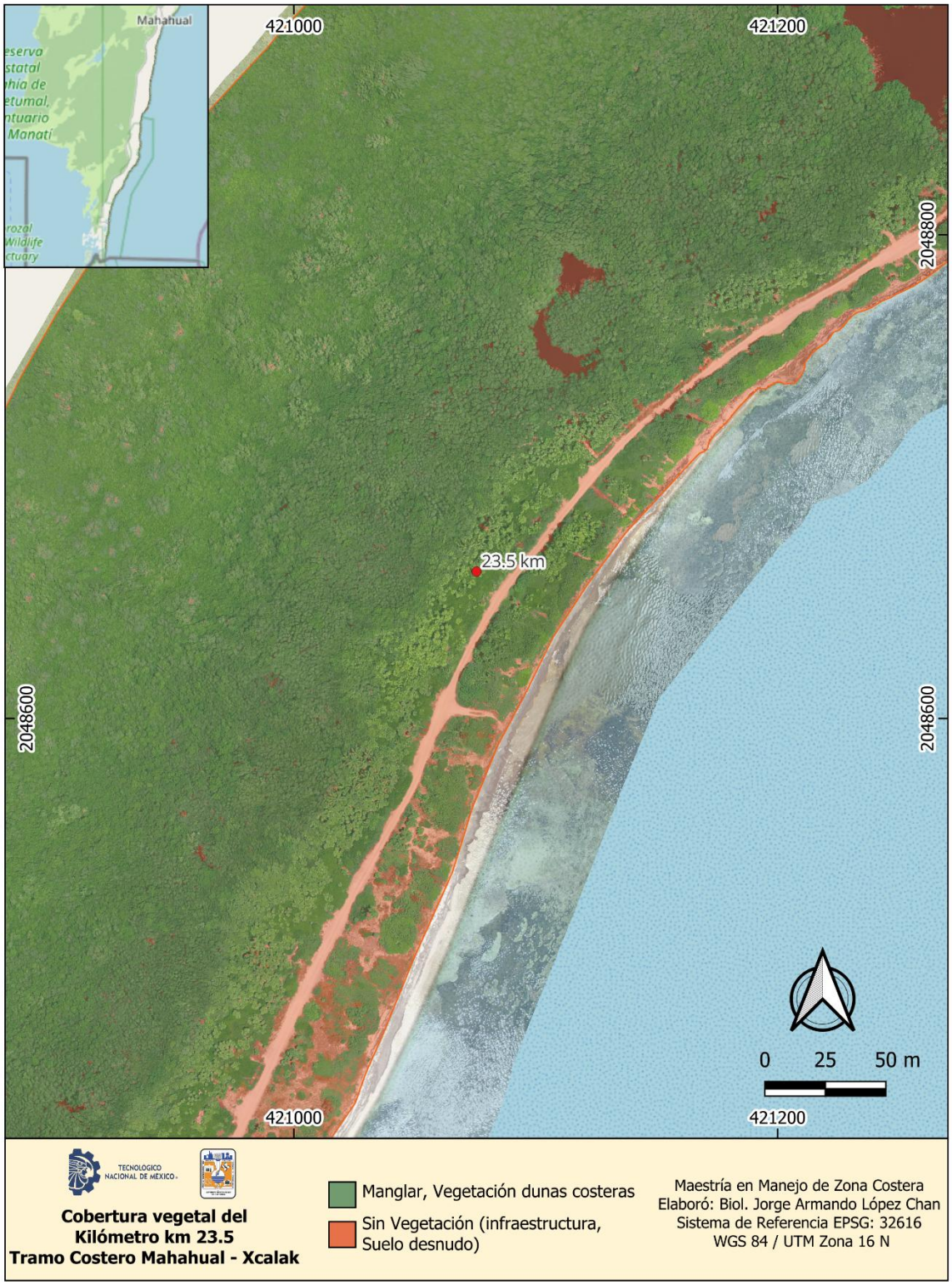

Mahahual
421800
422000
2051000
2050800
21 km
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del Kilómetro km 21
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

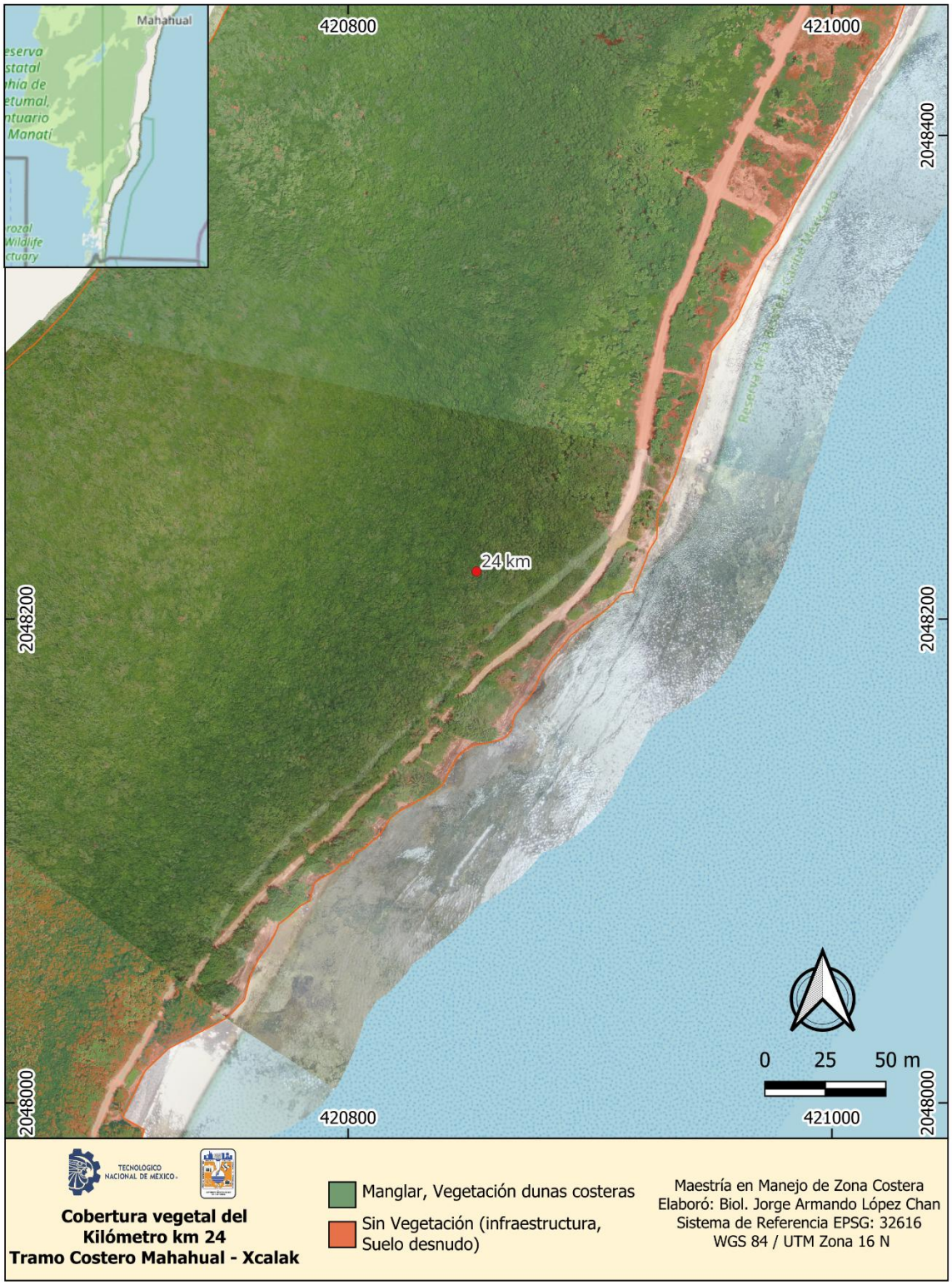

Mahahual
421600
421800
2050600
2050400
21.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 21.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421600
2050200
2050000
22 km
2049800
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del Kilómetro km 22
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421400
421600
2049600
2049400
22.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 22.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421400
2049200
2049000
23 km
421200
421400
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 23
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura,
Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421000
421200
2048800
2048600
23.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 23.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

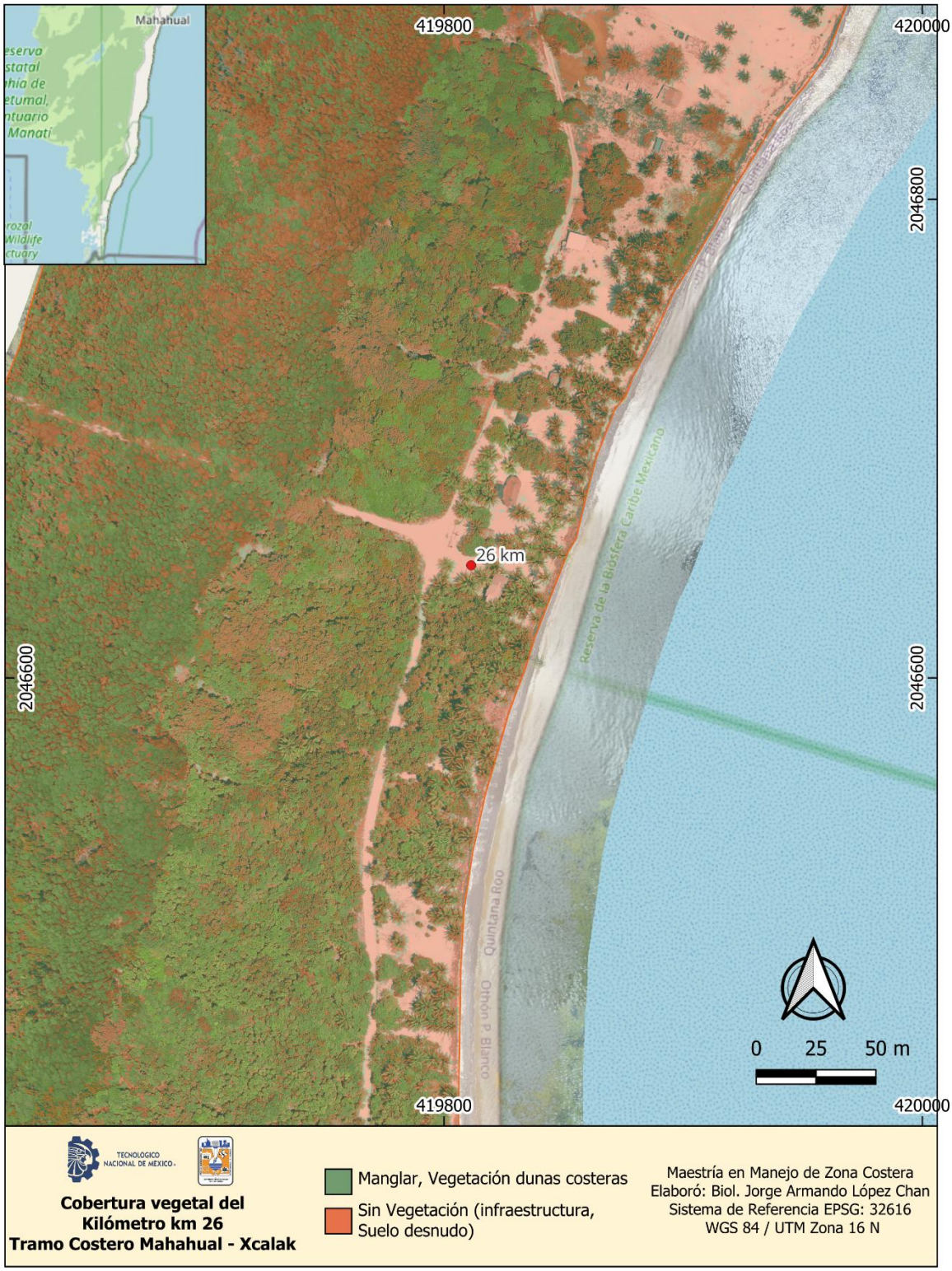

Mahahual
420800
421000
2048400
2048200
2048000
24 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 24
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura,
Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

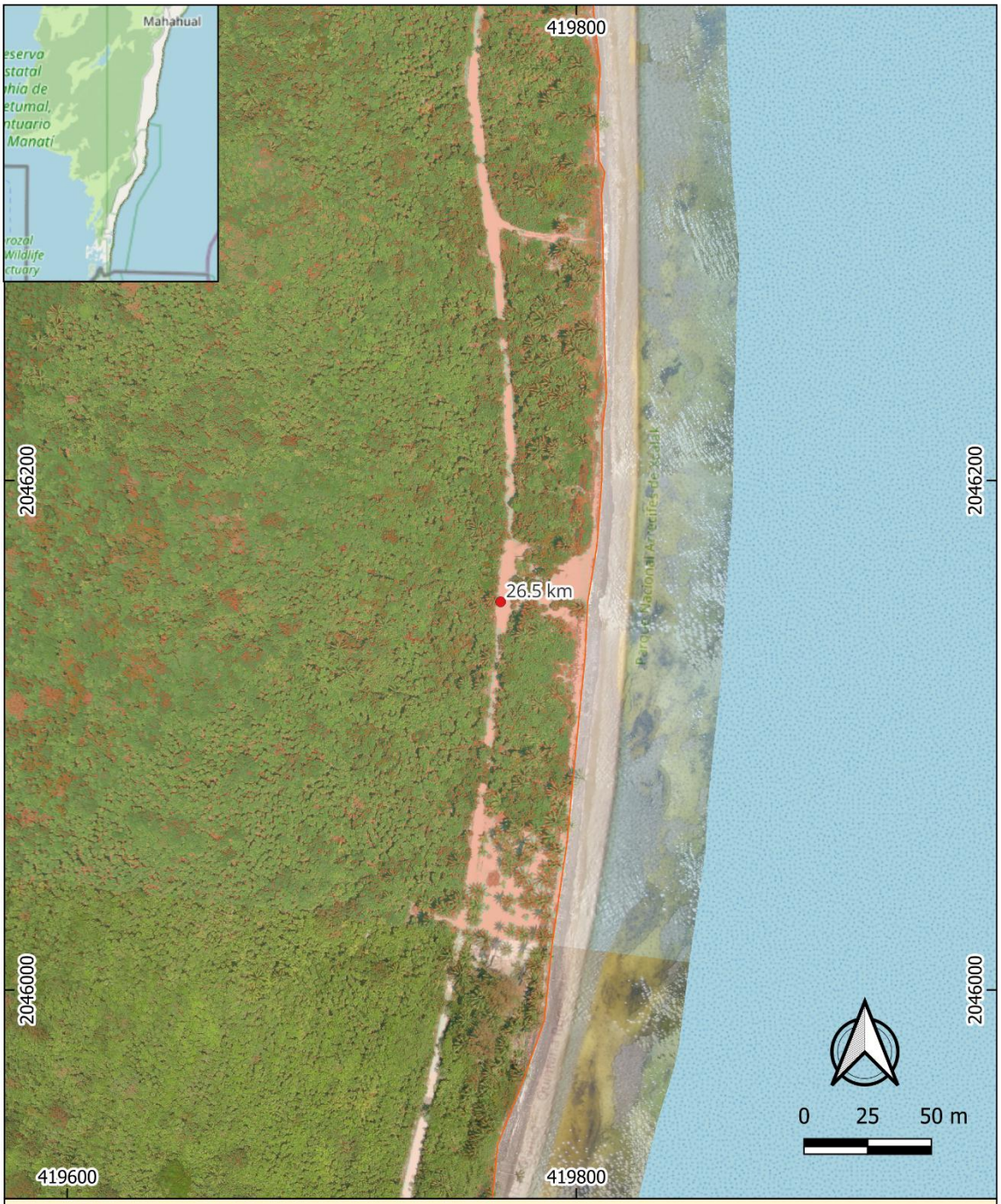

Mahahual
425000
425200
2069200
2069000
2 km
Tony
Camping
Coco Ha
Calle Malecón Mahahual
Quintana Roo
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 2
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
420600
2048000
2047800
24.5 km
Quintana Roo
Pt Blanco
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
420400
420600
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 24.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
420200
420400
2047600
2047400
25 km
Quintana Roo
Othón P. Blanco
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 25
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
420000
2047200
2047000
25.5 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
Quintana Roo
0 25 50 m
419800
420000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 25.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419800
420000
2046800
2046600
26 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
Quintana Roo
Othón P. Blanco
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del Kilómetro km 26
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

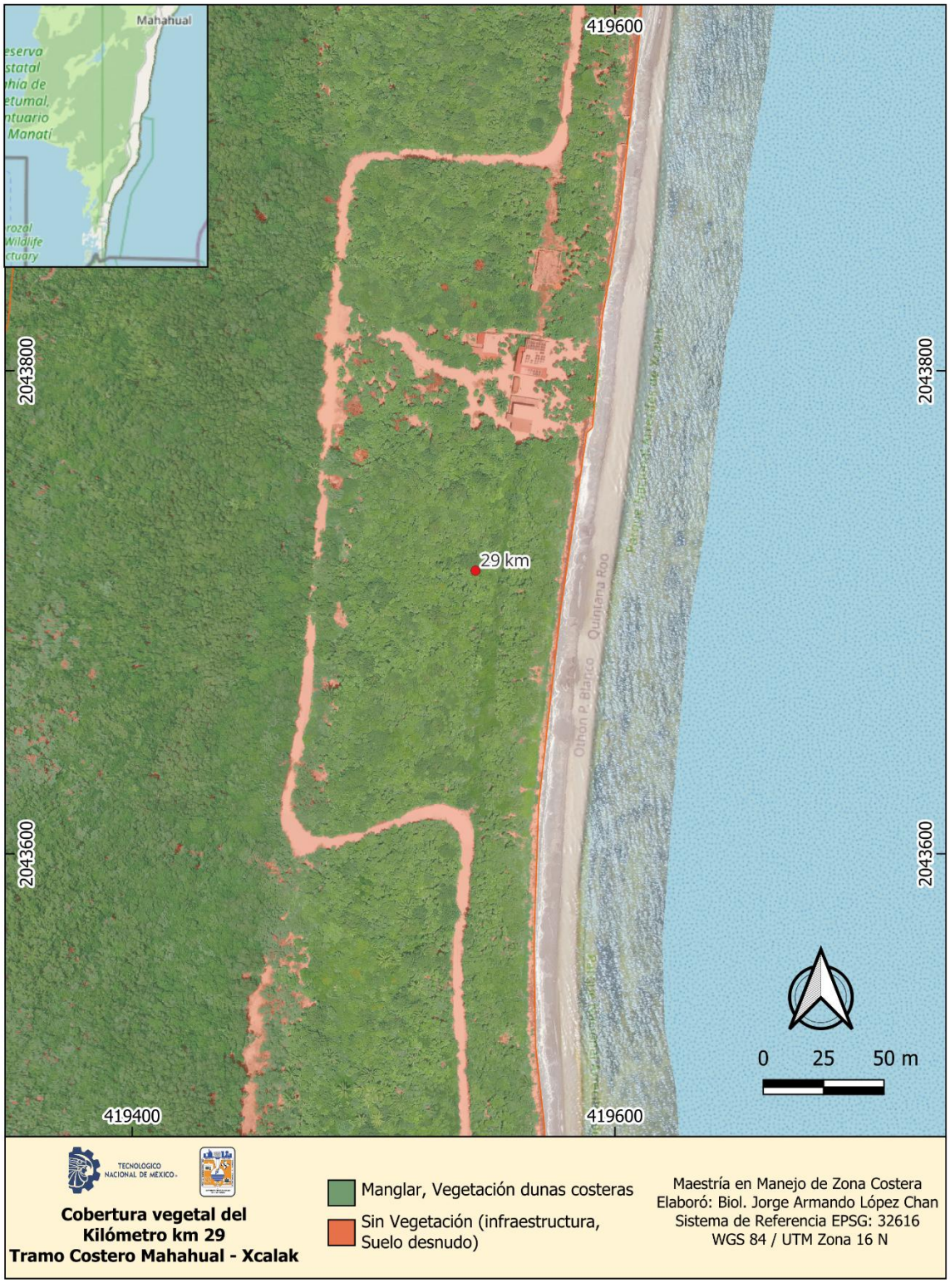

Mahahual
419800
2046200
26.5 km
2046000
419600
419800
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 26.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

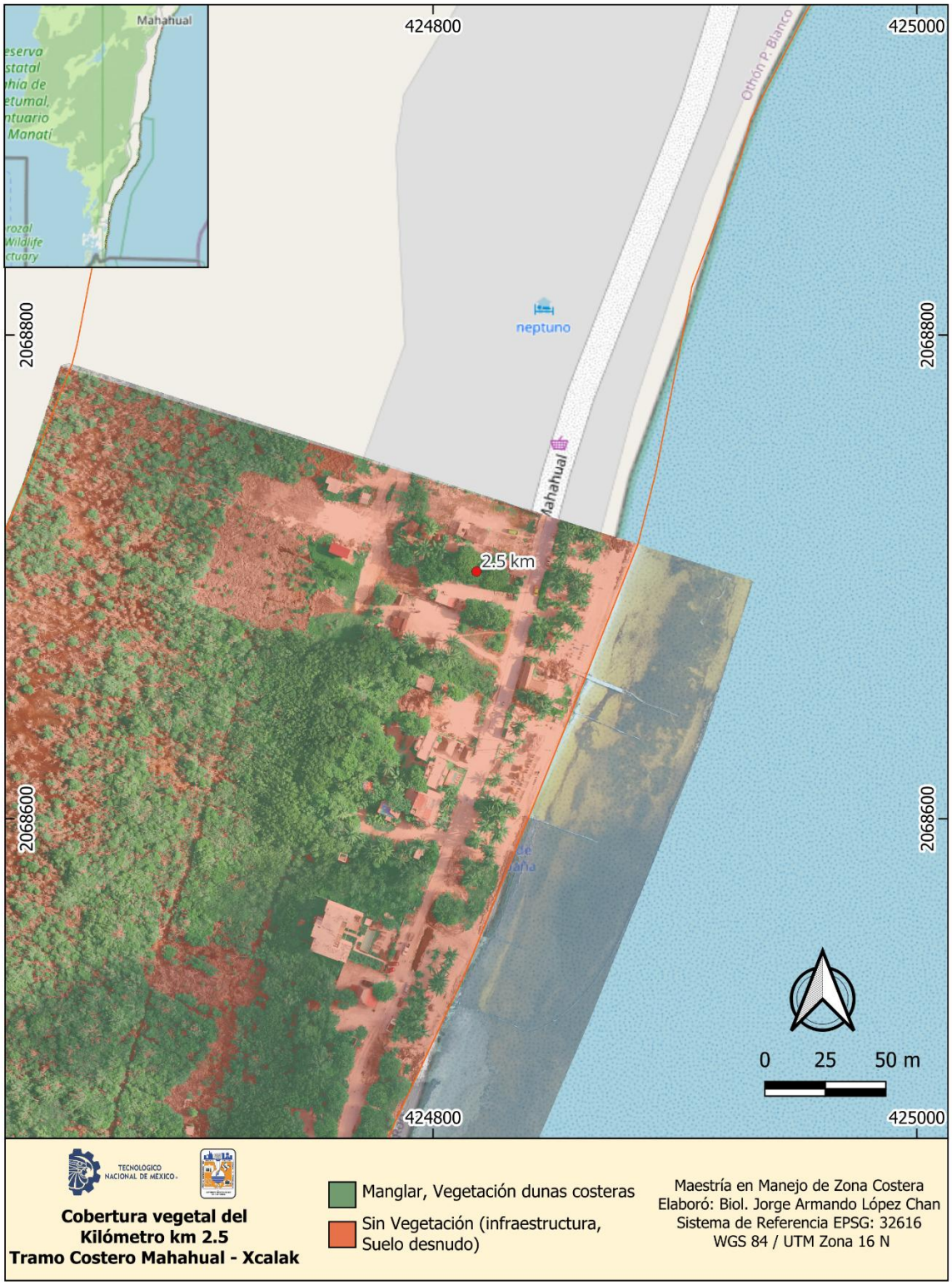

Mahahual
419600
419800
2045800
2045600
27 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 27
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419400
419600
2045400
2045200
2045000
27.5 km
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del Kilómetro km 27.5 Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

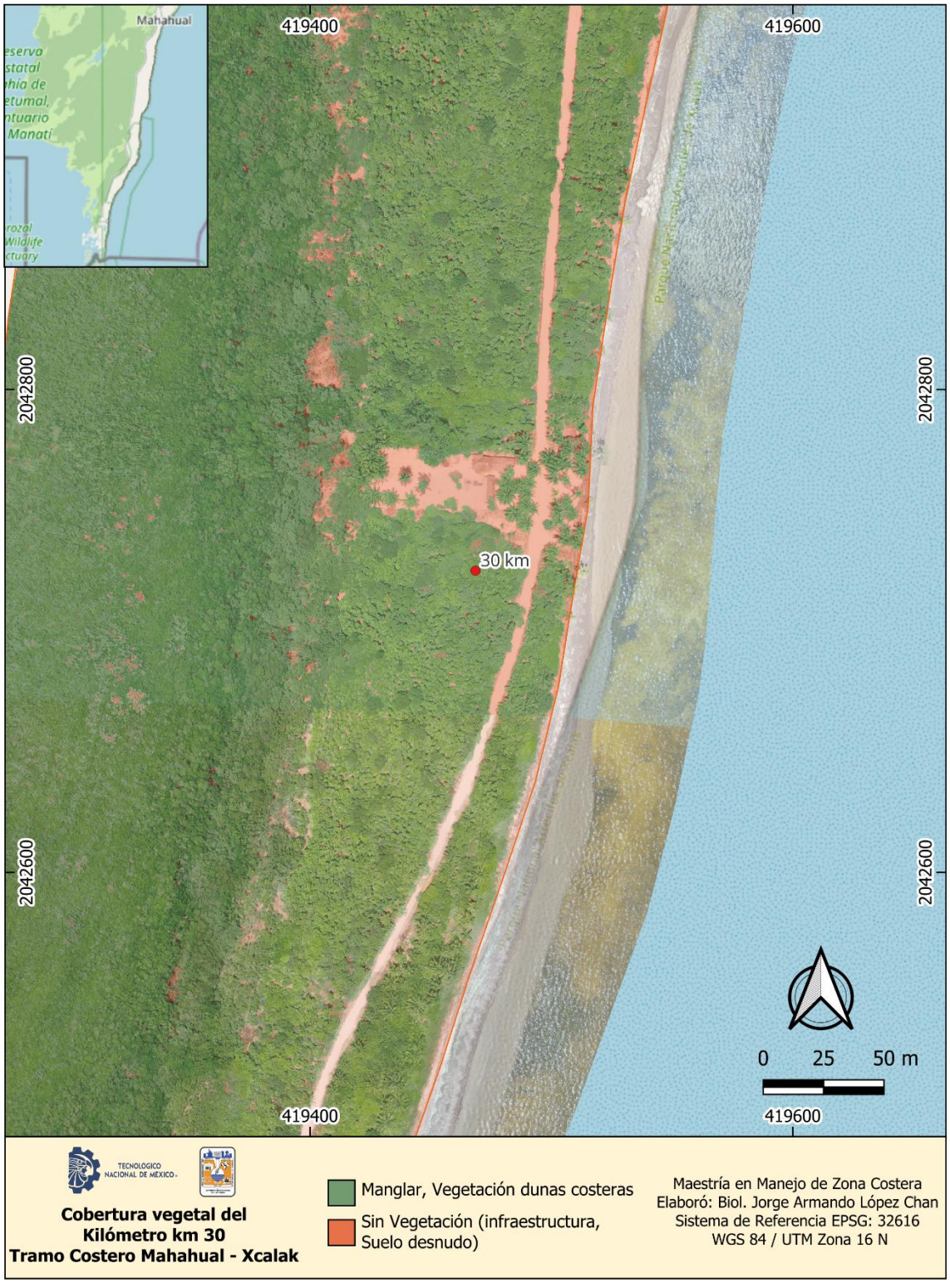

Mahahual
419600
2044800
2044600
28 km
0 25 50 m
419400
419600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 28
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

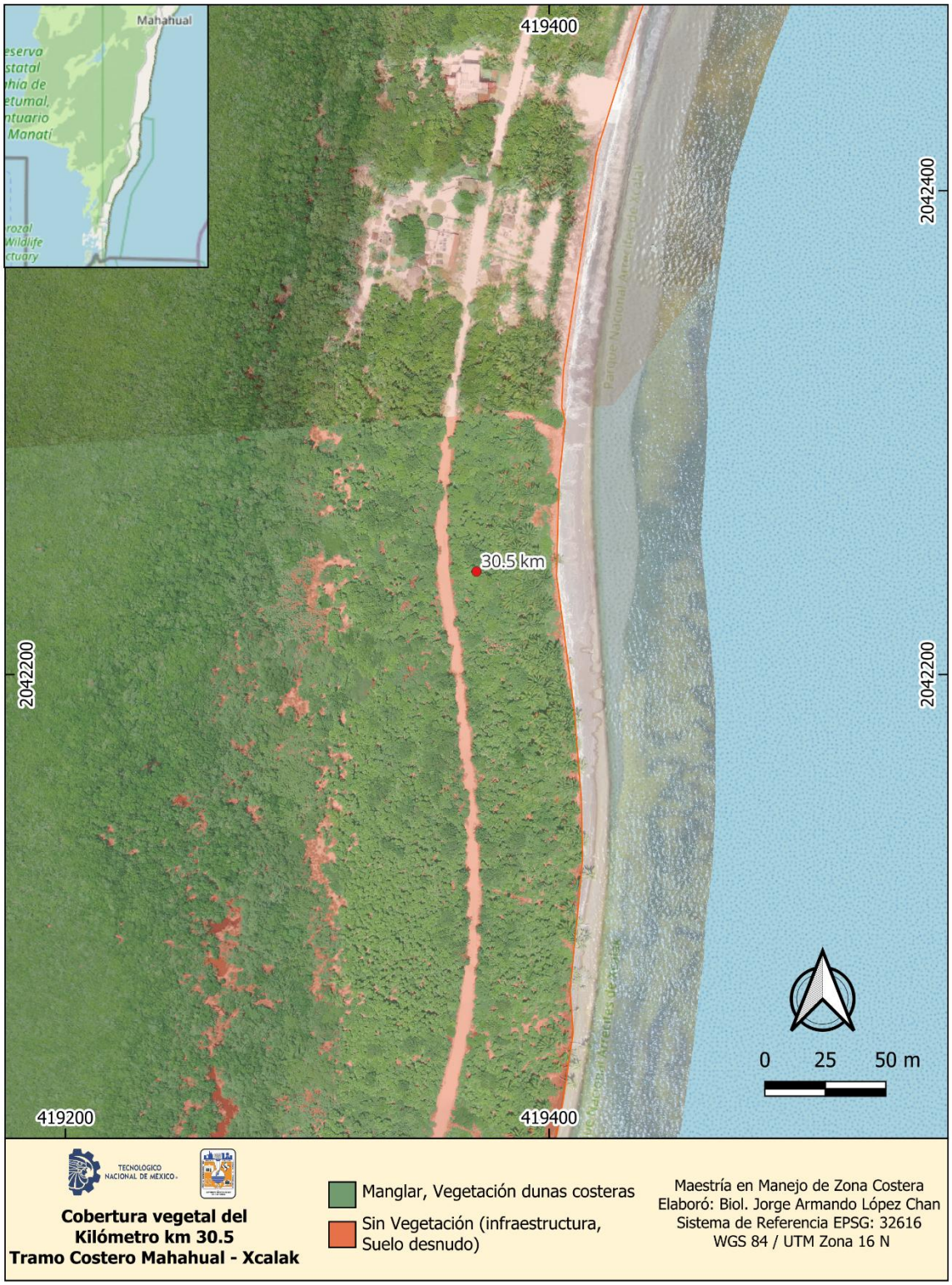

Mahahual
419600
2044400
2044200
2044000
28.5 km
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del Kilómetro km 28.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419600
2043800
2043600
29 km
Quintana Roo
Oihon P. Blanco
0 25 50 m
419400
419600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 29
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
424800
425000
Othón P. Blanco
2068800
2068600
neptuno
Mahahual
2.5 km
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 2.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak


Mahahual
29.5 km
419400
419600
2043000
2043200
2043400
0 25 50 m
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Cobertura vegetal del Kilómetro km 29.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419400
419600
2042800
2042600
30 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 30
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419400
2042400
2042200
30.5 km
419200
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 30.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419200
419400
2041800
2041600
31 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 31
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

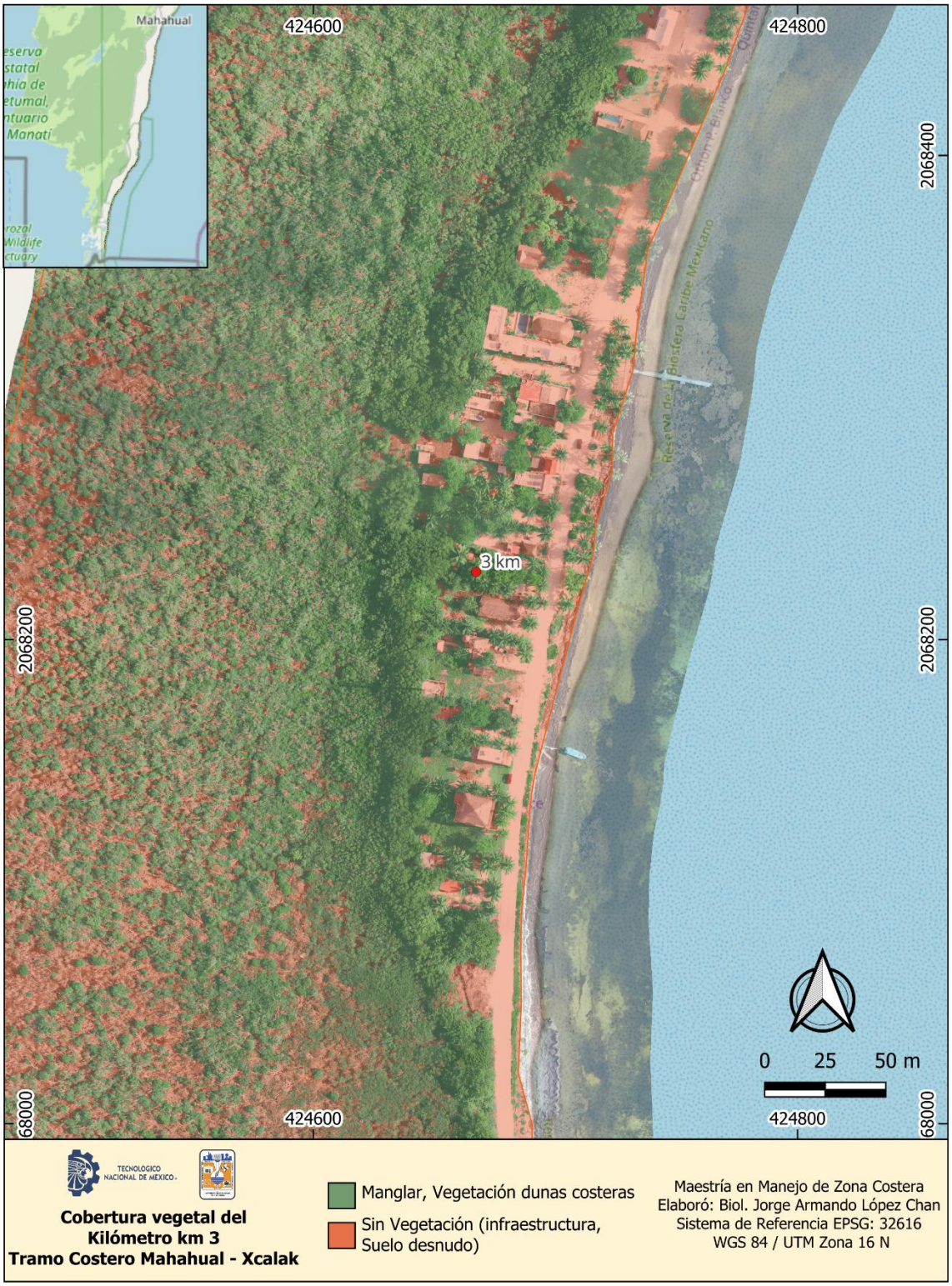

Mahahual
419200
419400
2041400
2041200
31.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
Quintana Roo
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 31.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419400
2041000
2040800
2040600
32 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
419200
419400
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 32
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

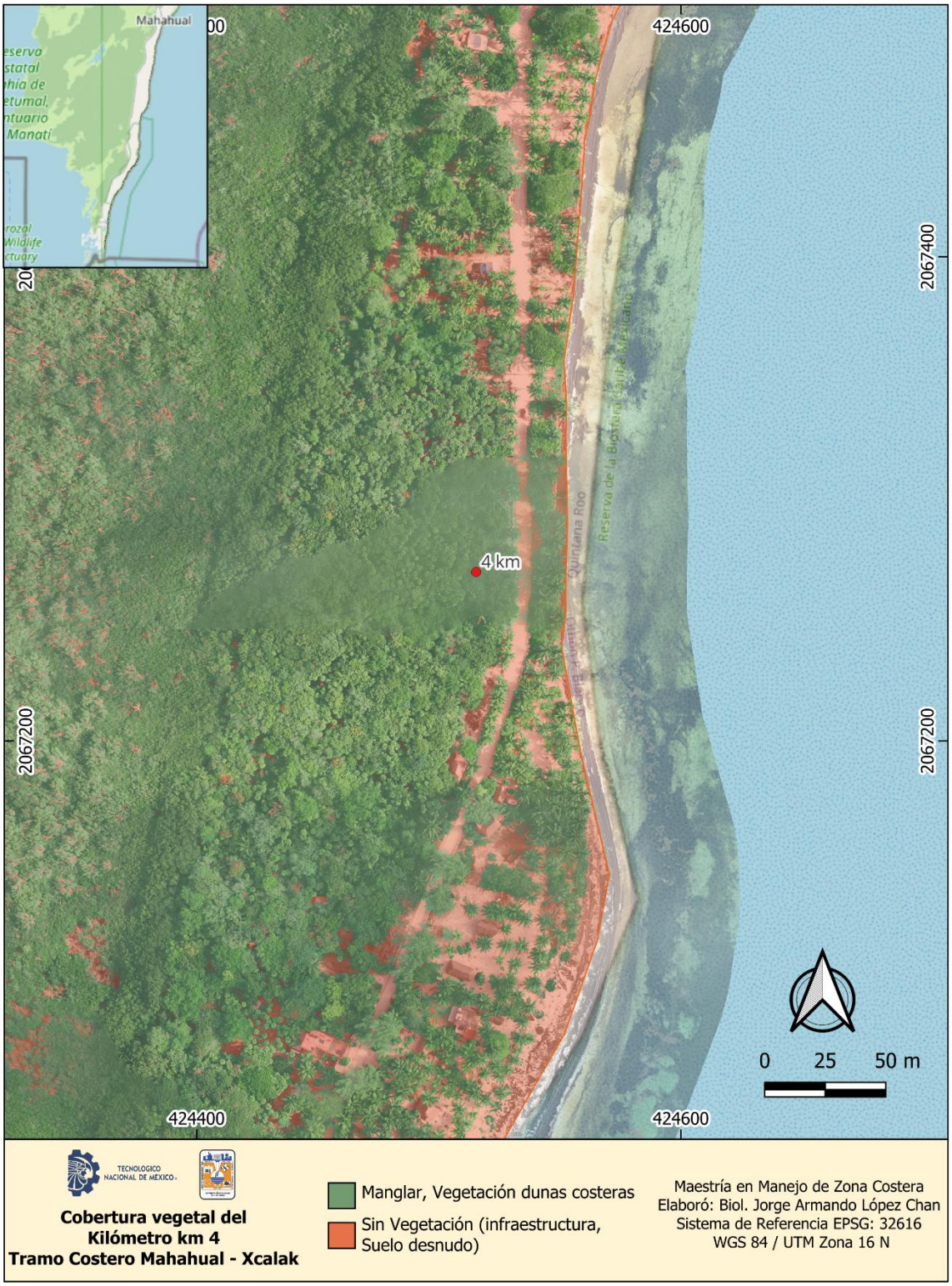

Mahahual
419600
2040400
2040200
32.5 km
419400
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 32.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N



Cobertura vegetal del Kilómetro km 33 Tramo Costero Mahahual - Xcalak

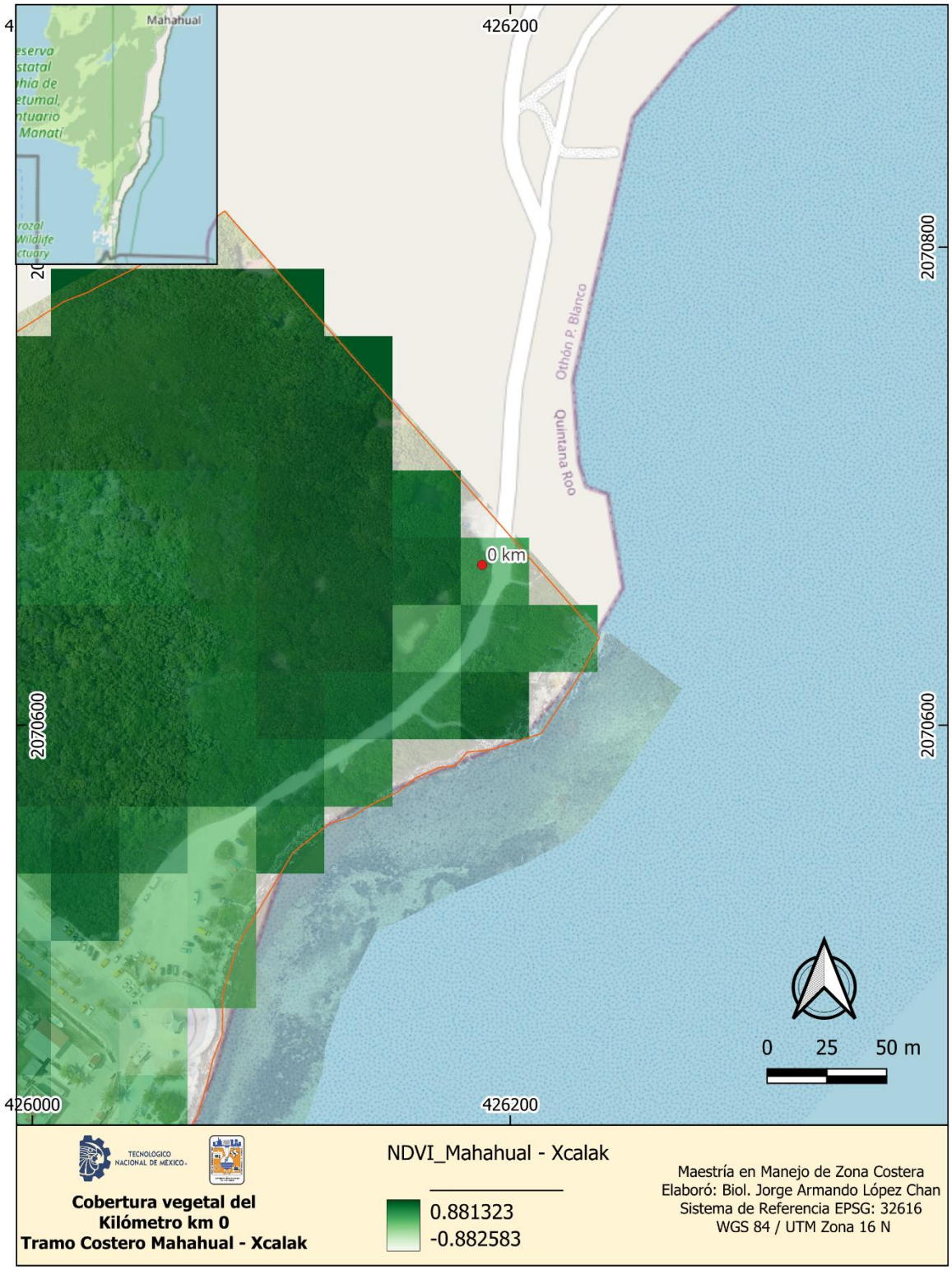

Mahahual
424600
424800
2068400
2068200
68000
3 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 3
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

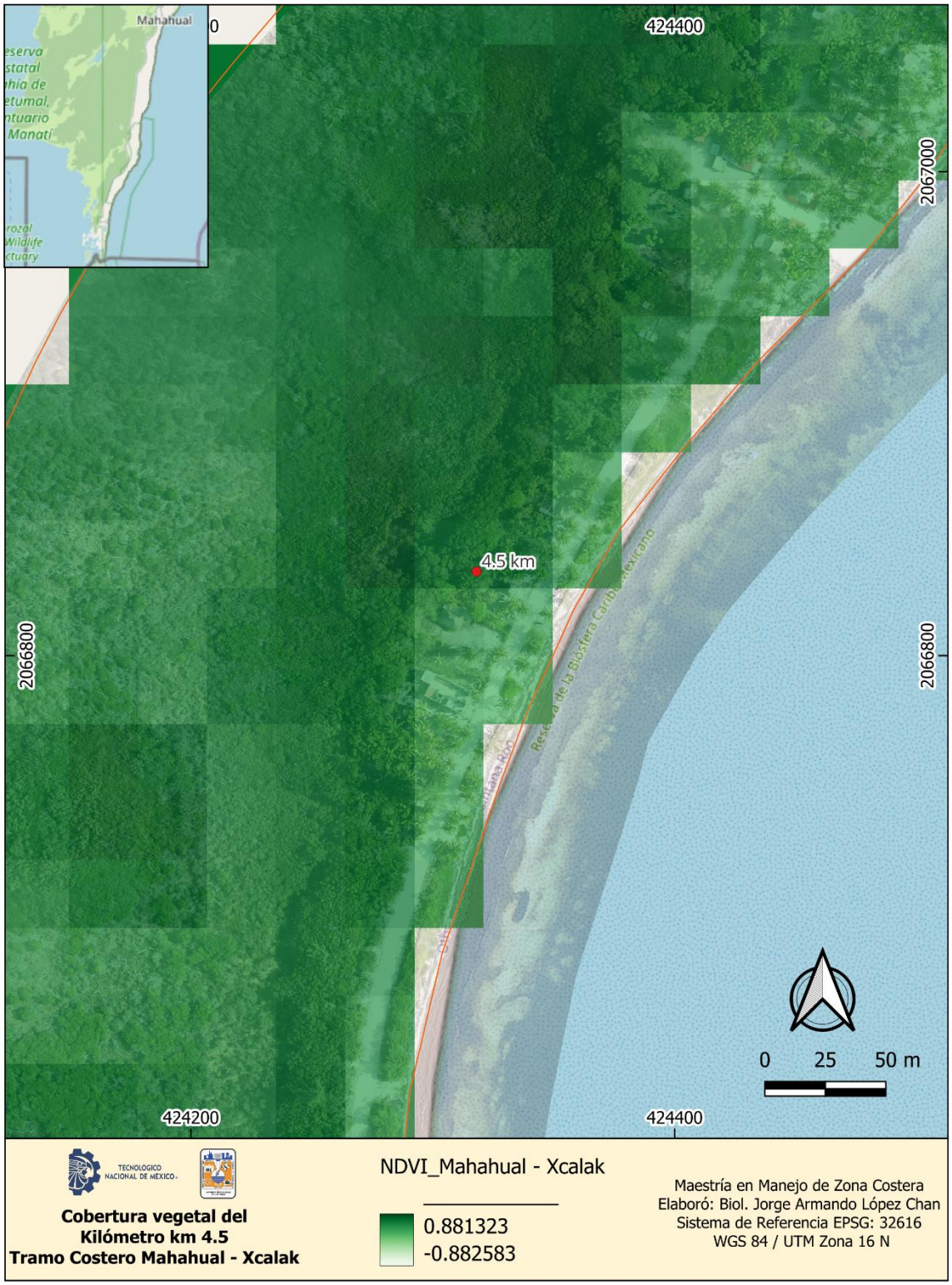

Mahahual
424600
424800
2067800
2067600
3.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 3.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

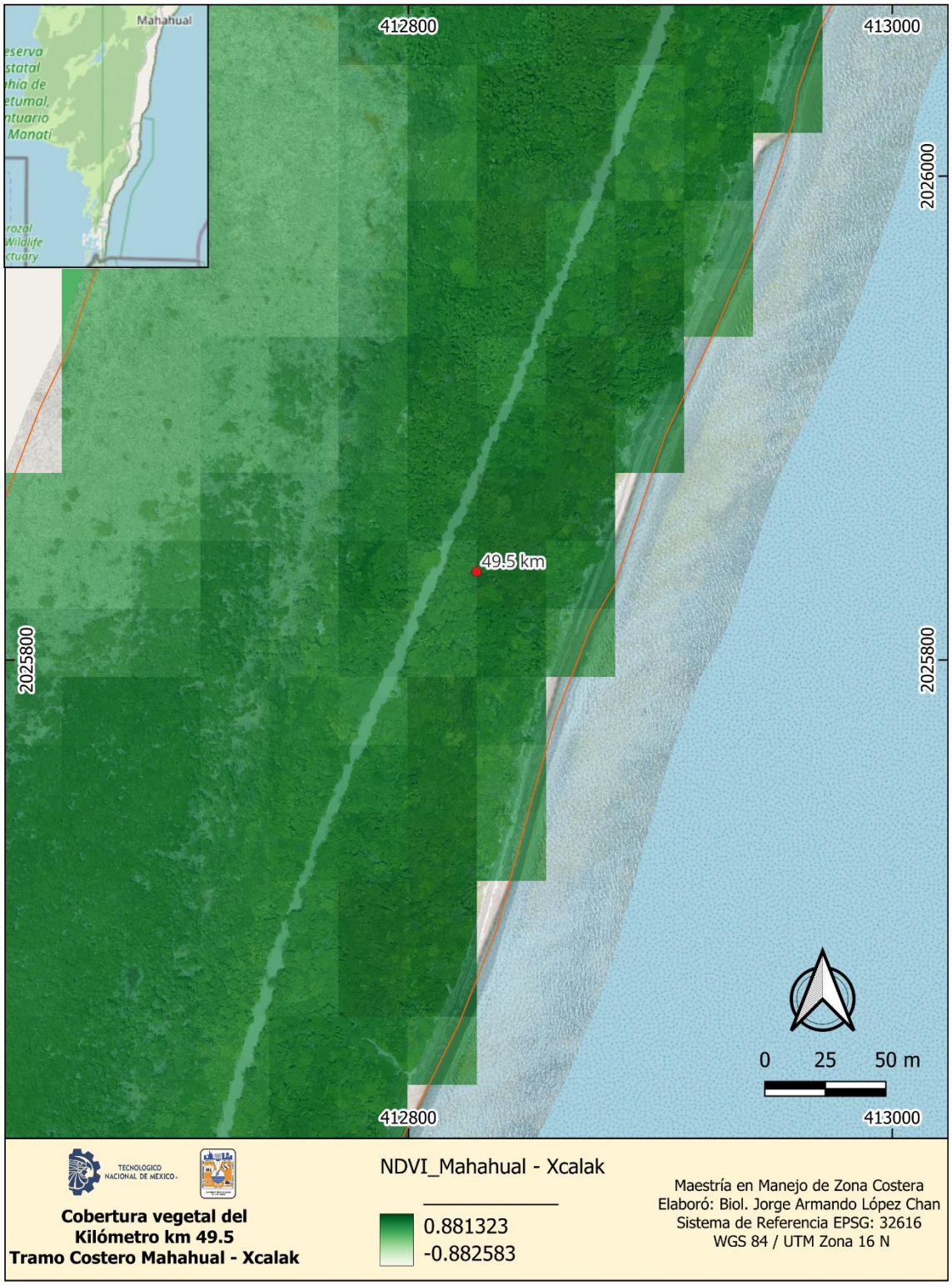

Mahahual
424600
2067400
2067200
4 km
Quintana Roo
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
424400
424600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 4
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Manglar, Vegetación dunas costeras
Sin Vegetación (infraestructura, Suelo desnudo)
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

ANEXO 3

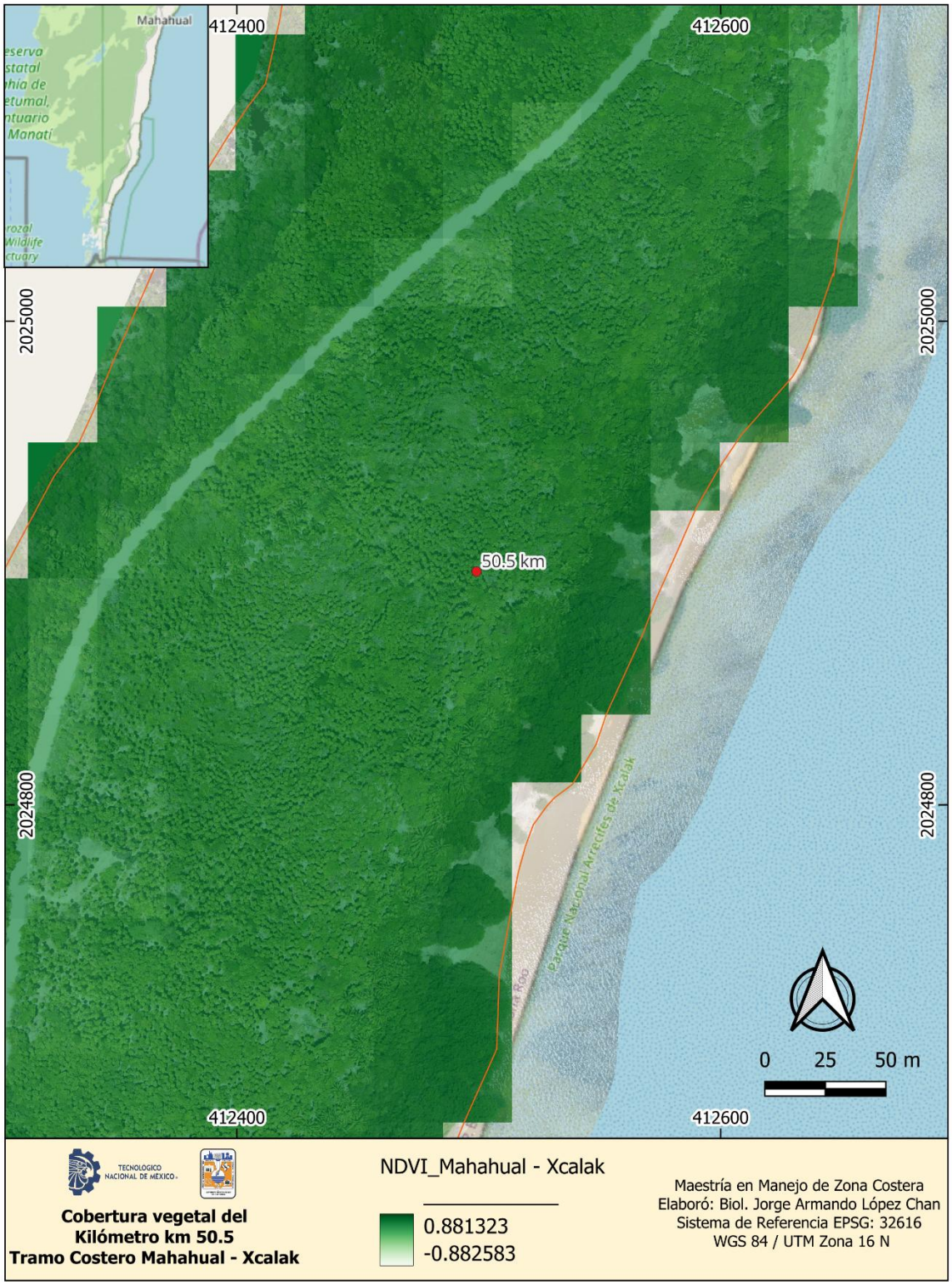
Mapas del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) del tramo costero Mahahual – Xcalak


Mahahual
426200
2070800
2070600
Othón P. Blanco
Quintana Roo
0 km
0 25 50 m
426000
426200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 0
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

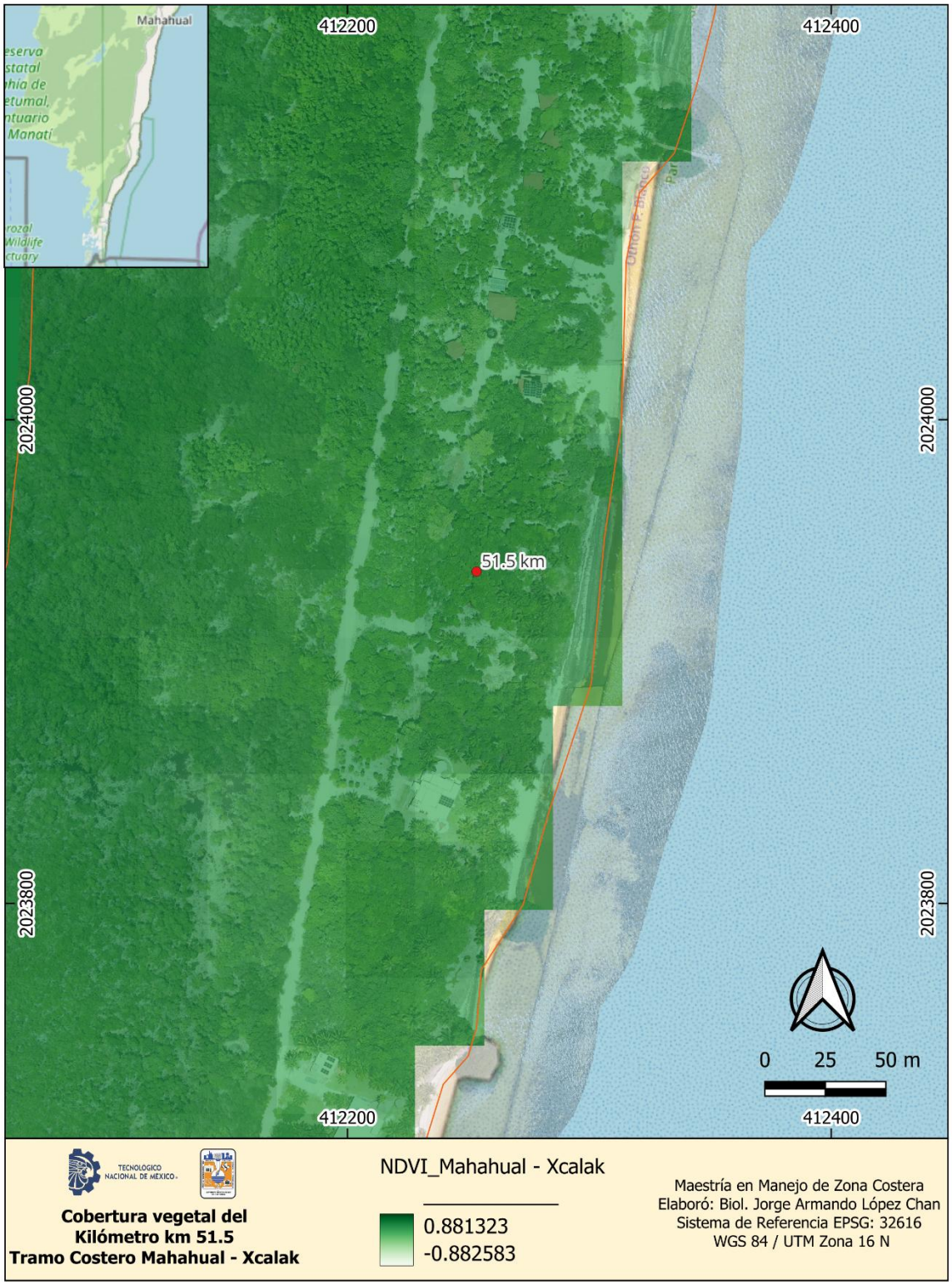

Mahahual
0
424400
2067000
2066800
4.5 km
2066800
0 25 50 m
424200
424400
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 4.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
412800
413000
2026000
2025800
49.5 km
0
25
50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 49.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
412600
412800
2025400
2025200
50 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 50
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
412400
412600
2025000
2024800
50.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 50.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
412400
2024600
2024400
51 km
412200
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 51
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
412200
412400
2024000
2023800
51.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 51.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
2000
412200
2023600
2023400
52 km
Parque
Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
412000
412200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 52
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
412000
2023200
2023000
2022800
411800
52.5 km
Parque Nacional
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 52.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

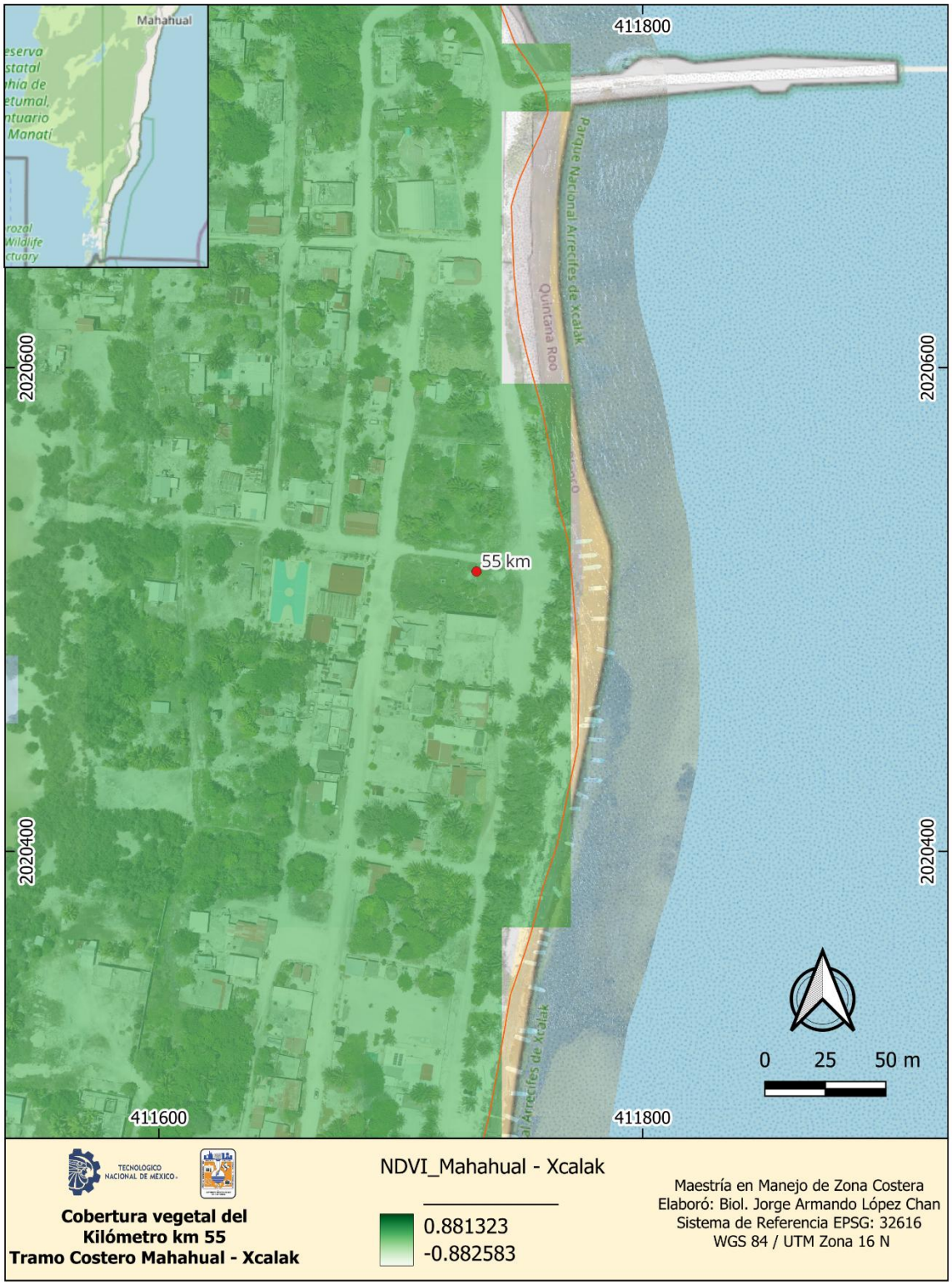

Mahahual
411800
412000
2022600
2022400
53 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 53
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

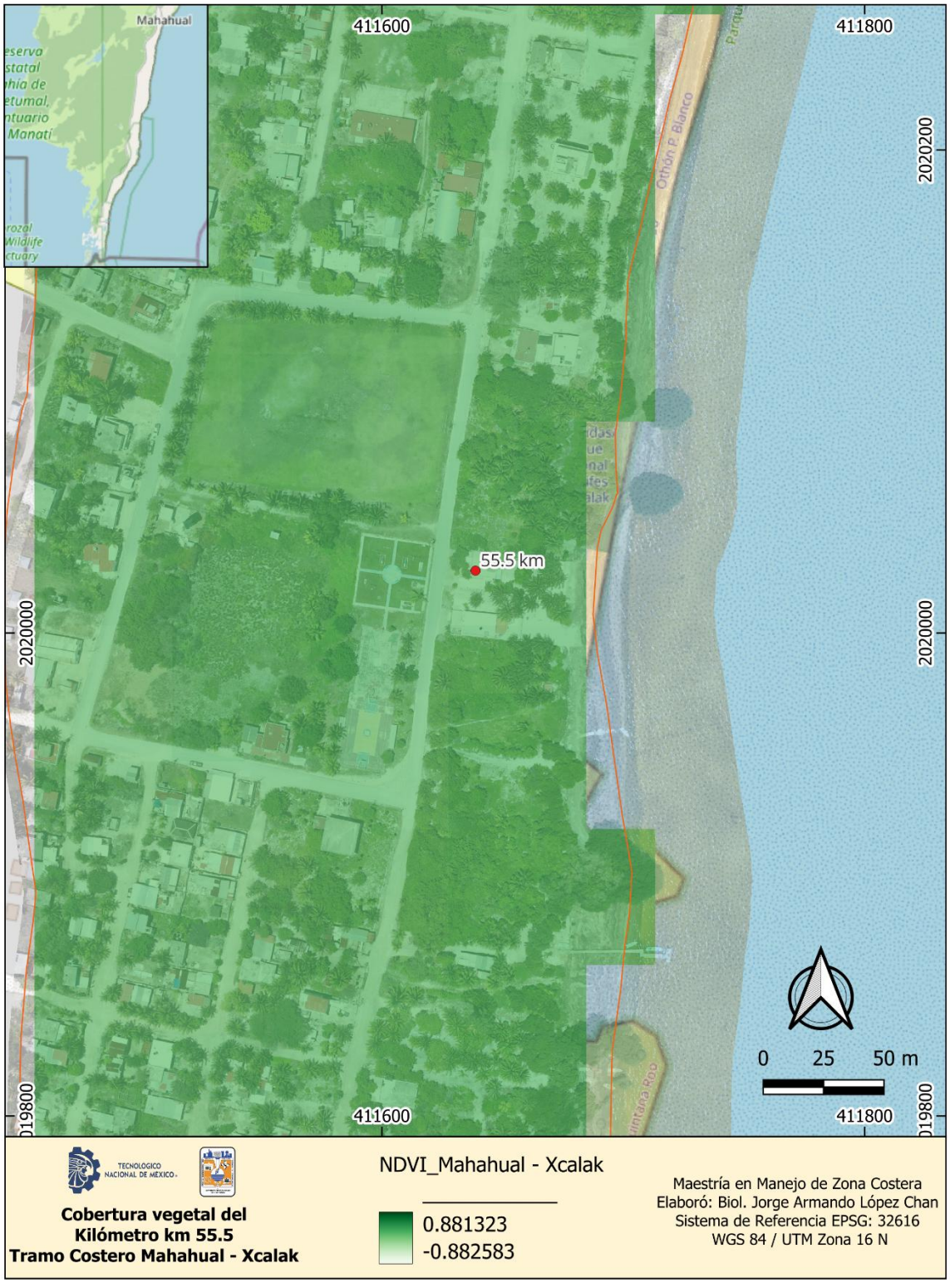

Mahahual
411800
412000
2022200
2022000
2021800
53.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 53.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
411800
2021600
54 km
2021400
411600
411800
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 54
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
424200
424400
2066400
2066200
5 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
411800
2021200
2021000
2020800
411600
54.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 54.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

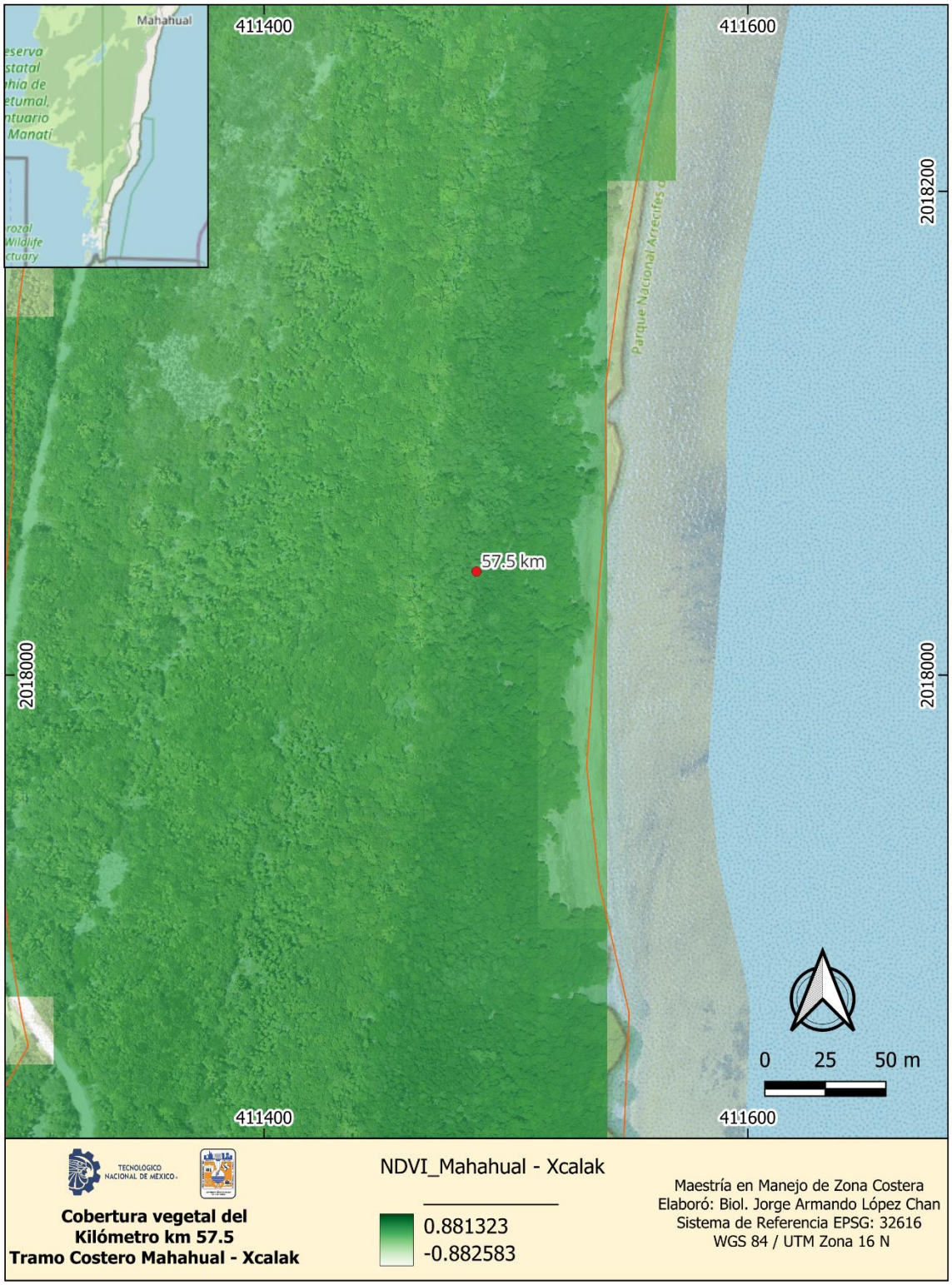

Mahahual
411800
411600
2020600
2020400
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
Quintana Roo
55 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 55
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

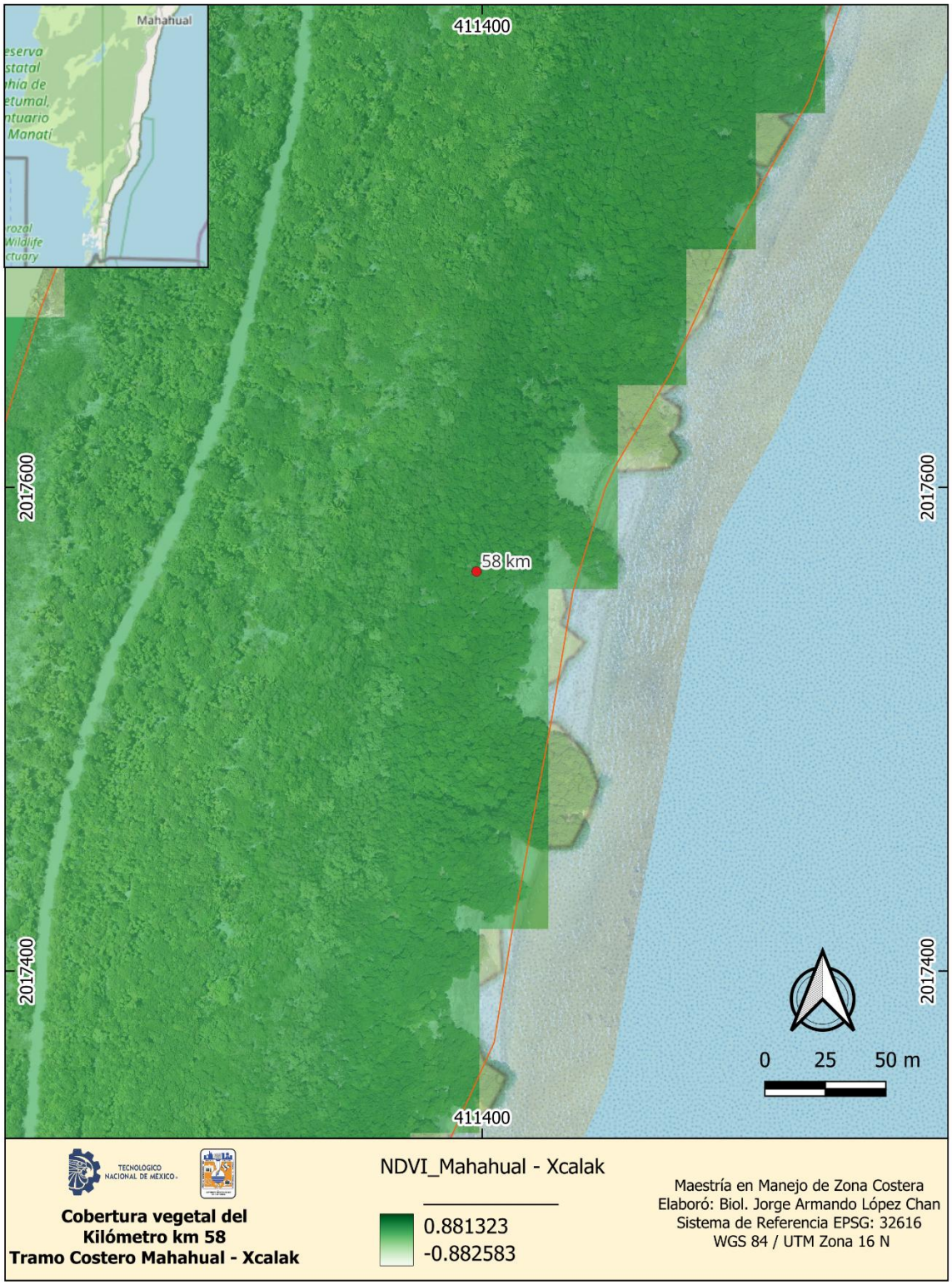

Mahahual
411600
411800
2020200
2020000
019800
55.5 km
Othón P. Blanco
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 55.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

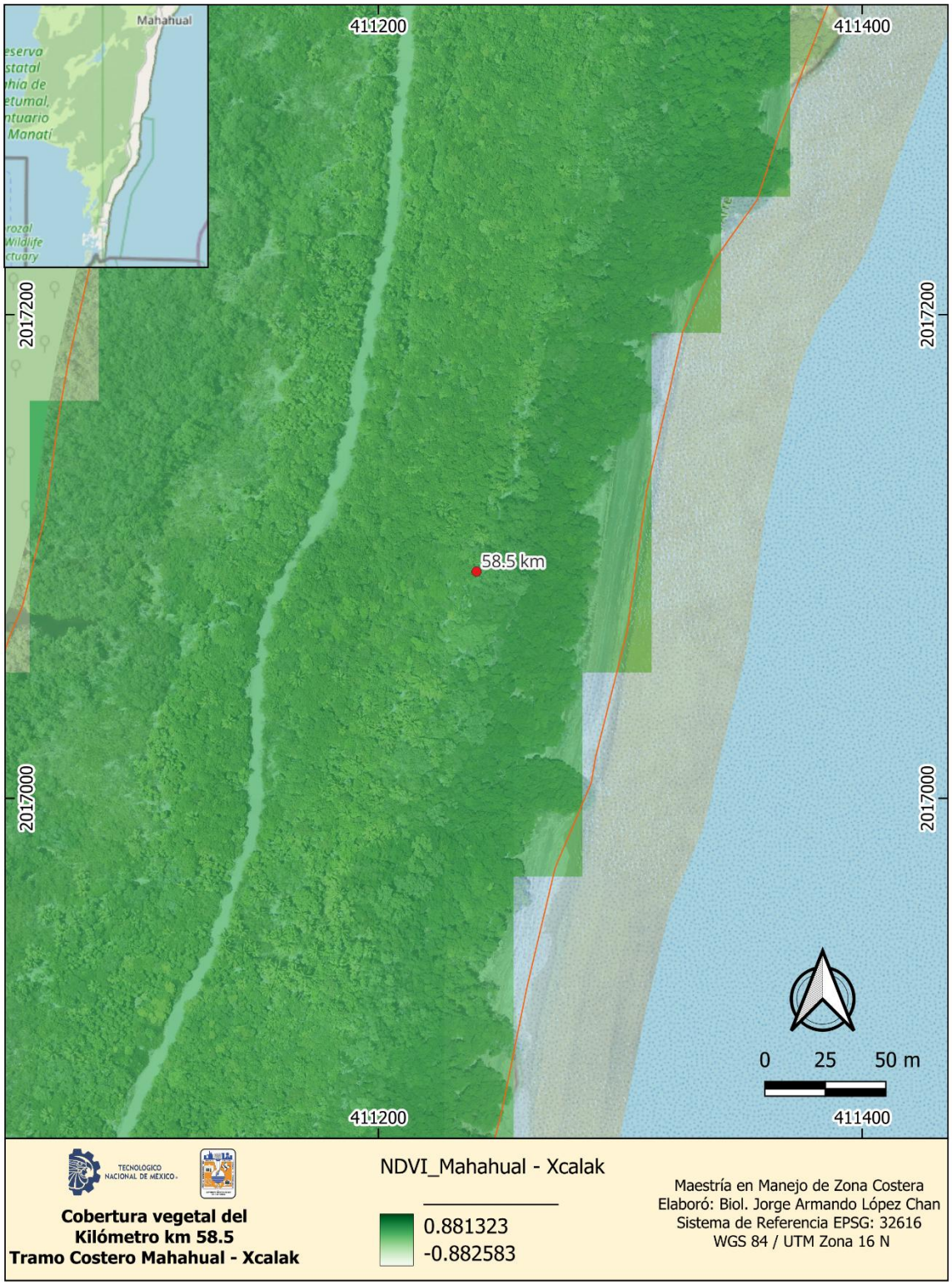

Mahahual
411600
411800
2019600
2019400
56 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 56
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
411600
2019200
2019000
56.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 56.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

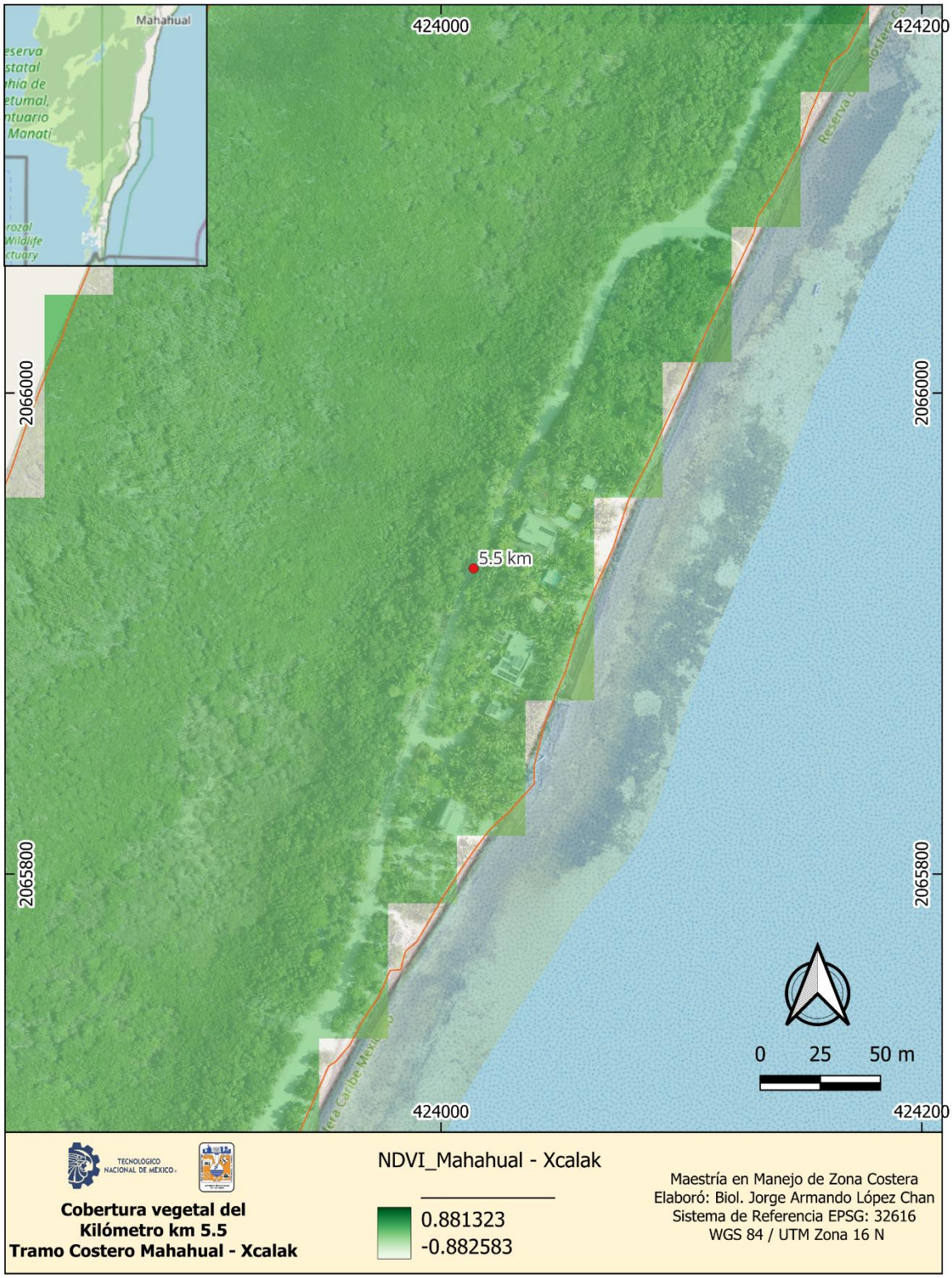

Mahahual
411600
2018600
2018400
57 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
411400
411600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 57
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
411400
411600
2018200
2018000
57.5 km
Parque Nacional Arrecifes
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 57.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
411400
2017600
2017400
58 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 58
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
411200
411400
2017200
2017000
58.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 58.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
411200
2016800
2016600
2016400
59 km
Parque Nacional Arrec
0 25 50 m
411000
411200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 59
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

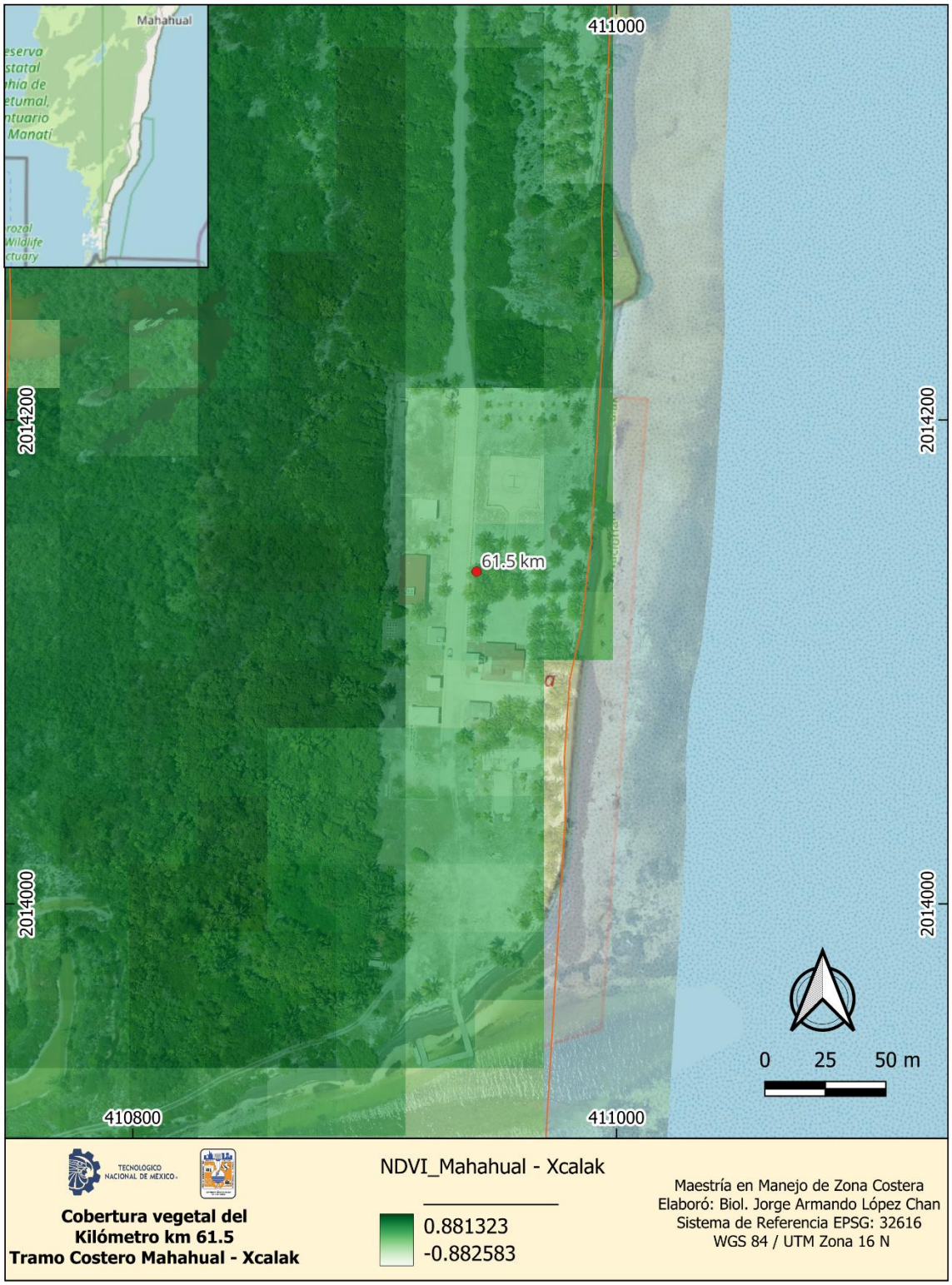

Mahahual
424000
424200
2066000
2065800
5.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 5.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

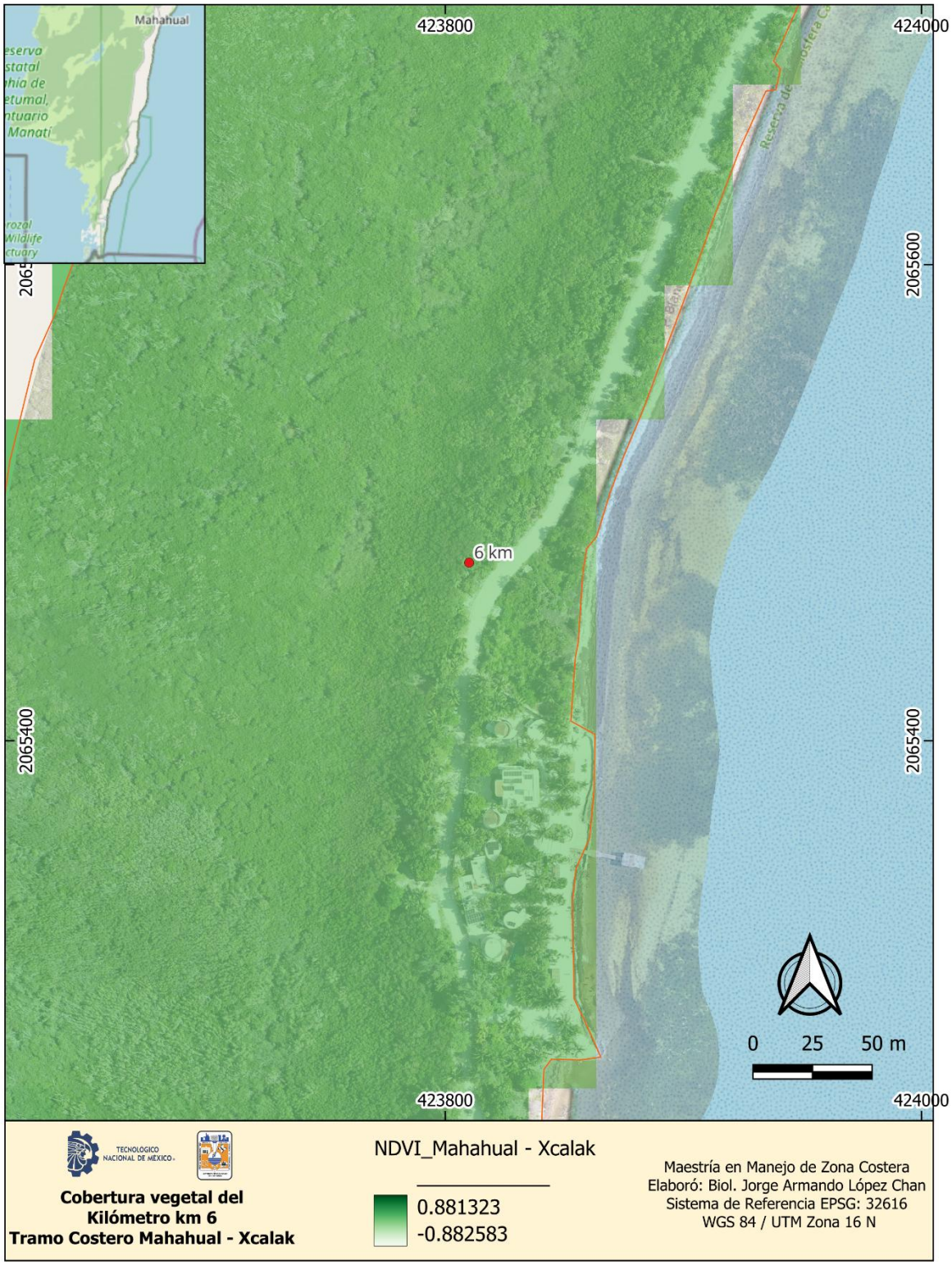

Mahahual
411000
411200
2016200
2016000
59.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 59.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

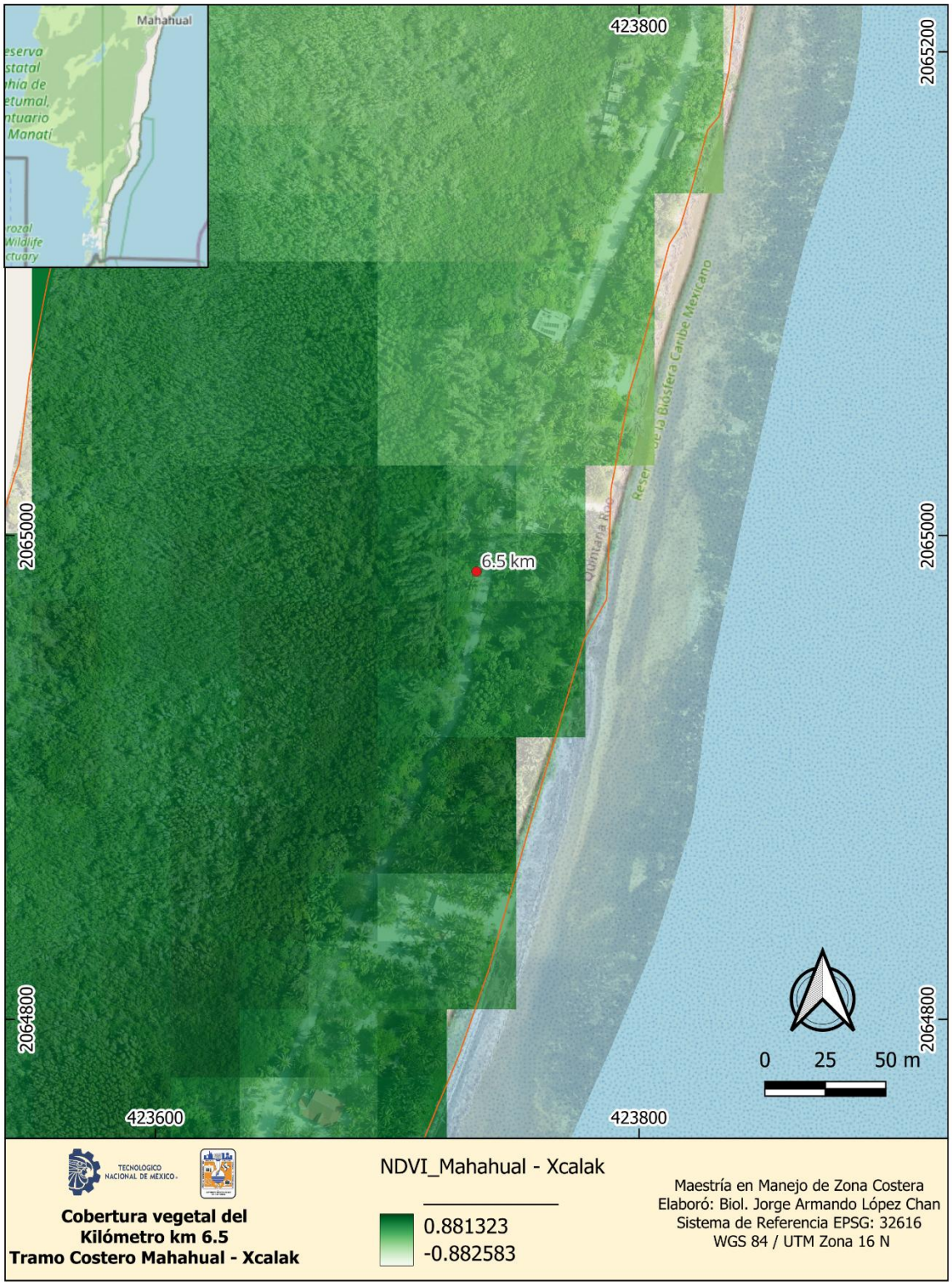

Mahahual
411000
2015800
2015600
60 km
410800
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 60
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

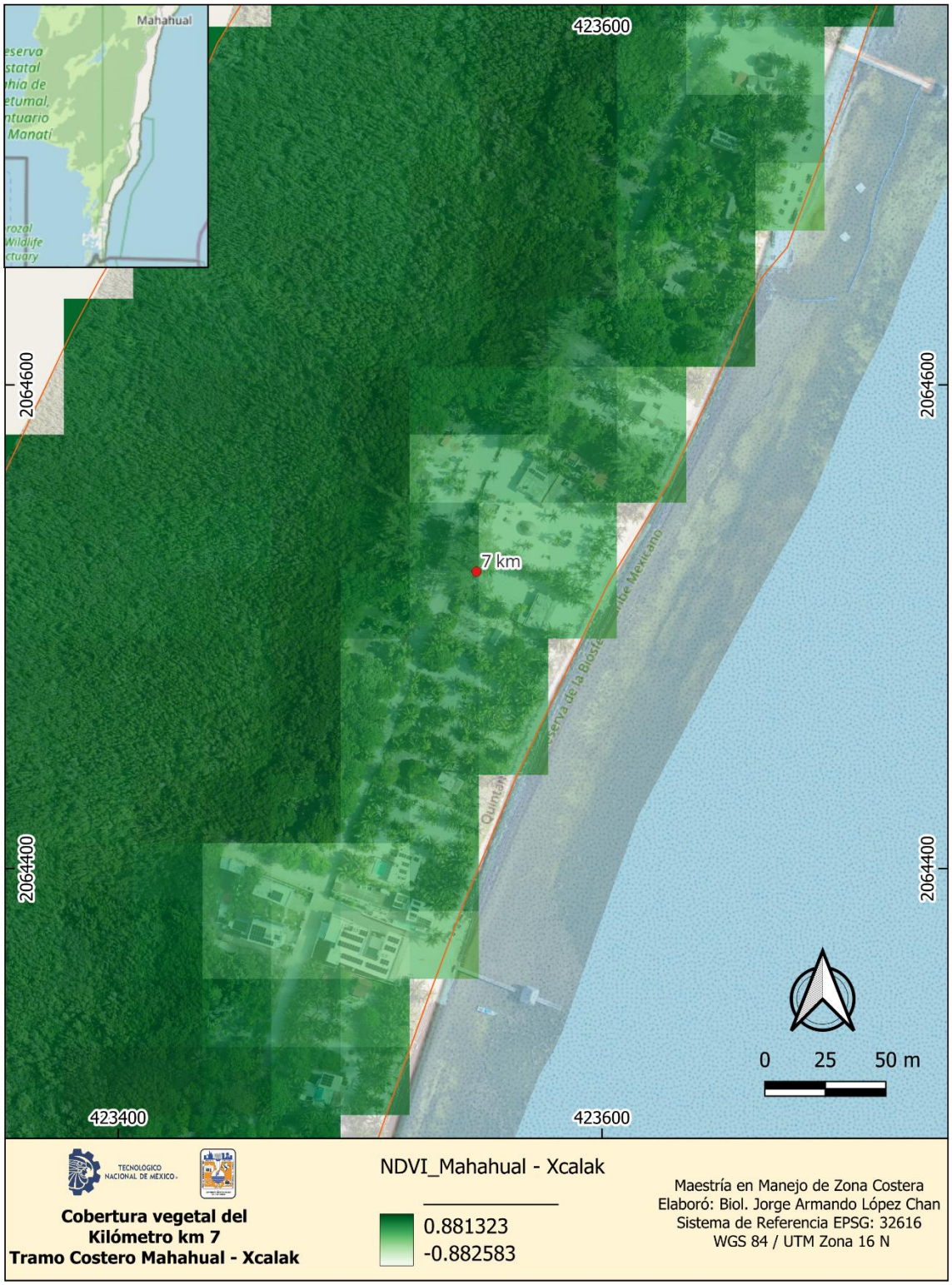

Mahahual
411000
2015200
2015000
60.5 km
410800
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 60.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
411000
2014800
2014600
61 km
2014600
410800
411000
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 61
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

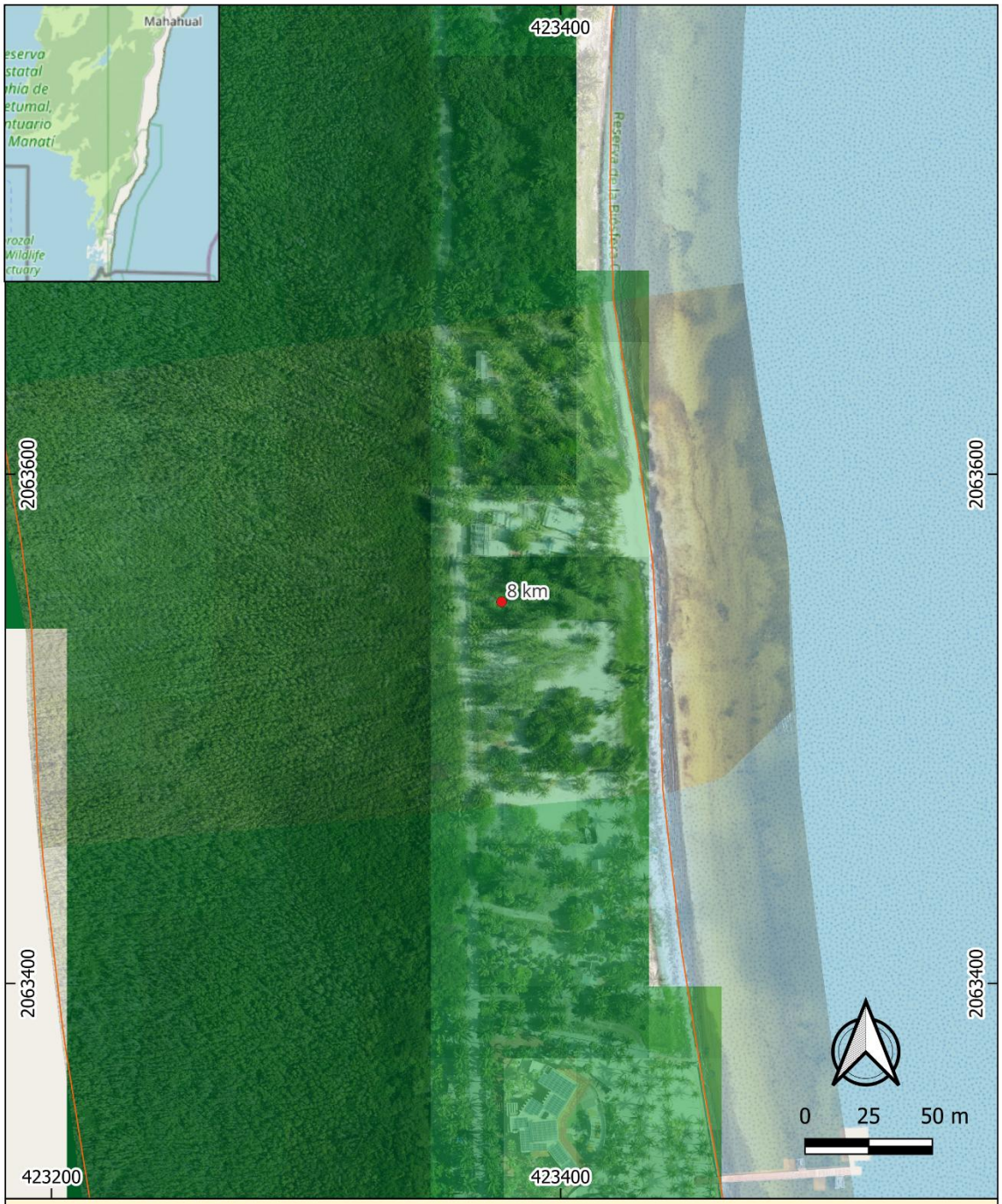

Mahahual
411000
2014200
2014000
61.5 km
0 25 50 m
410800
411000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 61.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423800
424000
2065600
2065400
6 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 6
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423800
2065200
2065000
2064800
6.5 km
Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
423600
423800
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 6.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

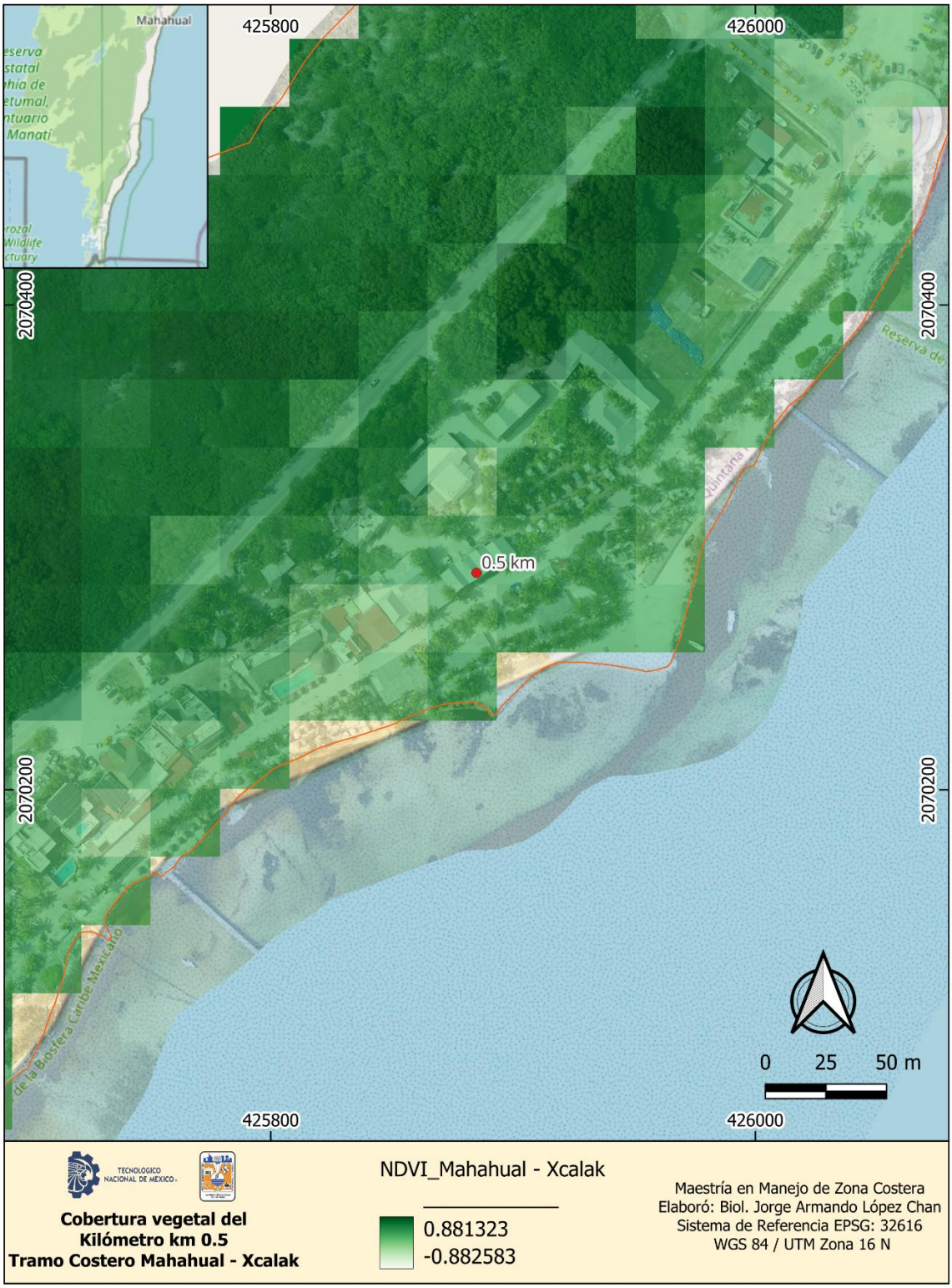

Mahahual
423600
2064600
2064400
7 km
0 25 50 m
423400
423600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 7
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423400
2064200
2064000
7.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 7.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423400
2063600
2063400
8 km
0 25 50 m
423200
423400
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 8
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423400
2063200
2063000
8.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 8.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423400
2062600
9 km
2062400
0 25 50 m
423200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 9
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
425800
426000
2070400
2070200
0.5 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 0.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

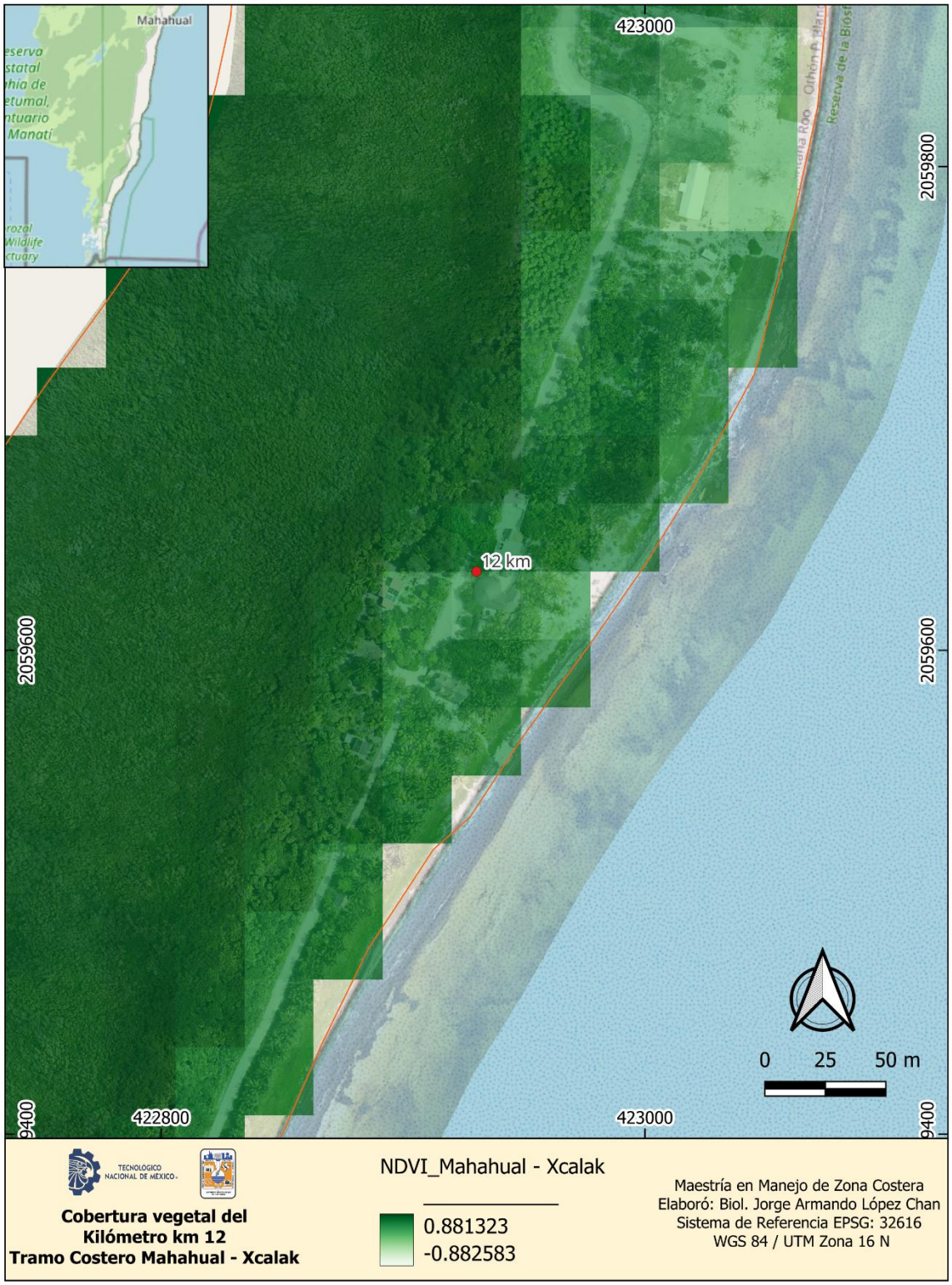

Mahahual
423200
423400
2062200
2062000
9.5 km
Reserva de la Biosfera
Quintana Ro
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 9.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423200
2061800
2061600
2061400
10 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
Quintana Roo
Othón P. Blanco
0 25 50 m
423000
423200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 10
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423200
2061200
2061000
10.5 km
0 25 50 m
423000
423200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 10.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423000
423200
2060800
2060600
2060400
11 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 11
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
423000
423200
2060200
2060000
11.5 km
0 25 50 m
Caribe Mexicano
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 11.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

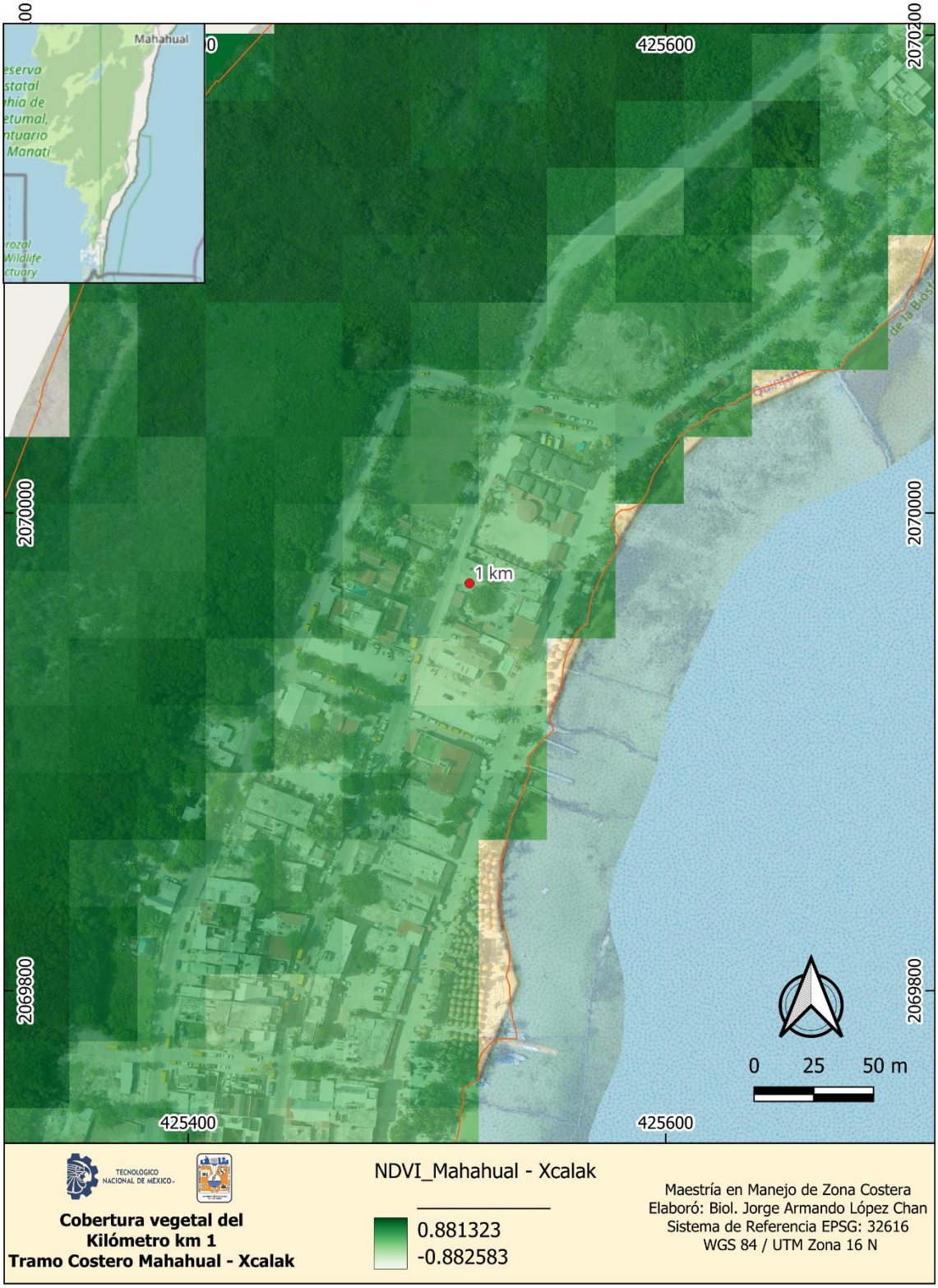

Mahahual
423000
2059800
2059600
12 km
0 25 50 m
422800
423000
9400
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 12
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

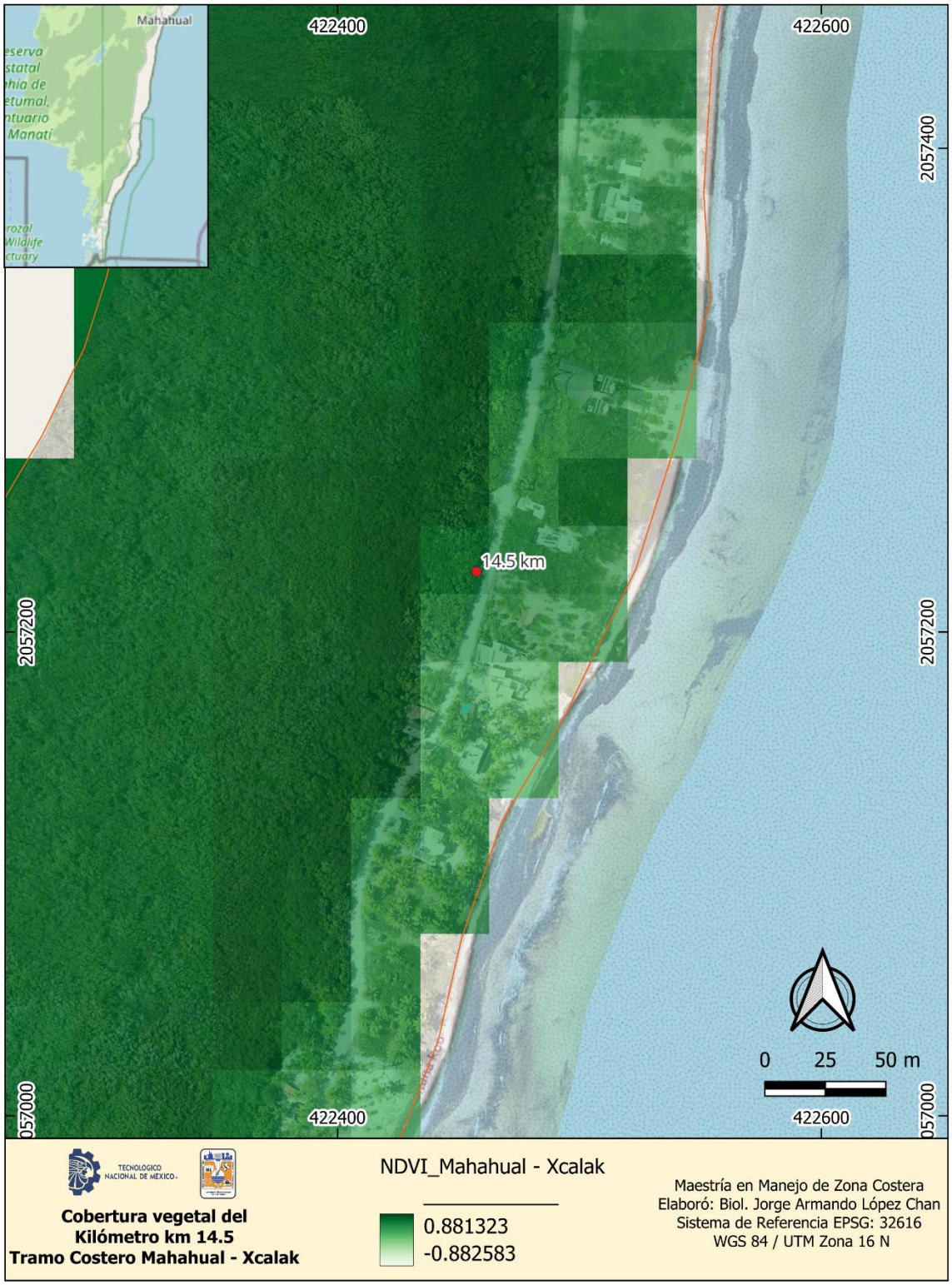

Mahahual
422800
2059400
2059200
2059000
12.5 km
0 25 50 m
422600
422800
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 12.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422800
2058800
2058600
422600
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
1.3 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 13
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422600
422800
2058400
2058200
2058000
13.5 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
Othón P. Blanco
Quintana Roo
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 13.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422600
2057800
2057600
14 km
0 25 50 m
422400
422600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 14
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

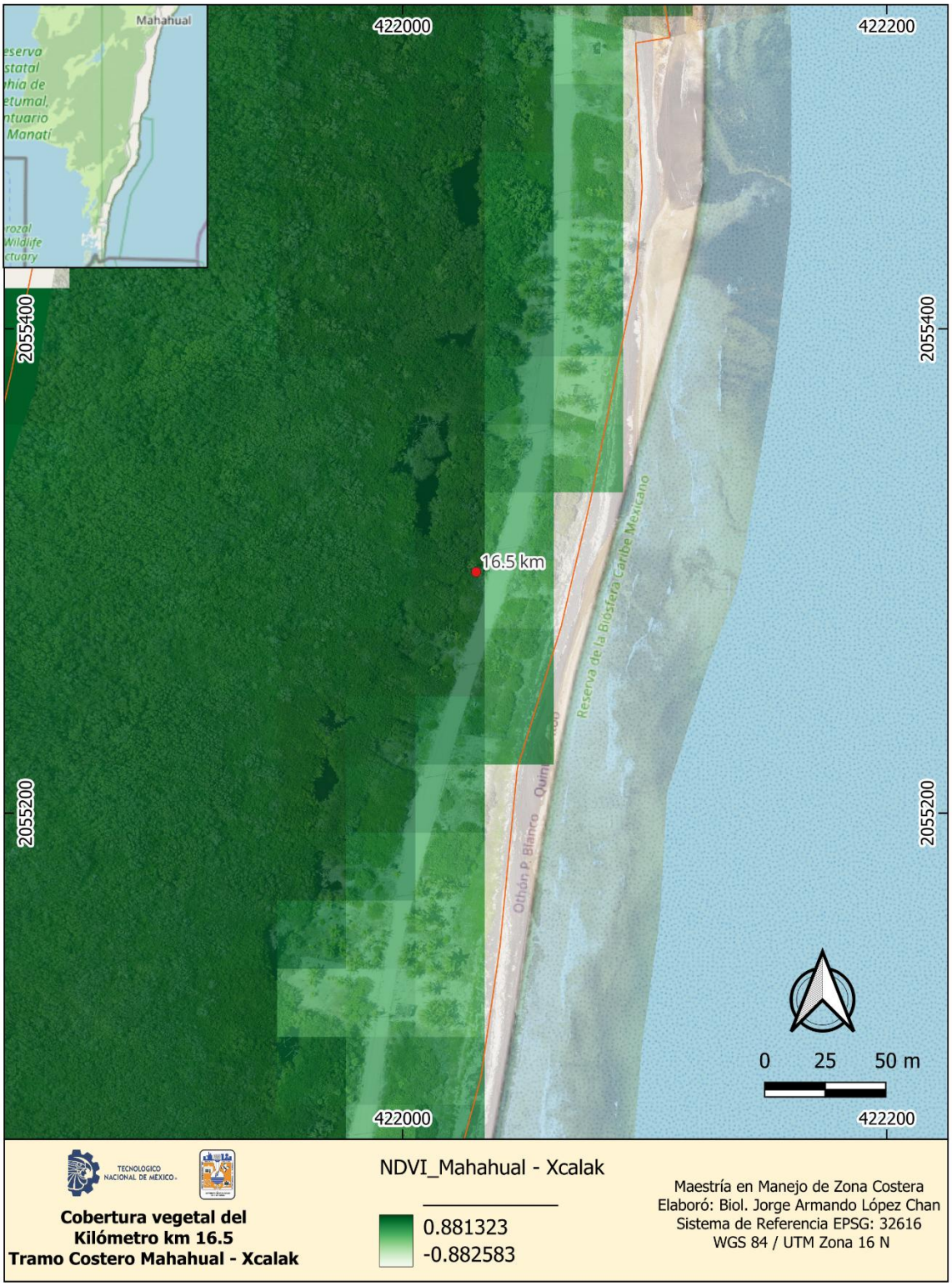

Mahahual
425600
2070000
2070000
1 km
2069800
2069800
0 25 50 m
425400
425600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 1
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422400
422600
2057400
2057200
2057000
14.5 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 14.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422400
2056800
15 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
2056600
Quintana Roo
422200
422400
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 15
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

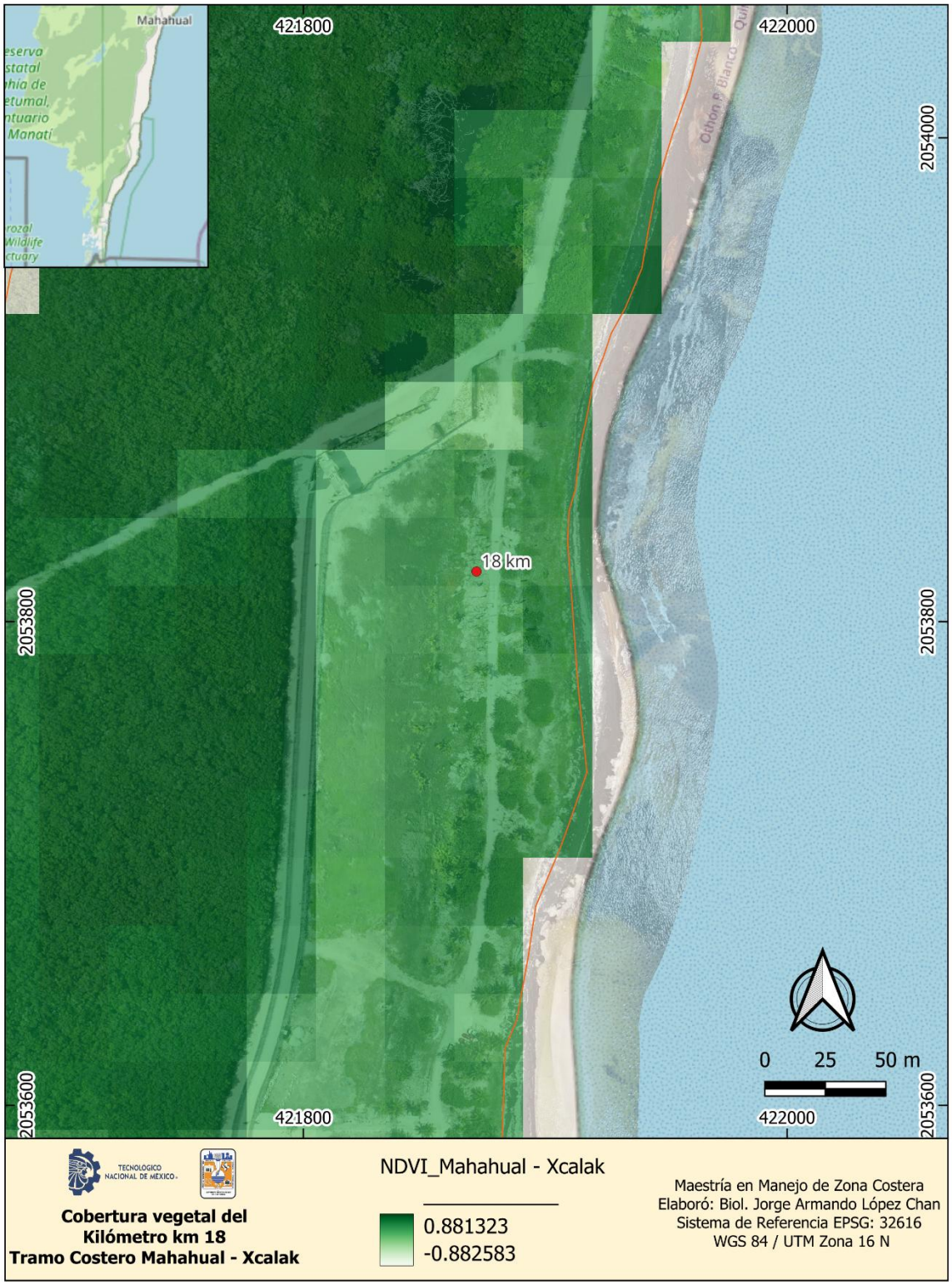

Mahahual
422200
2056400
2056200
15.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 15.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422000
422200
2056000
2055800
2055600
16 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 16
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422000
422200
2055400
2055200
16.5 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 16.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

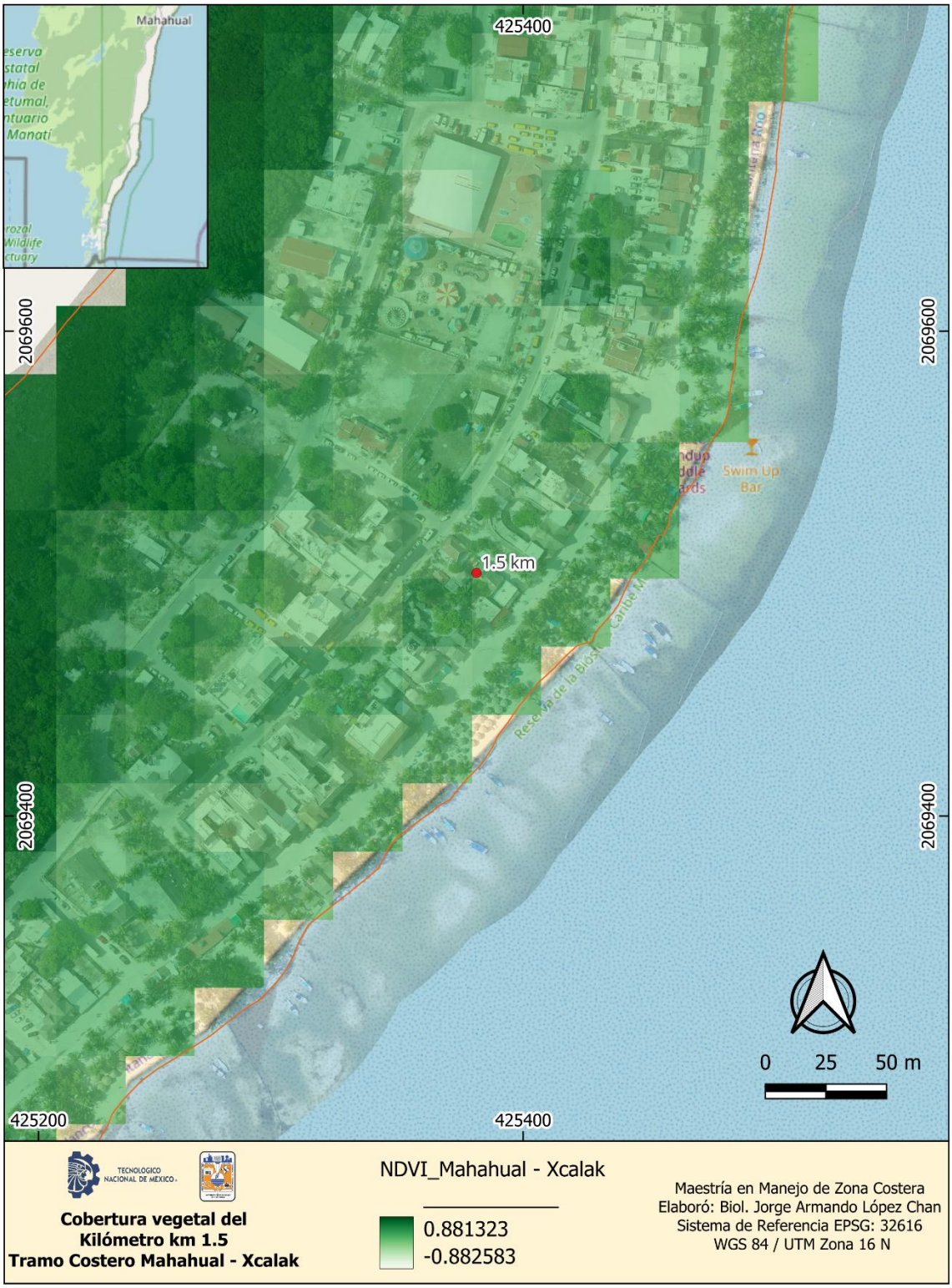

Mahahual
422000
2055000
2054800
17 km
2054600
421800
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
Quintana Roo
Othón P. Blanco
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 17
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
422000
2054400
2054200
17.5 km
421800
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 17.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421800
422000
2054000
2053800
2053600
18 km
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 18
Tramo Costero Mahahual - Xcalak


Mahahual
421800
422000
2053400
2053200
18.5 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
Quintana Roo
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 18.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421800
422000
2053000
2052800
2600
19 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
Quintana Roo
Cabo Catoche
Punta Nizuc
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 19
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

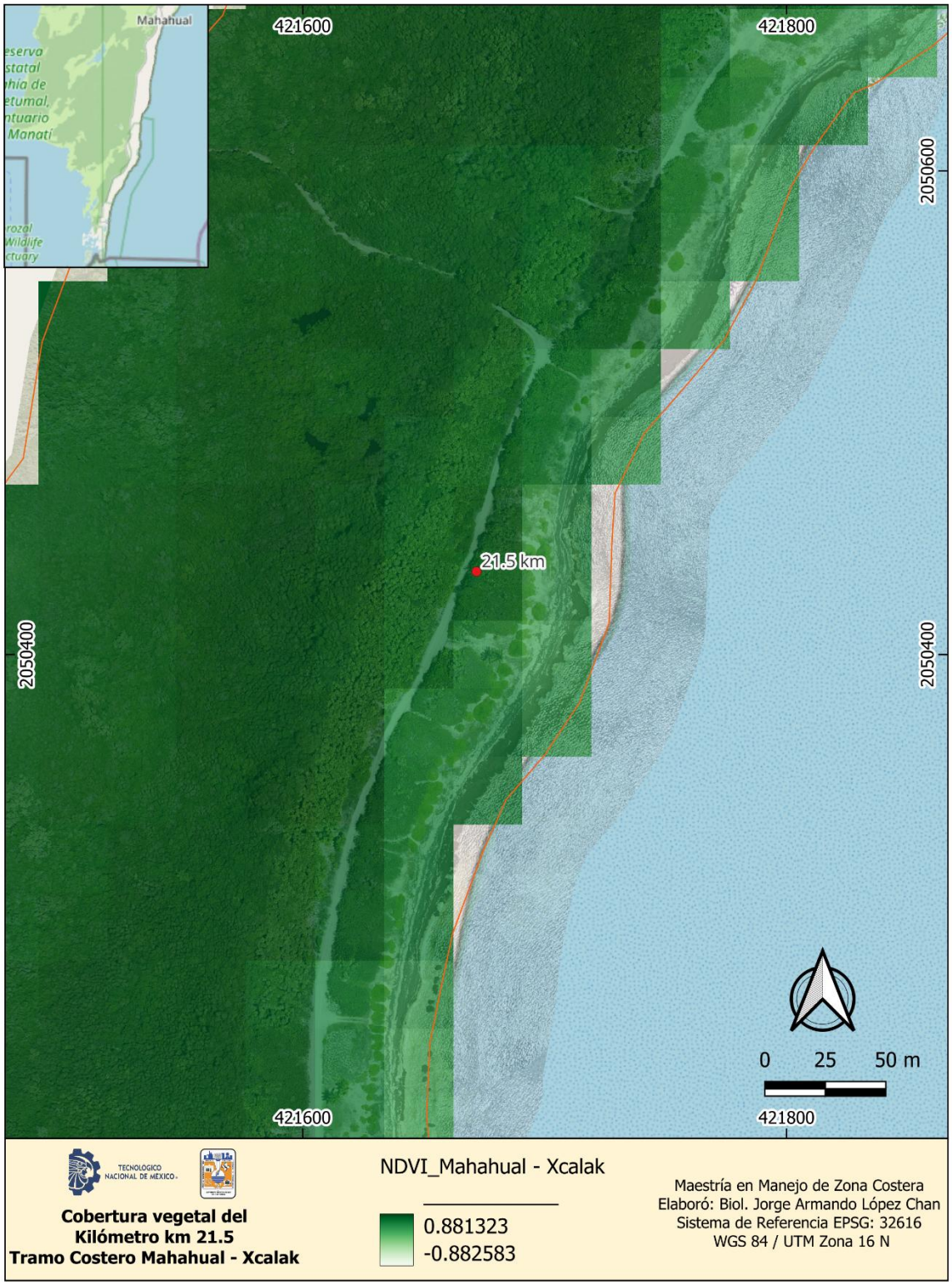

Mahahual
425400
2069600
2069400
425200
1.5 km
Swim Up Bar
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 1.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

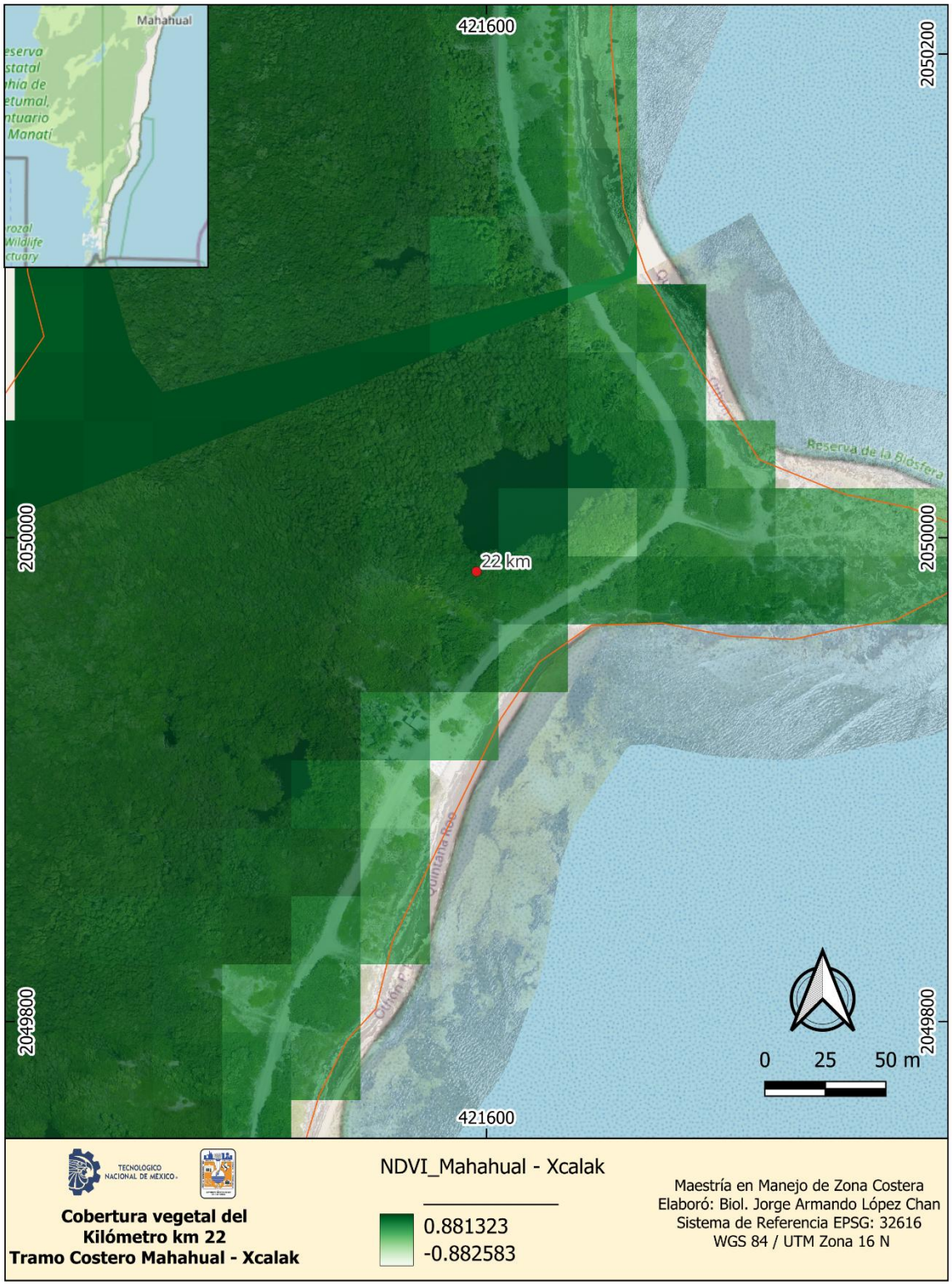

Mahahual
421800
422000
2052400
2052200
19.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 19.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421800
422000
2052000
2051800
20 km
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 20
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

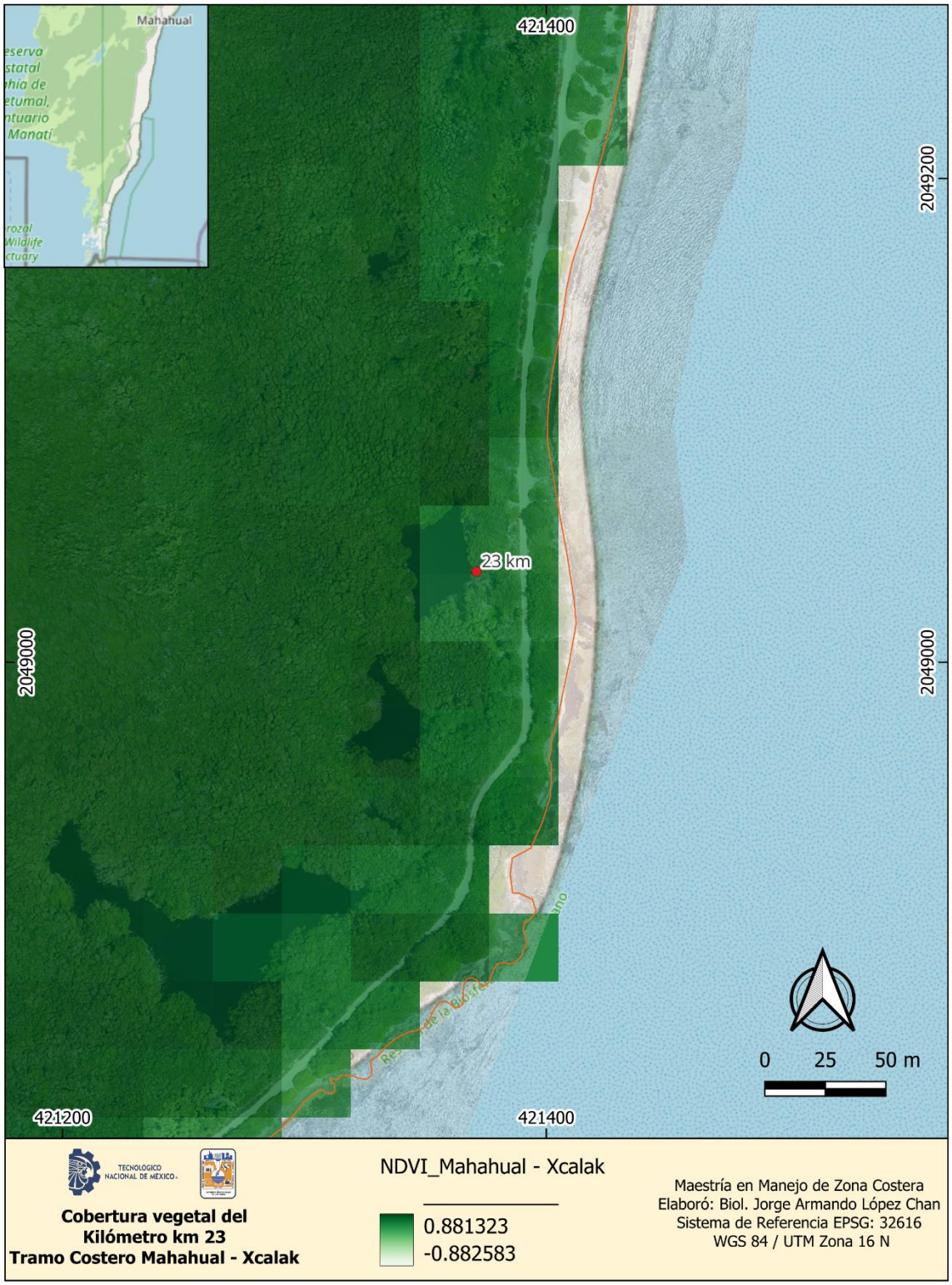

Mahahual
421800
422000
2051400
2051200
20.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 20.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421800
422000
2051000
2050800
21 km
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 21
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

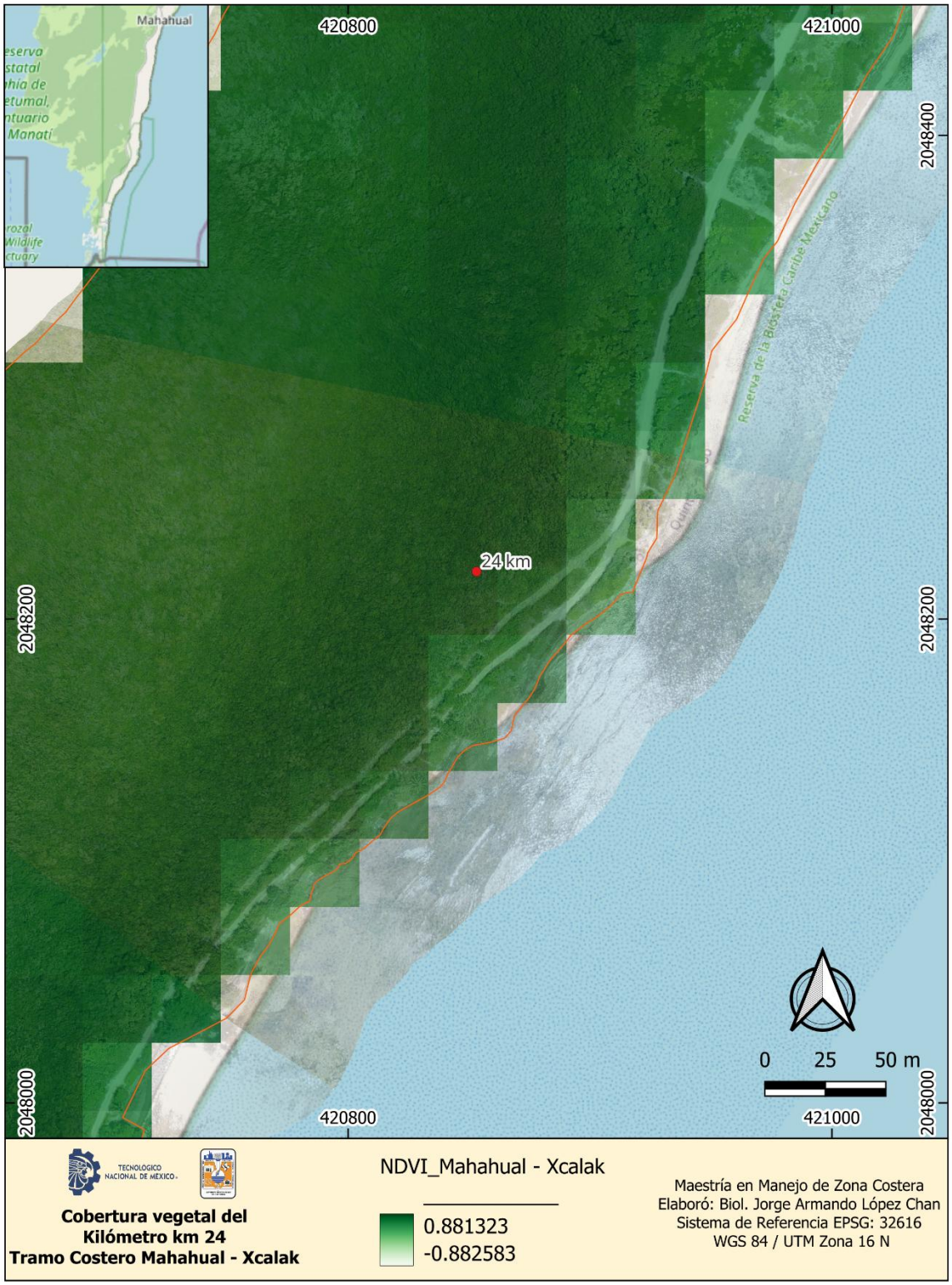

Mahahual
421600
421800
2050600
2050400
21.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 21.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

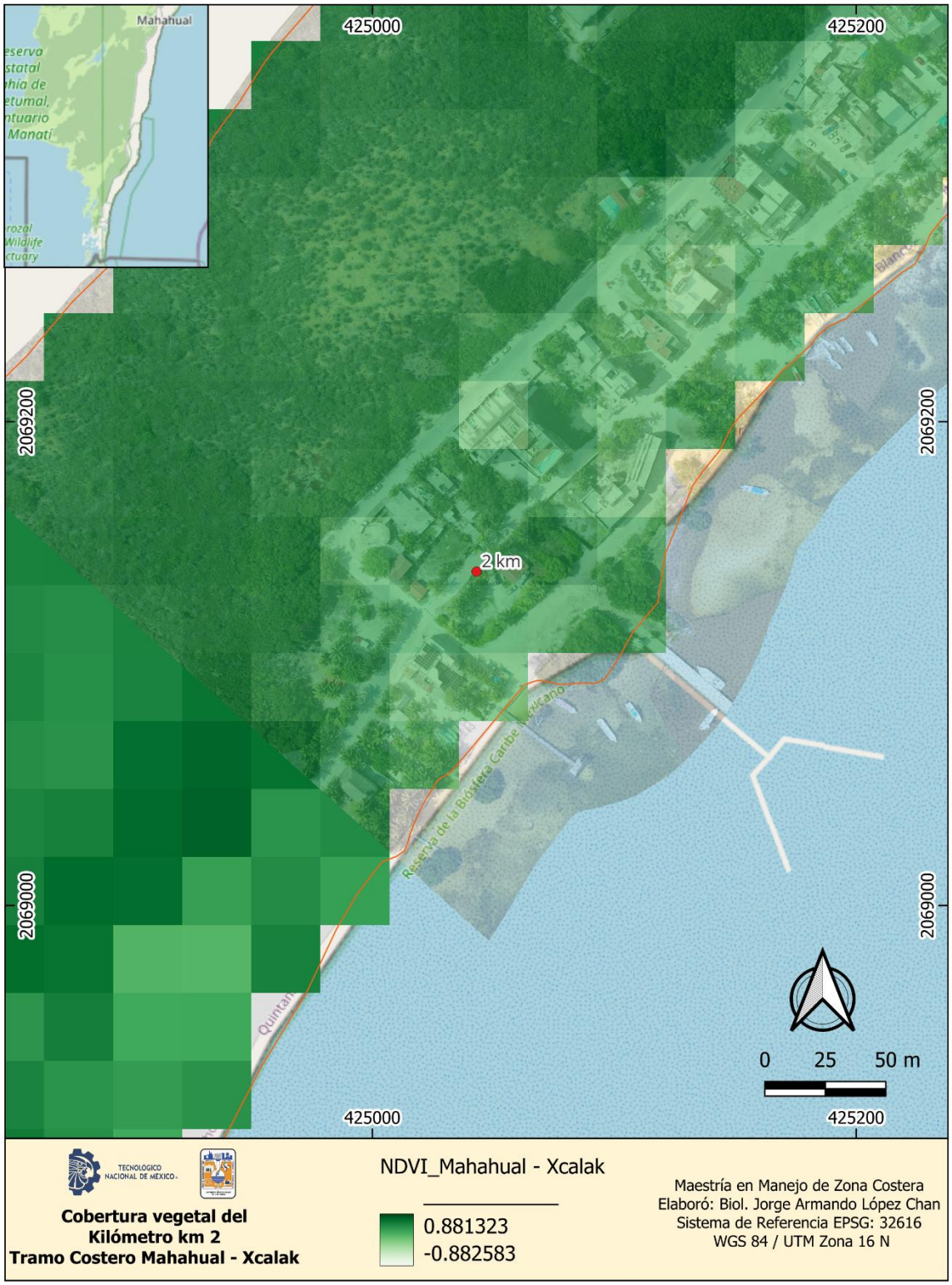

Mahahual
421600
2050200
2050000
2049800
22 km
Reserva de la Biosfera
Quintana Roo
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 22
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

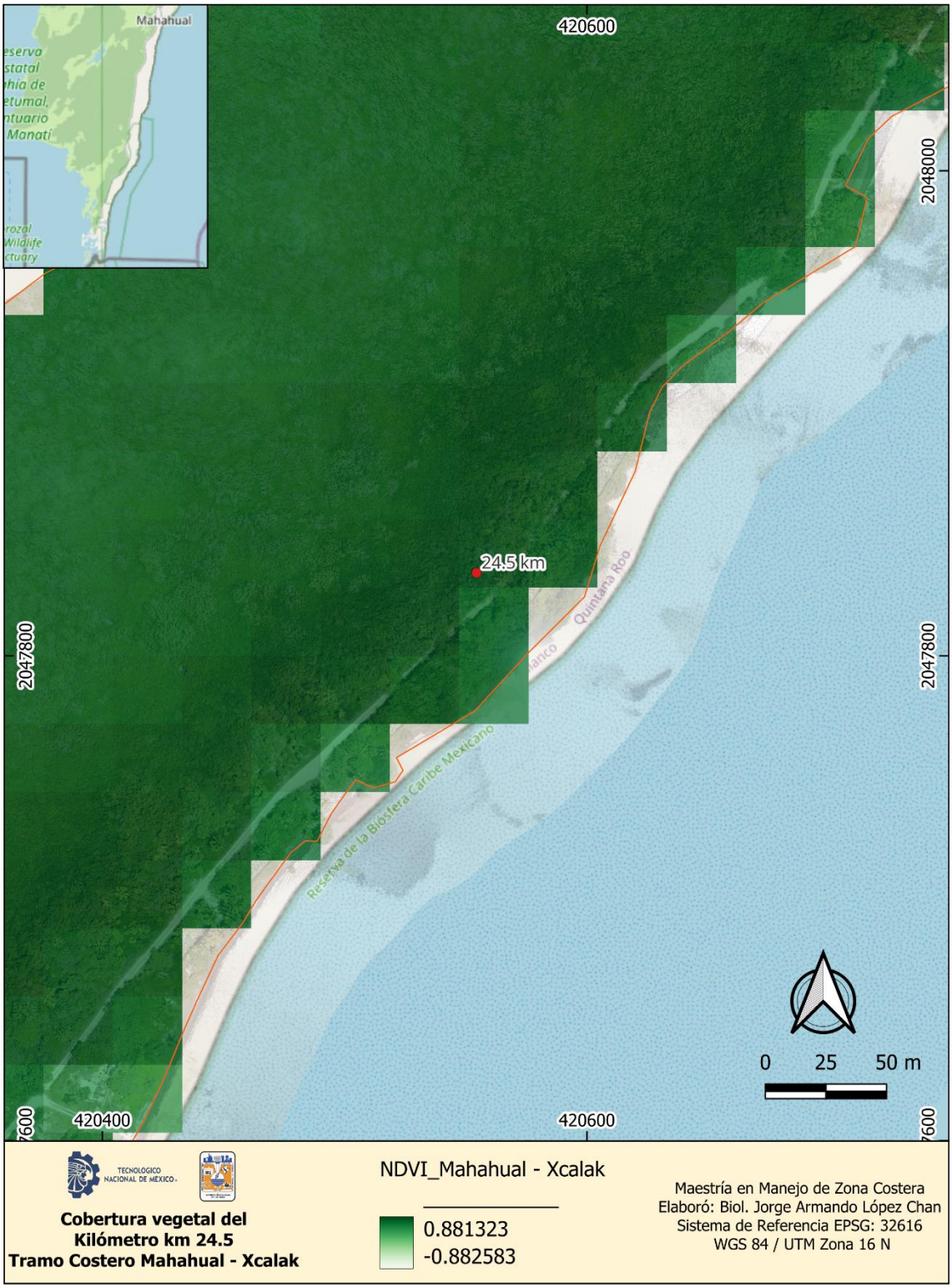

Mahahual
421400
421600
2049600
2049400
22.5 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
Quintana Roo
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 22.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

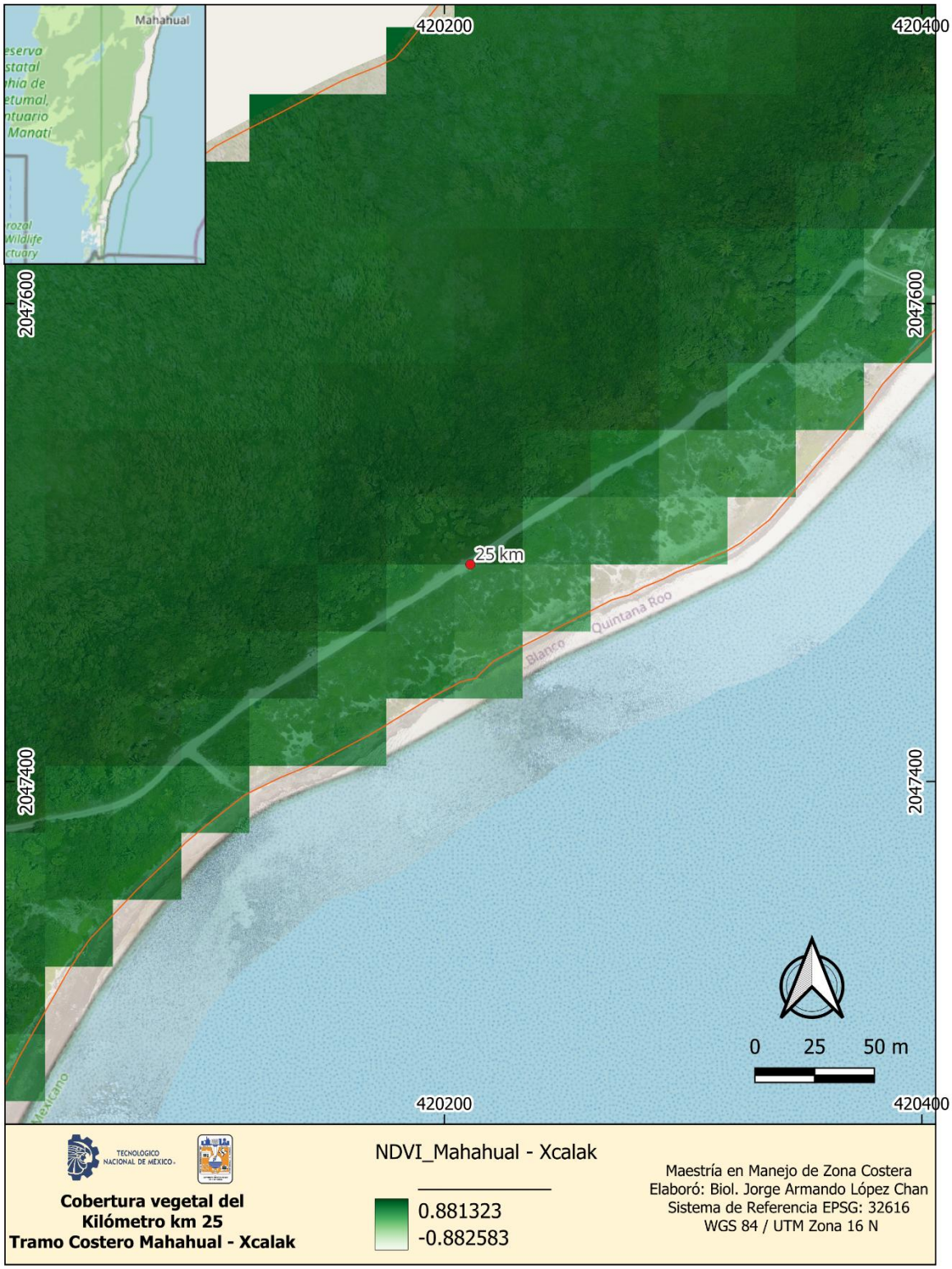

Mahahual
421400
2049200
2049000
23 km
421200
421400
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 23
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
421000
421200
2048800
2048600
23.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 23.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

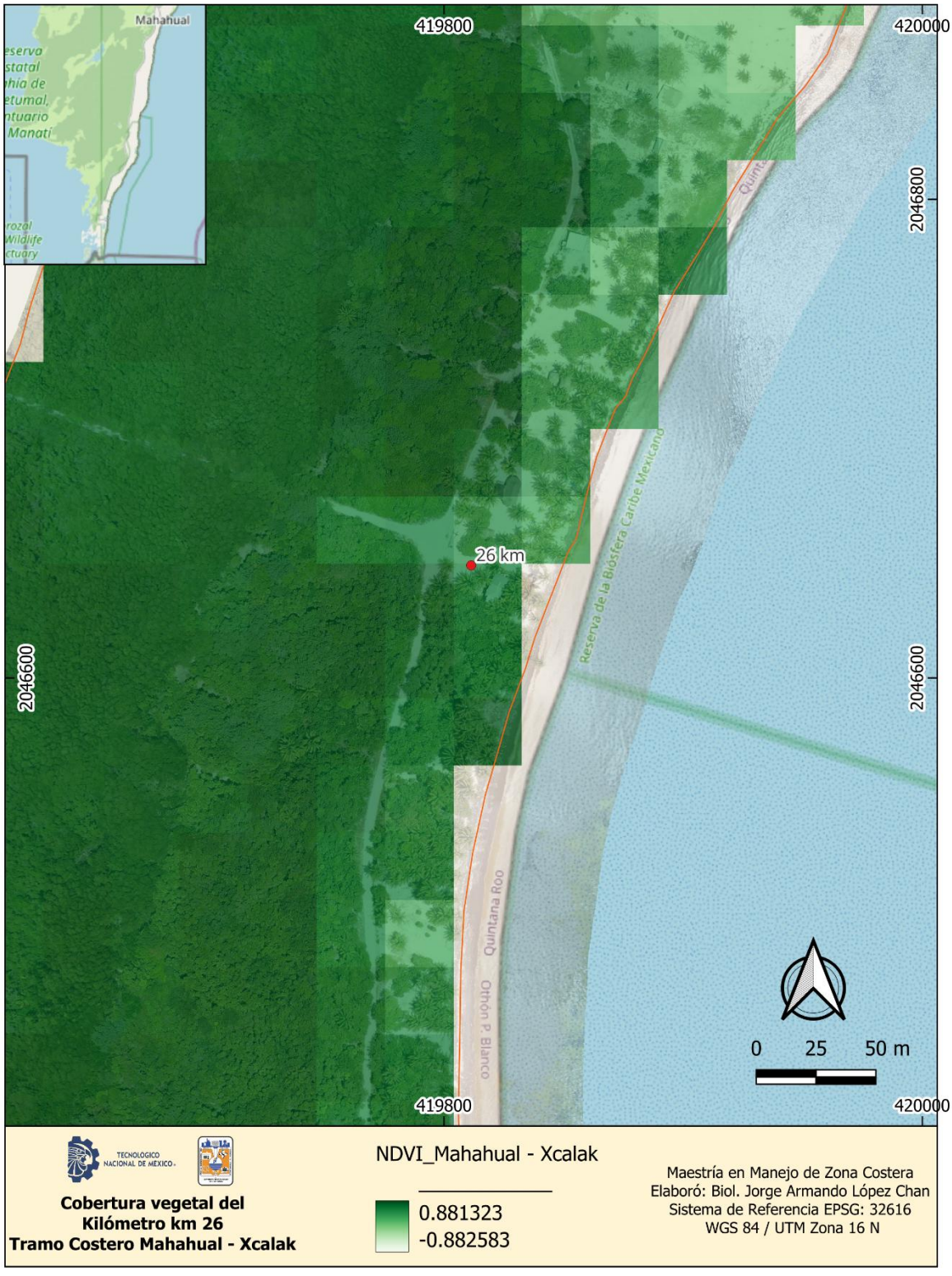

Mahahual
420800
421000
2048400
2048200
2048000
24 km
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 24
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

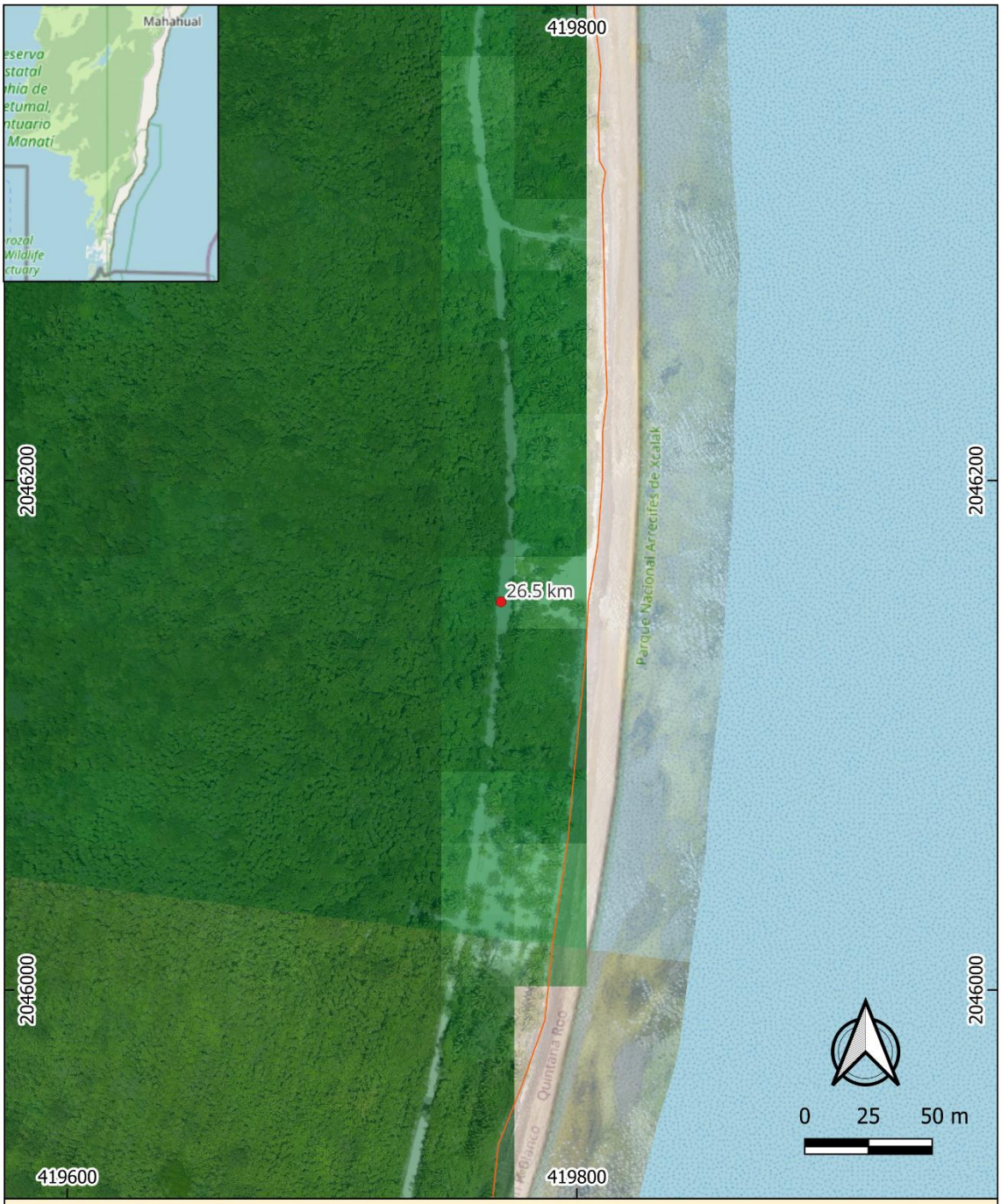

Mahahual
425000
425200
2069200
2069000
2 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 2
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

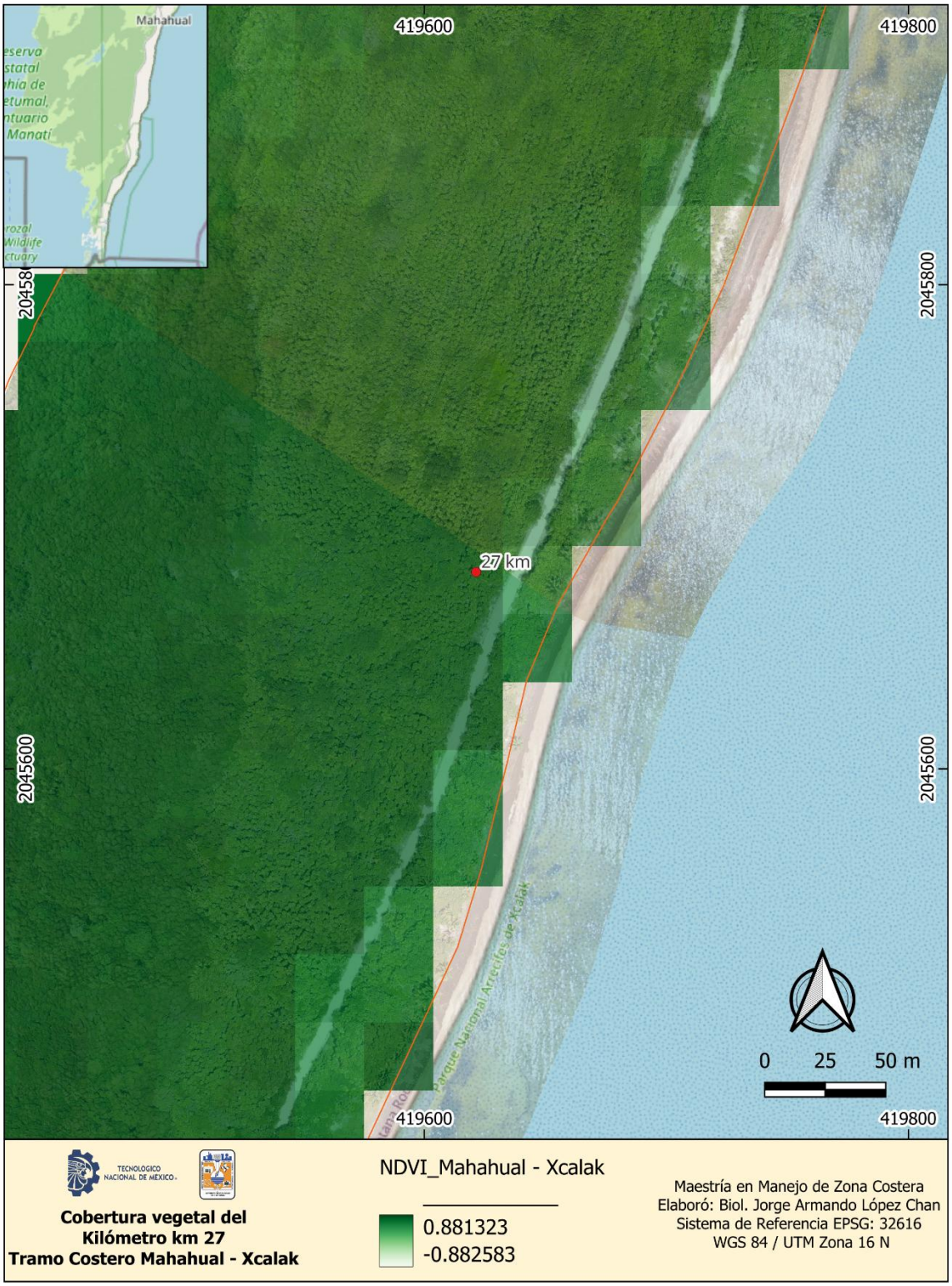

Mahahual
420600
2048000
2047800
24.5 km
Quintana Roo
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
420400
420600
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 24.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
420200
420400
2047600
2047400
25 km
Quintana Roo
Blanco
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 25
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
420000
2047200
2047000
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
25.5 km
Othón P. Blanco
0
25
50 m
419800
420000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 25.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419800
420000
2046800
2046600
26 km
Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano
Quintana Roo
Othón P. Blanco
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 26
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419800
2046200
26.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
2046000
419600
419800
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 26.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

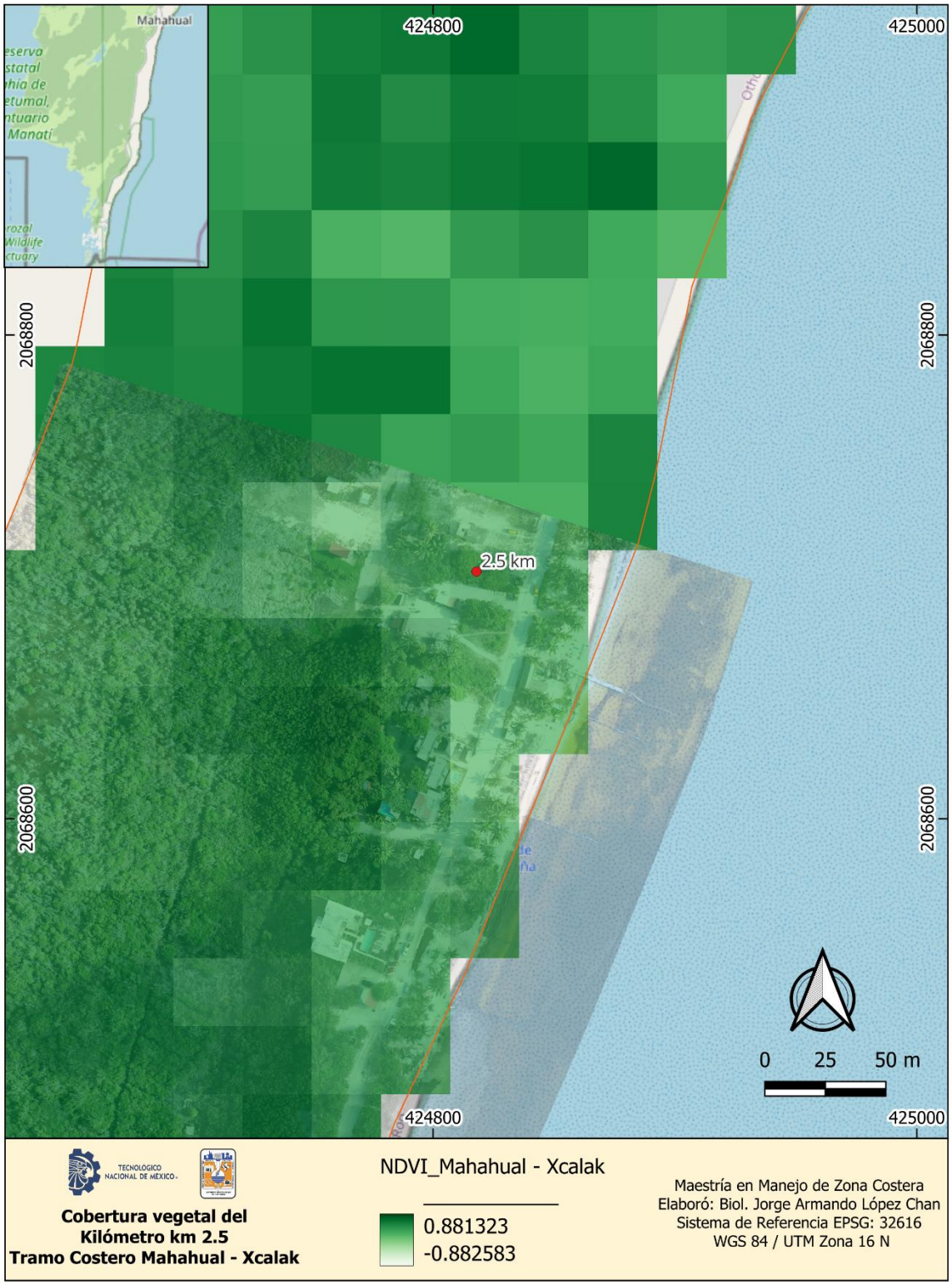

Mahahual
419600
419800
2045800
2045600
27 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 27
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419400
419600
2045400
2045200
2045000
27.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 27.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419600
2044800
2044600
28 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
Quintana Roo
Punta Pajaro Blanco
0 25 50 m
419400
419600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 28
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419600
2044400
2044200
2044000
29400
28.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 28.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

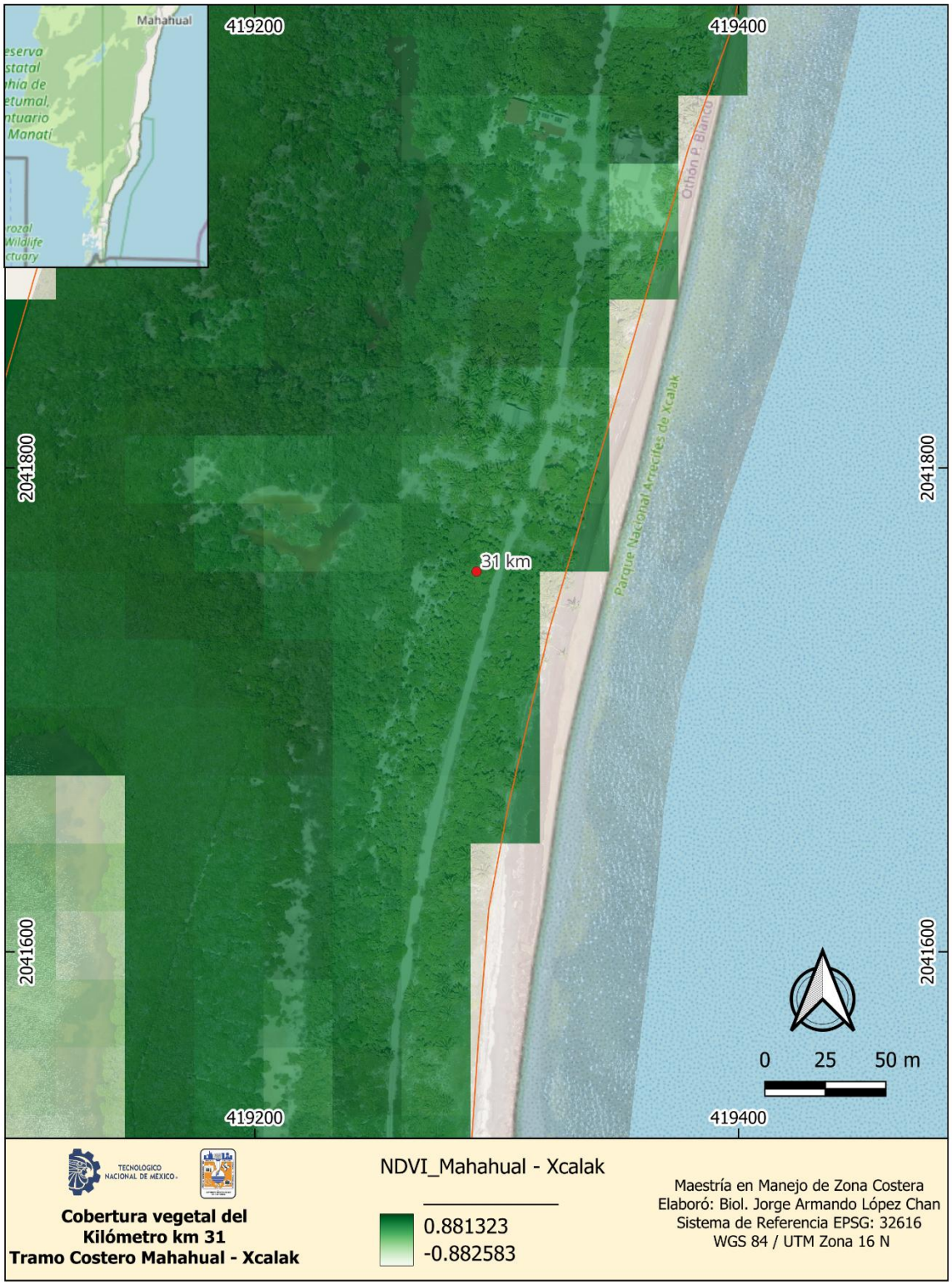

Mahahual
419600
2043800
2043600
29 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
Quintana Roo
Othón P. Blanco
0 25 50 m
419400
419600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 29
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
424800
425000
2068800
2068600
2.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 2.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

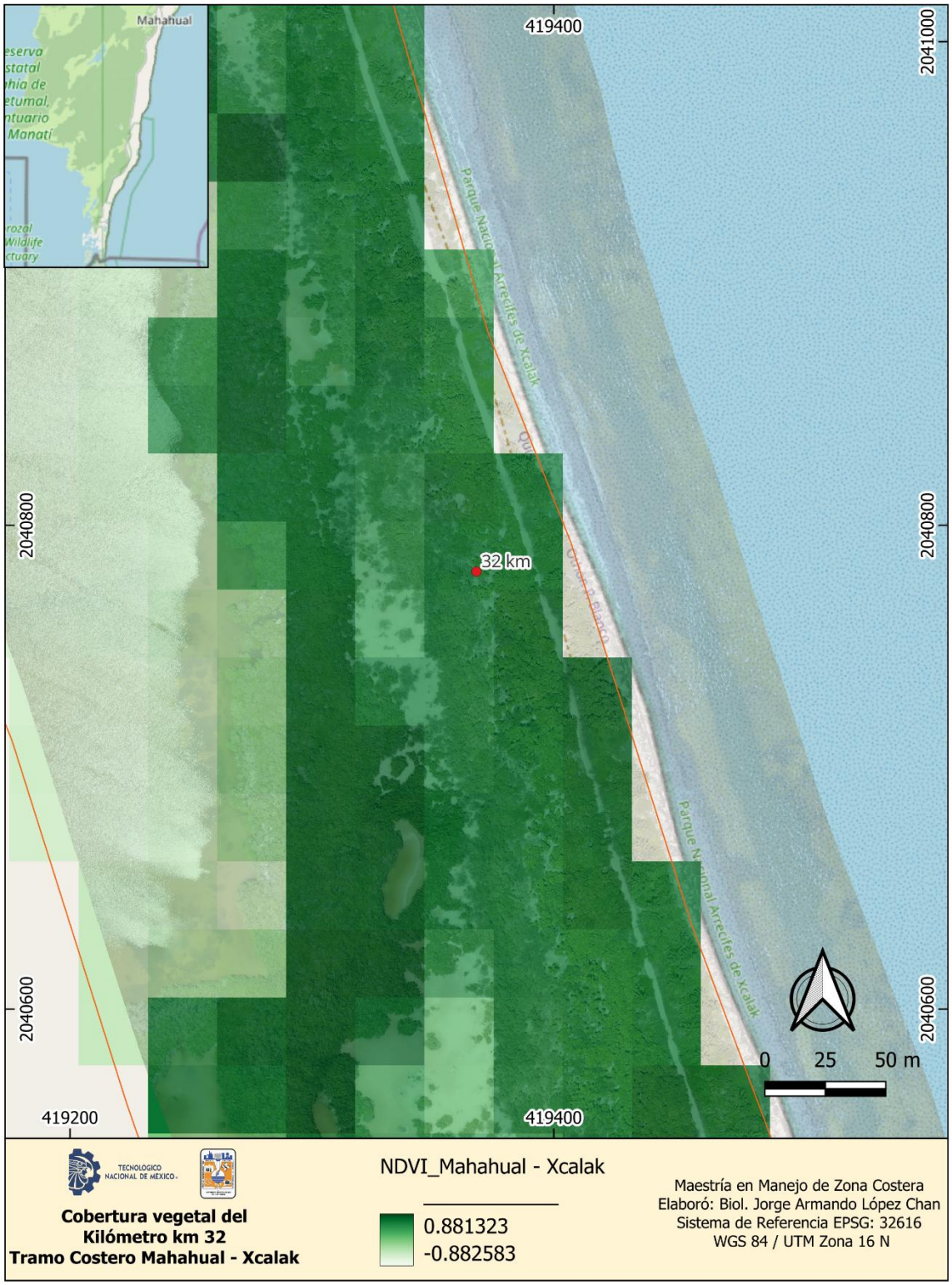

Mahahual
419600
2043400
29.5 km
2043200
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
Quintana Roo
0 25 50 m
2043000
419400
419600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 29.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

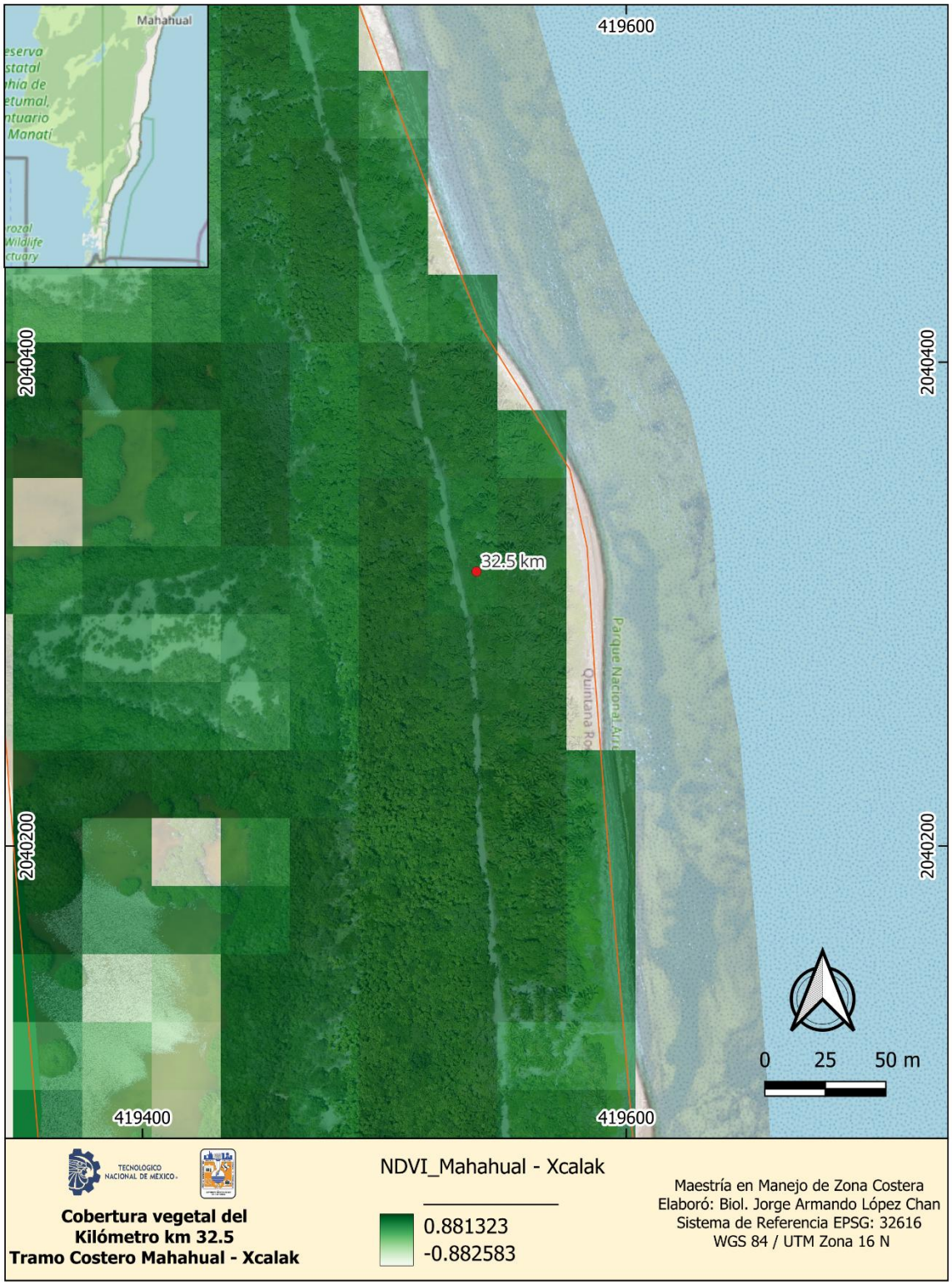

Mahahual
419400
419600
2042800
2042600
30 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 30
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

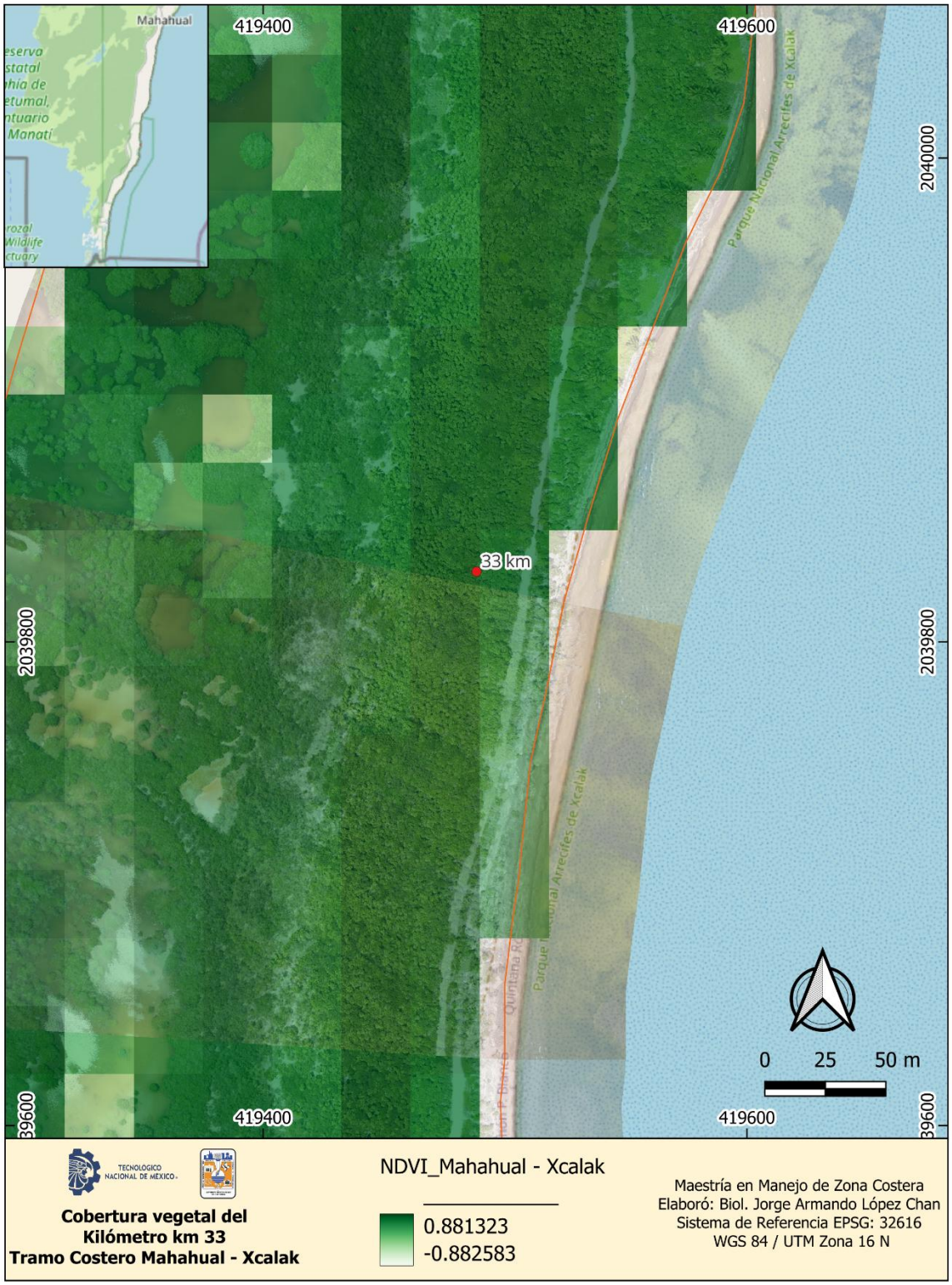

Mahahual
419400
2042400
2042200
30.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
419200
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 30.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

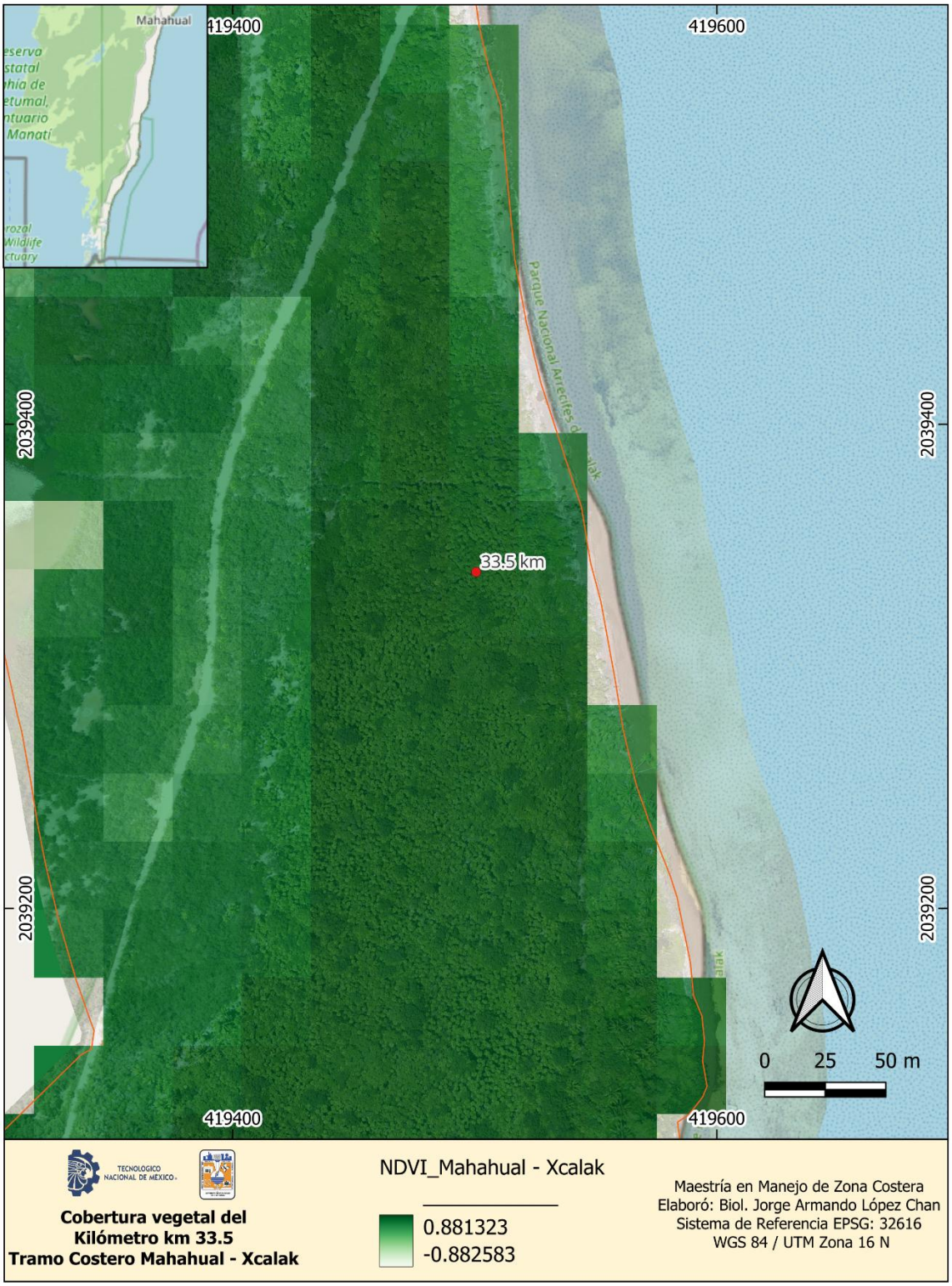

Mahahual
419200
419400
2041800
2041600
31 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
Othón P. Blanco
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 31
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

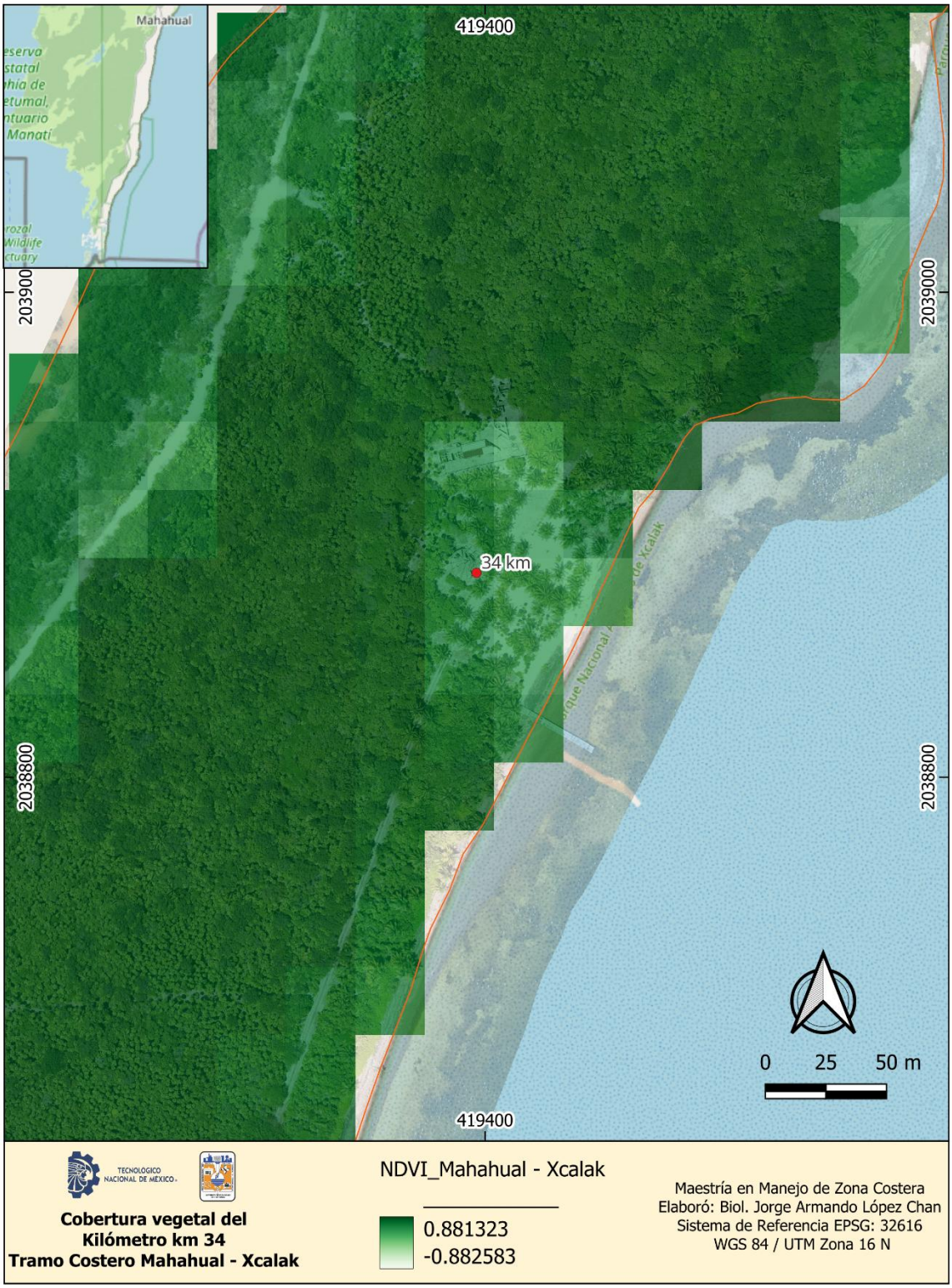

Mahahual
419200
419400
2041400
2041200
Othón P. Blanco
Quintana Roo
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
31.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 31.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

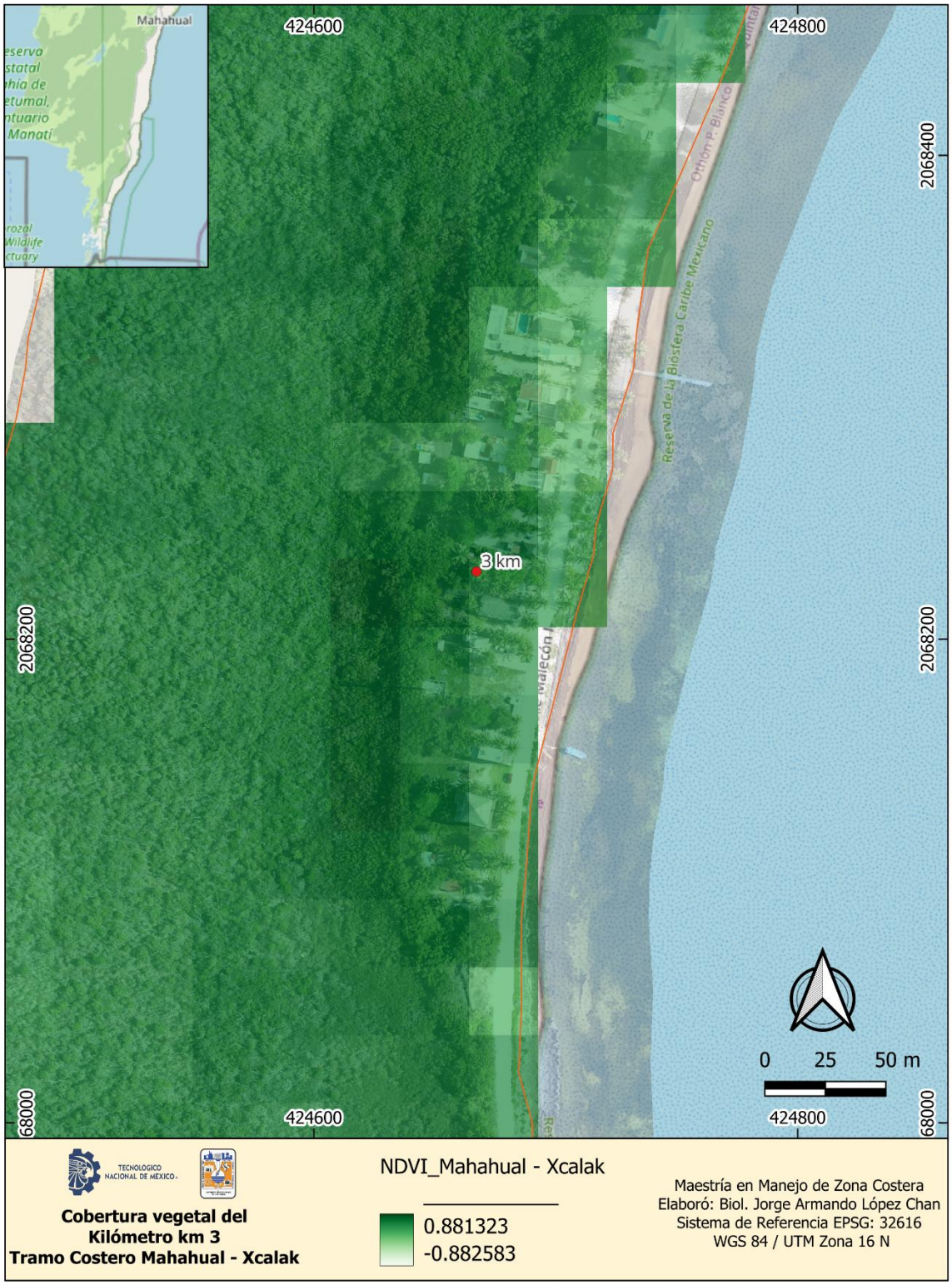

Mahahual
419400
2041000
2040800
2040600
32 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
419200
419400
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 32
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419600
2040400
2040200
32.5 km
Parque Nacional Arr
Quintana Ro
0 25 50 m
419400
419600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 32.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
419400
419600
2040000
2039800
33 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 33
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

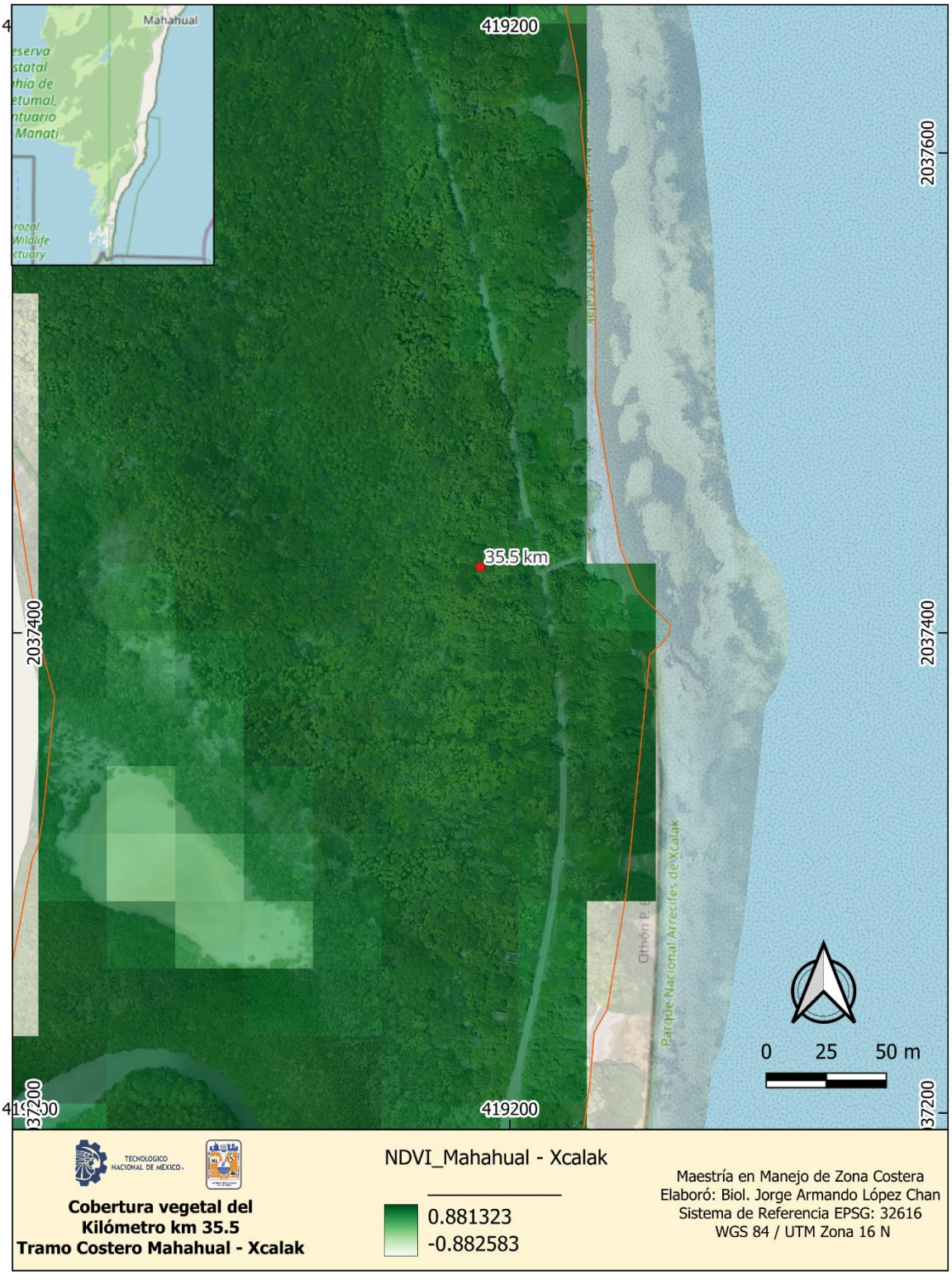

Mahahual
419400
419600
2039400
2039200
33.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 33.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

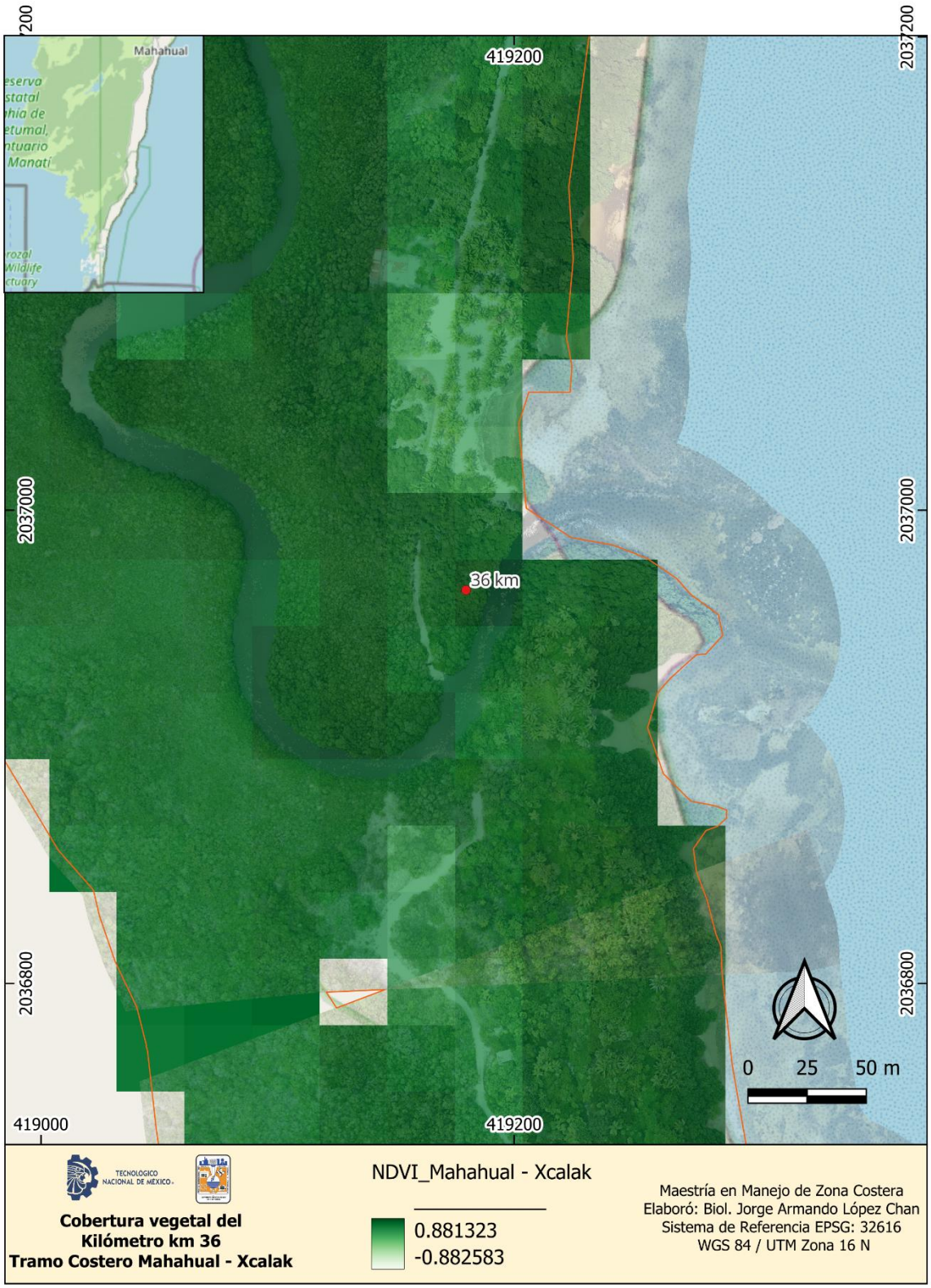

Mahahual
419400
2039000
2038800
34 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 34
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

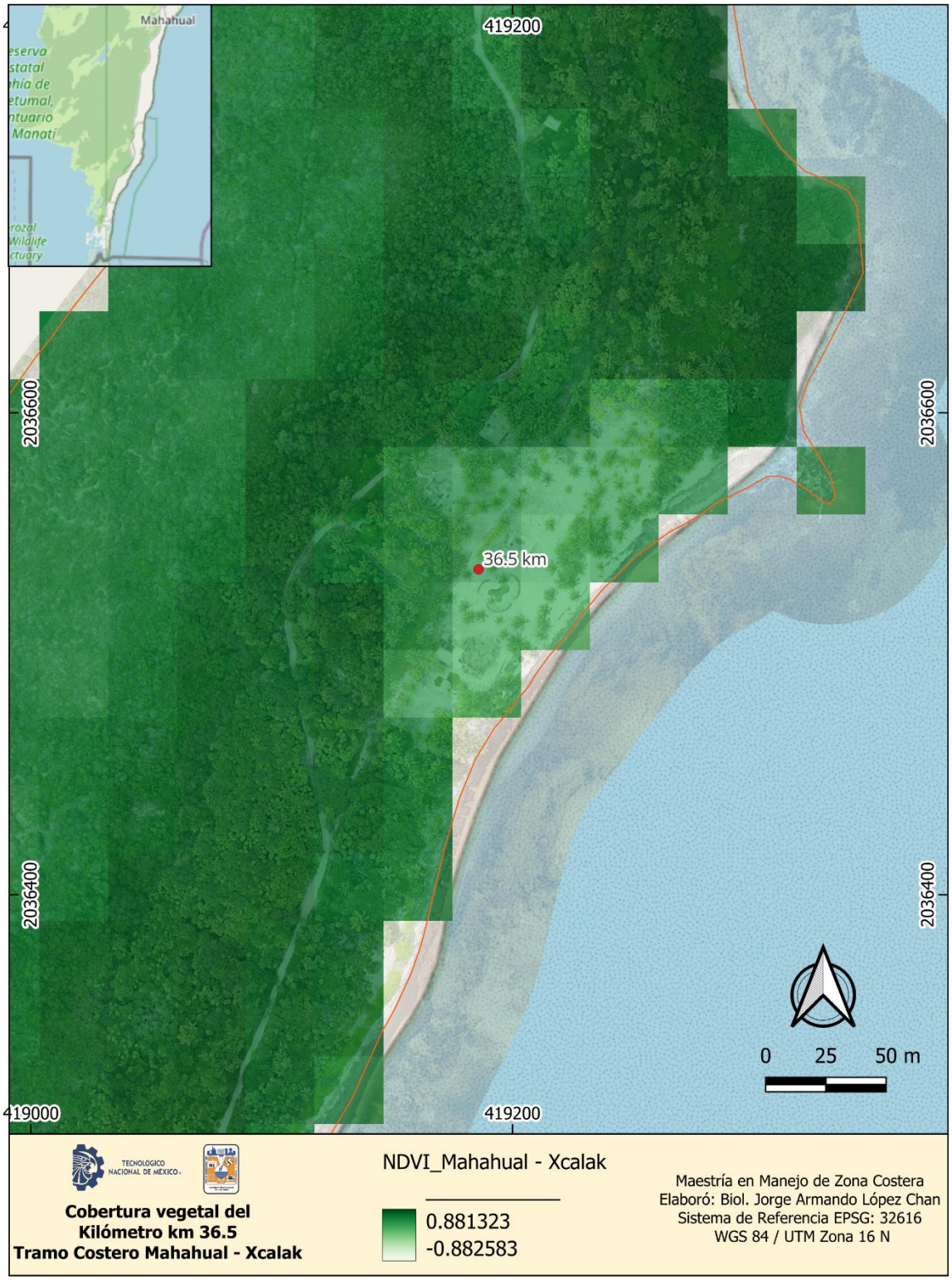

Mahahual
424600
424800
2068400
2068200
68000
3 km
Orión P. Blanco
Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 3
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

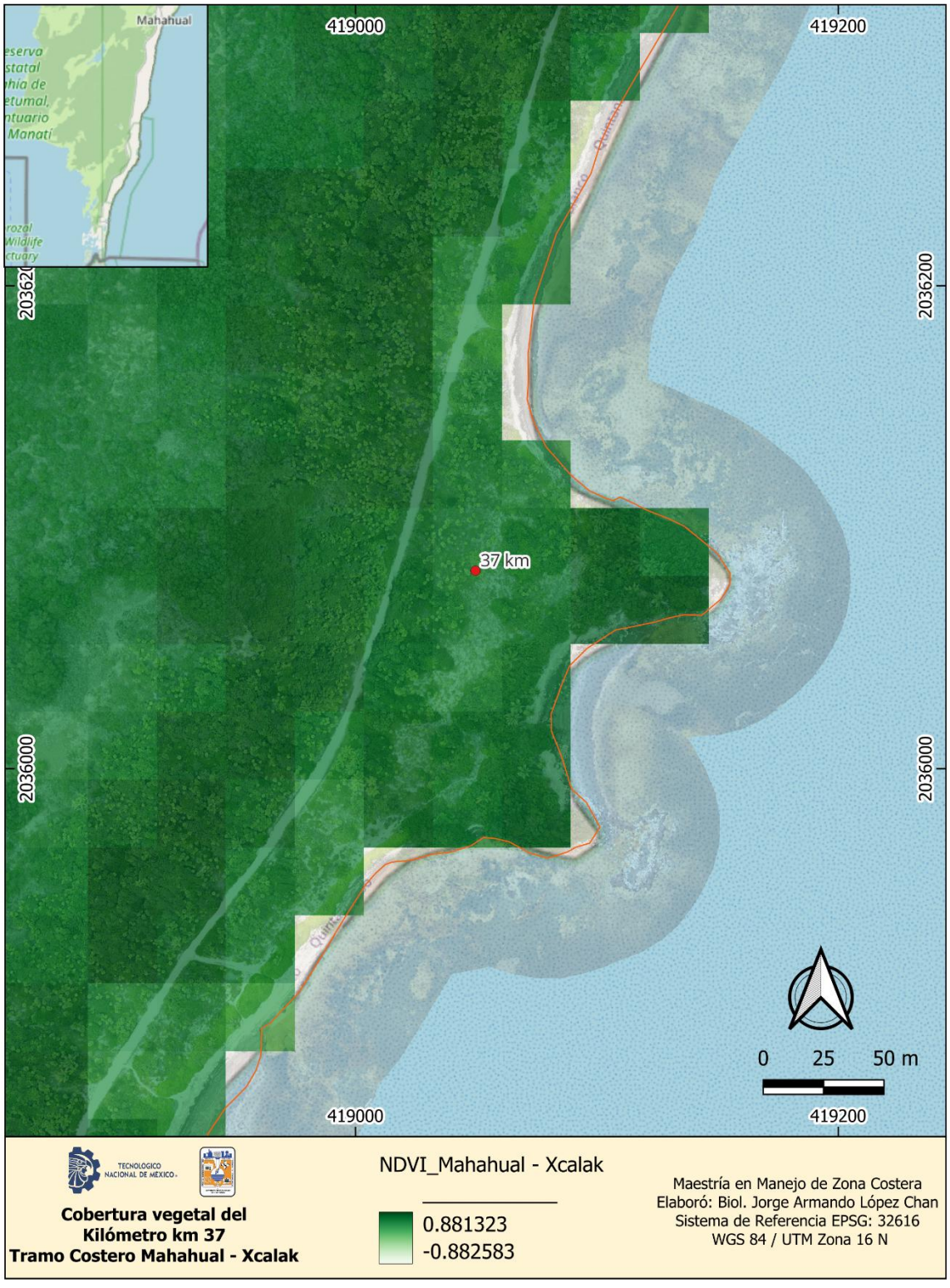

Mahahual
419200
419400
2038600
2038400
2038200
34.5 km
Parque Nacional Arrecifes
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 34.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

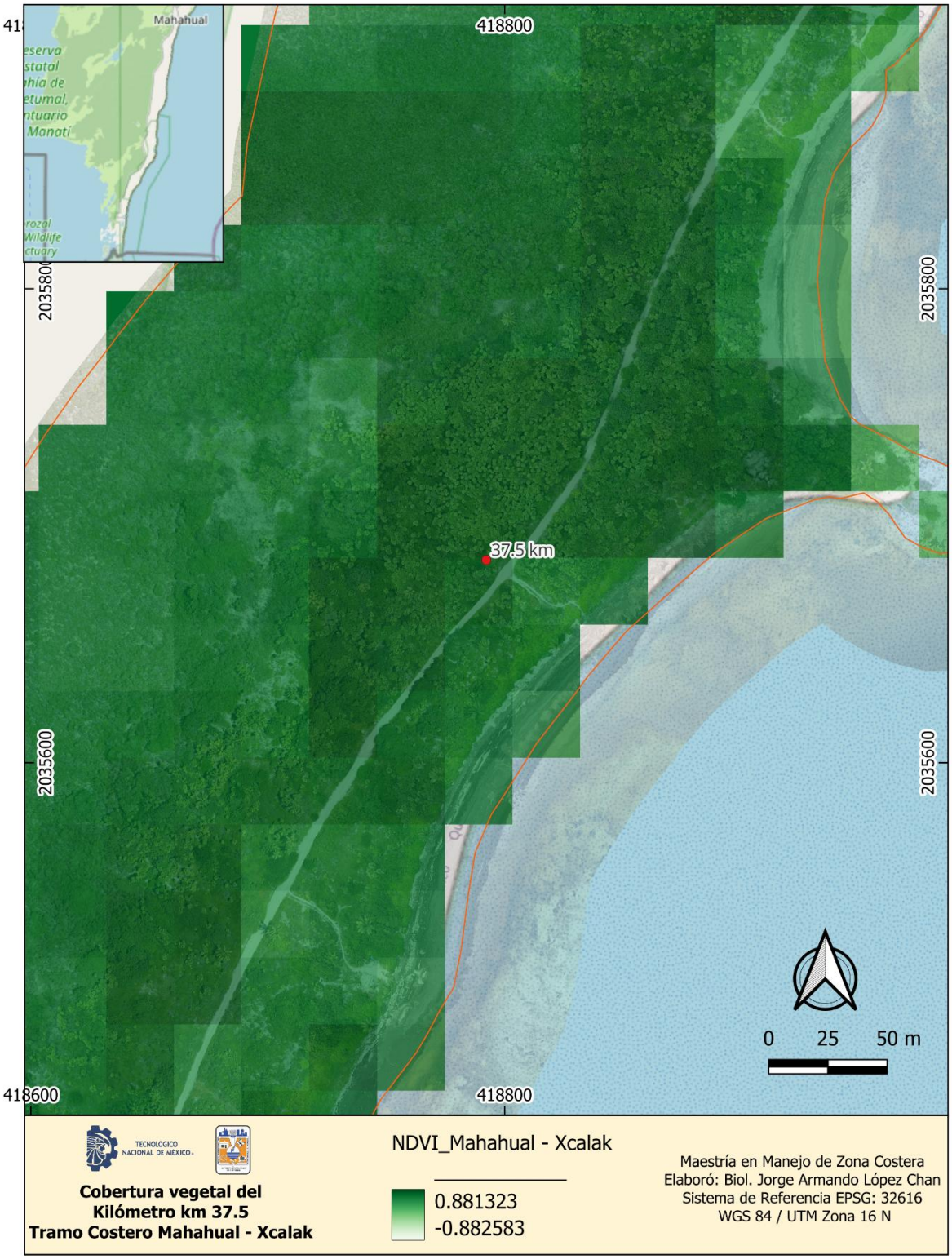

Mahahual
419200
2038000
2037800
35 km
0 25 50 m
419000
419200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 35
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

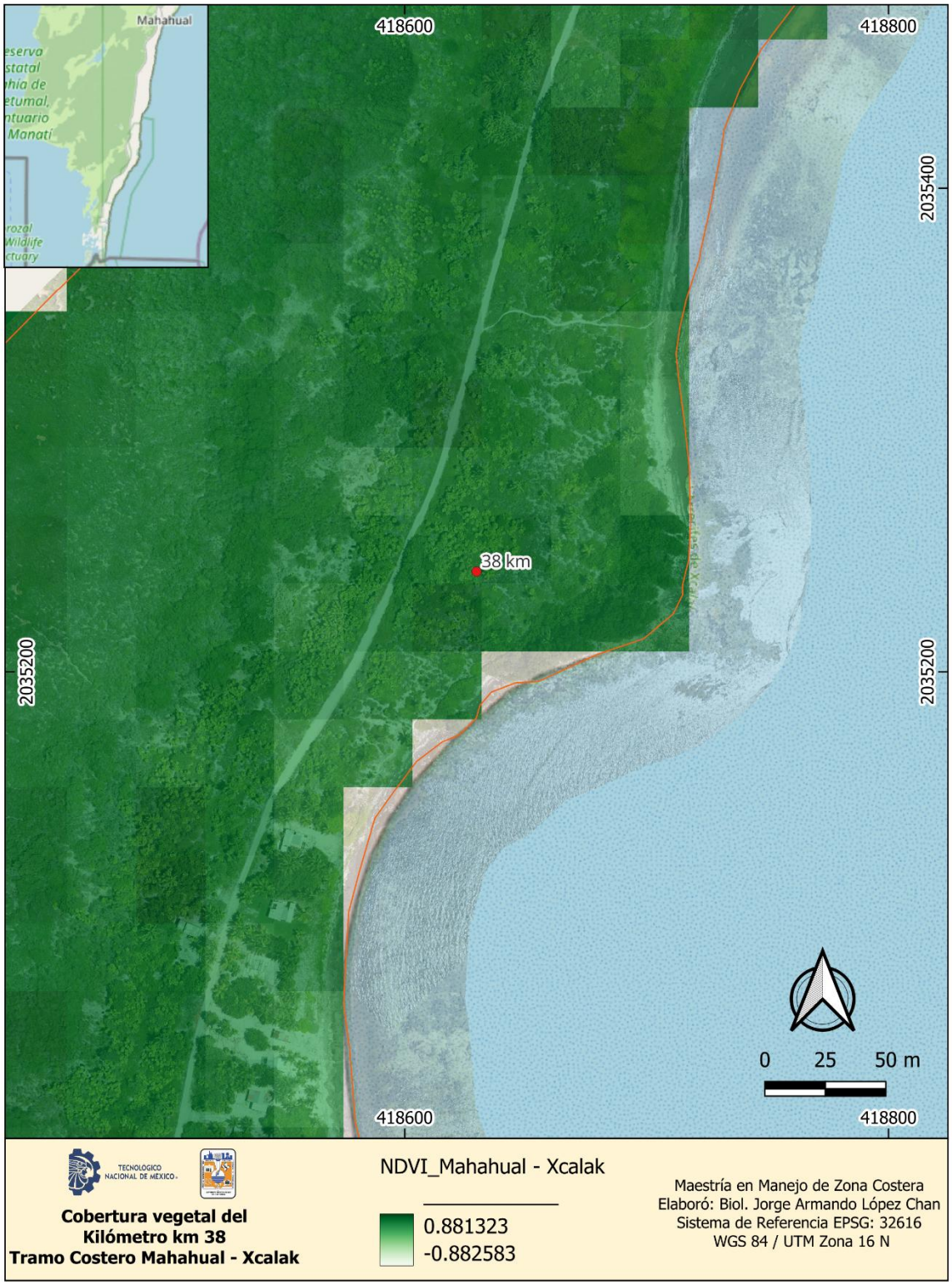

Mahahual
419200
2037600
2037400
35.5 km
Parque Nacional Arrecifes de Xcalak
0 25 50 m
419200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 35.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

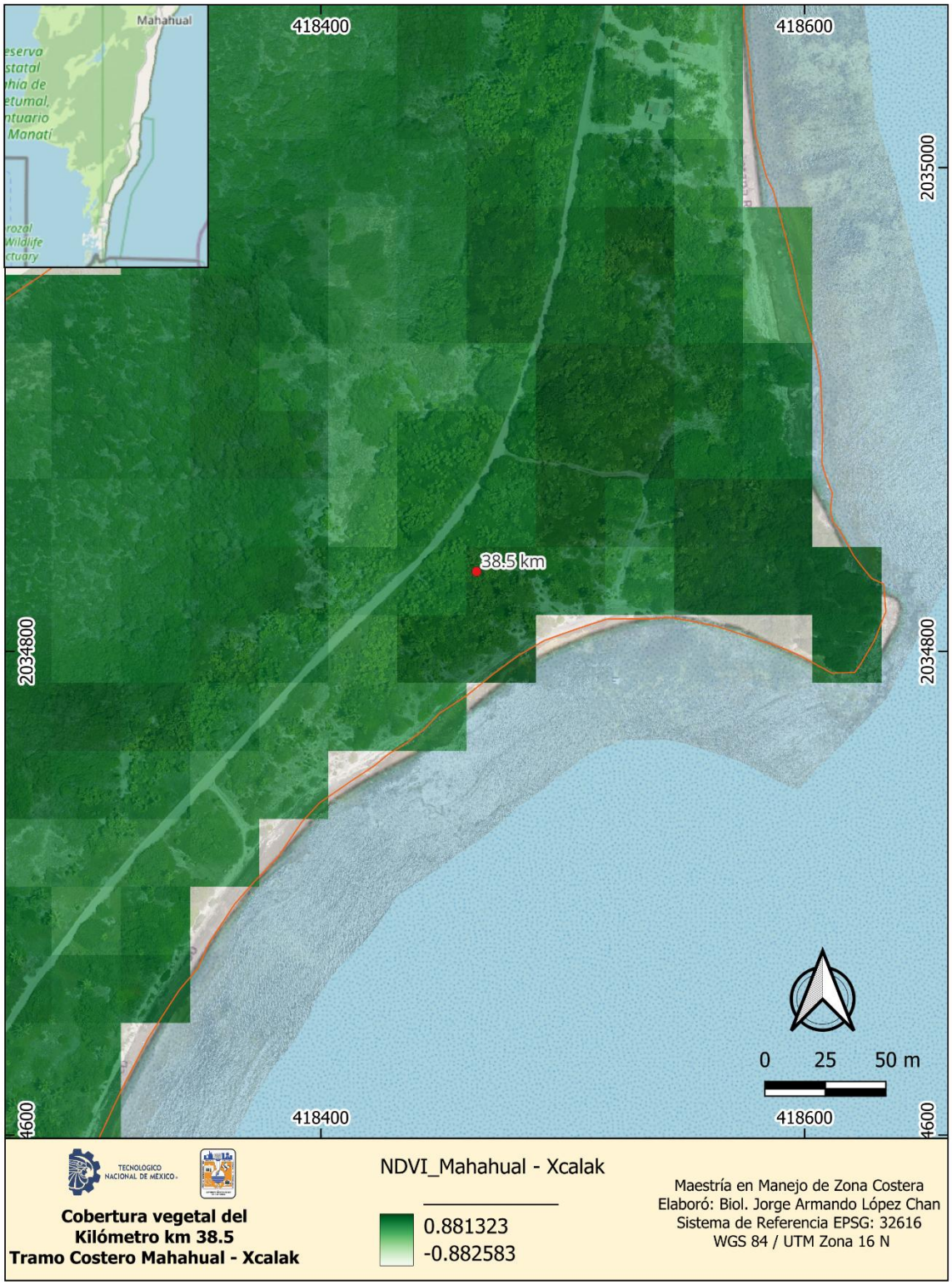

Mahahual
419200
2037200
2037000
2036800
36 km
0 25 50 m
419000
419200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 36
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

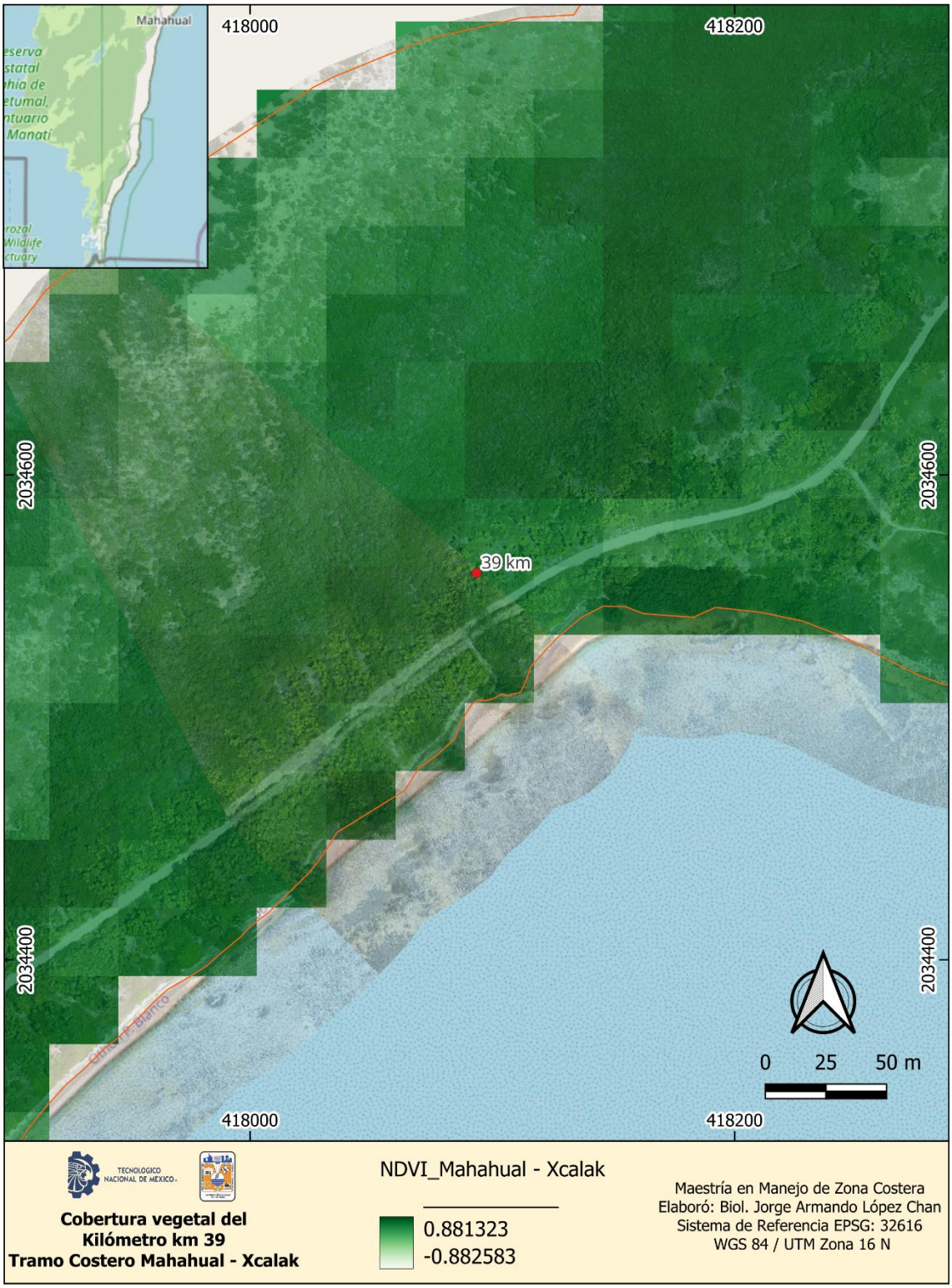

Mahahual
419200
2036600
2036400
36.5 km
0 25 50 m
419000
419200
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 36.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

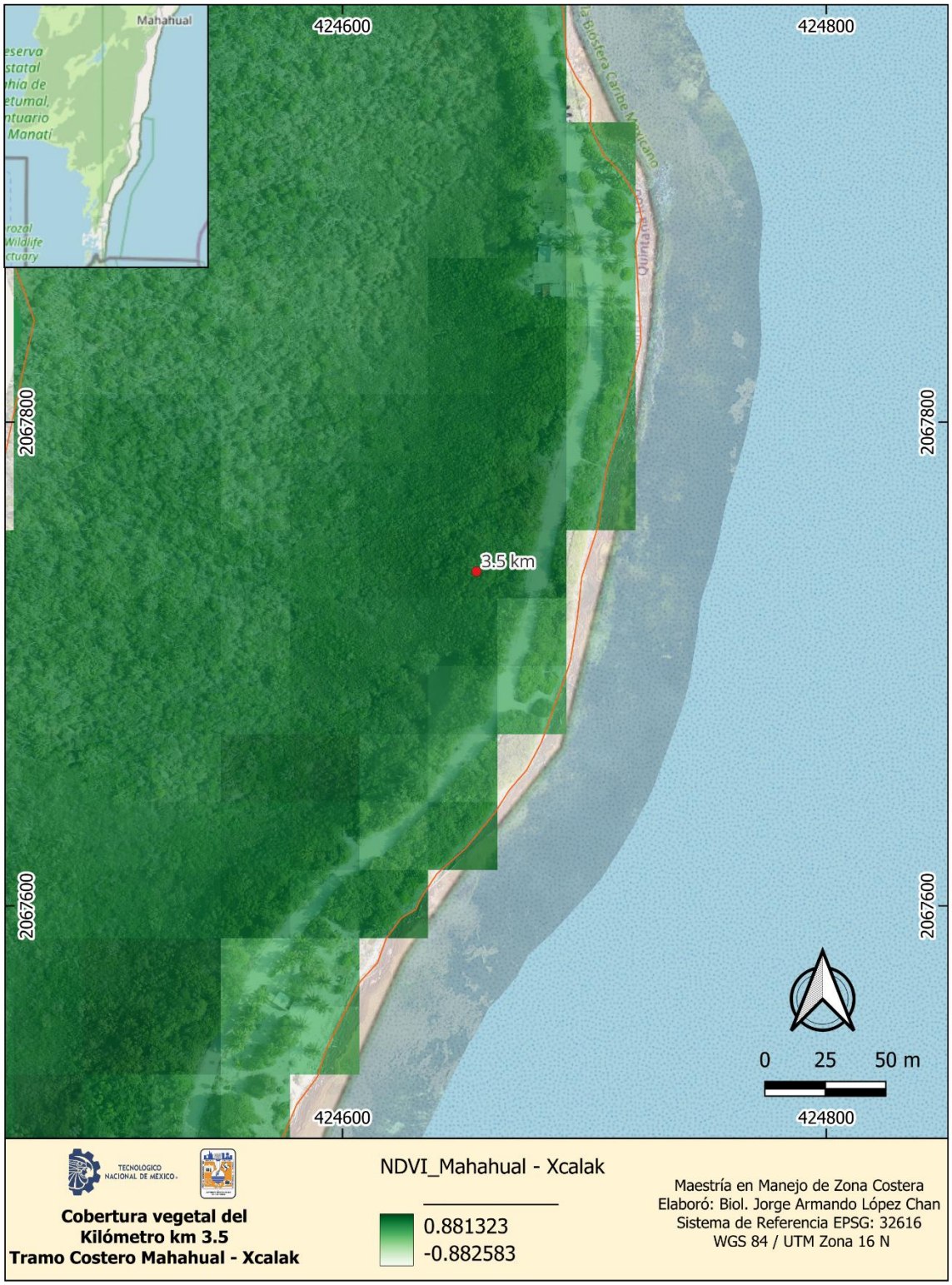

Mahahual
419000
419200
2036200
2036000
37 km
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 37
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

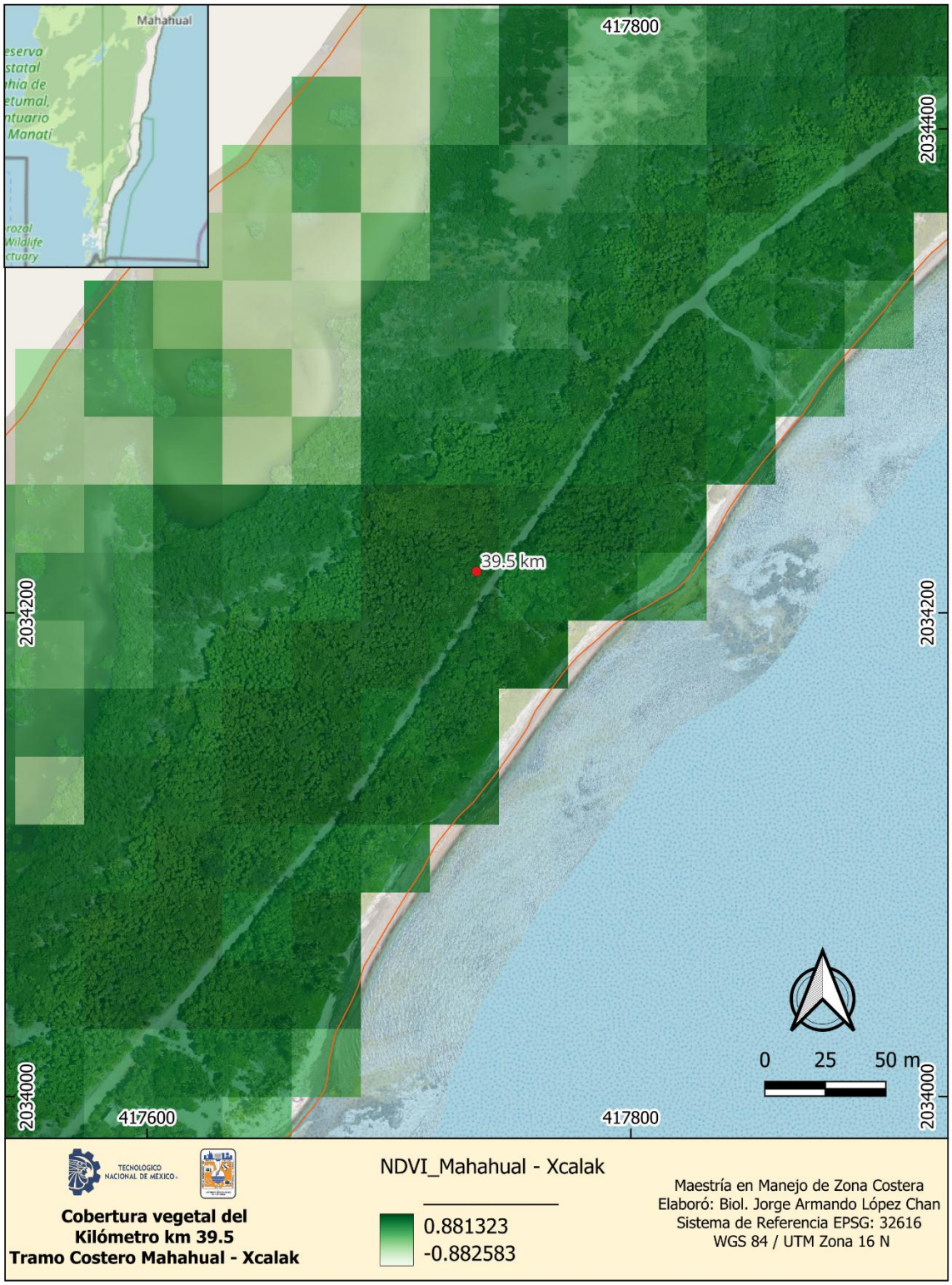

Mahahual
418800
2035800
2035600
37.5 km
0 25 50 m
418600
418800
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 37.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

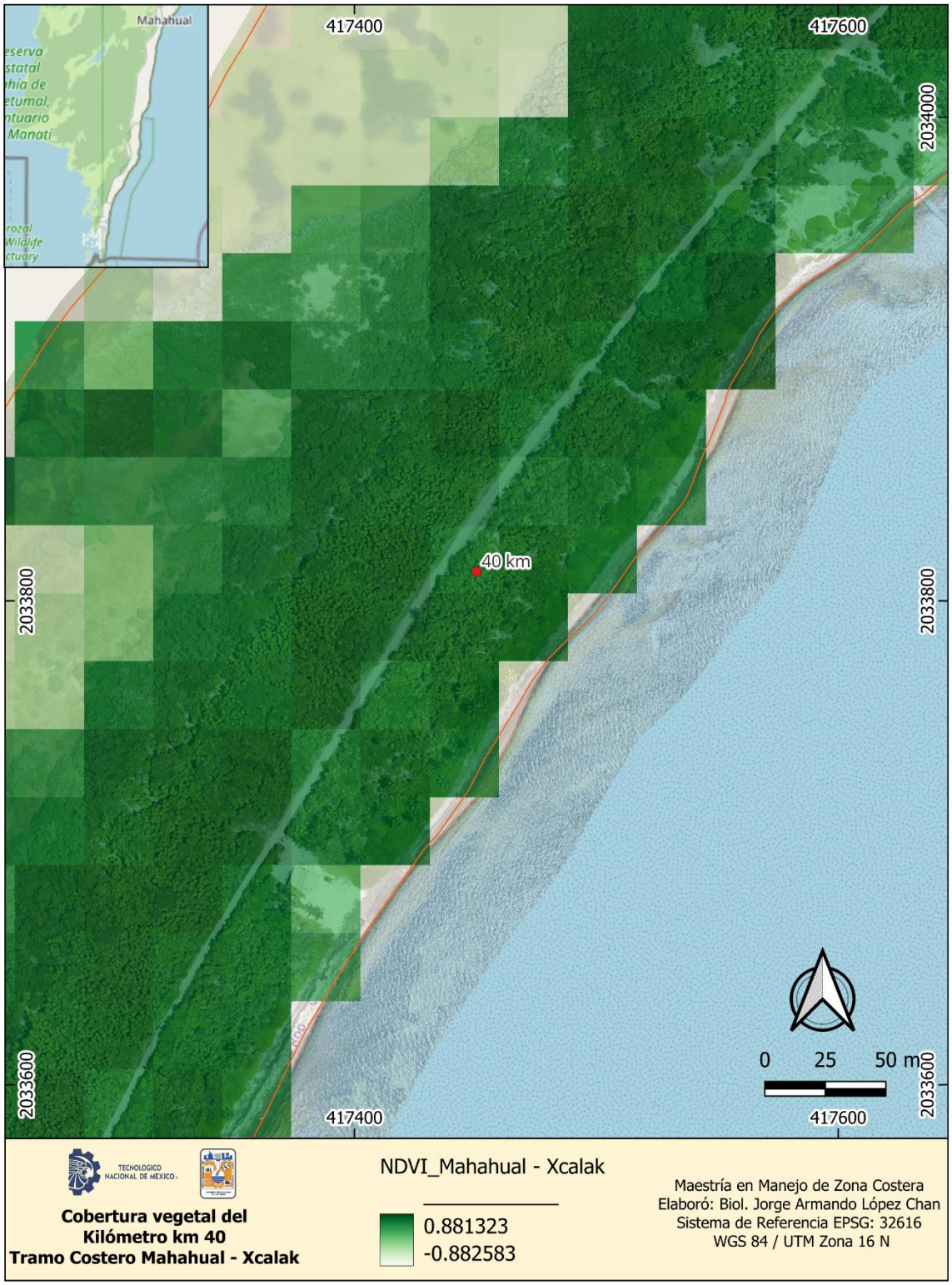

Mahahual
418600
418800
2035400
2035200
38 km
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 38
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

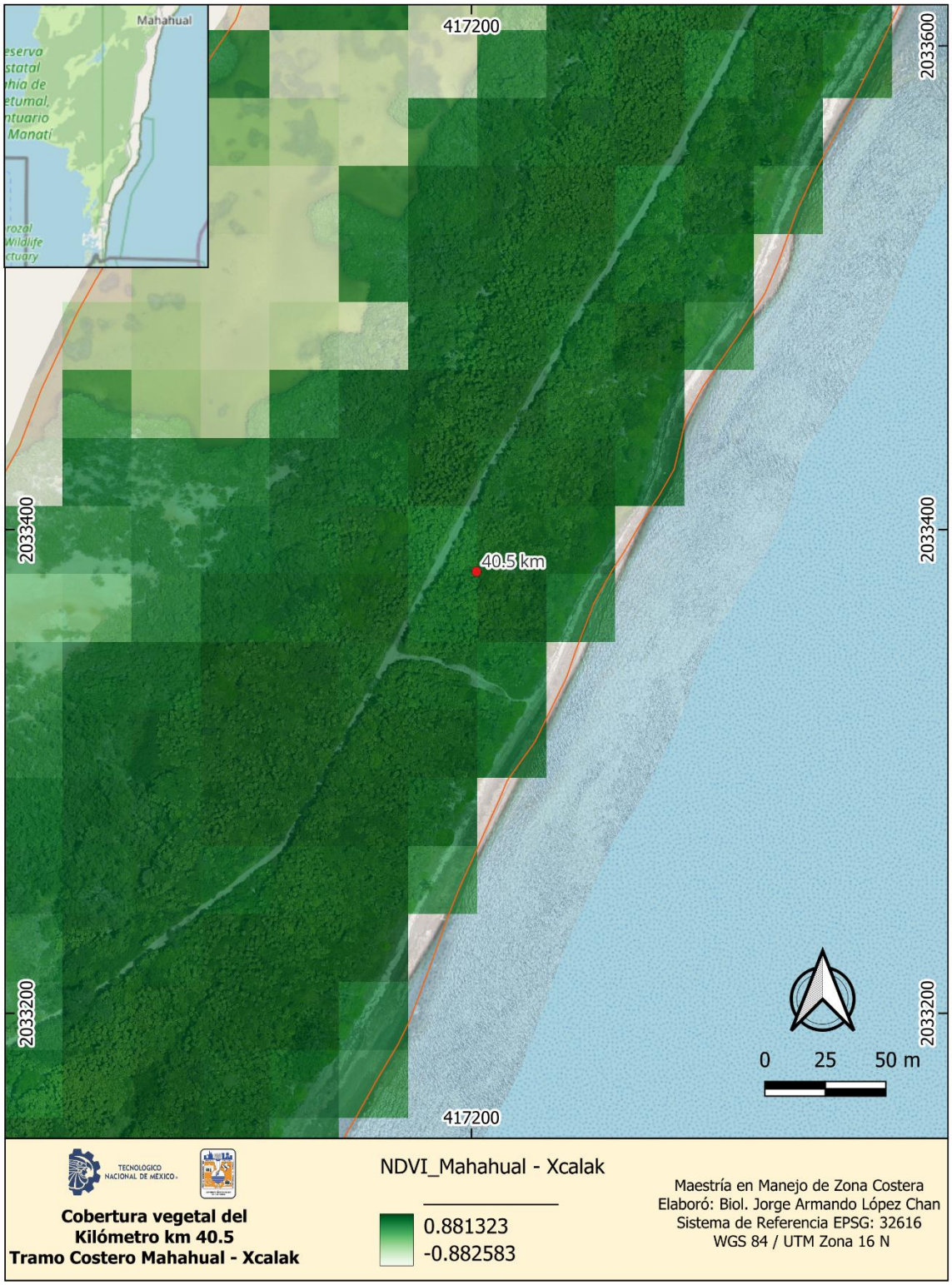

Mahahual
418400
418600
2035000
2034800
38.5 km
0 25 50 m
4600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 38.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

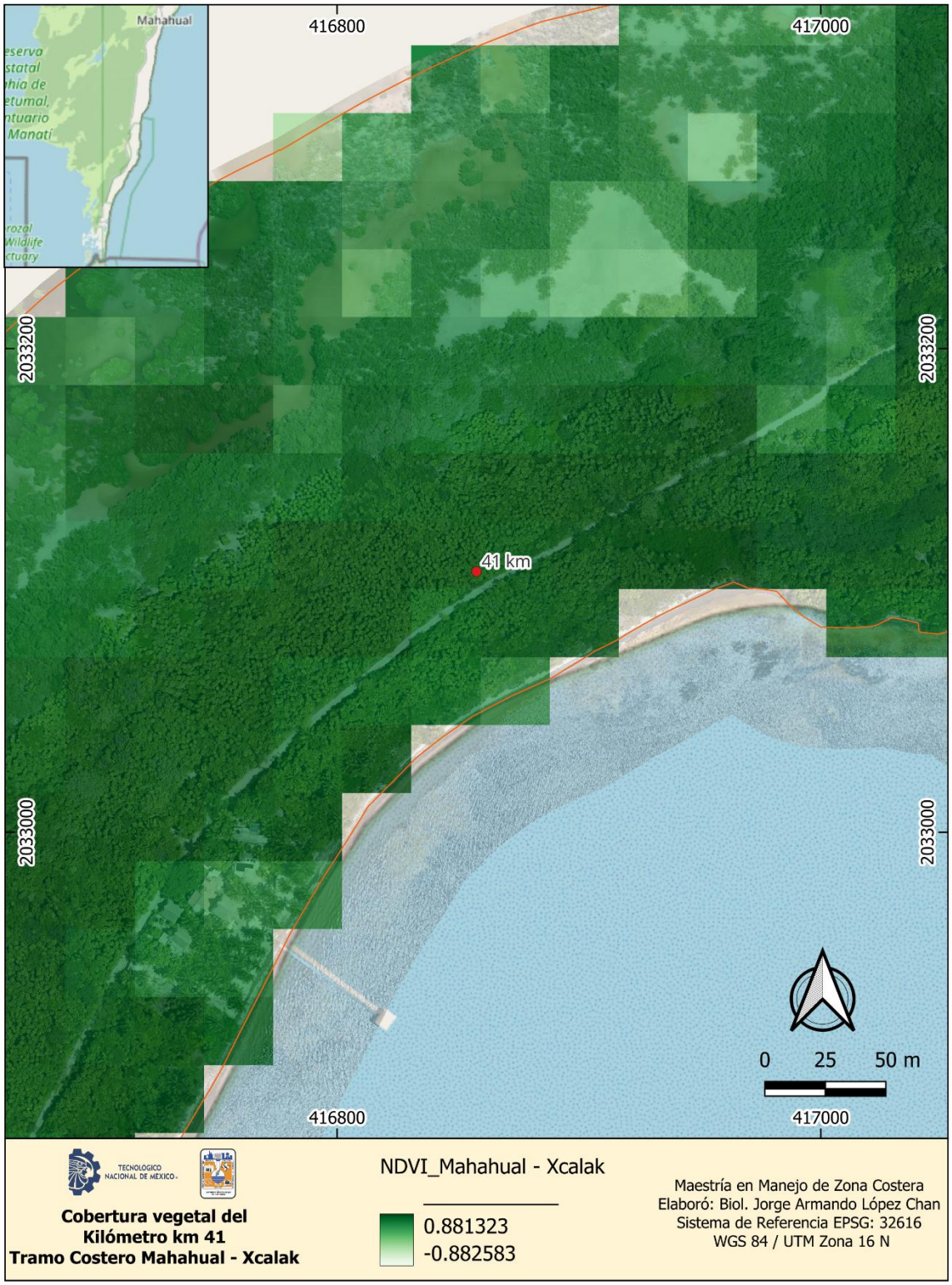

Mahahual
418000
418200
2034600
2034400
39 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 39
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
424600
424800
2067800
2067600
3.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 3.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

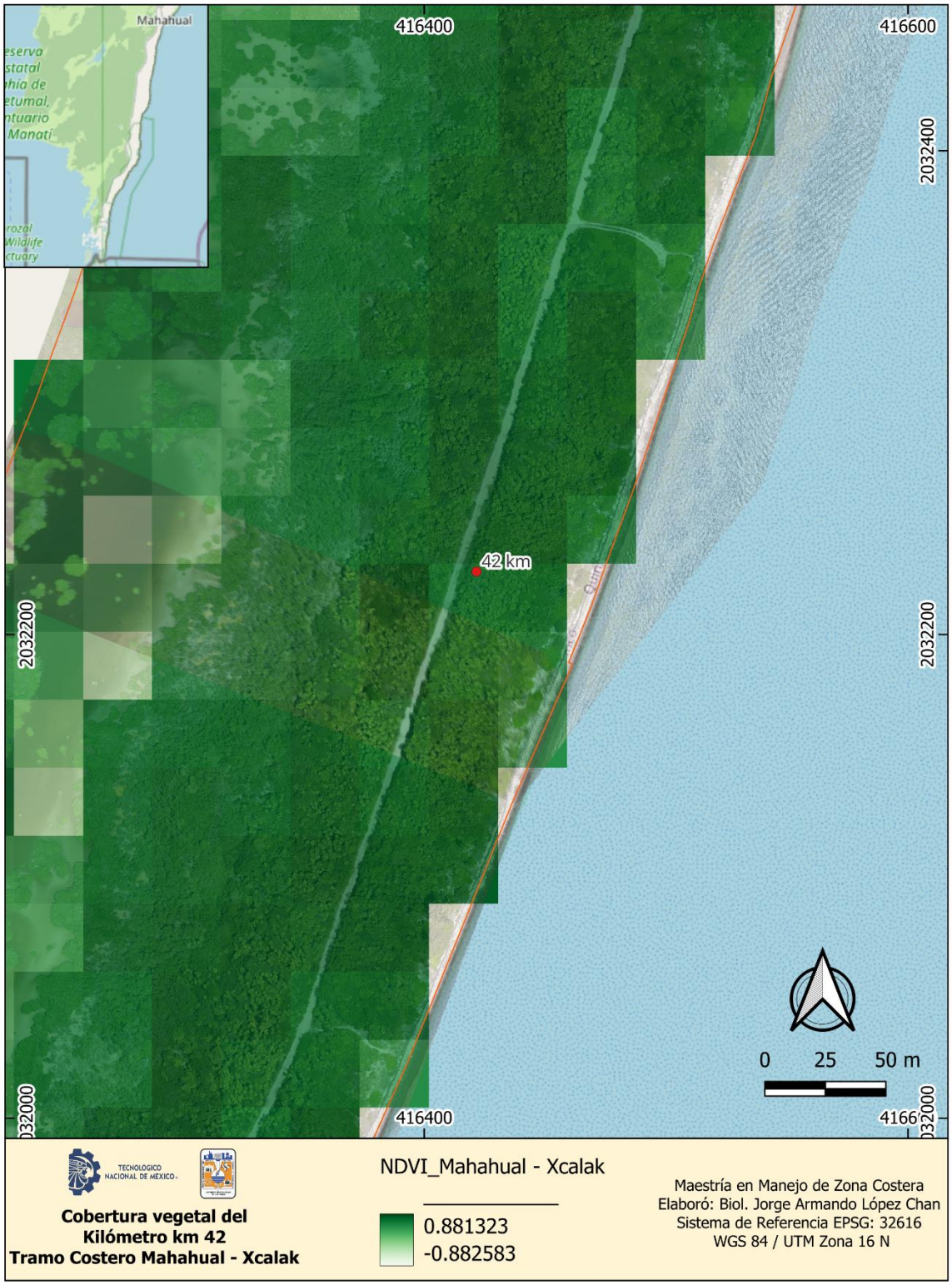

Mahahual
417800
2034400
39.5 km
2034200
2034200
0 25 50 m
2034000
417600
417800
2034000
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 39.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

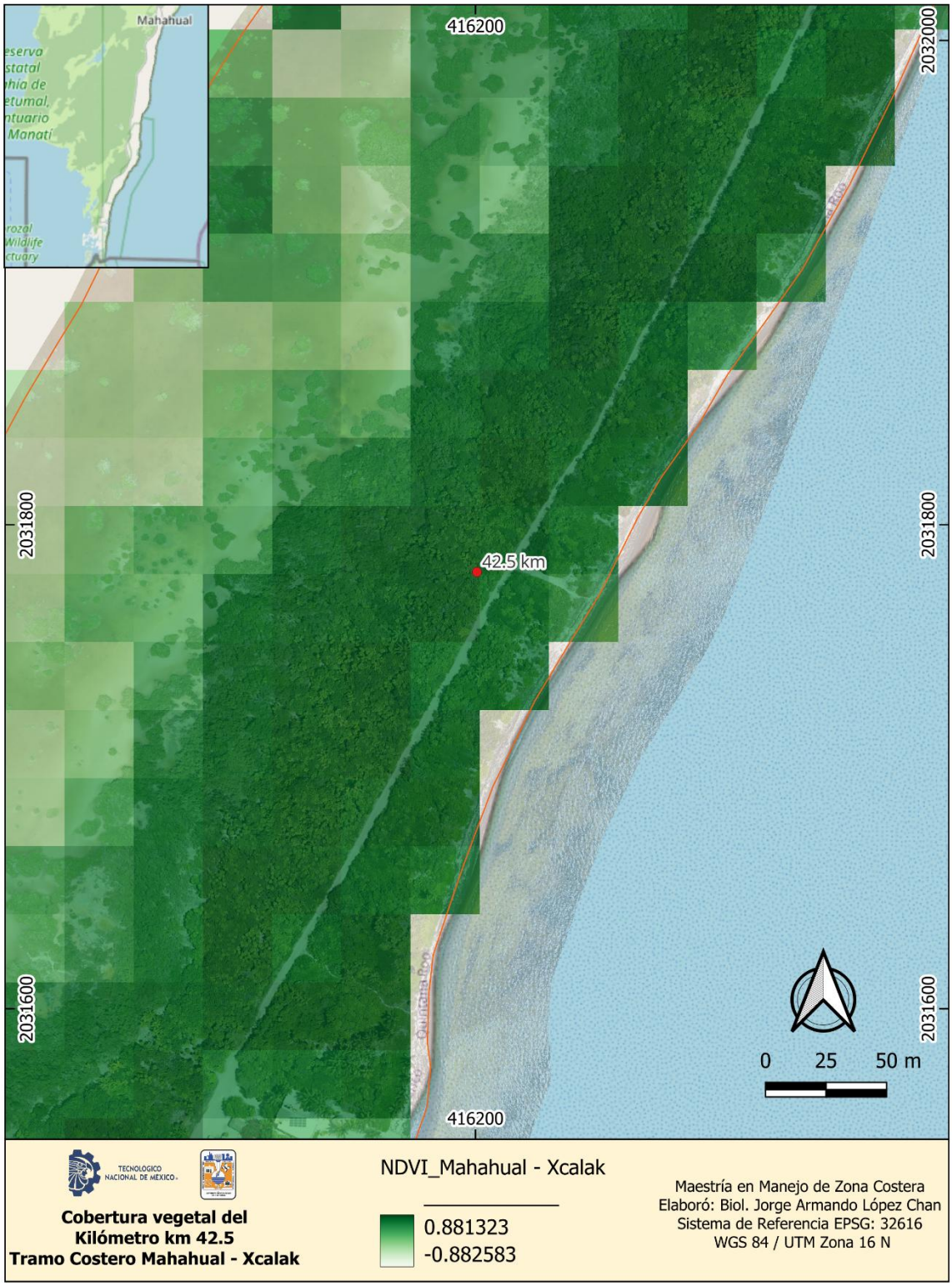

Mahahual
417400
417600
2034000
2033800
2033600
40 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 40
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

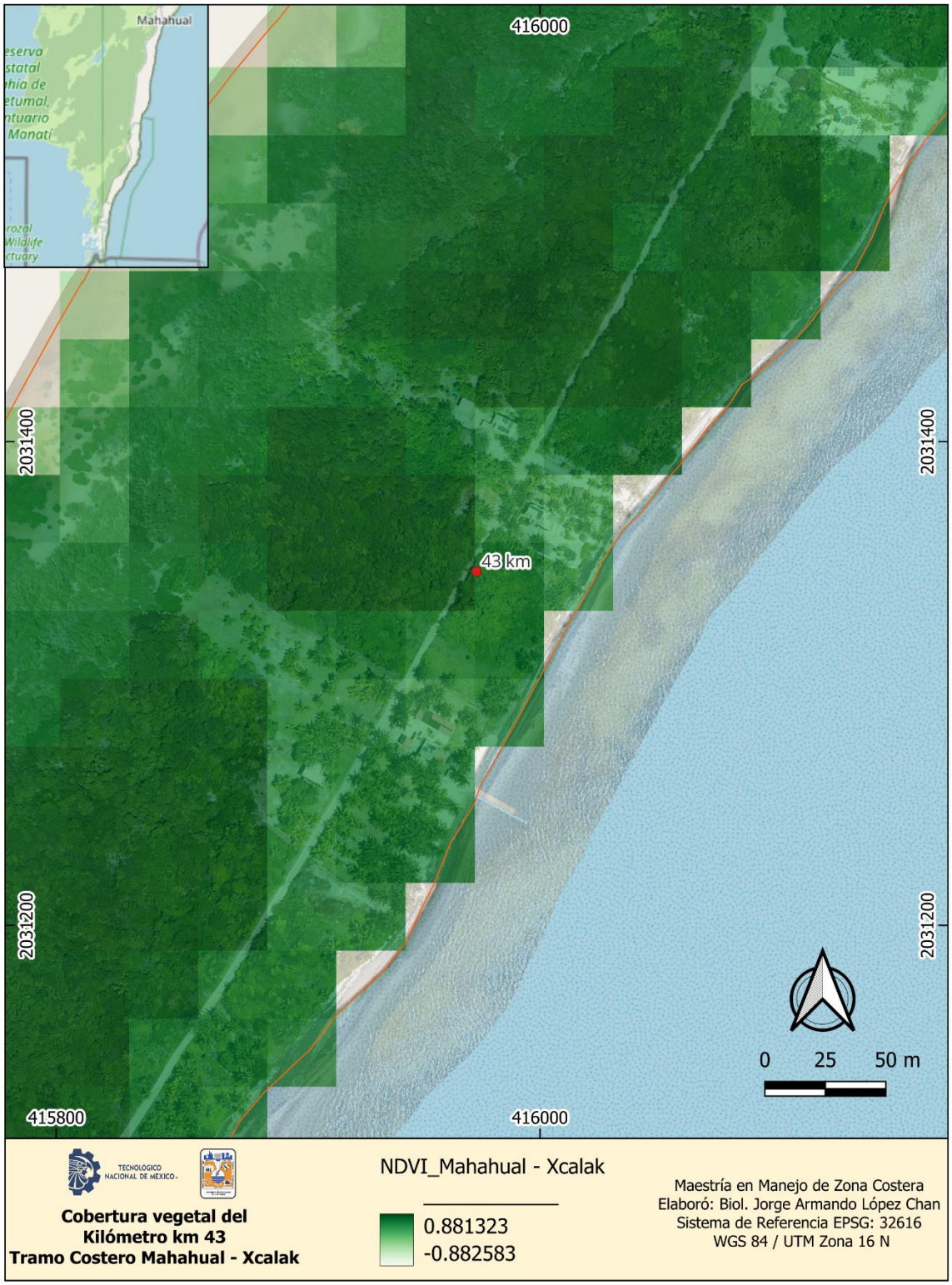

Mahahual
417200
2033600
2033400
2033200
40.5 km
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 40.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

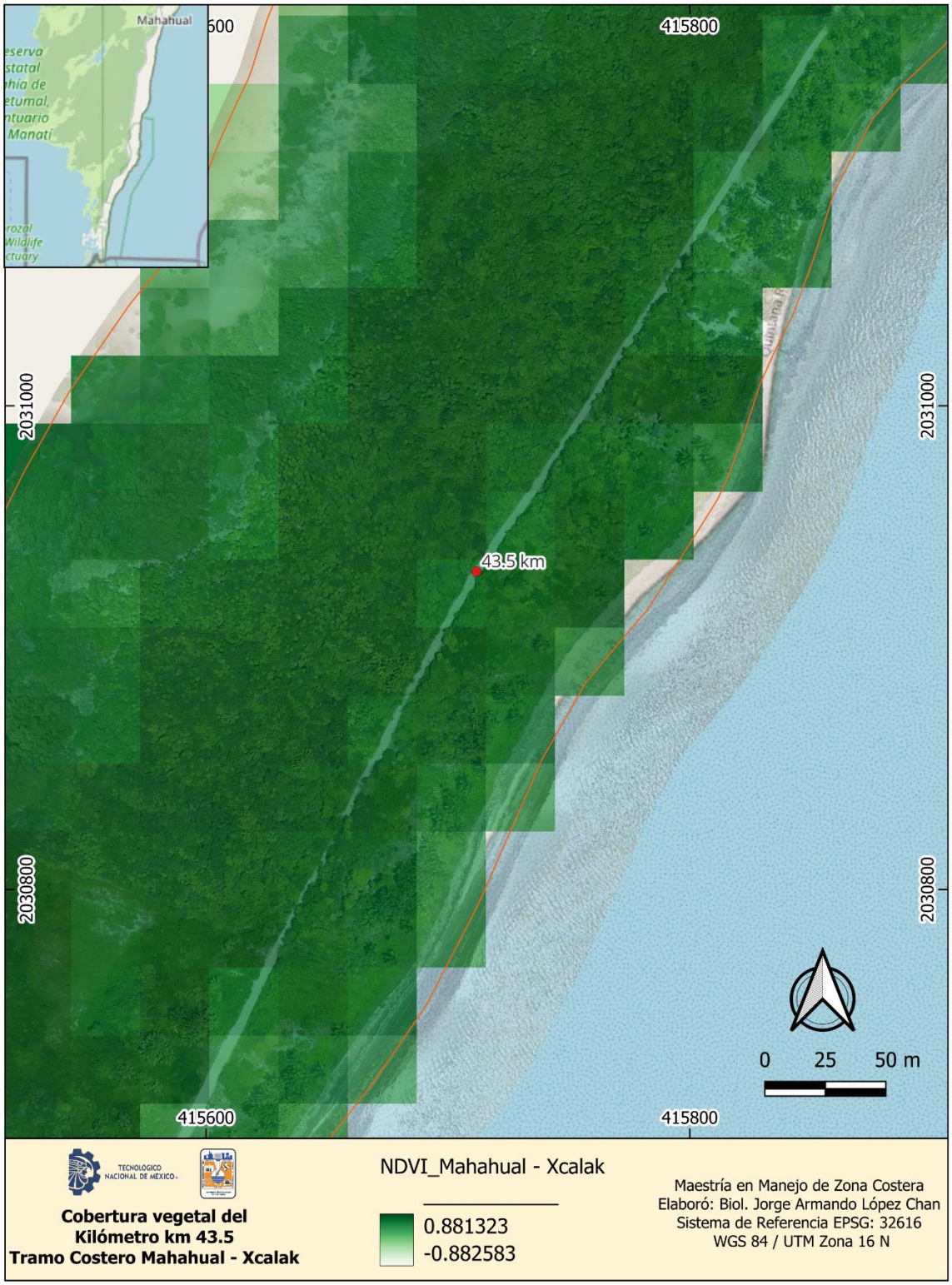

Mahahual
416800
417000
2033200
2033000
41 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 41
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

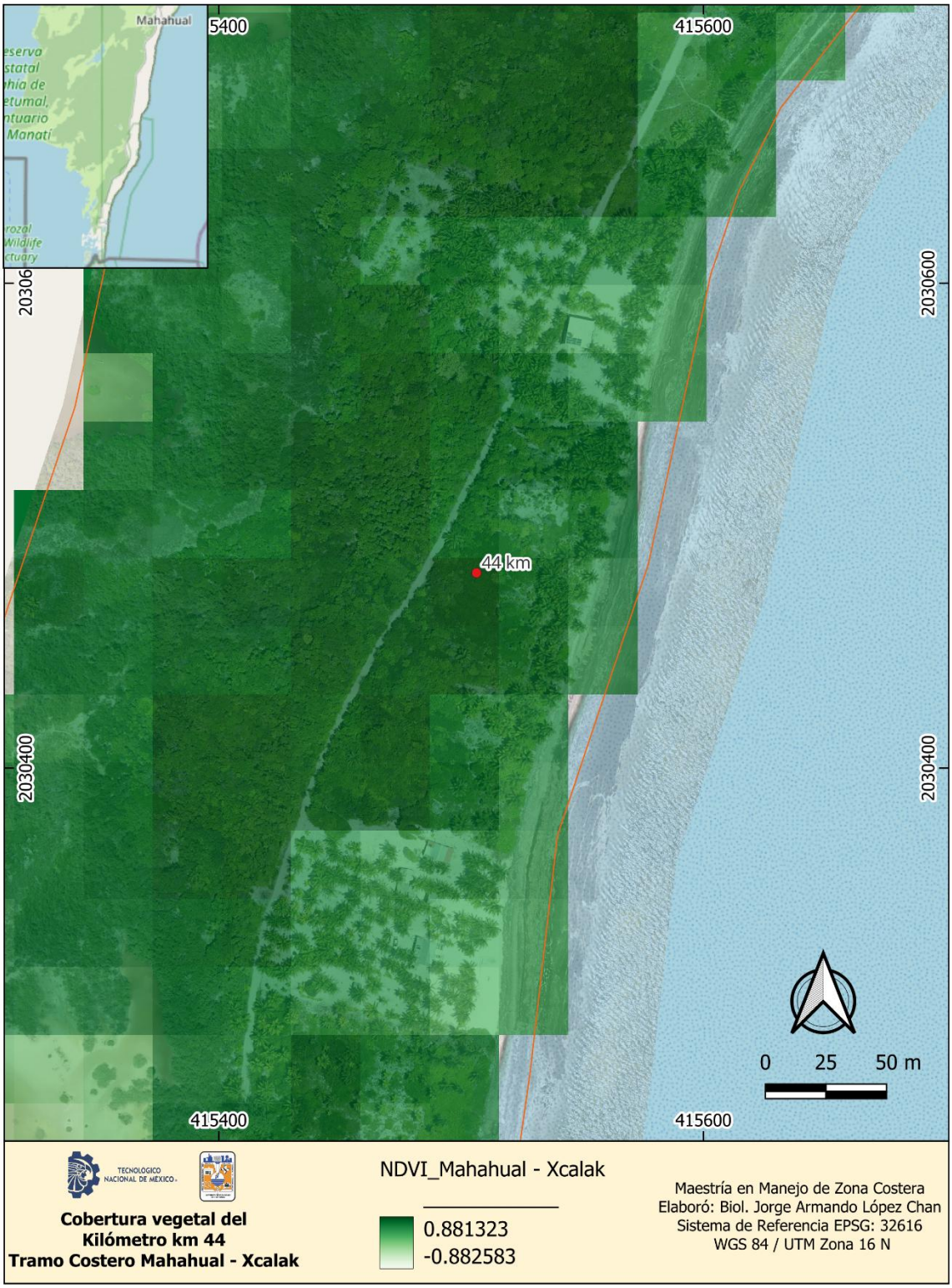

Mahahual
41
416600
2032800
2032600
41.5 km
0 25 50 m
416400
416600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 41.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

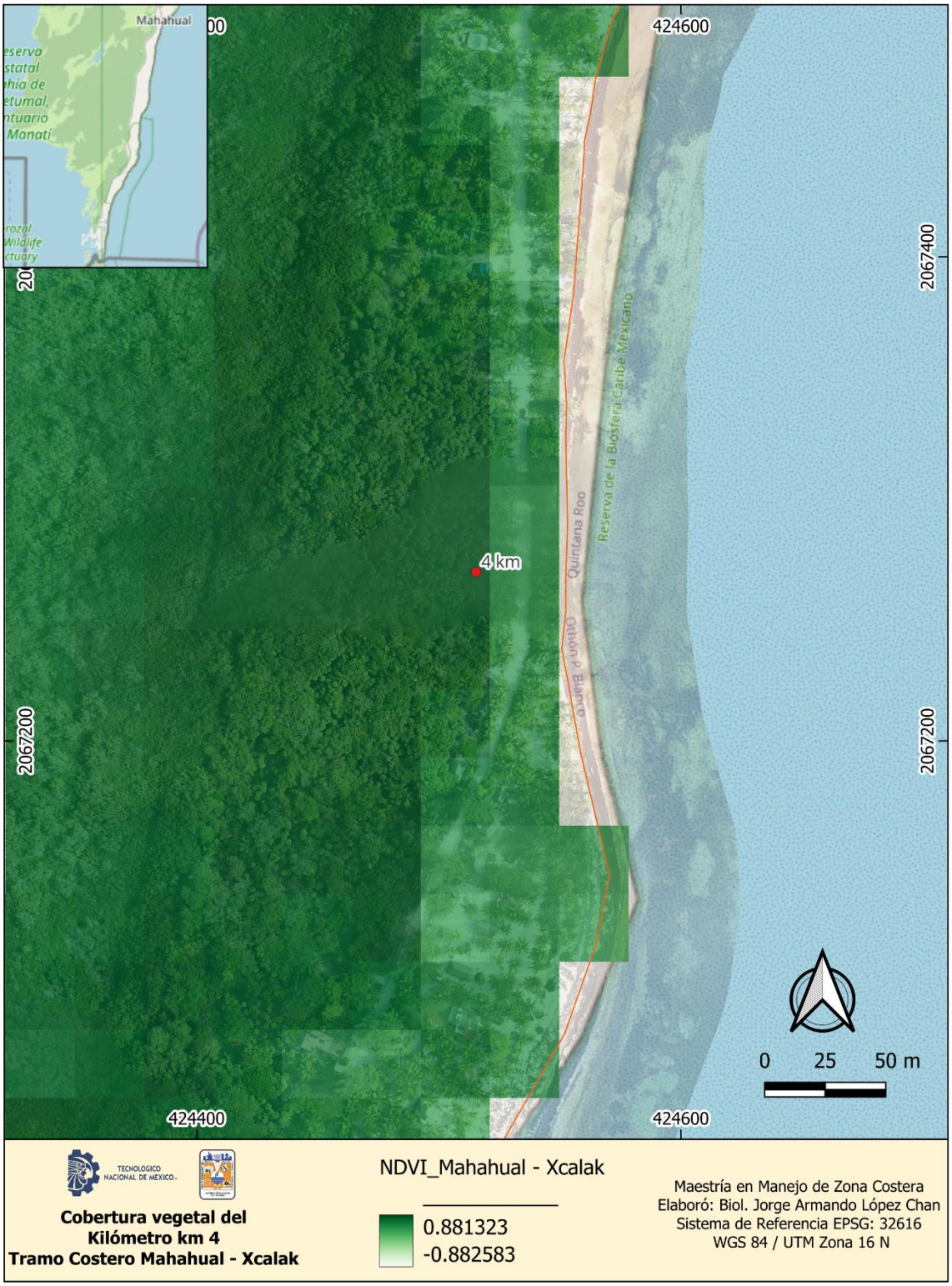

Mahahual
416400
416600
2032400
2032200
42 km
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 42
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

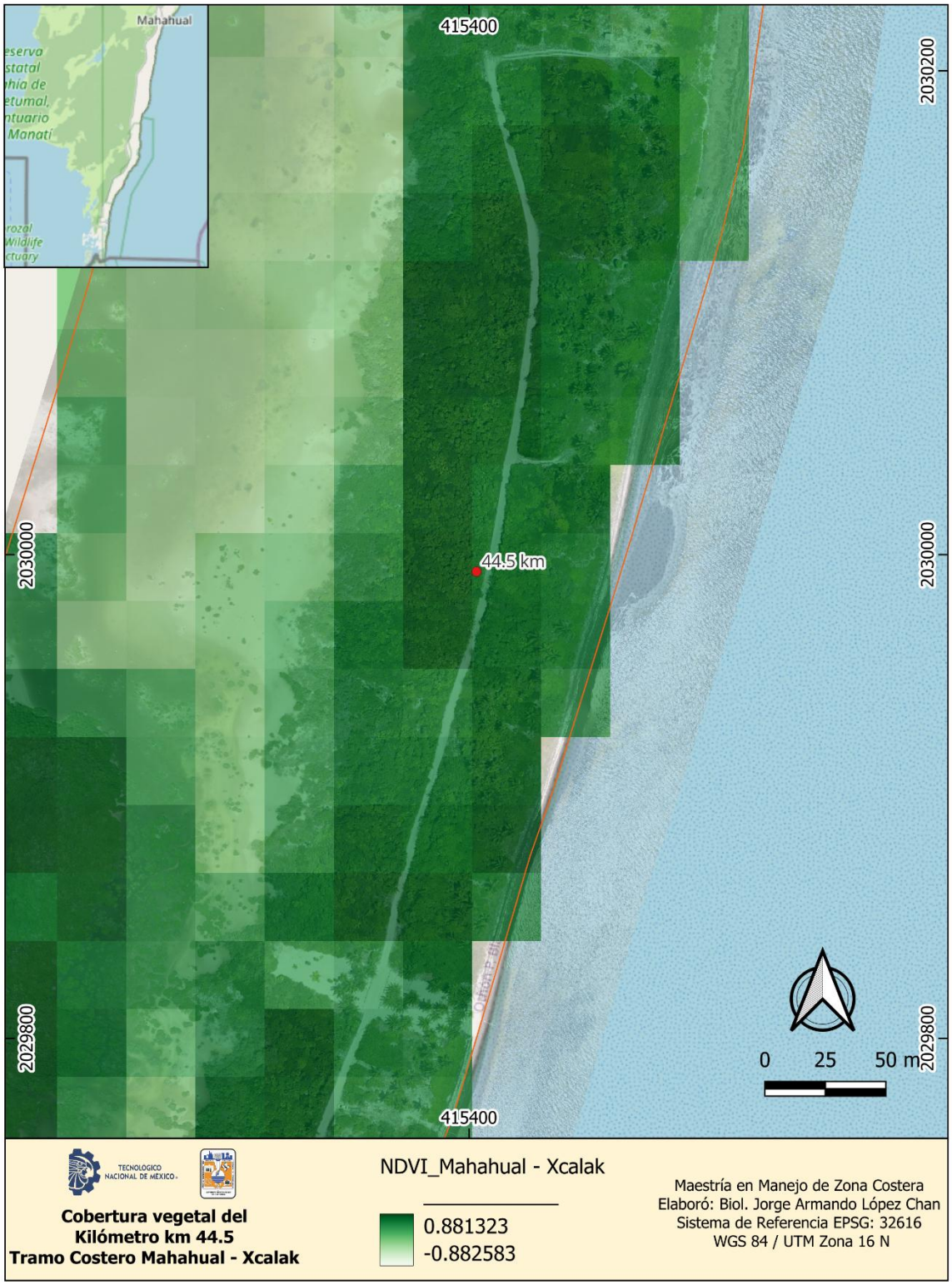

Mahahual
416200
2032000
2031800
2031600
42.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 42.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

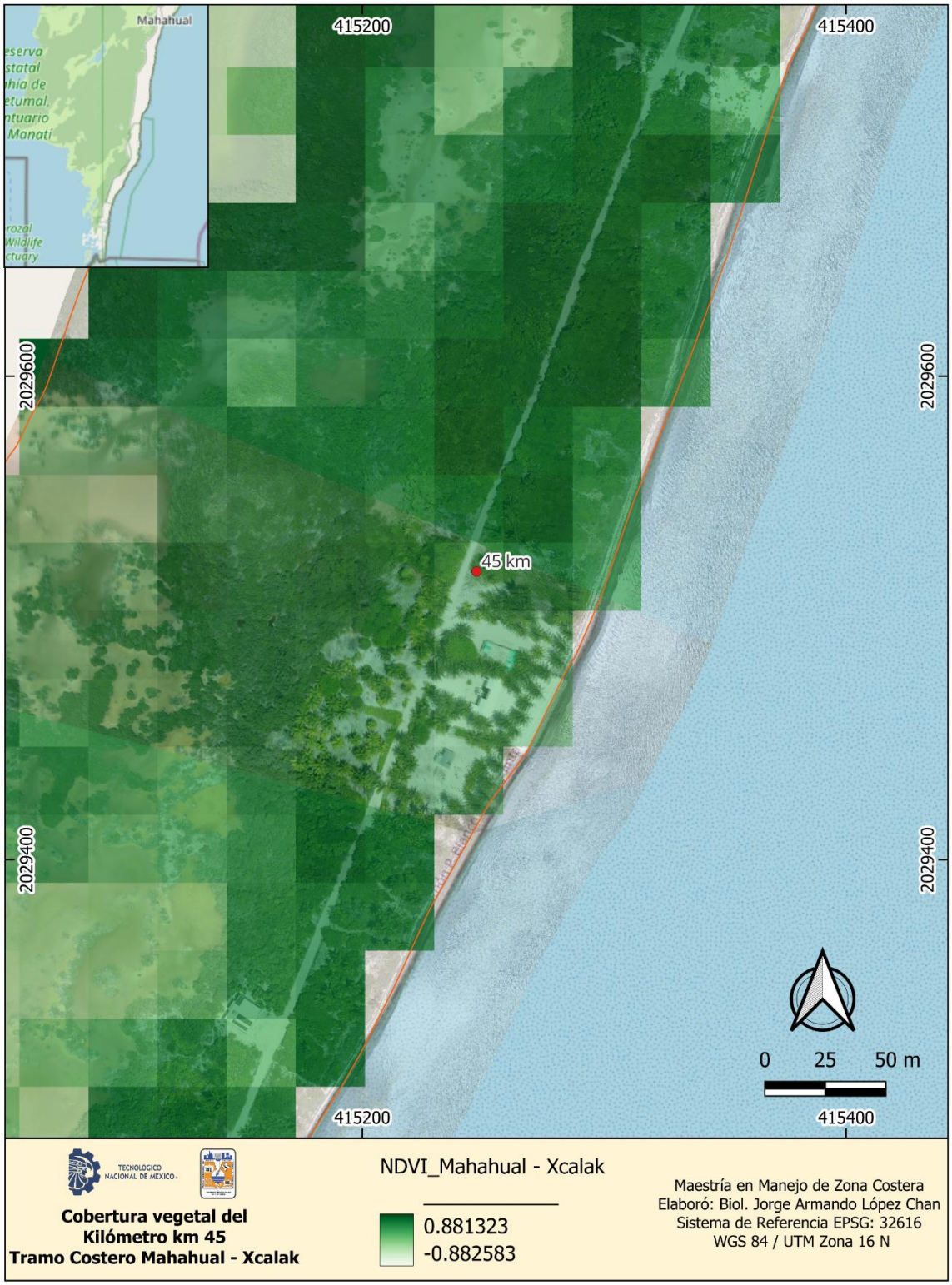

Mahahual
416000
2031400
2031200
43 km
0 25 50 m
415800
416000
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 43
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

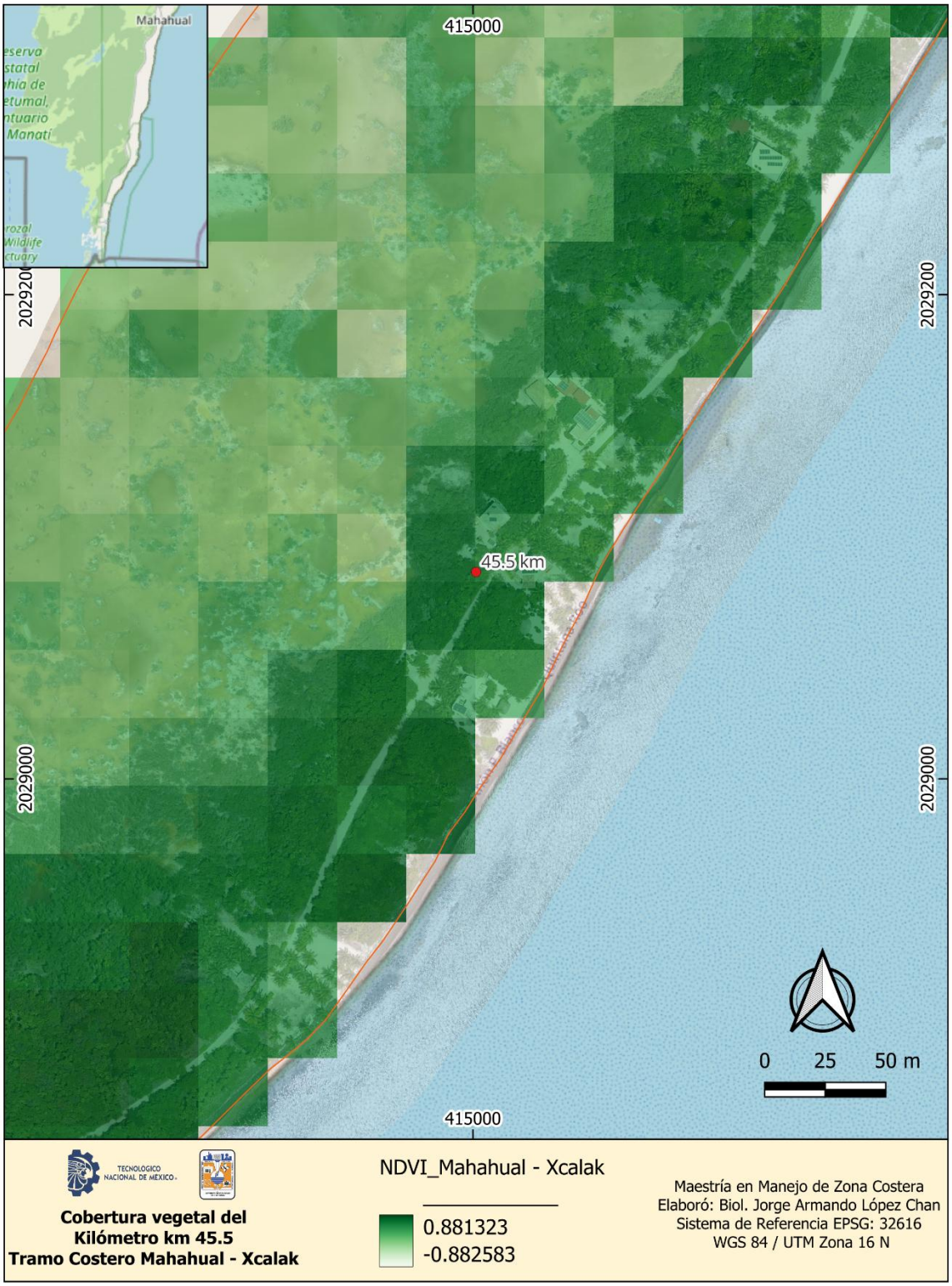

Mahahual
600
415800
2031000
2030800
43.5 km
0 25 50 m
415600
415800
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 43.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

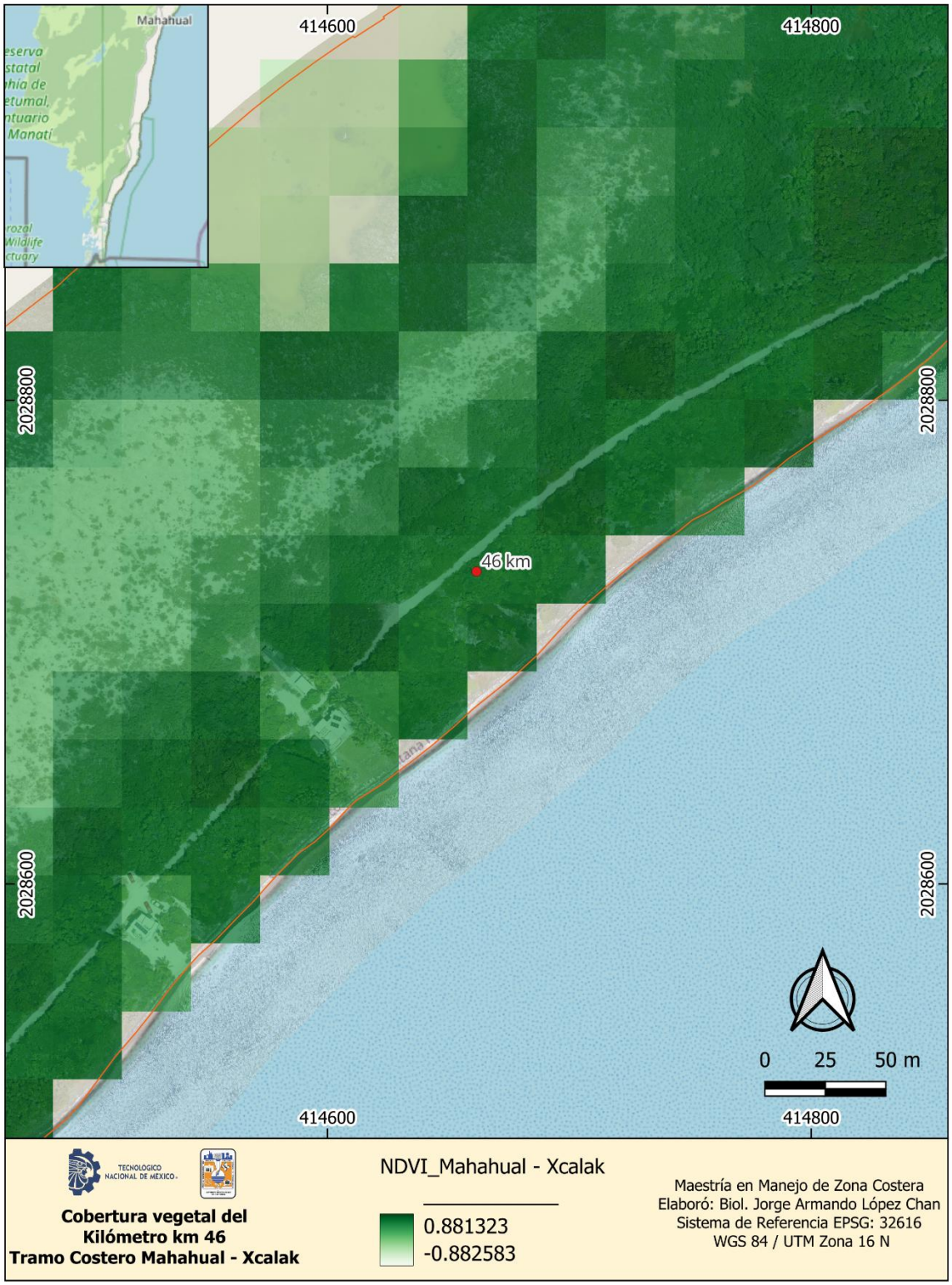

Mahahual
5400
415600
2030600
2030400
44 km
0 25 50 m
415400
415600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 44
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

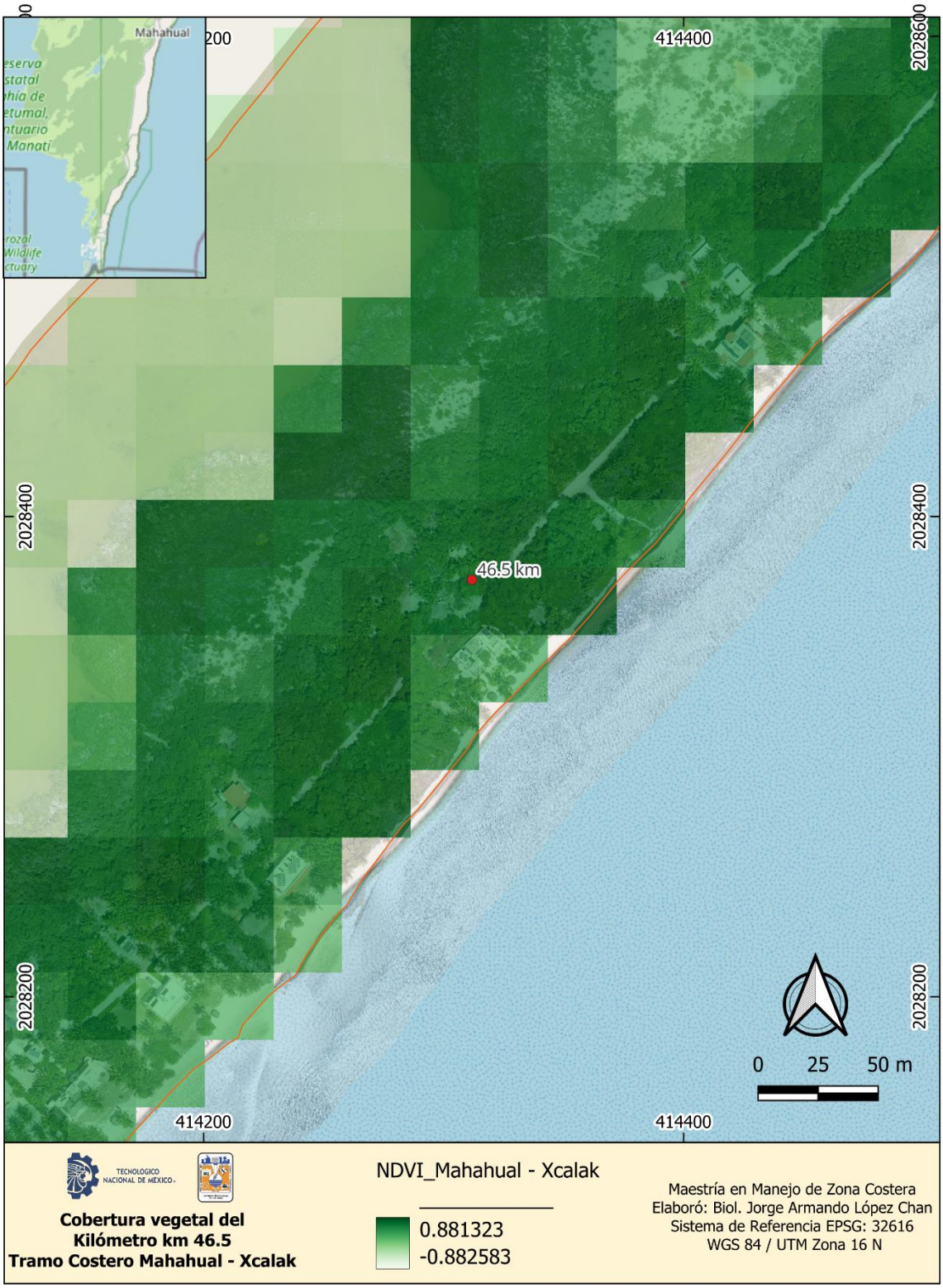

Mahahual
424600
2067400
2067200
4 km
Quintana Roo
Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano
0 25 50 m
424400
424600
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 4
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

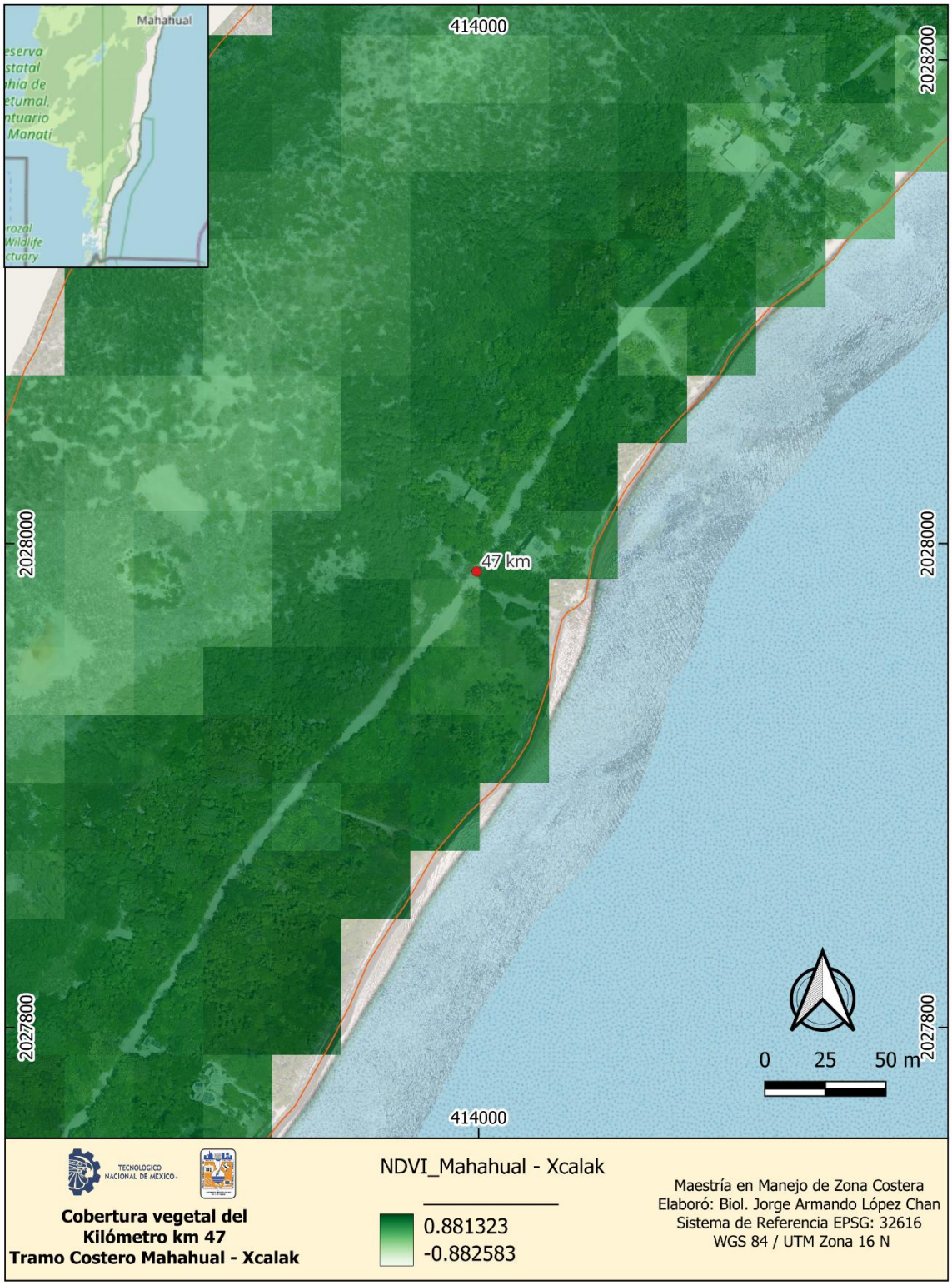

Mahahual
415400
2030200
2030000
2029800
44.5 km
0 25 50 m
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 44.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak

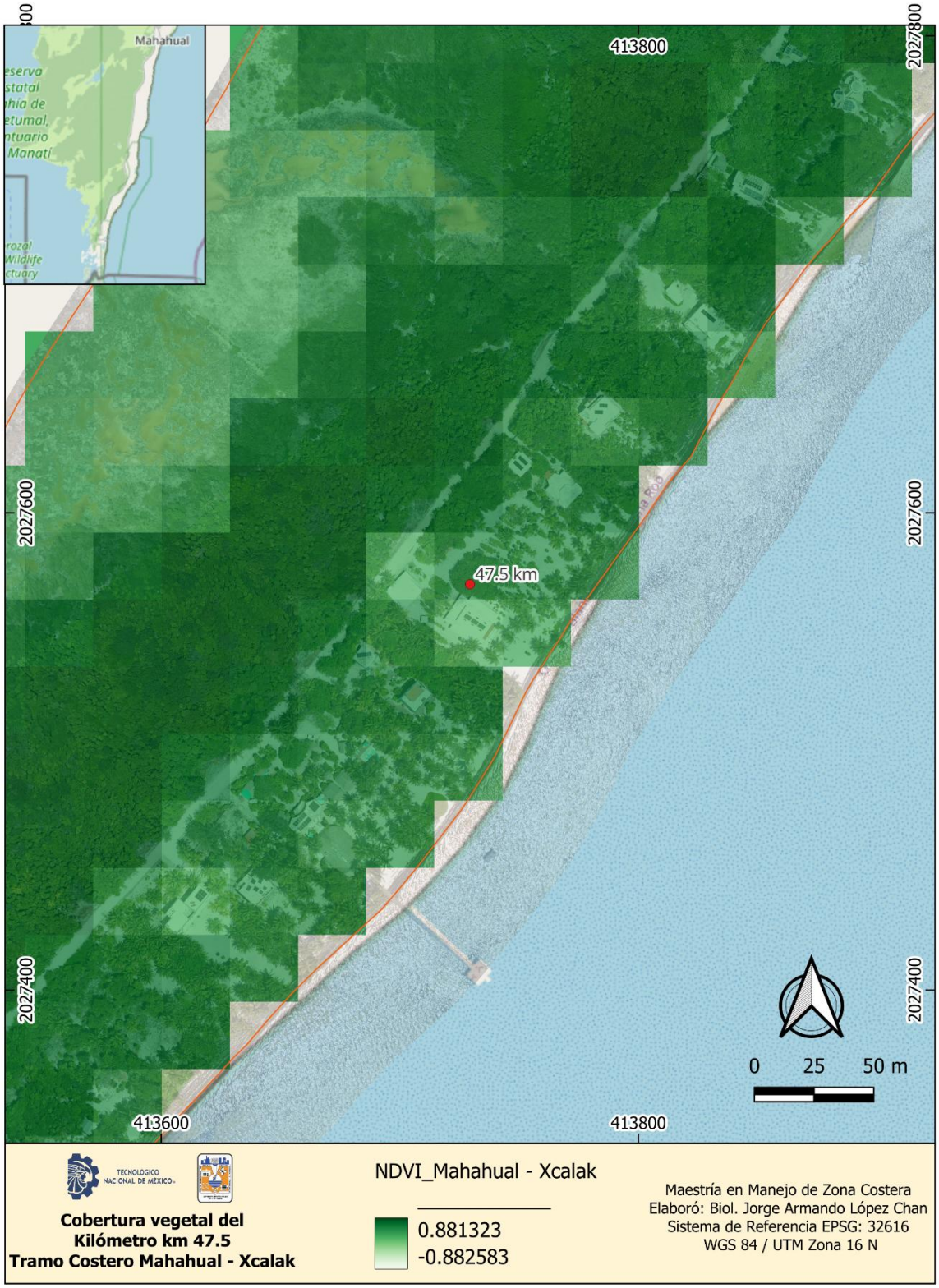

Mahahual
415200
415400
2029600
2029400
45 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 45
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

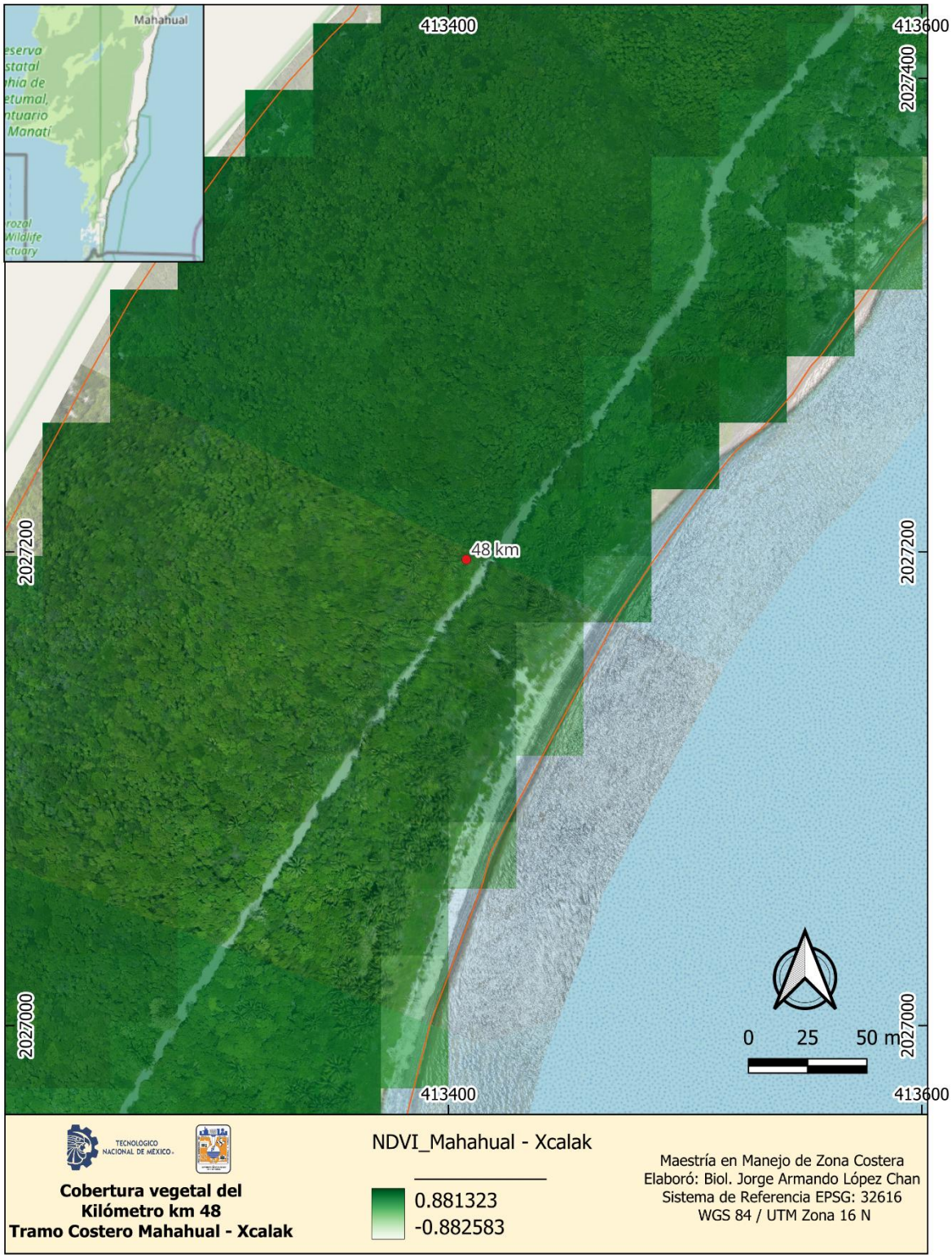

Mahahual
415000
2029200
2029000
45.5 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 45.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

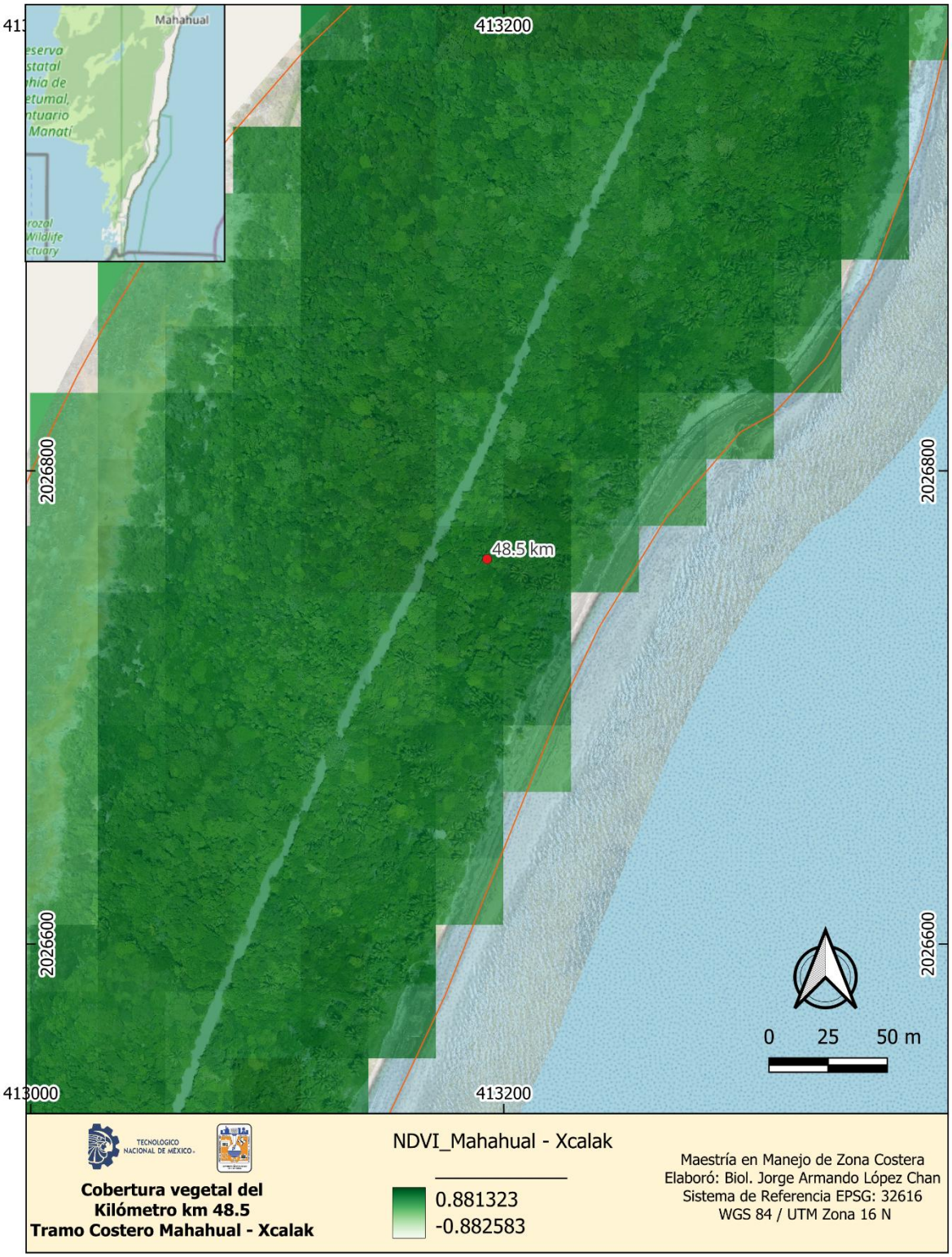

Mahahual
414600
414800
2028800
2028600
46 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 46
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N

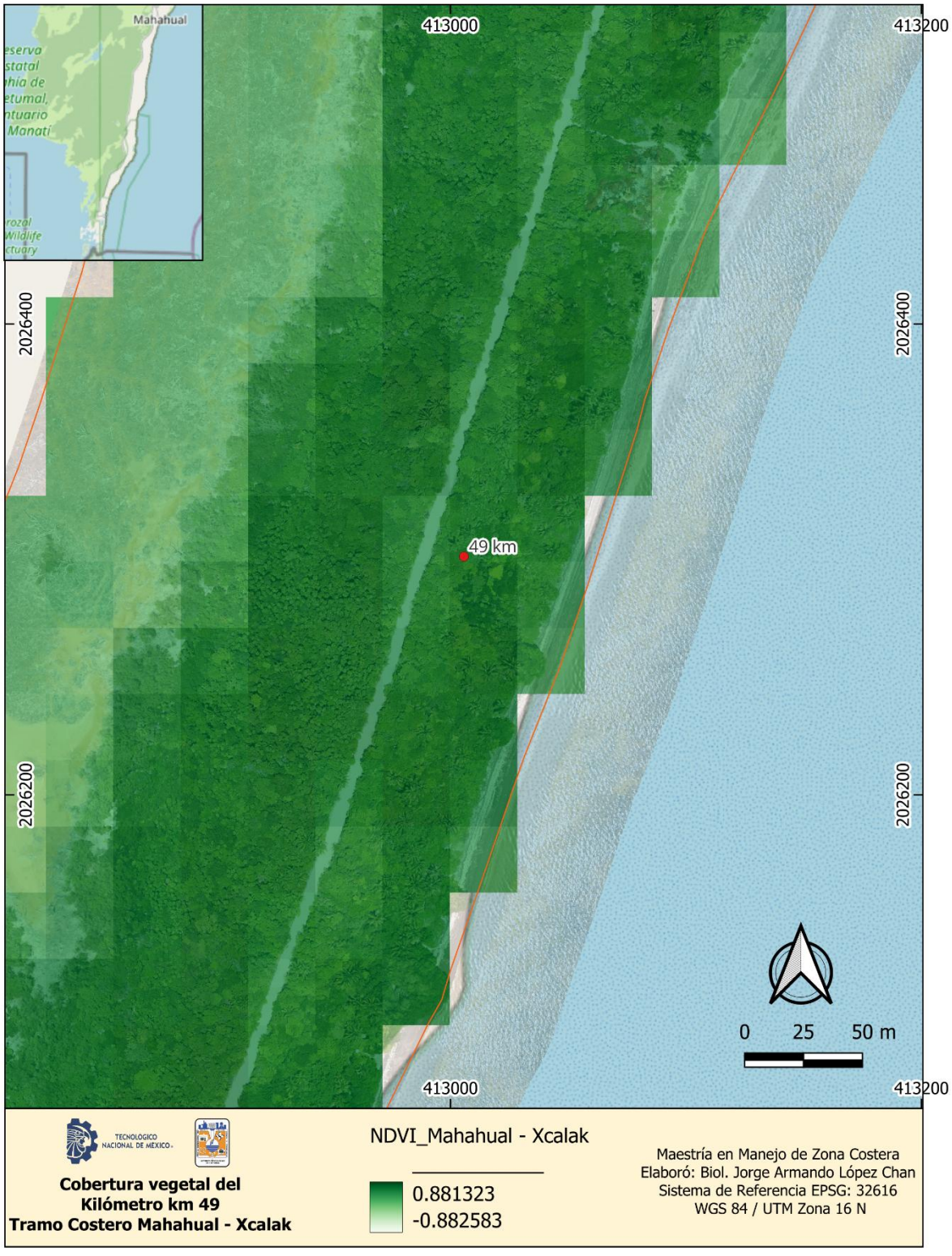

Mahahual
414400
2028600
2028400
46.5 km
2028200
414200
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 46.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
414000
2028200
2028000
2027800
47 km
0 25 50 m
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 47
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
413800
2027800
2027600
47.5 km
2027400
413600
413800
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 47.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
413400
413600
2027400
2027200
2027000
48 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 48
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
413200
2026800
48.5 km
2026600
413000
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 48.5
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N


Mahahual
413000
413200
2026400
2026200
49 km
0 25 50 m
TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO
Cobertura vegetal del
Kilómetro km 49
Tramo Costero Mahahual - Xcalak
NDVI_Mahahual - Xcalak
0.881323
-0.882583
Maestría en Manejo de Zona Costera
Elaboró: Biol. Jorge Armando López Chan
Sistema de Referencia EPSG: 32616
WGS 84 / UTM Zona 16 N