

Capítulo 4. ESTUDIOS DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA ALINEACIÓN

En este capítulo se discuten las diferentes alternativas evaluadas para la ejecución de este proyecto. Entre dichas alternativas se consideraron la construcción de una terminal de recibo de gas natural licuado en el norte de la isla, instalación de sistemas de barcazas y boyas para el recibo, almacenaje y regasificación del gas natural licuado y varias alineaciones terrestres para una tubería de gas natural. También se analizó la alternativa de utilizar energías renovables técnicamente disponibles en el ámbito comercial y la alternativa de No Acción.

4.1. No Acción

La alternativa de No Acción, aunque considerada, se encontró no factible dada la trascendencia, importancia y bienestar público que persigue el proyecto.

En el Capítulo 6, Impactos y Mitigación, de esta Declaración de Impacto Ambiental Preliminar (DIA-P), se consideran los impactos directos e indirectos asociados a la construcción de la tubería de gas natural. Si no se construye el proyecto, se evitan los siguientes impactos:

- Impacto del movimiento de tierra que puede producir erosión en el terreno y sedimentación de los cuerpos de agua
- Aumento temporal en niveles de ruido
- Impacto limitado a bosque de reserva
- Impacto temporal a humedales, mangles y otros cuerpos de aguas superficiales
- Impacto temporal a terrenos agrícolas
- Impacto temporal a infraestructura de agua, carreteras y teléfono (posible)
- Aumento y reajuste temporal en el tránsito
- Potencial impacto a yacimientos arqueológicos
- Adquisición de terrenos por expropiación

La mayoría de estos impactos, en caso de que se realice la alternativa seleccionada, aunque no pueden evitarse por las especificaciones de construcción del proyecto, pueden minimizarse y mitigarse con medidas de ingeniería y medidas de control de sedimentación y erosión, supervisión y el apoyo de agencias y municipios, entre otras medidas.

La No Acción no es indicativo de no impacto, ya que ante esta No Acción la AEE tendrá que continuar con la producción de energía eléctrica por medio de la quema de productos derivados de petróleo que generan mayor cantidad de emisiones contaminantes al aire. El uso del gas natural representa una reducción significativa en las emisiones de contaminantes criterio y otros como el bióxido de carbono. Esta disminución de emisiones, adquiere mayor importancia si se considera que la nueva reglamentación de la Agencia de Protección Ambiental, que entrará en vigor en el 2020, requiere una disminución adicional y compulsoria de la cantidad de emisiones de ciertos contaminantes atmosféricos. Para alcanzar dicha reducción, la AEE vendría

obligada a instalar equipos de control de emisiones, tales como Precipitadores Electrostáticos o Colectores de Sacos Múltiples (*Baghouses*, para remoción de materia particulada), convertidores catalíticos (para la remoción de óxidos de nitrógeno, NOx), y Lavador de Gases (*Scrubbers*, para la remoción de dióxido de azufre, SO₂). Estos equipos son sumamente costosos, lo que requeriría una gran inversión capital y resultaría en un aumento en el costo del kilovatio/hora. Además, estos equipos requieren de mucho espacio, lo que representa una dificultad para la AEE, ya que algunas de nuestras centrales no poseen el espacio necesario para su instalación. La conversión de nuestras unidades para utilizar el gas natural, tendrá el impacto de reducir las emisiones a los niveles requeridos por esta nueva reglamentación, sin la necesidad de instalar estos equipos cuyo costo de inversión capital se estima en \$200 millones, a la vez que proporciona un combustible más económico para la generación de electricidad.

Además, se destaca que el mantenimiento relacionado con las unidades que queman derivados de petróleo tiene que realizarse con frecuencia y con unos costos superiores necesarios para garantizar el óptimo funcionamiento de las mismas. El continuar con la quema de derivados de petróleo tiene otras implicaciones, tales como una mayor frecuencia de entregas de dichos combustibles en nuestros puertos, lo que aumenta la erosión del fondo marino y la probabilidad de derrames. El continuo uso de combustibles derivados de petróleo encarece el costo del servicio de energía eléctrica, lo que a su vez impacta negativamente la economía de Puerto Rico y resulta en una menor calidad de vida para sus ciudadanos. No menos importante es el hecho de que la utilización de estos combustibles expone a la AEE a fluctuaciones de valor del mercado, lo que crea inestabilidad en los costos de producción de energía y en las facturas. Todo lo anterior, unido al impacto de las nuevas reglamentaciones ambientales federales que se proyectan para el 2020, obligan a la AEE a implantar una estrategia definida para evitar un disloque del sistema eléctrico como resultado de la instalación de equipos de control adicionales requeridos por la Agencia de Protección Ambiental.

Al reconocer que la economía de Puerto Rico está directamente relacionada a la estabilidad de la AEE, es importante para la empresa cumplir con sus planes estratégicos de desarrollo y mantener una estructura de costos fijos que evite los picos de variaciones bruscos en los costos del combustible adquirido. Cumplir con estos planes demuestra visión, estabilidad y compromiso de la AEE con sus clientes. Además, demuestra la habilidad de la empresa de evaluar situaciones complejas de carácter mundial y desarrollar estrategias para disminuir sus impactos, lo que facilita ampliar las opciones de utilización de combustibles en el futuro.

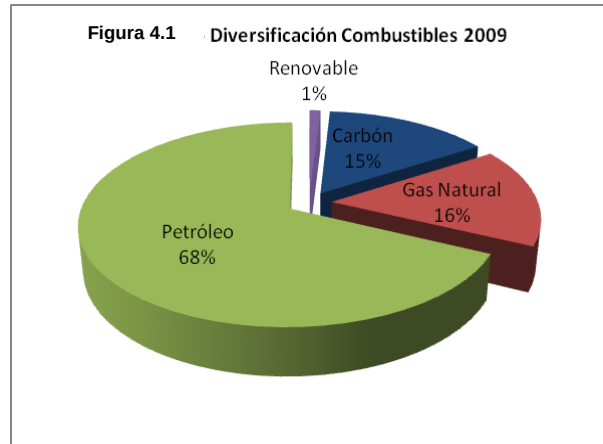
Luego de evaluar la dinámica local y mundial, la AEE desarrolló el Plan Estratégico Corporativo 2009 - 2012. Este Plan incluye los siguientes parámetros, entre otros:

- Añadir fuentes alternas de energía para reducir el costo del combustible
- Proteger el ambiente

- Colaborar con todo esfuerzo para mejorar la calidad de vida en la sociedad puertorriqueña

La construcción de Vía Verde es el proyecto de diversificación de combustibles de mayor envergadura que podrá realizar la AEE en estos tiempos. Esta diversificación encamina a la AEE a implantar las acciones requeridas para cumplir con las nuevas reglamentaciones ambientales federales de una forma estructurada. Unido a lo anterior, hay consideraciones ambientales importantes que ayudarán a la AEE a manejar efectivamente sus costos energéticos.

Como muestra la Figura 4.1, Puerto Rico depende en un porcentaje significativo del petróleo. En estos momentos, la AEE sólo utiliza combustible Núm. 2 (destilado liviano) y Núm. 6 (Bunker C) en sus unidades generatrices y compra, a su vez, la electricidad que producen las co-generadoras AES en el Municipio de Guayama (carbón) y EcoEléctrica en el Municipio de Peñuelas (gas natural). Con la introducción de las cogeneradoras, se comenzó a comprar electricidad generada sin petróleo, pero internamente, la AEE aún depende exclusivamente del mismo.



La AEE tiene como meta reducir su dependencia del uso del petróleo, el cual en la actualidad es de un 68%, aproximadamente, por lo que se proyecta reducirla a cerca de un 12% para el 2014. Para esto, la AEE tiene que tomar acción e identificar combustibles alternos que puedan suplir la capacidad que demandan sus clientes. La falta de acción sólo agravaría la dependencia del petróleo, y en tiempos de embargo o alta demanda mundial, nuestra isla no tendrá alternativas viables para generar electricidad. Además, la No Acción deja latente que la AEE se afecta por cambios bruscos en el costo del petróleo, lo que disminuye la capacidad económica de la agencia y, en consecuencia, la economía de Puerto Rico.

Es importante resaltar que la AEE está limitada por permisos federales y estatales sobre el tipo de combustible que puede quemar en sus unidades. La limitación mayor está en el por ciento de azufre que contiene el combustible. Este combustible es más caro que los combustibles con por cientos más altos de azufre. Si hay escasez en este tipo de combustible o si no se pueden establecer contratos de compra con los suplidores, la AEE tiene dos opciones: dejar de generar electricidad, lo cual no es viable, o quemar un combustible más barato con un por ciento de azufre más alto al establecido en los permisos ambientales y exponerse a multas y sanciones de las agencias reguladoras.

El uso de gas natural disminuye de manera significativa las emisiones atmosféricas de contaminantes al ambiente. La No Acción significa que la AEE mantendrá una inversión capital para reducir sus emisiones de petróleo, y dará mantenimiento a sus unidades en lugar de utilizar ese capital para desarrollar un sistema más eficiente que utilice un combustible más limpio.

4.2. Terminal de Recibo de Gas Natural Líquido en Central San Juan

Existen millones de millas de tuberías para transportar gas natural por todo el mundo y con sobre 1,500,000 de éstas en los Estados Unidos. Esta Nación cuenta con ocho terminales de recibo de gas natural licuado que le dan servicio. Puerto Rico posee una de estas terminales de importación, la Cogeneradora EcoEléctrica en el Municipio de Peñuelas, la cual tiene la capacidad de suplir nuestras necesidades. Aún así, se consideró la alternativa de construir una terminal de importación cercana a una de nuestras instalaciones con el propósito de eliminar parte del impacto ambiental asociado a la construcción de trincheras para las tuberías de gas natural. Entre las tres centrales del área norte donde se contempla usar gas natural para generar electricidad, se seleccionó la Central Termoeléctrica San Juan (CTSJ) por ser la única que está próxima a un muelle existente de recibo de combustible fósil (ver Figura 4.2, Central Termoeléctrica San Juan). El muelle posee infraestructura para transportar diesel y *Bunker C* a dos de estas centrales, San Juan y Palo Seco. Las demás centrales no cuentan con infraestructura apropiada que sea contigua a la central.



Figura 4.2
Central Termoeléctrica San Juan

Al usar como ejemplo la terminal de importación existente en Puerto Rico, la terminal a construirse tiene que poseer capacidad para recibir, descargar y almacenar una cantidad máxima aproximada de 160,000 metros cúbicos de gas natural líquido importado por alta mar; además de instalaciones para gasificar y manejar el mismo. La construcción de dicha terminal implicaría un impacto ambiental asociado a las diferentes etapas de la construcción y operación de la misma, entre las que se incluirían:

- Construir, reparar o expandir, según sea el caso, un muelle para recibo de gas natural líquido.
- Aumento en el tránsito de barcos, lo que tiene un impacto tanto sobre barcos que nos suplen los productos que importamos, así como los barcos de turismo que utilizan la bahía de San Juan de forma regular.
- Construcción de un tanque de almacenaje para gas natural líquido y una planta de gasificación. Esto ocuparía aproximadamente un área de 25 acres, más una zona de exclusión de acuerdo a la reglamentación vigente.
- Acondicionamiento de los canales de navegación de manera que sustente el tránsito de barcos cisternas, lo que implicaría dragar y disponer del material dragado.

La selección de un lugar para la construcción de una terminal de recibo y gasificación de gas natural líquido requiere la existencia de puertos profundos para minimizar el impacto ambiental asociado con el desarrollo y operación de dicha terminal y la existencia de áreas de baja densidad poblacional afines con un desarrollo industrial.

Se utilizaron tres criterios para determinar si construir una terminal de importación cercana a nuestra instalación era una alternativa viable: factores específicos al lugar, operaciones marítimas, y asuntos ambientales.

- Factores específicos al lugar
 - o Disponibilidad de área terrestre: el lugar debe tener disponible suficiente espacio para acomodar la instalación propuesta y todos los componentes de seguridad requeridos por las reglamentaciones del Departamento de Transportación Federal (49 CFR Parte 193), la Guardia Costanera de los Estados Unidos (33 CFR Parte 127) y la Asociación de Protección contra Incendios Nacional (NFPA, en inglés - NFPA 59A); además, debe cumplir con la distancia reglamentaria entre la planta para gasificar y el tanque de almacenaje de gas natural líquido. Las facilidades terrestres ocuparían un área aproximada de 25 acres (101,173 m³). Incluirían, entre otros componentes: un tanque de doble contención de 167 pies de altura y 269 de diámetro, capacidad de almacenar 1,000,000 de barriles (160,000 metros cúbicos) de gas natural líquido a una temperatura de -260° F y a una presión

de 2.0 psig; sistemas de vaporización o gasificación de manera que gasifiquen el gas natural líquido y pueda transportarse a las turbinas de las centrales. Otros factores a considerar asociados al lugar son las actividades externas y adyacentes a la terminal y la distancia o separación que debe guardar la terminal a estas áreas de actividades y a las áreas densamente pobladas (49 CFR Partes 193.2055, 193.2057 y 193.2059).

- o Disponibilidad de área costera: el lugar debe tener disponible un área de muelle marítimo con facilidades de anclaje para barcos cisternas de 950 pies de largo; 140,000 metros cúbicos de capacidad y calado mínimo de 40 pies. Los criterios utilizados para evaluar si un puerto o muelle tiene la capacidad para este tipo de proyecto son la profundidad de los canales de navegación (mayor de 40 pies), la extensión de la vía aérea de paso (mayor de 180 pies de altura) y su proximidad al terminar de almacenaje y gasificación del gas natural líquido. El muelle debe consistir de aproximadamente 30 pies de ancho por 1,700 de largo y poseer, entre otros: equipo para asegurar el barco cisterna al muelle; una plataforma de dos niveles al final del mismo, 40 pies de ancho por 100 de largo el nivel inferior y 20 de ancho y 76 de largo el nivel superior; bacineta de recolección de derrames para casos de emergencias.
- o Área de disposición de material dragado: debe localizarse un área de disposición del material a dragarse para crear un canal de navegación apropiado que permita aumento en tránsito marítimo y recibo de barcos cisterna con gas natural líquido y para disponer del material generado durante los dragados de mantenimiento rutinarios requeridos para el flujo apropiado de barcos.
- o Infraestructura: la terminal de importación requerirá de una infraestructura adecuada que incluya fuente de energía confiable y carreteras o vías apropiadas, en especial para atender emergencias, como también un acceso para barcasas para el recibo de los materiales de construcción.
- Operaciones marítimas
 - o Aumento en el tráfico de barcos: el tránsito de barcos cisterna está sujeto a reglamentaciones federales más restrictivas que el tránsito marítimo general, las que pueden incidir en el tráfico de otros barcos y aumentar el riesgo de afectar otros usuarios del canal de navegación.
 - o Acceso al canal de navegación: mientras más rápido un barco cisterna pueda llegar a la terminal, desembarcar la carga y regresar al mar, mejor será la economía en el área. Además, un canal más corto disminuiría el efecto en el tráfico para otros barcos debido a las restricciones de tránsito marino que poseen los barcos cisterna. Esto se logra con la disponibilidad de un canal de navegación próximo a la terminal de almacenaje y gasificación y con suficiente profundidad, ancho y vía aérea de paso para la operación de un

barco cisterna típico, el cual estaría en el rango de 950 pies de largo por 150 pies de ancho y que requeriría una profundidad mínima de canal de navegación mayor de 40 pies y una vía aérea de paso mayor de 180 pies.

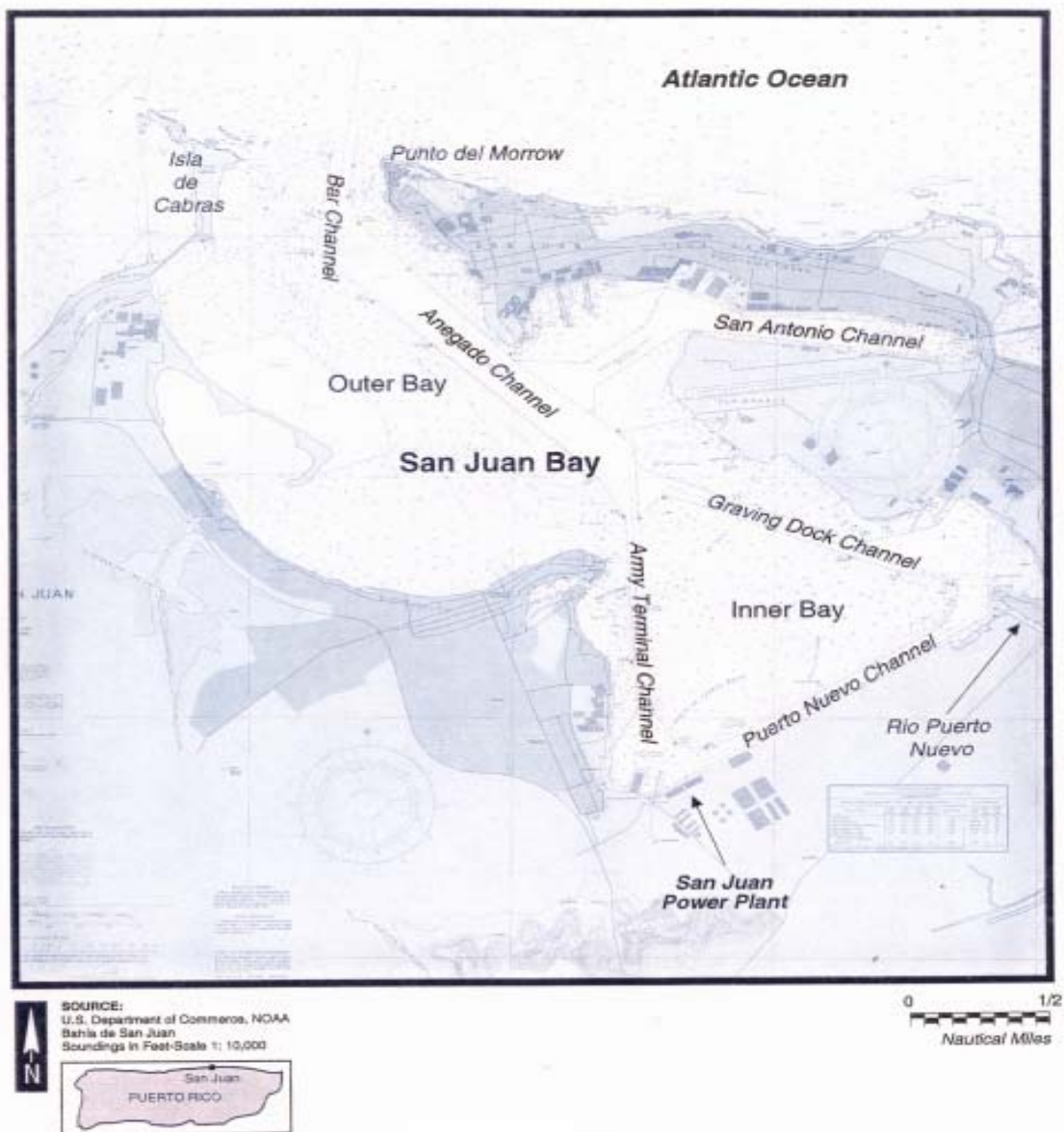
- o Área de viraje (amplitud y proximidad): un barco cisterna de gas natural líquido típico requeriría de una dársena de viraje de un diámetro mínimo de 1,200 pies y de una profundidad mayor a los 40 pies.
- Asuntos ambientales
 - o Consecuencias ambientales: minimizar el impacto ambiental al usar lugares dentro de un área previamente impactada, incluido el lugar para el muelle, y áreas zonificadas para ese uso.
 - o Compatibilidad con los planes de la región: el lugar debe ser compatible con los desarrollos futuros de las propiedades adyacentes.
 - o Zonificación y uso de terrenos: uno de los objetivos del proyecto es evitar o minimizar los impactos adversos al ambiente debido al desarrollo en el mismo. El lugar debe estar localizado dentro de un área zonificado para desarrollo industrial para ayudar a confinar cualquier impacto ambiental a áreas previamente industrializadas.
 - o Distancia a áreas pobladas: el lugar se catalogaría dependiendo de su distancia a áreas pobladas o residencias. El evitar áreas pobladas ayudará a asegurar el cumplimiento con el criterio de localización del DTO (49 CFR 193.2055, 193.2057 y 193.2059), el cual reglamenta en cuanto al establecimiento de una zona de exclusión, o área donde no podrá construirse la terminal debido a la densidad poblacional. El que se respete la distancia establecida en esta zona de exclusión minimiza la percepción pública negativa sobre asuntos de seguridad normalmente asociados a las terminales para gas natural líquido.

Los barcos cisterna comúnmente utilizados para transportar el gas natural líquido tienen una capacidad que va desde 125,000 m³ a 140,000 m³. Los barcos más largos van desde 950 hasta 1,000 pies de largo, con un calado típico de 38 a 40 pies. Para asegurar que los barcos cisterna de gas natural líquido no encallen fácil o frecuentemente, se requiere una profundidad adicional de 2 pies bajo la quilla. Esto implica que los barcos cisterna requieren un acceso marítimo y un área de muelle y de dársena de viraje dentro de cuerpos de agua con profundidades mayores a los 40 pies.

La CTSJ consta de 32.85 acres (132,941 m³). Recibe combustible fósil desde el muelle situado al lado oeste de la misma, en la zona portuaria de San Juan. Dicho muelle está localizado en el canal de navegación Puerto Nuevo, hacia el este del muelle del *Army Terminal* (ver Figuras 4.2 y 4.3). Esta área marítima se preparó para la navegación de embarcaciones de combustible, entre otras. Actualmente, las barcas que dan servicio

a la AEE descargan el combustible en el muelle sobre el canal de navegación Puerto Nuevo.

De acuerdo a los mapas batimétricos, el área de anclaje de las barcazas que le dan servicio a la AEE tiene una profundidad de poco más de 30 pies. La profundidad máxima de la dársena de viraje *Army Terminal* es, en un sólo punto, de 40 pies, fluctuando mayormente entre los 35 y 37 pies. Esta dársena conecta al canal *Army Terminal*, el cual es el que llega al canal Anegado. Este último se une al canal que sirve de entrada a toda embarcación marítima a la bahía de San Juan, canal Bay (ver Figuras 4.3 y 4.4).



Para preparar el área marítima para recibo de los barcos cisterna, se tendría que dragar en los canales de navegación y en la dársena de viraje existente para alcanzar una profundidad mayor a los 40 pies y para que los canales de navegación tengan un ancho mínimo de 300 pies. La disposición de este material dragado presenta la problemática de conseguir un lugar apropiado para la disposición del mismo de tal manera que no represente un impacto desfavorable al ambiente. Actualmente, Puerto Rico no cuenta con lugares terrestres con la capacidad de recibir ni procesar la cantidad de material que se generaría durante un dragado de esta magnitud. Históricamente se ha demostrado que la mayoría de los lugares terrestres de disposición de material de dragado no son apropiados para desarrollo industrial o comercial, lo que podría inutilizar el área para usos y desarrollos futuros.

La disposición del material dragado tendría que ser mar adentro, en un *ocean disposal site*. Esto presenta varios inconvenientes. El área debería ser lo suficientemente grande como para que la cantidad de material que se dispondrá no tenga impacto adverso en la comunidad béntica del área o el impacto sea mínimo. Además, debería tener la capacidad de recibir los dragados de mantenimiento rutinarios necesarios para no interrumpir el flujo continuo de recibo del gas natural líquido. El efecto inicial de las operaciones de disposición sería una alta concentración de sedimentos cerca de la superficie (debido a los sedimentos suspendidos). Este material no necesariamente llegaría al fondo del *ocean disposal site* al ser llevado por la corriente de agua, por lo que el área béntica impactada sería mayor a la calculada. Se destaca que el uso de esta opción de disposición es altamente limitada, ya que en la actualidad no existe un área de “ocean dumping” aprobada en la cercanía de la bahía de San Juan.

Las operaciones de dragado producirían una degradación en la calidad del agua debido a los sedimentos finos suspendidos, ya que las actividades de dragado tomarían meses. El plumacho de turbidez afectaría diariamente durante el horario de trabajo y hasta dos horas después del mismo, en lo que se logra la sedimentación del material suspendido. Esto afectaría la calidad del agua y, en consecuencia, los parámetros de calidad de agua requeridos en los permisos ambientales por los que se rige la CTSJ, en especial la turbidez, sedimentación y sólidos suspendidos.

Los muelles y puertos de la bahía de San Juan reciben anualmente el 80% de los productos importados a Puerto Rico y juegan un papel crucial en el proceso de exportación de productos de todo tipo. El puerto de la bahía de San Juan ocupa el número 17 en tamaño en todo el mundo. Lo visitan sobre 1.3 millones de turistas en cruceros. El mismo recibe un promedio de 700 cruceros anualmente. Sobre mil pescadores usan el sistema todos los años, con un promedio de pesca de 350,000 libras de pescado fresco.¹ Todo tránsito marino en la bahía utiliza los canales comunes de Bay y Anegado. Además, gran parte de la carga con productos importados que llegan a esta bahía llegan al muelle del *Army Terminal*, por lo que utilizan el canal para acceder a este muelle. Se estima que una terminal de importación de gas natural líquido aumente el tráfico marítimo en el área de la bahía de San Juan a razón de 25 a 60 travesías anualmente, dependiendo del tamaño del barco cisterna de

¹ <http://www.estuario.org/>

gas natural líquido que se utilice. Los barcos cisterna tendrían que utilizar estos tres canales, hasta llegar al punto de descarga del gas natural líquido en el muelle del canal de Puerto Nuevo. Éste representa un aumento en el tránsito marino que afectaría desproporcionalmente nuestra economía y el turismo, por diversas razones. Entre éstas, las altas restricciones de seguridad en el tránsito marítimo, las cuales imposibilitan el que otros usuarios utilicen los canales de navegación o el muelle simultáneamente con los barcos cisterna.

El Estuario de la Bahía de San Juan (EBSJ) está compuesto de varios cuerpos de agua. De éstos, uno de los más importantes es la bahía de San Juan. El EBSJ ofrece alimento y refugio a: 8 especies de animales y 17 plantas en peligros de extinción, como el manatí antillano y varias especies de tortugas marinas, entre ellas el carey y el tinglar; 160 especies de aves, como el pelícano pardo y la garza real; 19 especies de reptiles y anfibios, como el coquí y la boa de Puerto Rico; 124 especies de peces, como el sábalo y el róbalo; 300 especies de plantas de humedal. El sistema estuarino sustenta a especies residentes, migratorias y también a las externas, que salen por una de las tres desembocaduras que tiene el sistema al mar.²

El cuerpo de agua más cercano a la CTSJ es la bahía de Puerto Nuevo, la cual forma parte de la bahía de San Juan. Cercano a la dársena de viraje de las embarcaciones del muelle del *Army Terminal* se encuentra un área de macroalgas. Se informó la existencia en dicha localización de camadas de la *Gracilaria sp.* y, en menor cantidad, la *Enteromorpha sp.* Asociado a estas macroalgas se informó de una abundante población de invertebrados, entre los cuales están: tube worm (*Onuphia sp.*), cangrejo azul (*Callinectes sp.*) y algunas clases de bivalvulos (*Corbula contracta* y *Diplodonta semiáspera*). No hay evidencia de arrecifes de corales en el área de la CTSJ.

El área del Puente de la Constitución y la entrada al canal Martín Peña, que forman parte del EBSJ, se designaron como áreas costeras críticas de vida silvestre. Las mismas están cerca de las costas de la CTSJ. No obstante, en las inmediaciones de la central no se encuentra un desarrollo de manglares.

Entre los mega invertebrados se encuentran: *Callinectes, sp.*, *Micropanope sp.* y el camarón rosado (*Pemaeus duorarum*). Aunque no se han efectuado estudios de peces en las inmediaciones de la CTSJ, es razonable esperar que los mismos sean los encontrados para la bahía de San Juan. Entre los peces que se encuentran en esta bahía están: *tarpons* (*Megalops atlantica*), *guppy* (*Lebistes reticulatus*), *Lepomis machrochirus*, *Elops saurus*, *Eleotris pisonis* y *Ictalurus punctatus*. No se perciben especies de animales de vida silvestre vertebrados protegidos o en peligro de extinción cerca de la CTSJ.

No obstante, en estudios que cubren la costa que va desde Punta Las Marías hasta Punta Boca Juana (desembocadura del río de la Plata), el cual incluye la bahía de San Juan (ver Figura 4.4), se avistaron especies amenazadas y en peligro de extinción, tales como: green turtle (*Chelonia mydas*), hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*),

² <http://www.estuario.org/>

leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*), West Indian Manatee (*Trichechus manatus*), el pelícano pardo - recientemente sacado de la lista de especies amenazadas - (*Pelecanus occidentalis*) y una escuela de delfines sin identificar. Estas tortugas y manatíes no se avistaron en las lagunas, canales o las bahías que comprendían el área bajo estudio ni en las cercanías de la CTSJ, aunque si se avistó el pelícano pardo en las cercanías de esta central.³



Se anticipa que una terminal de importación, en combinación con el sistema de la CTSJ existente, causará un impacto sobre la temperatura del agua dentro de la bahía de Puerto Nuevo, cuerpo receptor de las aguas de descarga y de enfriamiento de la central. La temperatura de las aguas de descarga de la terminal de importación rebasaría las temperaturas ambientales del agua, en especial durante los meses de invierno y primavera. Esto produciría un calentamiento de las aguas adyacentes a la estructura de descarga durante esos meses.

Además, la extracción de agua marina para la terminal de importación para su sistema de enfriamiento, añadido a la extracción actual de la CTSJ, tendría un efecto acumulativo sobre la comunidad béntica de la bahía de Puerto Nuevo y, en consecuencia, la bahía de San Juan, en especial sobre la comunidad de microalgas. Es de esperarse que una pérdida de éstas tenga un impacto sobre las poblaciones locales de invertebrados y de peces, sumado al impacto que sobre todas estas especies tendrá la turbidez y sedimentación asociados con los dragados ya mencionados. Además, el aumento en la temperatura de descarga afectaría la calidad del agua y, en consecuencia, los parámetros de calidad de agua requeridos en los permisos ambientales por los que se rige la CTSJ, en específico el de temperatura.

La instalación de los componentes de una terminal de importación en el área de la CTSJ ocuparía un área superficial de 25 acres, aproximadamente. La CTSJ comprende de 32.85 acres y no dispone de espacio libre (ver Figura 4.1). El espacio está totalmente ocupado por sus diversos sistemas, entre los que se incluyen: unidades generatrices, tanques de servicio y reserva para combustible, plantas para

³ Section 316(a) and (b), *Demonstration, San Juan Power Plant*; ENSR; July, 1997

desmineralizar y tratar agua, tanques para almacenar agua, torres de enfriamiento, edificios de almacén, de oficinas y laboratorios. Una terminal de importación debe cumplir con los reglamentos que regulan, entre otras cosas, los espacios que deben guardar los diferentes elementos dentro de la terminal (como la distancia entre el tanque de almacenaje de gas natural líquido y los vaporizadores) y los espacios que se deben guardar entre la terminal en sí y las áreas pobladas (zona de exclusión). Esto en cumplimiento con las reglamentaciones 49 CFR 193, 33 CFR 127 y NFPA 59A. El localizar los diferentes elementos de la terminal de importación en las áreas circundantes a la CTSJ, fuera de ésta, no cumpliría con estos estándares, no sólo por lo distante que quedarían unos de otros, sino también por no haber suficiente espacio libre y disponible en los alrededores. Además, no se podría conseguir la zona de exclusión requerida por la reglamentación, ya que la CTSJ se encuentra en una de las áreas más densamente pobladas de Puerto Rico.

La alternativa de construir una terminal de importación en o cerca de la CTSJ no es una viable para cumplir con el propósito de eliminar el impacto ambiental asociado a la construcción de trincheras para las tuberías de gas natural. Aunque se materializara la construcción de una terminal, habría que llevar gas natural a las demás centrales del área norte, Palo Seco y Cambalache. Esto tendría que ser por medio de la construcción e instalación de una tubería para transportar gas natural. La construcción, instalación y operación de dicha terminal no excluye el impacto ambiental que traería la construcción e instalación de una tubería para transportar gas natural.

Además de los factores ambientales, costos y limitación de espacios para la construcción de una terminal de importación en o cerca de la CTSJ, hay que considerar que el proceso de construcción y operación de una terminal de importación de gas natural es uno complejo. La obtención de los permisos y endosos para la misma están regulados por la Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC, en inglés). Tomando como comparación la terminal de importación existente en Puerto Rico, EcoEléctrica, el proceso de estudios y permisos junto al de construcción y comienzo de la operación puede tomar entre 6 a 7 años. Los datos de tiempo de obtención de los permisos y de construcción de estas facilidades previamente destacados, se sustentan con información obtenida de los proyectos desarrollados recientemente en los Estados Unidos, los cuales se describen en la tabla que se ilustra a continuación:

Área Evaluada	Tiempo de Recolección de Información	Tiempo de Aprobación de Permiso	Tiempo de Construcción	Tiempo Total Promedio
Golfo	1 año	1.5 año	3 año	5.5 años
Este	1 año	2-3 año	3 año	6 a 7 años
Oeste	1 año	2-3 año	3 año	6 a 7 años

Mediante esta observación, la AEE no pretende evadir procesos de permisos ante agencias federales. El propósito de evaluar los tiempos de implantación de este tipo de proyectos es para identificar una opción que pueda responder a la crisis de infraestructura energética de una forma oportuna y diligente.

Esta realidad convertiría la alternativa de construir una terminal de importación en un proyecto a mediano plazo, lo cual no satisfaría nuestra necesidad de un proyecto inmediato para propiciar la transición del petróleo hacia las fuentes renovables de energía. El costo de construcción de la terminal existente fluctuó en sobre \$570 millones del mercado de 1995. Al considerar el costo actual del dólar y al añadir el costo, como se indicara antes, de la construcción de una tubería para transportar gas natural que interconecte las centrales del norte de la isla, el proyecto resultaría demasiado oneroso, ya que sobrepasaría los \$1,000 millones. Al ser un proyecto del Gobierno de Puerto Rico, el mismo tendría que costearse por medio de emisiones de bonos, lo que limita los ahorros en las facturas de energía eléctrica.

La construcción de una terminal de importación dentro o cercano a los predios de la CTSJ como alternativa, no es viable cuando se compara la situación física del área con las condiciones físicas que requiere este tipo de terminal. Además, las consecuencias ambientales en el área serían adversas y sobre todo el tiempo requerido para completar la aprobación de los permisos, así como el tiempo de construcción, no permitirán responder a la crisis de infraestructura energética en el menor tiempo posible. Al aplicar los criterios de evaluación a este proyecto, unidos a los datos antes descritos, se encontraron deficiencias que lo hacen poco o nada viable. Aunque existe el área de muelle marítimo, a diferencia de las otras dos centrales del área norte, éste no cumple con los criterios de profundidad ni con la capacidad para el anclaje de barcos cisterna de esta índole. De materializarse esta alternativa, no se posee un área de disposición de material de dragado y la actividad de dragado resultaría adversa para el sistema béntico del área y afectaría los parámetros de calidad de agua con que tiene que cumplir la CTSJ. El tránsito marítimo se vería altamente comprometido por existir únicamente un canal de entrada a la bahía de San Juan (canal Bay) y ser el canal Anegado el único paso al área de descargue de los barcos cisterna. Esto afectaría grandemente la economía local, así como a la industria del turismo.

4.3. Sistemas de Barcazas y Boyas

La AEE consideró como una de las alternativas al proyecto, la instalación y operación de un sistema de barcazas y mono boya para el recibo, almacenaje, regasificación y transporte del gas natural hasta cada una de las centrales del área norte.

Estos sistemas de barcazas y boya, que en inglés se conocen como *Deepwater Ports*, suponen la construcción de un terminal de recibo de gas natural comprimido (CNG) en las cercanías de cada una de las centrales. Este terminal recibiría el gas desde una estación ubicada mar afuera, a unos 5 km de la costa, en la que se anclará y acoplará una barcaza que traerá el gas natural licuado desde su punto de exportación. Dicha barcaza tendrá una unidad de regasificación que se acoplará a una boya que sujeta y mantiene a flote las líneas de conexión desde la barcaza hasta las tuberías que estarán en el lecho marino y transportarán el gas comprimido hasta la terminal de recibo cercana a la central. Las terminales de recibo de CNG requieren un área mínima de unos 2,500 m².



La construcción, instalación y operación de estos sistemas de barcasas y boyas están reglamentadas por dos agencias líderes: la Administración Marítima (MARAD), adscrita al Departamento de Transportación Federal, y el *US Coast Guard*, bajo su división de *Deepwater Ports Standards*. Otras agencias federales que tienen jurisdicción sobre la construcción, instalación y operación de estos sistemas son: *Advisory Council on Historic Preservation* (ACHP), *Council on Environmental Quality* (CEQ), *Department of Energy* (DOE), *Department of State*, *Environmental Protection Agency* (EPA), *Federal Energy Regulatory Commission* (FERC), *Minerals Management Service* (MMS), *National Marine Fisheries Service* (NMFS), *Department of Commerce* bajo su *National Oceanographic and Atmospheric Administration* (NOAA), *Pipeline and Hazardous Material Safety Administration* (PHMSA), *US Army Corps of Engineers* (USACE), *US Fish and Wildlife Service* (FWS), and the *White House Energy Streamlining Task Force*. A nivel estatal las agencias con jurisdicción son: Oficina del Gobernador, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), Instituto de Cultura Puertorriqueña (ICP), *State Historic Preservation Office* (SHPO), Autoridad de Puertos, Comisión de Servicio Público (CSP), Junta de Calidad Ambiental (JCA), Junta de Planificación Urbana (JPU) y la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE).

La AEE solicitaría que una compañía privada con experiencia en la materia diseñe, construya y opere el sistema de barcasas y boya. Esto tendría un costo aproximado para la AEE de entre 70 y 80 millones anuales, sujeto a la firma de un contrato con dicha compañía por un término no menor de 20 años. Al final de los 20 años, el costo total sería de unos 1.6 billones de dólares.

El proceso de obtención de permisos para la construcción y operación de estos sistemas se comienza al radicar una solicitud ante la MARAD. A esta oficina se le delegó la autoridad para otorgar licencias para la construcción y operación de los sistemas de barcasas que fue conferida al Secretario de Transportación Federal bajo el *Deepwater Port Act*, según enmendado en el 2002. Bajo esta ley surge el reglamento

temporero 33 CFR partes 148, 149 y 150 que rige el proceso de solicitud de licencia para la construcción y operación de estos sistemas.

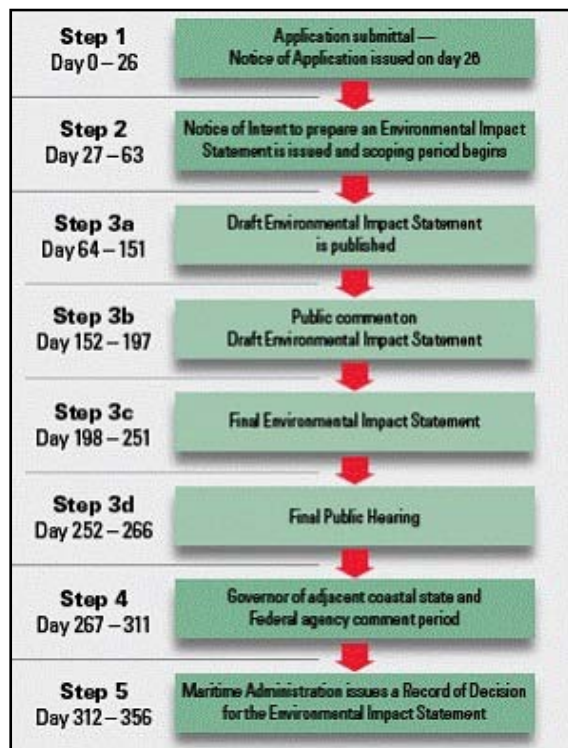
El proceso de solicitud de licencia comienza por una fase de pre solicitud, durante la cual el solicitante discute su proyecto con las agencias concernidas, tanto a nivel federal como estatal. Luego se radica la solicitud y se activa un término de 356 días dentro de los cuales la MARAD tiene que emitir un Record of Decision (ROD), de acuerdo a lo establecido en el diagrama de la derecha, tomado de la página de internet de la MARAD.⁴

Luego de la publicación del ROD, el solicitante tiene que tener su instalación completamente operacional para que la MARAD le otorgue la licencia. Este proceso usualmente toma entre dos a cuatro años.

En forma paralela al proceso ante la MARAD, el solicitante tiene que cumplir con los requisitos del *National Environmental Policy Act* (NEPA), el cual usualmente se tarda unos 240 días desde el momento en que se emite la notificación de solicitud. Durante este periodo de 240 días, intervienen otras agencias y se produce la Declaración de Impacto Ambiental. También en forma paralela se gestionan los permisos y endosos en el ámbito estatal. La Declaración de Impacto Ambiental generada bajo el proceso de la NEPA, así como los datos y estudios que suplementan la misma, pueden utilizarse también para satisfacer el requisito de la Ley sobre Política Pública Ambiental estatal.

En vista de que la titularidad del sistema estará en manos privadas, uno de los aspectos más importantes que considera la MARAD para otorgar la licencia requerida, lo es la capacidad financiera del solicitante para construir y operar el sistema de barcasas y boyas bajo consideración. Además, el solicitante privado tiene que tener la capacidad financiera para prestar una fianza que sea suficiente para cubrir los gastos de la remoción completa del sistema, una vez se termine o revoque la licencia.

Además, el solicitante privado debe probar que el sistema de barcasas y boyas es de interés nacional y que es consistente con las políticas públicas federales sobre seguridad nacional, suficiencia energética y calidad ambiental, entre otras. El sistema tampoco debe interferir con la navegación internacional y otros usos razonables de la alta mar, según definidos en tratados, convenios o el *customary law* internacional. A



⁴ <http://www.marad.dot.gov/> (marzo2010)

nivel estatal se requiere la autorización del gobernador del estado adyacente al proyecto.

El público tiene que mantenerse informado de todo el proceso mediante el Código del Registro Federal y mediante la publicación de todos los documentos relacionados en el *Federal Docket Management System*: [.regulations.gov](http://www.regulations.gov). Además, los procesos bajo NEPA, así como los procesos estatales, proveen para la celebración de vistas públicas mediante las cuales se asegura la participación ciudadana, similar a los procesos establecidos por la Junta de Calidad Ambiental en los reglamentos aplicables (que está diseñado como lo que se denominó “NEPA like process”).

Los impactos ambientales para esta alternativa son similares a los analizados para la alternativa anterior. A pesar de no tener que dragar para permitir acomodar el gran calado de los barcos cisterna, se tendría que construir una línea submarina desde la boya hasta el tanque de CNG y esto tendría un impacto en un área ecológicamente sensitiva como la bahía de San Juan y su estuario, o en las costas del área norte, áreas que se consideran como hábitat crítico de especies de corales en peligro de extinción, tales como la acrópora.

La AEE evaluó la viabilidad de la construcción de estos sistemas en tres áreas: San Juan, Toa Baja y Arecibo. Los criterios considerados en dicha evaluación fueron impacto ambiental, costos, espacio, tiempo para tenerlo en operación, permisos, seguridad, justicia ambiental, experiencias pasadas en Puerto Rico y en los Estados Unidos.

4.3.1. Análisis de Sistema para la Central San Juan

El costo anual por concepto de arrendamiento sería de unos \$70 a \$80 millones. La central no cuenta con espacio disponible para ubicar la terminal de recibo del CNG. Se estima que el período de tiempo requerido para poner en operación el sistema, en cumplimiento con toda la legislación federal y estatal aplicable será de entre 5 a 8 años. El proceso de permisos es uno complicado y costoso, lo que unido a las limitaciones físicas del área limita la conservación de esta alternativa como una viable para responder a la crisis de infraestructura energética. La tubería en lecho marino hacia el área de la Central San Juan discurriría por un área de intenso tránsito marítimo, lo que levantaría asuntos de seguridad y de *Homeland Security*, por ser un puerto nacional e internacional. En el área de la Central San Juan hay comunidades de bajos recursos cercanas al proyecto, que podrían afectarse, por lo que en un análisis de justicia ambiental el proyecto probablemente no se vería favorecido. La Central San Juan está en las cercanías de CAPECO en donde el 23 de octubre de 2009 ocurrió una explosión que afectó comunidades cercanas, lo que está muy reciente en sus memorias y pudiera sustentar la posición de la oposición, aunque sea una alegación sin méritos. El proyecto conllevaría impactos a la bahía de San Juan y su estuario. Por todo lo antes expuesto, se descartó la construcción del sistema para la Central San Juan dentro del marco de tiempo requerido para la acción que está bajo consideración. Esto trae como

consecuencia que el suministro de gas natural a esta central tendrá que ser por medio de tubería de transporte de gas, inevitablemente.

4.3.2. Análisis de Sistema para la Central Palo Seco en Toa Baja

El costo anual por concepto de arrendamiento sería de unos \$70 a \$80 millones. La central no cuenta con espacio disponible para ubicar la terminal de recibo del CNG. Se estima que el período de tiempo requerido para poner en operación el sistema, en cumplimiento con toda la legislación federal y estatal aplicable, será entre 5 a 8 años. El proceso de permisos es uno complicado y costoso. En el área de la Central Palo Seco hay comunidades de bajos recursos cercanas al proyecto, que podrían ser afectadas, por lo que en un análisis de justicia ambiental el proyecto probablemente no se vería favorecido. La Central Palo Seco está en las cercanías de CAPECO en donde el 23 de octubre de 2009 ocurrió una explosión que afectó comunidades cercanas, situación que está muy reciente en sus memorias y pudiera sustentar la posición de la oposición, aunque sea una alegación sin méritos. Otro aspecto que se debe tomar en consideración durante el análisis de esta opción, es el hecho de que la energía del océano Atlántico es significativa, lo que posiblemente requiere de técnicas especializadas para la construcción del sistema de mono boyas en dicha área. La construcción de esta alternativa tendría un impacto ambiental sobre la bahía Boca Vieja. Por todo lo antes expuesto, se descartó la construcción del sistema para la Central Palo Seco dentro del marco de tiempo requerido para la acción que está bajo consideración. Esto trae como consecuencia que el suministro de gas natural a esta central tendrá que ser por medio de tubería de transporte de gas, inevitablemente.

4.3.3. Análisis de Sistema para la Central Cambalache en Arecibo

El costo anual por concepto de arrendamiento sería de unos \$70 a \$80 millones. La central no cuenta con espacio disponible para ubicar la terminal de recibo del CNG. Se estima que el período de tiempo requerido para poner en operación el sistema, en cumplimiento con toda la legislación federal y estatal aplicable, será entre 5 a 8 años. El proceso de permisos es uno complicado y costoso. En el área de la Central Cambalache hay comunidades de bajos recursos cercanas al proyecto, que podrían verse afectadas, por lo que en un análisis de justicia ambiental el proyecto probablemente no se vería favorecido. Otro aspecto que se debe tomar en consideración durante el análisis de esta opción, es el hecho de que la energía del océano Atlántico es significativa, lo que posiblemente requiere de técnicas especializadas para la construcción del sistema de mono boyas en dicha área. Como dato de referencia, en la actualidad la entrega de combustible a la facilidad de Cambalache, propiedad de la AEE, se afecta por las condiciones marinas en un promedio de 3 a 4 meses al año, lo que sustenta los datos y preocupaciones presentadas anteriormente. Por todo lo antes expuesto, se descartó la construcción del sistema para la Central Cambalache dentro del marco de tiempo requerido para la acción que está bajo consideración. Esto trae como consecuencia que el suministro de gas natural a esta central tendrá que ser por medio de tubería de transporte de gas, inevitablemente.

4.4 Uso de Energías Renovables

La integración estructurada de fuentes renovables de energía de naturaleza intermitente a sistemas eléctricamente aislados y de baja inercia, como el de Puerto Rico, requiere de estudios especializados y científicos para evaluar su impacto sobre los niveles de seguridad y confiabilidad de la red eléctrica. Esto es así debido a que este tipo de sistema permite un límite máximo de fuentes de energía intermitente interconectada sin afectar la estabilidad y confiabilidad del mismo. El centro de investigación *Electric Power Research Institute* (EPRI), reconocido mundialmente por su experiencia en el desarrollo de estudios avanzados de análisis de sistemas de potencia, completó en agosto de 2009, un estudio altamente especializado de esta índole para la AEE.

El estudio de EPRI tiene como uno de sus objetivos principales proveerle a la AEE guías y recomendaciones técnicas que nos permitan integrar de manera ordenada, estructurada, responsable y científica fuentes de generación renovables intermitentes a la red eléctrica, considerando los aspectos críticos de seguridad y estabilidad inherentes a la operación y naturaleza dinámica de sistemas eléctricamente aislados y de baja inercia. Basados en los estudios científicos de análisis de sistemas de potencia realizados por los equipos de la AEE y EPRI, el personal de la AEE a cargo de la planificación de la empresa concluyó lo siguiente:

- a) Actualmente los proyectos propuestos de energía renovable de naturaleza intermitente sometidos para nuestra consideración pudieran presentar retos en lo relacionado a los límites máximos de penetración considerados en el estudio de EPRI. Esto en vista de que los requerimientos de reserva en rotación y control considerados por EPRI son significativamente mayores a los requerimientos operacionales actuales, por lo cual los límites equivalentes de penetración estudiados por EPRI son considerablemente menores a los niveles de penetración bajo consideración en la AEE.
- b) Debido a esto, y para salvaguardar la estabilidad y confiabilidad del sistema eléctrico, se debe evaluar la integración a la red eléctrica de proyectos adicionales de fuentes de energía renovable de naturaleza intermitente, independientemente de su localización en el sistema eléctrico, hasta tanto se realicen los estudios adicionales recomendados por EPRI.
- c) Los estudios requeridos deben considerar las proyecciones de demanda de energía eléctrica actuales, los esquemas de despacho correspondientes, la integración de parques solares, las localizaciones de los proyectos de energía renovable bajo contrato y los planes de conversión de combustible entre otros aspectos. La actualización de los estudios pendientes debe complementarse con la adquisición de herramientas especializadas de análisis de sistemas de

potencia de alto nivel y con los adiestramientos técnicos pertinentes. De esta manera, garantizamos que las áreas de estudios de sistemas de potencia de la AEE puedan darle continuidad a las evaluaciones requeridas para transformar nuestra red eléctrica en armonía con Nuestro Plan Estratégico Corporativo 2009 - 2012 y con la Ley 82 del 2010.

- d) Establecer, a base de criterios científicos de análisis de sistemas de potencia, un plan estratégico para la integración estructurada de fuentes renovables de energía de naturaleza intermitente, que no coloquen en riesgo la seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico de Puerto Rico. Se deben establecer límites y por cientos de penetración geográficos de carácter inviolable, los cuales deben salvaguardarse de manera consistente por el bienestar y desarrollo socioeconómico de Puerto Rico.

Además, la AEE preparó la siguiente tabla en la que se compara la capacidad de generación a partir de algunas fuentes renovables que se puede adquirir con lo que se invertiría para la instalación de infraestructura de generación a partir de Vía Verde, \$450 MM.

Tabla de Generación Comparativa

Tecnología Considerada	Base cálculos	Generación equivalente	Factor de Capacidad	Generación Ajustada	Generación con Vía Verde	Tiempo estimado para permisos y construcción
Paneles Fotovoltaicos	\$6 / Watts	75 MW	32%	24 MW	1,542 MW	1 a 2 años
Aeroturbinas	\$2 / Watts	225 MW	38%	86 MW	1,542 MW	1 a 2 años
Calentadores solares	\$2 / Watts	225 MW	32%	72 MW	1,542 MW	1 a 2 años

Al considerar los datos de la tabla anterior, se concluye que la utilización de las tecnologías de energía renovable exhibe costos mayores que los obtenidos al generar electricidad con Vía Verde. En vista de esta realidad tecnológica, la AEE propone utilizar la infraestructura de Vía Verde como una transición ordenada y efectiva a la integración de estas tecnologías renovables. Esto logrará promover el desarrollo económico de la isla, lo que a su vez permitirá la inversión en nuevas tecnologías renovables. De este modo, Vía Verde evitará que Puerto Rico cometa el error táctico que cometió España al fomentar la construcción de tecnologías y proyectos de aeroturbinas por medio de la aprobación de créditos e incentivos económicos. Esta acción llevó a España a no poseer la capacidad de repago de dichos créditos, lo que afectó la viabilidad de la economía española.

De acuerdo al análisis de costo anterior y las recomendaciones hechas a base del estudio de EPRI, se concluye que el uso de estas tecnologías en la generación base de electricidad en Puerto Rico no es costo efectiva y no permite una respuesta inmediata a la crisis de infraestructura energética. Esto a su vez, compromete la economía de la isla y afecta la calidad de vida y el bienestar de la ciudadanía en general.

Aunque las tecnologías para aprovechar las fuentes renovables de energía representan cero emisiones de contaminantes atmosféricos, la instalación y operación de éstas no están exentas de impacto ambiental adverso. De hecho, proyectos de este tipo que se presentaron en la isla generaron grandes controversias y preocupaciones relacionadas con el impacto ambiental (deforestación de extensas áreas, impactos a la flora y fauna, impacto a hábitats críticos, pérdida de terrenos agrícolas, entre otros).

4.5. Tubería de Gas Natural

Las razones principales que sustentan esta determinación son las siguientes:

1. En Puerto Rico hay una terminal de recibo de gas natural licuado en la EcoEléctrica, la cual está ubicada en el Municipio de Peñuelas, lo que evita la inversión de construir una terminal. Ésta es una de ocho terminales de importación de este producto que existen en todos los Estados Unidos. Además, existen unas seis terminales de exportación, también en los Estados Unidos. De hecho, existe una en Alaska, estado que cuenta con alta incidencia de actividad sísmica.
2. El precio histórico y proyectado del gas natural, de acuerdo a datos publicados por la Oficina de Energía Federal, es más bajo que el del destilado liviano (Núm. 2), que es el combustible más costoso que utiliza la AEE. Además, la proyección indica que el gas natural será más barato que el residual Núm. 6, que históricamente tenía un precio similar o más bajo que el gas natural en el pasado.
3. Se reducen los costos de mantenimiento de las unidades porque el gas natural es un combustible más limpio, según se presenta a continuación:

AHORROS ESTIMADOS EN EL MANTENIMIENTO DE UNIDADES GENERATRICES UTILIZANDO GAS NATURAL

I. TURBINAS DE COMBUSTIÓN (COMBUSTIBLE DIESEL)

A. CENTRAL CAMBALACHE: Tres Unidades de 83 MWc/u

Combustible	Frecuencia de Mantenimiento	Intervalos para Inspección	Costo	Cantidad de Inspecciones en 10 años	Costo de Inspecciones en 10 años
Diesel	18,000 hrs	40 meses	\$9,750,000	3	\$29,250,000
Gas Natural	24,000 hrs	60 meses	\$10,050,000	2	\$20,100,000

Ahorro aproximado en mantenimiento es de \$27,450,000 en 10 años (30%). Se mejora la confiabilidad.

B. UNIDADES 5 Y 6 CICLO COMBINADO SAN JUAN: Dos Unidades de 148MW c/u

De acuerdo al fabricante, el ahorro aproximado en mantenimiento es de 30%. Los intervalos de mantenimiento se alargan por un factor de 1.3 veces. Se mejora la confiabilidad.

II. TURBINAS DE VAPOR (COMBUSTIBLE BUNKER C)

A. CENTRAL PALO SECO: Dos Unidades de 216MW c/u

Combustible	Frecuencia Mantenimiento Ambiental	Costo Mantenimiento Ambiental	Uso Vapor Auxiliar para Calentar Combustible	Combustible Utilizado en Vapor Auxiliar para Calentamiento en 24 hrs	Costo Combustible Anual Utilizado en Vapor Auxiliar para Calentamiento en 24 hrs
Bunker C	18 meses	\$1MM	3,900#/hr	102,123 barriles	\$788,440
Gas Natural	No Necesario	\$0	0	0	0

Ahorro Aproximado en Mantenimiento Ambiental: \$2MM cada 18 meses

B. CENTRAL SAN JUAN: Cuatro Unidades de 100MW c/u

Combustible	Frecuencia Mantenimiento Ambiental	Costo Mantenimiento Ambiental	Uso Vapor Auxiliar para Calentar Combustible	Combustible Utilizado en Vapor Auxiliar para Calentamiento en 24 hrs	Costo Combustible Anual Utilizado en Vapor Auxiliar para Calentamiento en 24 hrs
Bunker C	18 meses	\$1MM	1,950#/hr	51,061 barriles	\$394,220
Gas Natural	No Necesario	\$0	0	0	0

Ahorro Aproximado en Mantenimiento Ambiental: \$4MM cada 18 meses

- Las unidades existentes están preparadas, o se pueden modificar sin afectar su capacidad generatriz para utilizar gas natural como combustible principal.
- El gas natural es un combustible más limpio. El uso del mismo ayudará a la AEE a mantener el cumplimiento sostenido con los reglamentos ambientales para la protección del ambiente. Además, ayudará a alcanzar la reducción de emisiones de productos de combustión más grande y significativa en la historia de nuestra

isla y le permitirá a la agencia cumplir con los nuevos criterios de emisiones promulgadas por la EPA para el año 2020. (Ver Sección 6.18.)

6. La tecnología para generar energía con gas natural está desarrollada y probada a nivel mundial. Al final del Capítulo 2 se presentan datos que demuestran el uso del gas natural en los Estados Unidos, la cantidad de tuberías y los terminales para gas natural. Además, se presenta una tabla de la que se concluye que cerca del 25% de la generación de electricidad en los Estados Unidos se logra a base de gas natural.
7. Existen reservas confirmadas en diferentes partes del mundo. La página de internet del Departamento de Energía Federal (DOE) tiene la información más actualizada sobre la disponibilidad de las reservas de gas natural en el mundo en la dirección electrónica, según recuperada el 21 de octubre de 2010: <http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=3&pid=3&aid=6>. De los datos allí incluidos se desprende que en todas las regiones del mundo hay reservas de gas natural que en el presente ascienden a unos 6,609.346 trillones de pies cúbicos. Además, se aprecia que existen proveedores de este gas tan cercanos a Puerto Rico, como Trinidad y Tobago. La AEE, mediante los procesos dispuestos por ley y por sus reglamentos, procurará la compra del gas natural de los proveedores disponibles en el mercado de manera que su costo sea el más económico, siempre en cumplimiento con las especificaciones de calidad del mismo.

Para este análisis se utilizaron algunos componentes del estudio de propiedad de la AEE realizado bajo contrato por *Power Technologies Corporation* (PTC) en el año 2006, *Corridor and Alternative Routes Selection Study*.

El estudio de PTC fue uno abarcador, ya que tomó en consideración toda la isla. Se evaluaron corredores de 1,000 metros y se utilizaron los siguientes criterios para dicha evaluación: topografía, uso de terrenos, corredores existentes y las áreas sensitivas. Con estos parámetros se generaron segmentos de 4 km de largo para analizarlos bajo el criterio de servidumbres existentes o rutas terrestres fuera de servidumbres existentes.

Luego, se crearon corredores de 100 metros para utilizarse como alternativas de rutas, las cuales se asociaron con diferentes valores y diferentes pesos de factores limitantes. Las alternativas de rutas que se asociaron con la menor cantidad de factores limitantes pasaron a analizarse por expertos relacionados con el criterio de selección de rutas para este tipo de proyecto. En la ronda final de análisis se crearon los mapas de restricciones, los cuales se utilizaron para identificar diferentes opciones de corredores. Luego, se refinaron las opciones de corredores con otros factores como: residencias individuales, variaciones topográficas menores, hábitats sensitivos que se identificaron durante las visitas de campo, metodología de construcción en áreas de mayor dificultad, tales como: pendientes empinadas, puentes y áreas densamente pobladas.

Finalmente, PTC identificó para la AEE varias rutas para llevar gas natural a distintos puntos de la isla. Entre éstos se encuentran nuestras instalaciones en Arecibo, San Juan y Palo Seco, las cuales son los puntos focales de Vía Verde.

Este estudio sugirió dos alineaciones para transportar el gas natural desde EcoEléctrica hasta la Central Cambalache:

- **Alineación Sur Norte A**

Comenzando en EcoEléctrica, con ruta noreste sobre campo traviesa hasta el Municipio de Ponce y luego por la servidumbre de la PR-10, continúa a través del Municipio de Adjuntas y el Municipio de Utuado. En el Municipio de Utuado la trayectoria se aleja del corredor de la PR-10, pero sigue paralela a ésta hasta llegar al Municipio de Arecibo. En dicho municipio sigue por los llanos del norte hasta llegar a la Central Cambalache. Esta alineación recorre un total de 45.1 millas. A esta alineación se le denominó la alineación *I-10 Overland*.

- **Alineación Sur Norte B**

Comenzando en EcoEléctrica, tomando una de dos opciones para llegar a la PR-10. Una de las opciones es la servidumbre proyectada para el Gasoducto del Sur desde el Municipio de Ponce; la otra es tomar la servidumbre de la PR-10 desde el Municipio de Guayanilla, a través del Municipio de Peñuelas. Ambas opciones llegan hasta el oeste del Municipio de Ponce, desde donde entran en la servidumbre de la PR-10 hasta el Municipio de Arecibo y conectando a la Central Cambalache. Esta alineación recorre un total de 36.8 millas. El estudio llamó a esta alineación *DOT Route*.

Además, el estudio sugirió dos alineaciones viables para transportar el gas natural desde Cambalache hasta las centrales de San Juan y Palo Seco:

- **Alineación Oeste Este A**

Desde el Municipio de San Juan, a través de Levittown, toma una trayectoria al oeste y atraviesa los municipios de Toa Baja, Dorado, Vega Alta, Vega Baja, Manatí y Barceloneta hasta llegar al Municipio de Arecibo. Esta alineación recorre un total de 44.6 millas. El estudio llamó a esta alineación *Overland Corridor*.

- **Alineación Oeste Este B**

Desde el Municipio de Cataño, ocupa la servidumbre de la PR-22 hasta llegar al Municipio de Arecibo. La misma atraviesa los municipios de Toa Baja, Dorado, Vega Alta, Vega Baja, Manatí y Barceloneta. Para esta alineación, el estudio menciona que tendrán que investigar si interfiere con la servidumbre del Superacueducto. Esta alineación recorre un total de 45.6 millas. El estudio llamó a esta alineación *DOT Corridor*.

Para nuestro análisis, además de las alineaciones antes mencionadas, se incluyó una tercera alineación para ambos tramos que no se contemplaron en el estudio de PTC. De este modo, se estudió un total de tres alineaciones para cada tramo. Las alineaciones consideradas fueron: Alineación Sur Norte A (SNA), Alineación Sur Norte B (SNB), Alineación Sur Norte C (SNC); Alineación Oeste Este A (OEA), Alineación Oeste Este B (OEB), Alineación Oeste Este C (OEC).

Entre los segmentos antes mencionados, se seleccionó la mejor alternativa para cada uno de los tramos. Al unir ambos tramos seleccionados, se obtuvo la alineación terrestre de mayor potencial de desarrollo.

4.5.1. Alineaciones terrestres

4.5.1.1. Selección de alineación con mayor potencial de desarrollo

El propósito de esta etapa de nuestro análisis es seleccionar una alineación final para Vía Verde. Se escogieron las dos alineaciones sugeridas en el estudio que realizó PTC en el tramo desde EcoEléctrica a Cambalache y las dos alineaciones en el tramo desde Cambalache a las centrales de Palo Seco y San Juan. Además, se analizó para ambos tramos una tercera alternativa que no se contempló en el estudio de PTC.

Se seleccionaron los criterios ambientales que aparecen a continuación para la evaluación de estos seis segmentos de alineación. En el Anejo 4.1, Mapas de Criterios, se podrá encontrar un mapa con la ilustración de cada criterio.

- Uso de los terrenos
- Cuerpos de agua impactados
- Millas de bosque o reservas naturales impactadas
- Especies en peligro de extinción
- Hallazgos arqueológicos
- Cruces de carreteras
- Zonificación o calificación
- Residencias cercanas

Se utilizó como fuente de información, mayormente, la base de datos para la tecnología de GIS, la cual ofrece información ambiental de manera computadorizada. Cada criterio ambiental se evaluó de la siguiente manera:

- **Uso de los terrenos**

Se realizó un análisis de los diferentes usos de terrenos a lo largo de la alineación. Se definió como usos de terrenos favorables a la construcción, aquellos usos no residenciales, públicos, industriales, agrícolas y comerciales. Se definió como uso de terrenos no favorables a la construcción, aquellos de uso residencial y los ambientalmente sensitivos. Se midió la extensión de la alineación que discurriría por terrenos para todos los usos, y luego se restó la extensión de los usos no favorables de

la de los usos favorables y se obtuvo un valor final. Se le asignó un valor positivo (+) a la alineación que obtuvo el valor mayor.

- **Cuerpos de agua**

Los cruces de cuerpos de agua incrementan la dificultad en la construcción de la tubería, ya que para poder cruzar un cuerpo de agua habrá que implementar métodos especiales de construcción para evitar impactos adversos a los mismos. Esto aumenta el costo de los proyectos. Se contabilizaron todos los cuerpos de agua que se interceptarían por la alineación. Se le asignó un valor positivo (+) a la alineación con menor número de cuerpo de agua interceptados.

- **Bosques o reservas naturales**

Los bosques y reservas naturales son áreas protegidas por su alto valor ecológico. Uno de los criterios considerados para la selección de la alineación de Vía Verde es evitar o minimizar, en lo posible, el impacto a estas áreas. Se midió la extensión de la alineación que discurriría por los diferentes bosques o reservas. Se le asignó un valor positivo (+) a la alineación que discurra por menos áreas de bosques y reservas.

- **Especies en peligro de extinción**

En Puerto Rico existen varias especies de flora y fauna listadas como protegidas o en peligro de extinción. Los hábitats para dichas especies son altamente protegidos por reglamentación estatal y federal. Uno de los criterios considerados para la selección de la alineación de Vía Verde, es evitar o minimizar en lo posible el impacto a estos hábitats. Se midió la extensión de la alineación que discurriría por los hábitats protegidos. Se le asignó un valor positivo (+) a la alineación que discurra menos de hábitats protegidos.

- **Hallazgos arqueológicos y arquitectónicos**

Las áreas con hallazgos arqueológicos y arquitectónicos son protegidas debido a su valor histórico, social y cultural. Están protegidas por leyes estatales y federales. Se contabilizaron todos los hallazgos arqueológicos y arquitectónicos que se interceptarían por la alineación. Se le asignó un valor positivo (+) a la alineación con menos hallazgos.

- **Cruces de carreteras**

Los cruces de carreteras incrementan la dificultad en la construcción de la tubería, ya que para cruzarlas habrá que implementar métodos especiales de construcción. Esto para no afectar la integridad de la infraestructura y congestiones vehiculares, lo que aumenta el costo del proyecto. Se contabilizaron todas las carreteras que se interceptarían por la alineación. Se le asignó un valor positivo (+) a la alineación que discurra menos cruces.

- **Zonificación**

Se realizó un análisis de las diferentes zonificaciones o calificaciones de los terrenos a lo largo de la alineación. Se definió como zonificaciones favorables a la construcción, aquellas no residenciales, públicas, industriales, agrícolas, comerciales y no zonificadas. Se definió como zonificaciones de terrenos no favorables a la construcción, aquellas residenciales, bosques, de conservación y sitios históricos. Se midió la extensión de la alineación que discurriría por terrenos para todas las zonificaciones, y luego se restó la extensión de las zonificaciones no favorables de las zonificaciones favorables y se obtuvo un valor final. Se le asignó un valor positivo (+) a la alineación que obtuvo el valor mayor.

- **Residencias**

Debido a su limitada extensión geográfica, a su alta densidad poblacional y a su topografía, Puerto Rico cuenta con abundantes conglomerados residenciales, especialmente en sus llanos costeros. Además, en el pasado se gestó oposición a un proyecto similar, debido a una percepción errada por parte de la ciudadanía de que el transporte de gas natural es una operación insegura. De acuerdo a las estadísticas sobre accidentes con líneas de transmisión de gas natural, según la *National Transportation Safety Board* (NTBS), esta percepción no es cierta. No obstante, para fomentar una mayor confianza en el proyecto, se incorporó este criterio en el proceso de selección de la alineación. Por esta razón, el criterio de mayor peso en la planificación del proyecto fue minimizar la cantidad de residencias en las cercanías de la alineación. Se contabilizaron las residencias que la alineación interceptaría. Se le asignó un valor positivo (++) a la alineación con menos residencias.

4.5.1.2. Matriz para la selección de la alineación

En esta etapa se compararon tres alternativas para la sección sur-norte y tres alternativas para la sección oeste-este. Para esto, se comparó el por ciento de cada alineación o el número de veces que la alineación afectaría el criterio ambiental evaluado, según cada caso. Se le adjudicó un (+) a la alineación que menos impactaría a cada criterio. Luego, se sumó la cantidad de (+) que cada alineación tenía a su favor y se seleccionó la alineación con el número mayor de criterios a su favor. El análisis se resume en la matriz que aparece en el Anejo 4.2, Matriz para la Selección de la Alineación.

4.5.1.3. Alineación seleccionada

Luego de realizar y analizar la matriz para los criterios ambientales considerados, se encontró que la alineación Sur Norte C fue la más favorable. Ésta obtuvo nueve puntos positivos, mientras que la alineación Sur Norte B obtuvo tres puntos positivos y la alineación Sur Norte A sólo obtuvo un punto positivo. Además, el criterio de impacto a residencias en la alineación Sur Norte C obtuvo el valor más positivo de las tres posibles alineaciones para este tramo.

Para el tramo Oeste Este, el análisis de la matriz reveló que la mejor alineación es la Oeste Este C. La misma obtuvo seis puntos positivos, mientras que la alineación Oeste Este B obtuvo cinco puntos positivos y la alineación Oeste Este A sólo obtuvo un punto positivo. Además, el criterio de impacto a residencias en la alineación Oeste Este C obtuvo el valor más positivo de las tres posibles alineaciones para este tramo.

Al unir las alineaciones con valor más positivo para cada tramo, se obtuvo la alineación terrestre con mayor potencial de desarrollo. Esta es la alineación sobre la cual se realizó la evaluación ambiental que se presenta en esta DIA-P.

4.5.2. Variaciones a la alineación seleccionada

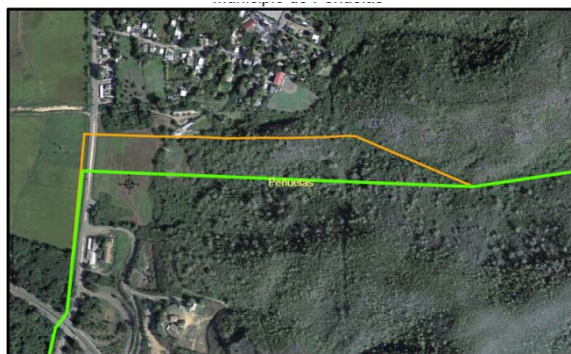
El desarrollo de la alineación seleccionada evolucionó para incorporar cambios necesarios debido a diversas razones: impactar en lo mínimo las comunidades, evitar o minimizar los impactos ambientales, factores económicos y factores asociados a la construcción. En la determinación de las variaciones, el énfasis principal fue encontrar la alineación más corta viable en términos de construcción, que tuviera el menor impacto ambiental y, principalmente, que se alejara en lo posible de las comunidades. Las variaciones que demostramos a continuación llevaron a la alineación presentada en este documento, Vía Verde. Las ilustraciones de las variaciones que aparecerán más adelante, contienen la alineación original en anaranjado y la alineación variada en verde.

4.5.2.1. Variaciones para evitar comunidades

El criterio de mayor peso en la planificación del proyecto fue minimizar la cantidad de residencias en las cercanías de la alineación. Durante la planificación del proyecto encontramos que la alineación inicial seleccionada en el estudio de alternativas se acercaba a ciertas comunidades. Por esta razón, se determinó desplazar en lo posible la alineación para que de esta manera no se afectaran comunidades a una distancia de 150 pies a ambos lados de la alineación.

Las variaciones a continuación se realizaron para no impactar las comunidades.

4.5.2.1.1. Variación Comunidad Seboruco, Peñuelas



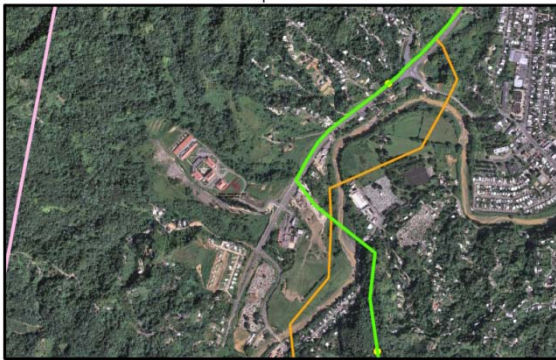
Inicialmente la alineación se encontraba a unos 300 pies de esta comunidad. Se tomó la decisión de alejar la línea unos 300 pies hacia el sur, ya que se contaba con el espacio. Además, este cambio no afectaba otras comunidades. Finalmente, la alineación actual se encuentra a unos 600 pies de distancia de esta comunidad.

4.5.2.1.2. Variación Urbanización Monte Santo, Peñuelas



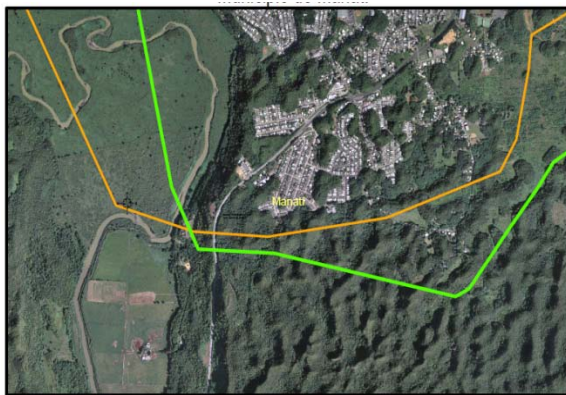
Inicialmente la alineación transcurría por el lado este de la Urbanización Monte Santo. Con esta alineación, cuatro residencias quedaban a menos de 150 pies de distancia de la alineación. Al efectuar este cambio, se logró disminuir a sólo una residencia.

4.5.2.1.3. Variación Universidad de la Montaña, Utuado



Inicialmente la alineación impactaba terrenos pertenecientes a la Universidad de la Montaña. Al incorporar esta variación, la alineación disminuye el impacto a estos terrenos y ahora se encuentra a más de 800 pies de las edificaciones de la universidad.

4.5.2.1.4. Variación Urbanización Jardines de Mónaco, Manatí



La alineación se encontraba a unos 400 pies de esta urbanización y afectaba a varias residencias en las comunidades aledañas. Se decidió alejar la línea unos 400 pies adicionales ya que se contaba con el espacio. Además, este cambio benefició a las casas aledañas que se encontraban dentro de una distancia de 150 pies del proyecto. Finalmente, la alineación actual se encuentra a unos 800 pies de distancia de las comunidades de Jardines de Mónaco.

4.5.2.1.5. Variación Sector La Grúa y Bo. El Polvorín, Manatí



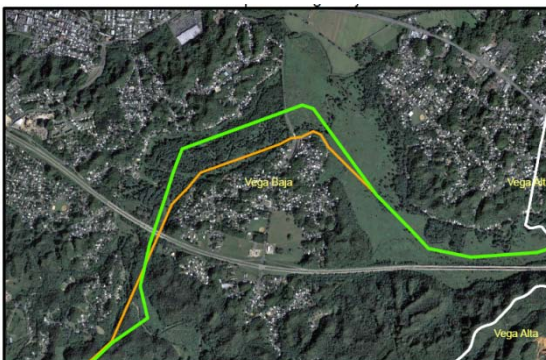
Inicialmente la alineación impactaba el Sector La Grúa, atravesándolo directamente. Nueve residencias se afectarían. Al efectuar este cambio, se logró evitar esta comunidad y actualmente queda a más de 3,000 pies de distancia.

4.5.2.1.6. Variación Sector Bethel, Bo. Pugnado Afuera, Vega Baja



Inicialmente la alineación afectaba el Sector Bethel. Varias residencias estarían dentro de una distancia de 150 pies de esta alineación. Al incorporar esta variación, se logró alejar la alineación a más de 300 pies de distancia.

4.5.2.1.7. Variación Sector El Indio, Bo. Almirante Norte, Vega Baja



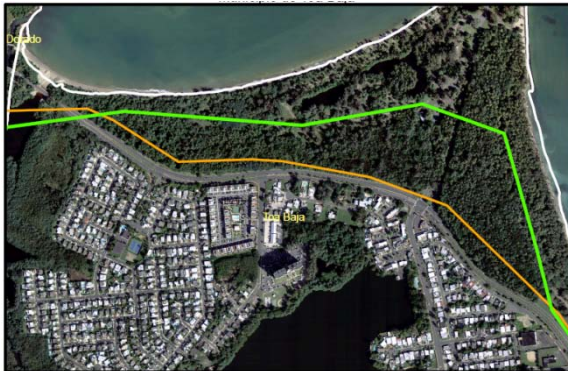
Inicialmente la alineación impactaba a más de diez residencias en el Sector El Indio. Al efectuar este cambio, se logró evitar que estas residencias se afectaran. Se logró alejar esta comunidad a más de 300 pies de la alineación propuesta.

4.5.2.1.8. Variación Comunidad Mameyal Playa, Toa Baja



Inicialmente la alineación afectaba el Sector Mameyal Playa. Varias residencias de este sector se encontrarían dentro de una distancia de 150 pies de esta alineación. Al incorporar esta variación, se logró alejar la alineación a más de 300 pies de distancia.

4.5.2.1.9. Variación Comunidades Levittown, Toa Baja



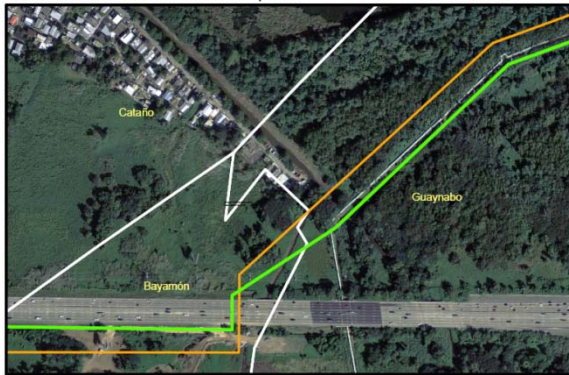
Inicialmente la alineación afectaba varias urbanizaciones en el área de Levittown. Varias residencias de estas comunidades se encontrarían dentro de una distancia de 150 pies de esta alineación. Al incorporar esta variación, se logró alejar la alineación a más de 500 pies de distancia.

4.5.2.1.10. Variación Urbanización Villa Aurora, Cataño



Inicialmente la alineación afectaba esta urbanización. Doce residencias de este sector se encontrarían dentro de una distancia de 150 pies de esta alineación. Al incorporar esta variación, se logró alejar estas residencias a más de 200 pies de distancia.

4.5.2.1.11. Variación Comunidad Puente Blanco, Cataño-Guaynabo



Inicialmente la alineación afectaba la comunidad Puente Blanco. Varias residencias de este sector se encontrarían dentro de una distancia de 150 pies de esta alineación. Al incorporar esta variación, se logró alejar estas residencias a más de 150 pies.

4.5.2.1.12. Variación Walk-Up's Miraderos de Sabana y el Bo. Sabana, Guaynabo



Inicialmente la alineación afectaba el Sector Sabana y los Walk Up's Miraderos de Sabana. Éstos se encontrarían dentro de una distancia de 150 pies de esta alineación. Al incorporarse esta variación, se logró alejar los Walk Up's a más de 200 pies de distancia y las residencias del Sector Sabana a más de 250 pies.

4.5.2.2. Variaciones para minimizar impactos económicos del proyecto

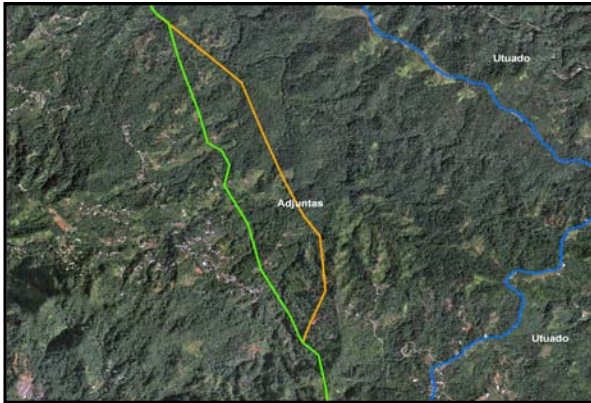
4.5.2.2.1. Variación PR-22, en los Municipios de Vega Alta y Dorado



Inicialmente la alineación impactaba 5 millas de terrenos privados en los municipios de Vega Alta y Dorado, los cuales representarían un alto costo en la adquisición de la servidumbre de paso para esta alineación. Al incorporar esta variación, se logró utilizar la servidumbre de paso de la Autoridad de Carreteras en la PR-22, significando una economía sustancial en el costo del proyecto.

4.5.2.3. Variaciones para minimizar impactos ambientales

4.5.2.3.1. Variación en Bosque del Pueblo, Adjuntas



Inicialmente la alineación cruzaba una pequeña área del bosque del Pueblo en el Municipio de Adjuntas. Para evitar este impacto, se localizó la alineación más hacia el oeste.

4.5.2.3.2. Variación PR-22, en los Municipios de Vega Alta y Dorado



Inicialmente la alineación impactaba la porción norte del bosque La Vega en los municipios de Vega Alta y Dorado. Al incorporar esta variación, se logró disminuir este impacto a este recurso en un 30%.

4.5.2.3.3 Variación Ermita La Candelaria, Toa Baja



Inicialmente la alineación impactaba directamente la estructura de valor histórico. Al incorporar esta variación, se logró mover la alineación fuera de esta área y así evitar el impacto.

4.5.2.4 Variaciones por razones de construcción

4.5.2.4.1 Variación en el Canal de EcoEléctrica, Peñuelas



Inicialmente la alineación cruzaba el canal de descarga en un ángulo de 90°. Para utilizar el método de *Horizontal Directional Drilling* (HDD), se decidió disminuir este ángulo, ya que para este método no se recomiendan ángulos de 90° de abertura.

4.5.2.4.2 Variación en el Río Tallaboa, Peñuelas



Inicialmente la alineación cruzaba el río Tallaboa en dos secciones en ángulo de 90°. Para utilizar el método de HDD, se decidió disminuir éste ángulo, ya que para este método no se recomiendan ángulos de 90° de abertura.

4.5.3 Cambios a la Alineación Propuesta

Luego de recopilados los comentarios al Borrador de la DIA-P de parte de las diversas agencias y del público general, se incorporaron cambios a la alineación propuesta para atender dichos comentarios y recomendaciones. Estos cambios obedecen a varias razones, entre las que están: consideraciones ambientales, alejarla de comunidades existentes y alejarla de desarrollos futuros. Otros cambios obedecen a razones de construcción.

4.5.3.4 Cambios por consideraciones ambientales



Para atendiendo las recomendaciones de la UPR y para alejarse del área histórica arqueológica de la ermita del Municipio de Toa Baja.



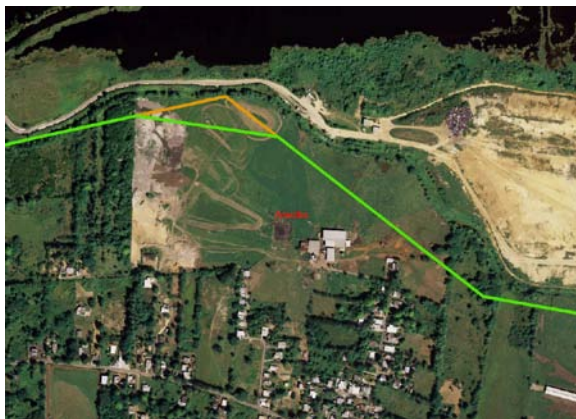
Con este cambio se disminuye la cantidad de veces en que la alineación curza el río El Indio en el Municipio de Vega Baja.



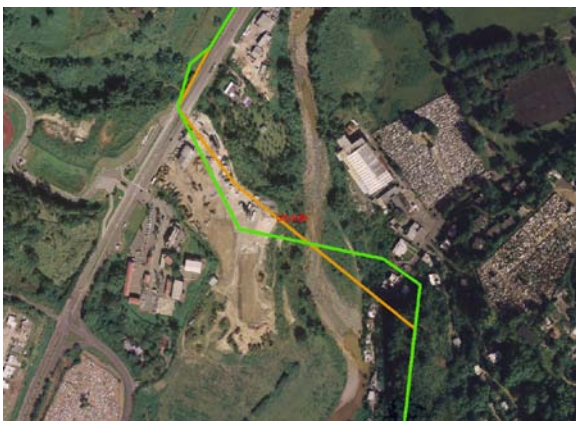
Para evitar impactar áreas de manglares en el sector de Punta Salinas del Municipio de Toa Baja.



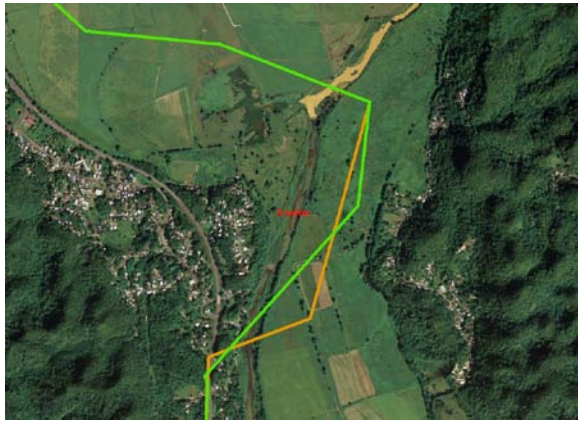
Para alejarse del área del vertedero industrial localizado en el Munidipio de Peñuelas.



Para alejarse de la laguan de lixiviados del vertedero municipal en el Municipio de Arecibo.



Para facilitar el cruce del río Arecibo a la altura del Municipio de Utuado por la técnica de HDD de manera que no se impacte este cuerpo de agua.



Para facilitar el cruce del río Arecibo a la altura del Municipio de Arecibo por la técnica de HDD de manera que no se impacte este cuerpo de agua.

4.5.3.5 Cambios para alejar la alineación de comunidades y de proyectos futuros



En las cercanías de la Urbanización Levittown en el Municipio de Toa Baja, la alineación estará a una profundidad de 60 pies y para cruzar el área se utilizará la técnica de HDD lo que evita los impactos asociados a excavaciones de trinchera abierta.



Para alejarse de un desarrollo futuro en el Municipio de Vega Baja, el cual posee permisos aprobados de la Junta de Planificación.

4.5.3.6 Cambios por razones de construcción

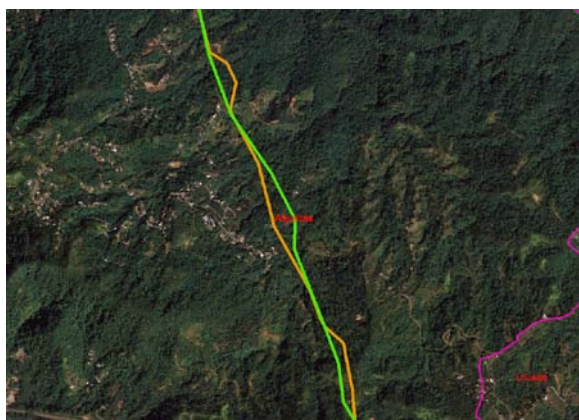
Los siguientes cambios a la alineación obedecen a factores de construcción debido a lo escarpado de la topografía del centro de la isla en el área montañosa o a dificultades en el uso de la tecnología de HDD.



Municipio de Peñuelas



Municipio de Peñuelas



Municipio de Adjutas



Municipio de Utuado



Municipio de Arecibo

ANEJO 4.1

Mapas de Criterios

LEYENDAS

MAPAS DE CRITERIOS DE EVALUACION PARA ALTERNATIVAS DE ALINEACIONES TERRESTRES

Arqueología

-  Arqueología
-  Arquitectura

Bosques y Reservas

-  Bosques y Reservas

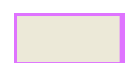
Cuerpos de Agua

-  Red Hidrográfica

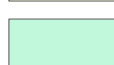
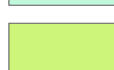
Carreteras

-  Mapa Carreteras

Residencias

-  GISADMIN.Edificios

Especies Protegidas

- | | | |
|---|--|--|
|  Reservas Naturales |  Pájaros |  Invertebrados |
|  Refugios FWS |  Hábitat | |
|  Mamíferos Terrestres |  Hábitat Críticos | |

Usos de Suelos

GISADMIN.uso suelos 77

-  <all other values>

USOS

- | | | |
|---|---|---|
|  Areas Agrícolas |  Areas Industriales |  Residencial Rural |
|  Areas Boscosas |  Areas de Extracción |  Residencial Urbano |
|  Areas Comerciales |  Facilidades Especiales |  Uso No Asignado |
|  Areas Hidrográficas-Hidrológicas |  Formaciones Minerales |  Uso Público |
| |  Infraestructura de Transportación |  Usos Eléctricos y de Comunicaciones |
| |  Recreación al Aire Libre | |

Zonificación

Zonificación

 <all other values>

TIPO

 A-1

 A-2

 A-3

 A-4

 AD

 B-1

 B-2

 B-3

 C-1

 C-2

 C-3

 C-4

 C-5

 C-6

 C-L

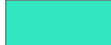
 CO-1

 CO-2

 CR

 CR-1

 CR-2

 CR-3

 CR-A

 CR-Z

 CRR

 CT-0

 CT-1

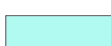
 CT-2

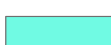
 CT-3

 CT-4

 CT-5

 DT

 DTS

 I-1

 I-2

 IL-1

 IL-2

 M

 P

 PP

 PR

 R-0

 R-1

 R-2

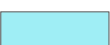
 R-3

 R-4

 R-5

 R-6

 R-O-S

 RC-1

 RE

 RO-2

 RO-25

 RT-0

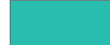
 RT-00

 RT-1

 RT-2

 RT-3

 RT-4

 RT-5

 ZE

 ZU

 ZU-DA

 ZU-EA

 ZU-G1

 ZU-G2

 ZU-G3

 ZU-G4

 ZU-G5

 ZU-I1

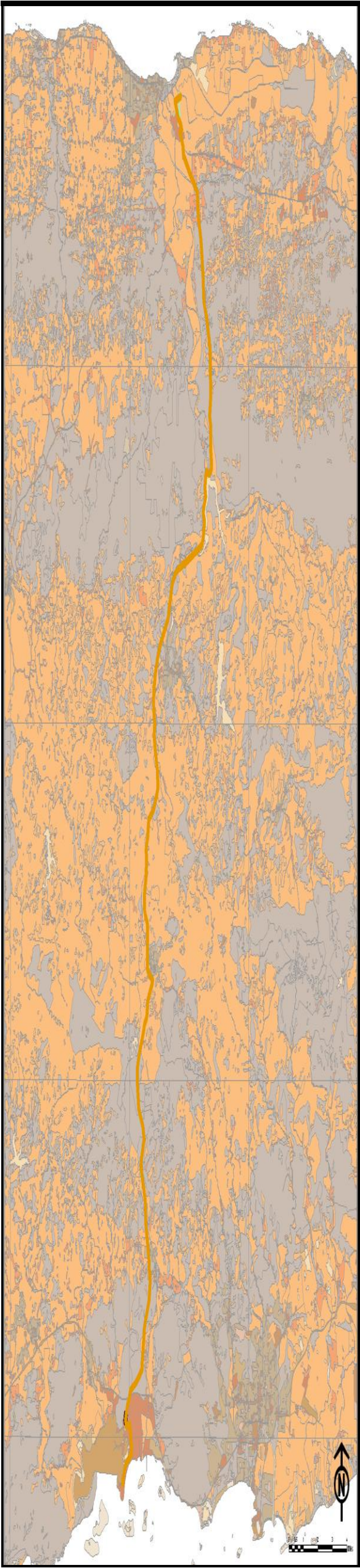
 ZU-I2

 ZU-P

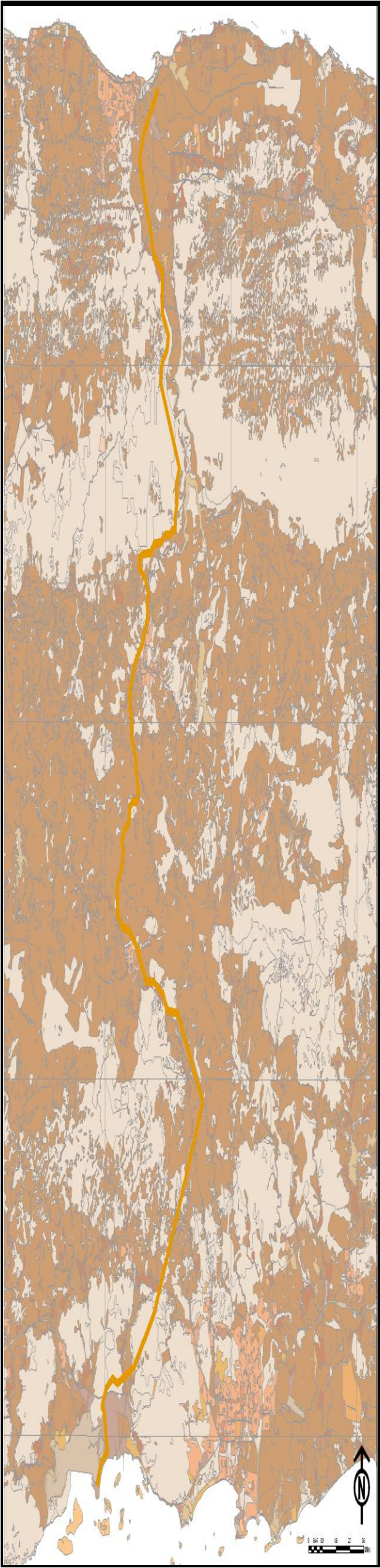
 ZU-R1

 ZU-R2

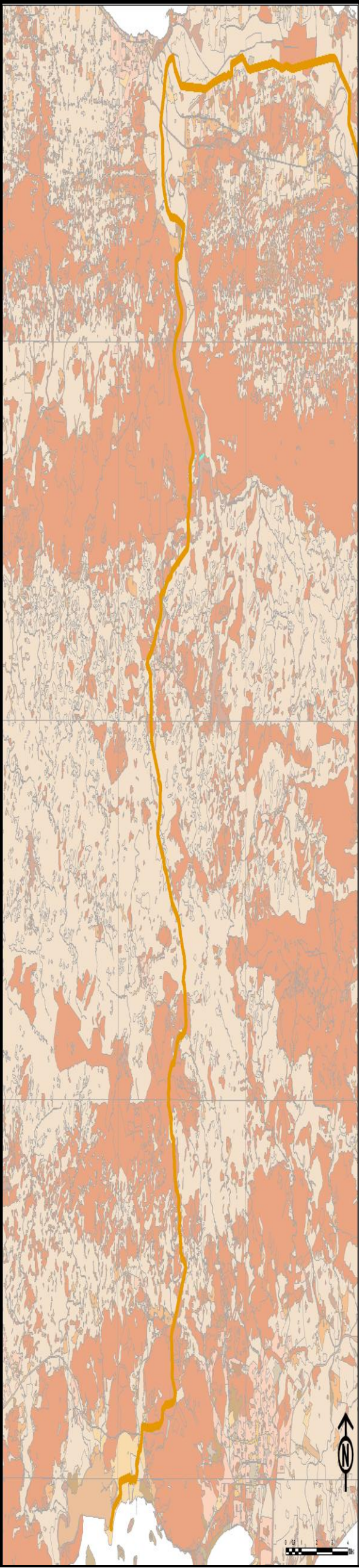
USO DE SUELOS
RUTAS SUR – NORTE



A



B



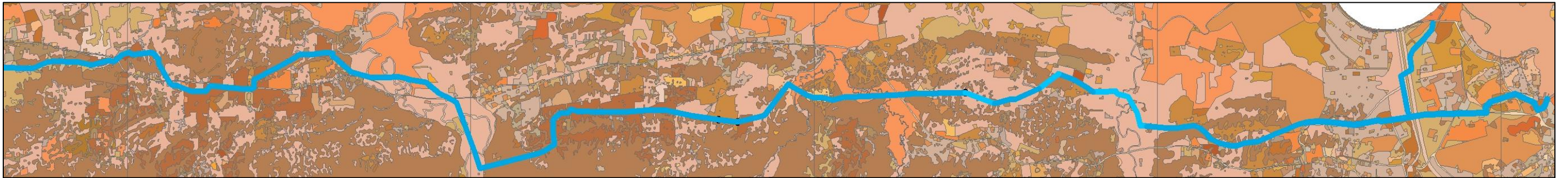
C

Usos de Suelos

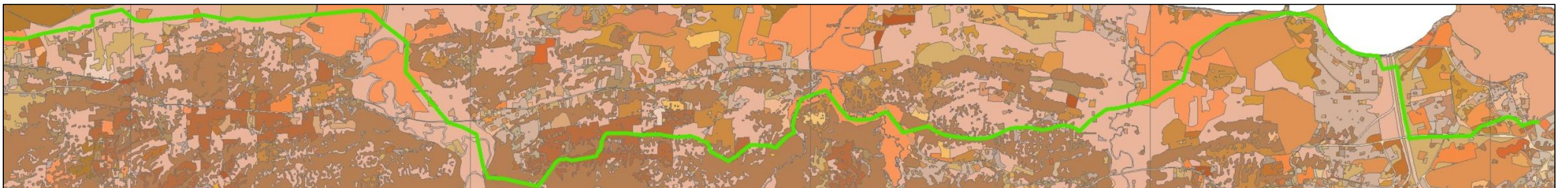
Rutas Oeste – Este



Ruta A

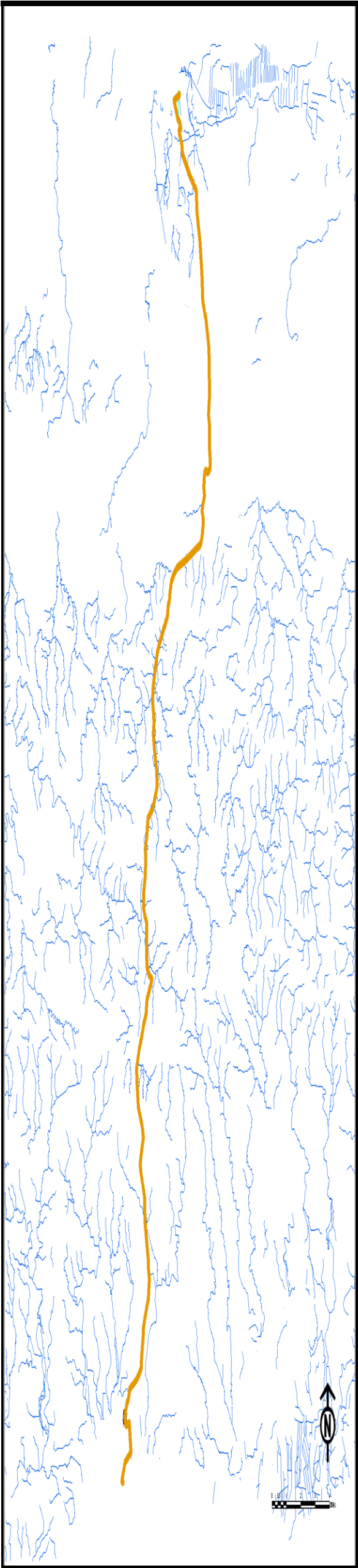


Ruta B

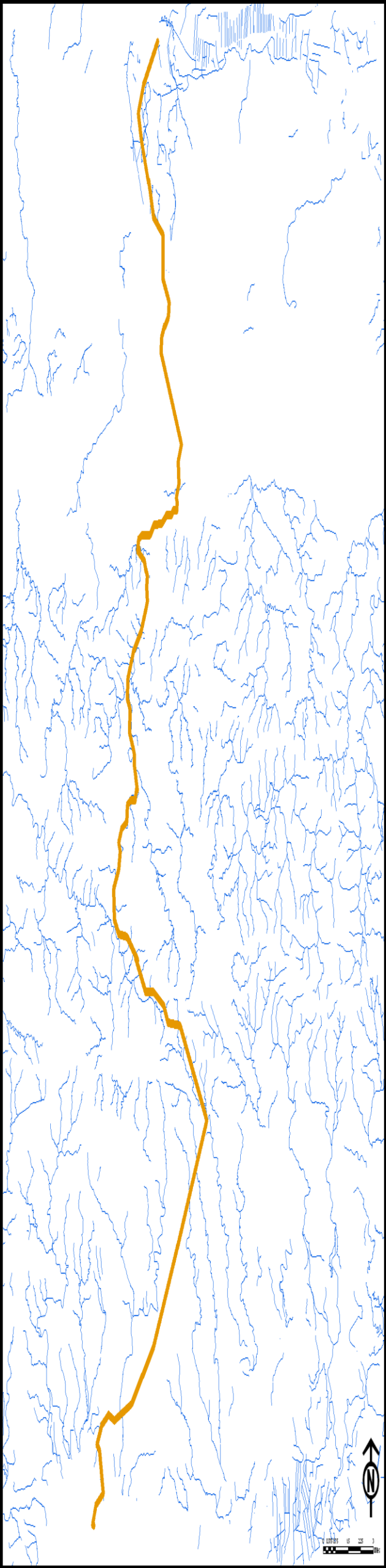


Ruta C

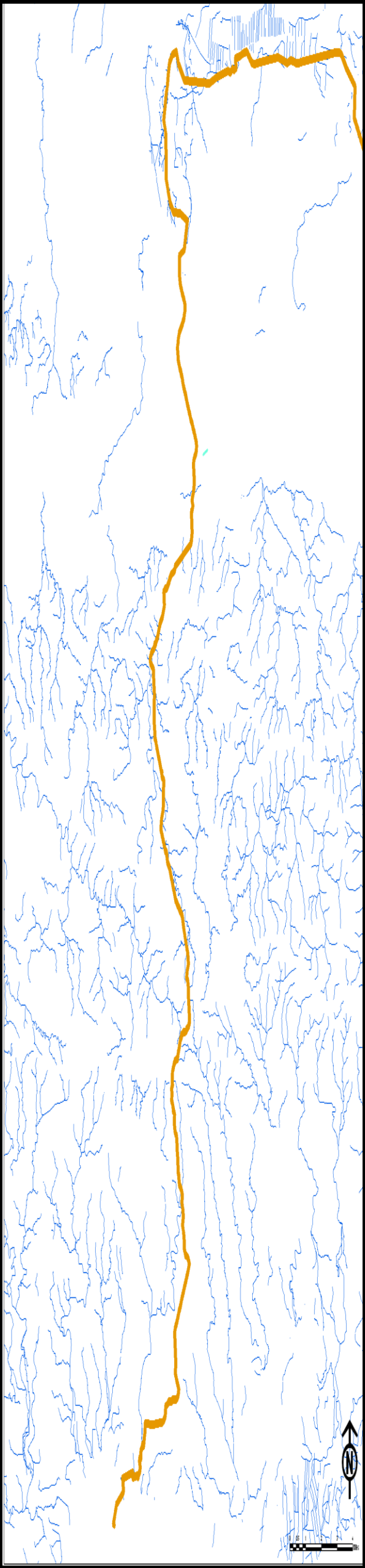
CUERPOS DE AGUA
RUTAS SUR – NORTE



A

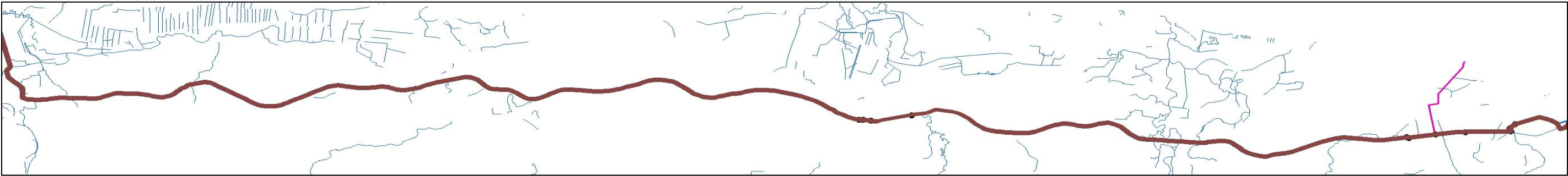


B



C

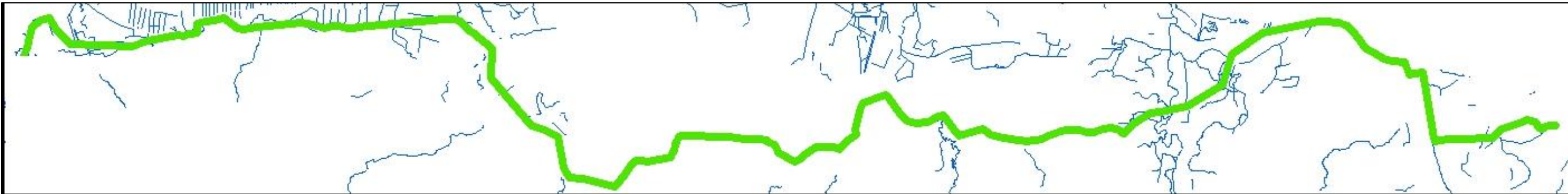
Cuerpos de Agua
Rutas Oeste – Este



Ruta A

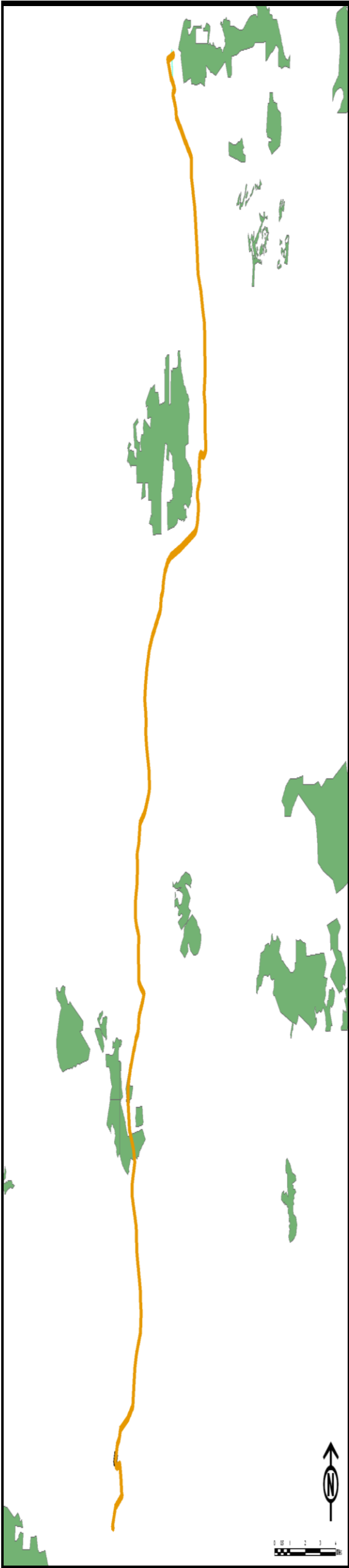


Ruta B

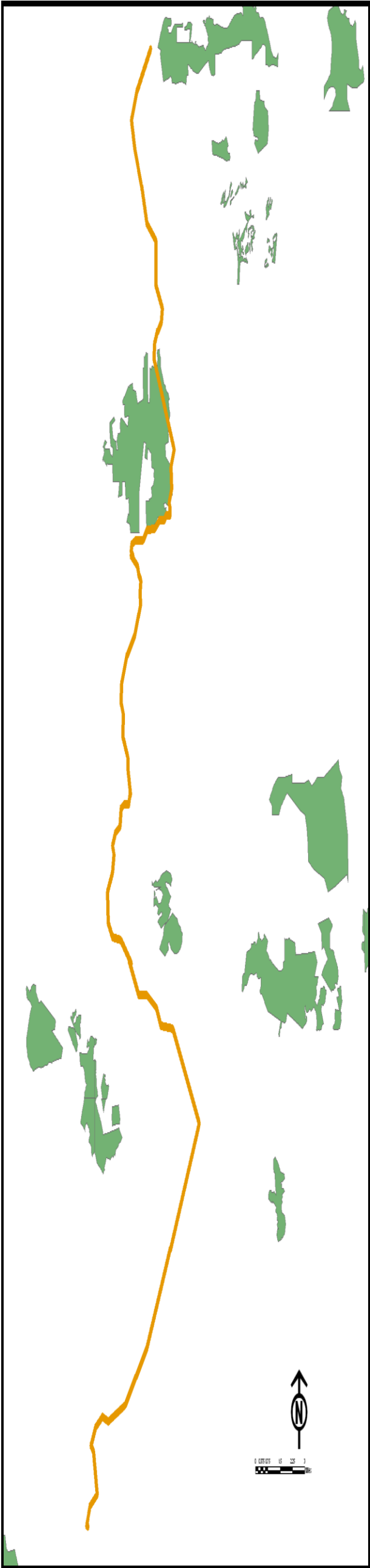


Ruta C

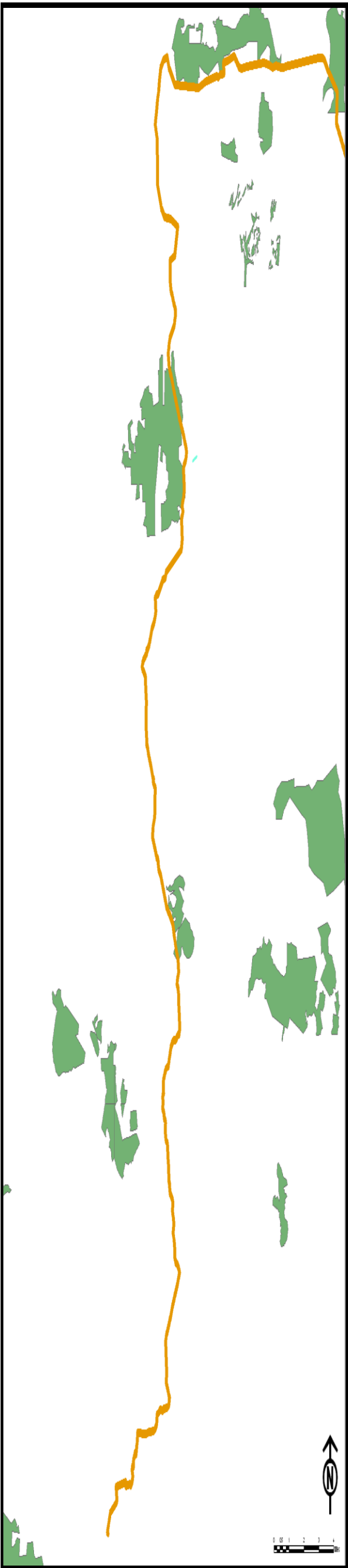
BOSQUES Y RESERVAS
RUTAS SUR - NORTE



A

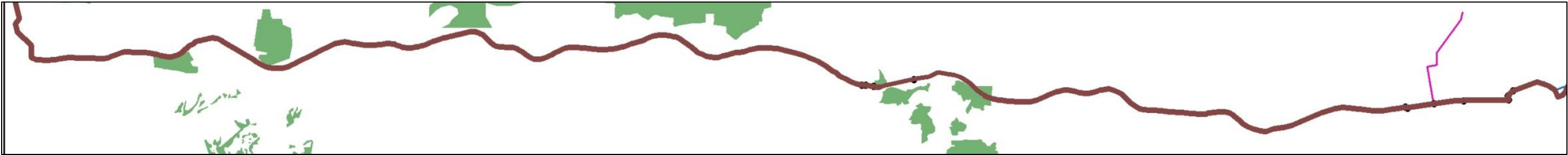


B



C

Bosques y Reservas
Rutas Oeste – Este



Ruta A

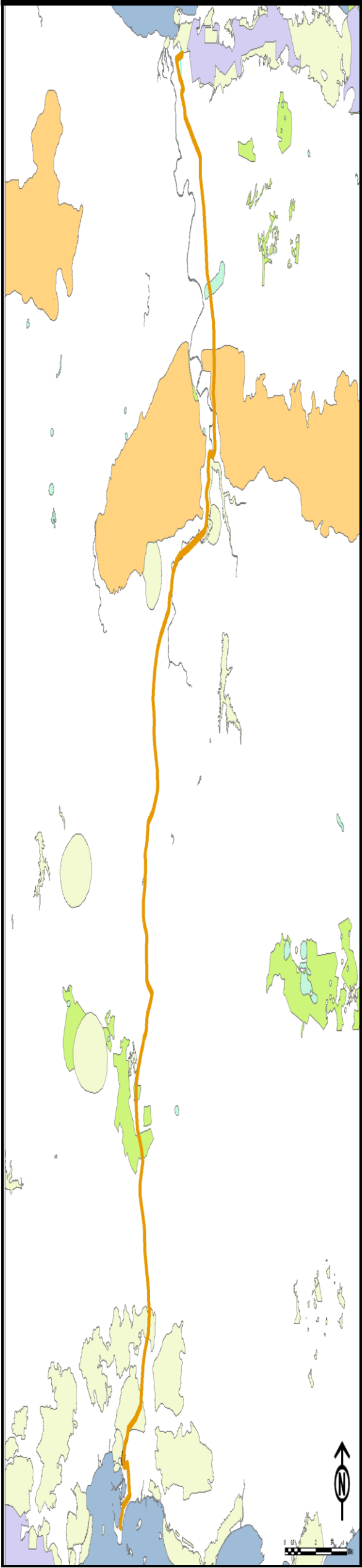


Ruta B

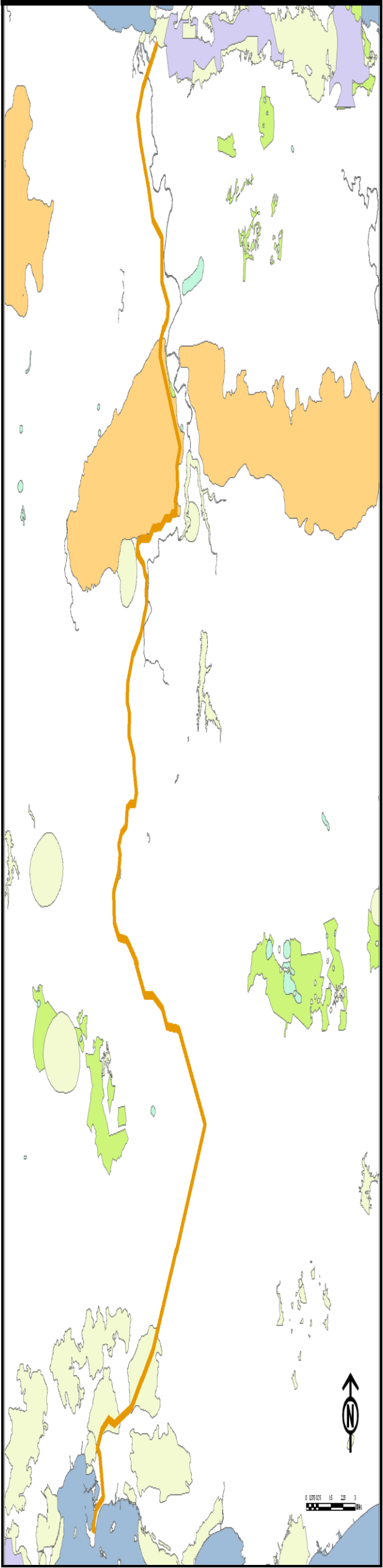


Ruta C

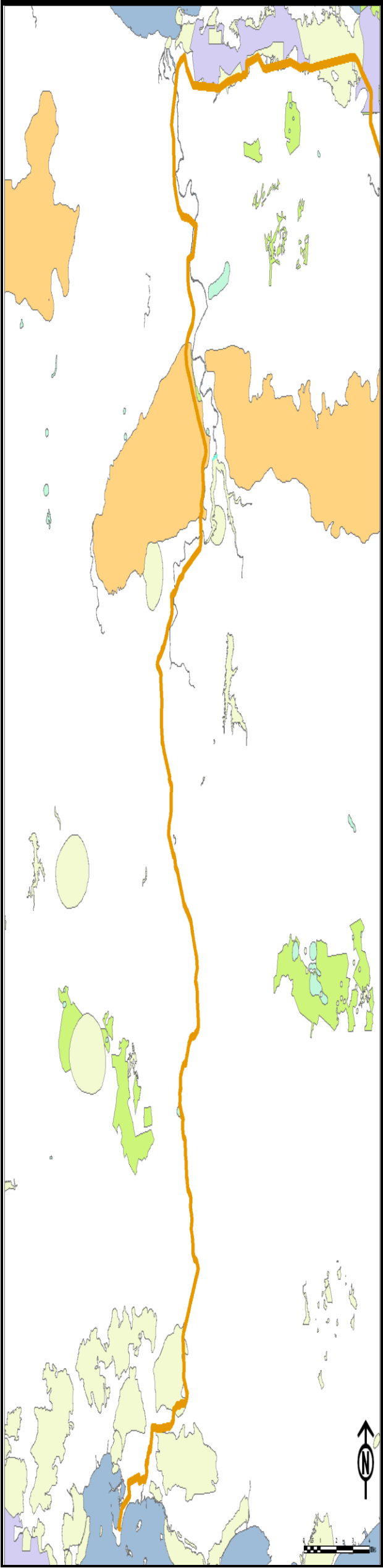
ESPECIES PROTEGIDAS
RUTAS SUR – NORTE



A

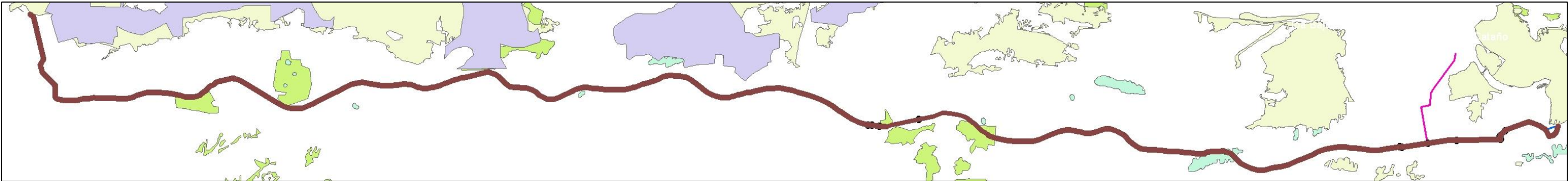


B

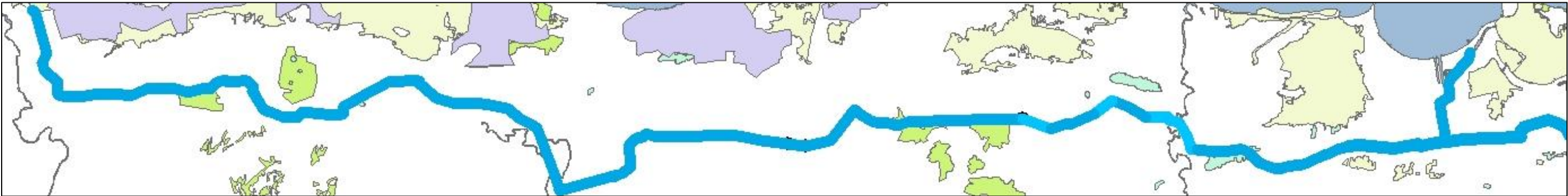


C

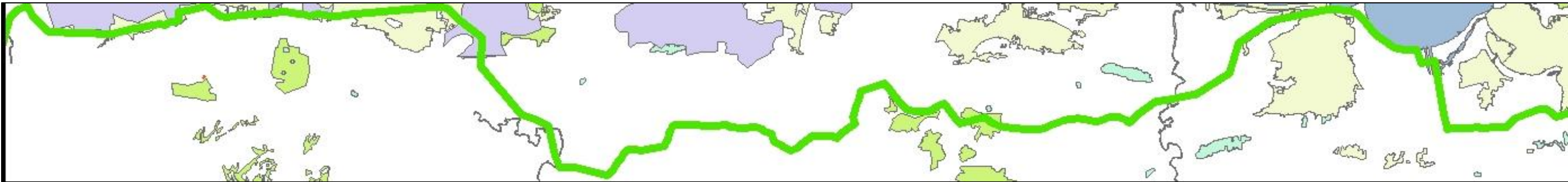
Especies Protegidas
Rutas Oeste – Este



Ruta A

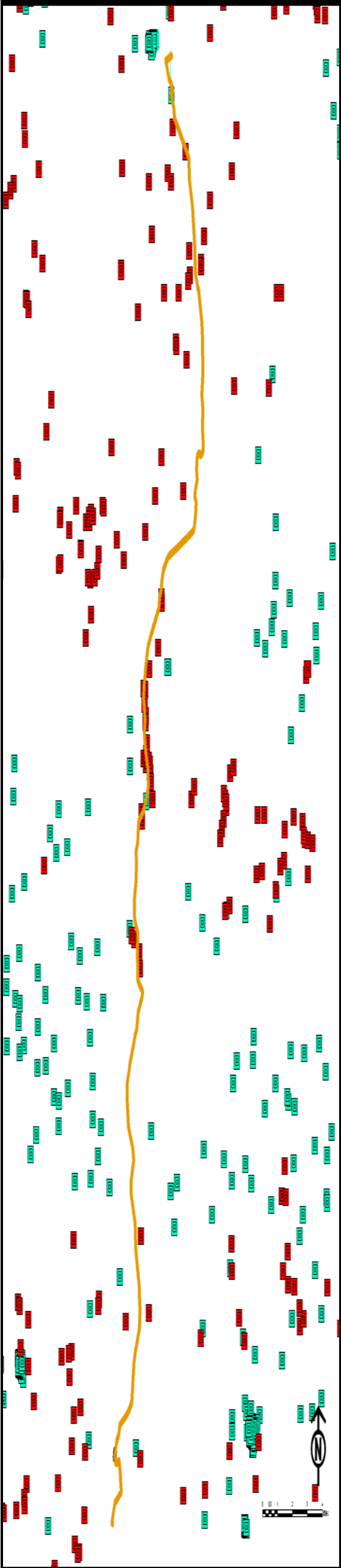


Ruta B

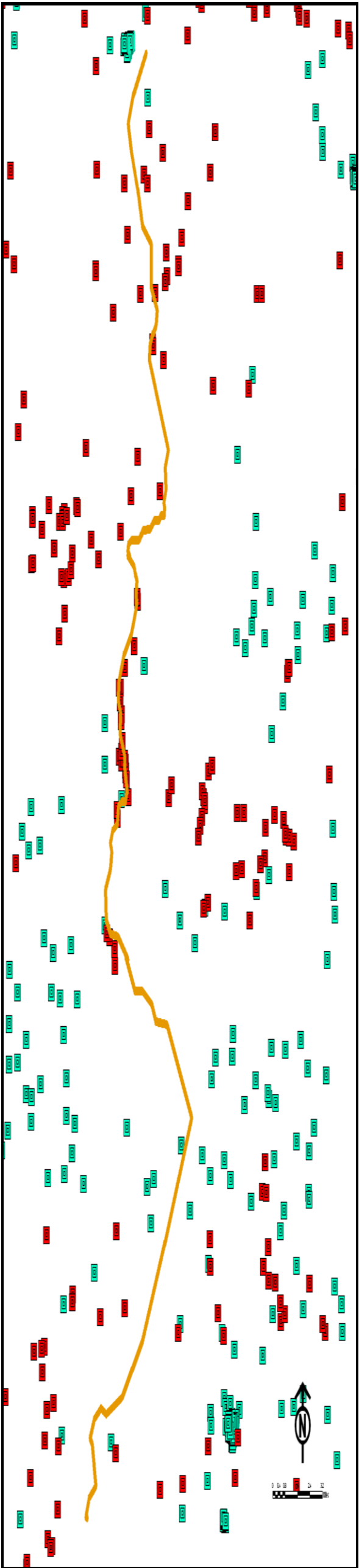


Ruta C

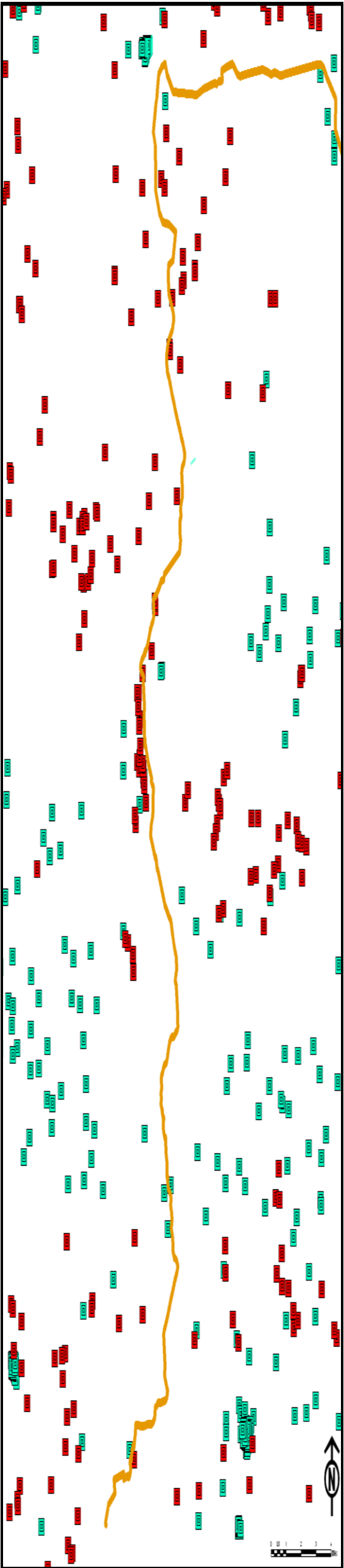
ARQUEOLOGÍA
RUTAS SUR - NORTE



A



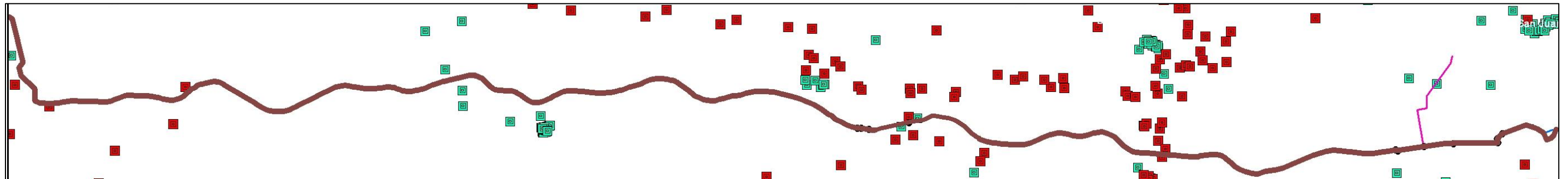
B



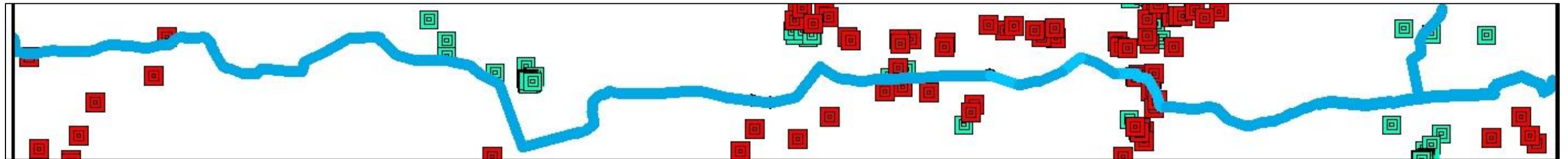
C

Arqueología

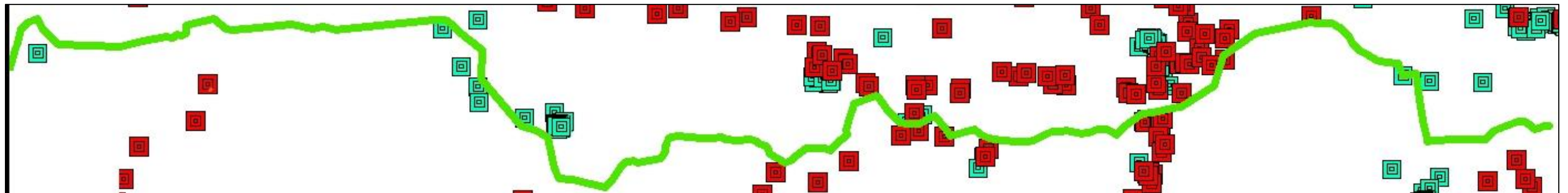
Rutas Oeste – Este



Ruta A

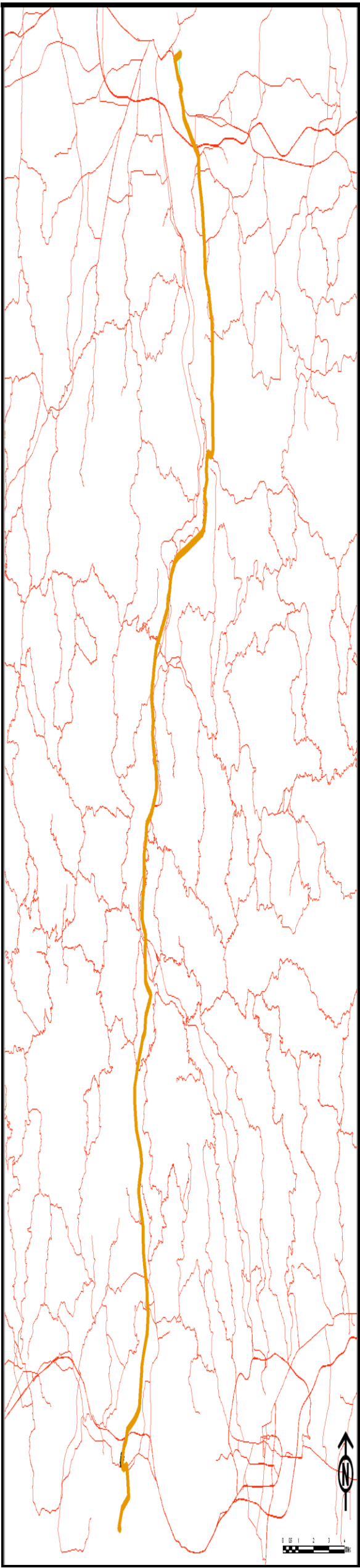


Ruta B

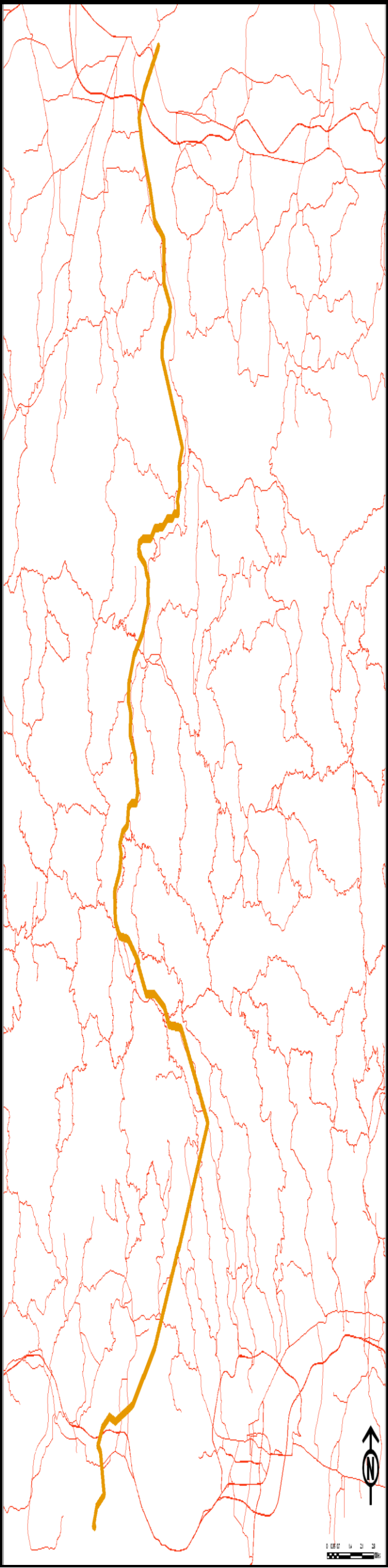


Ruta C

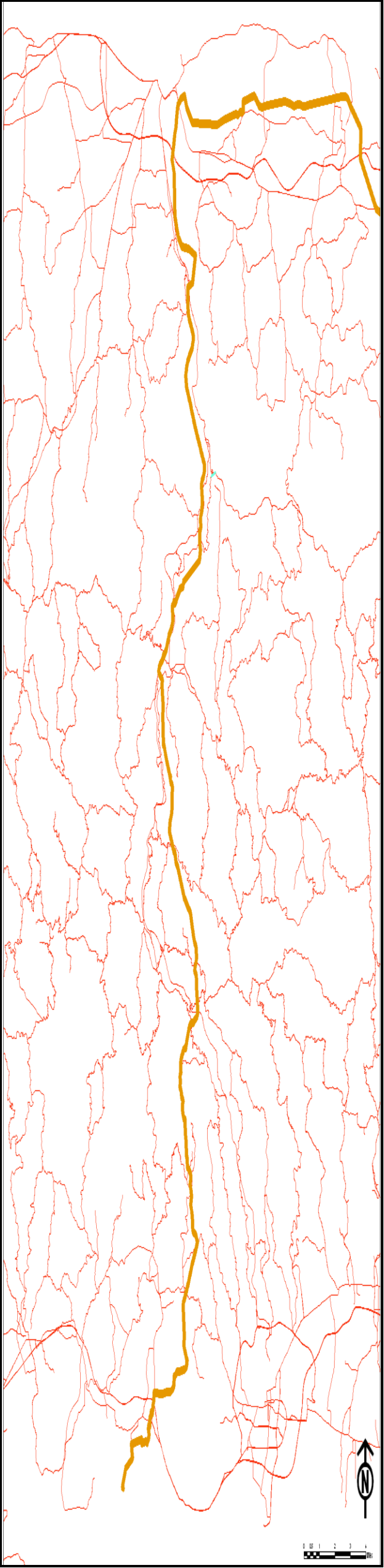
CARRETERAS
RUTAS SUR – NORTE



A

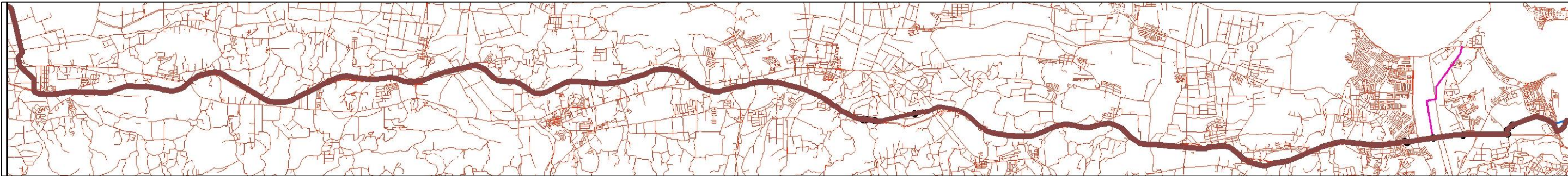


B

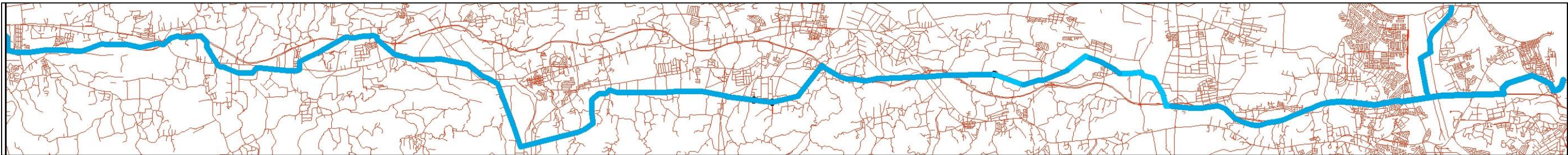


C

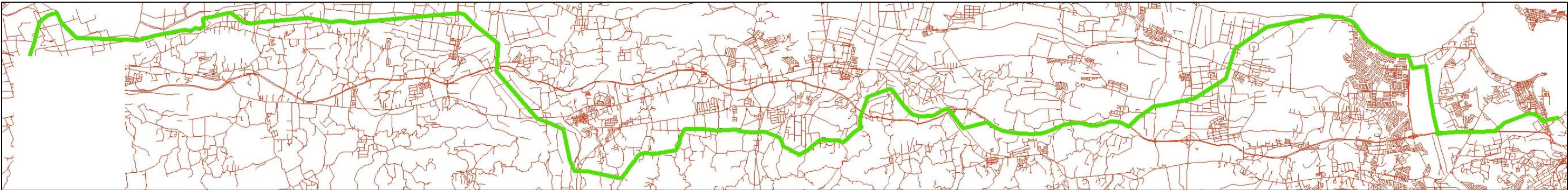
Carreteras
Rutas Oeste – Este



Ruta A

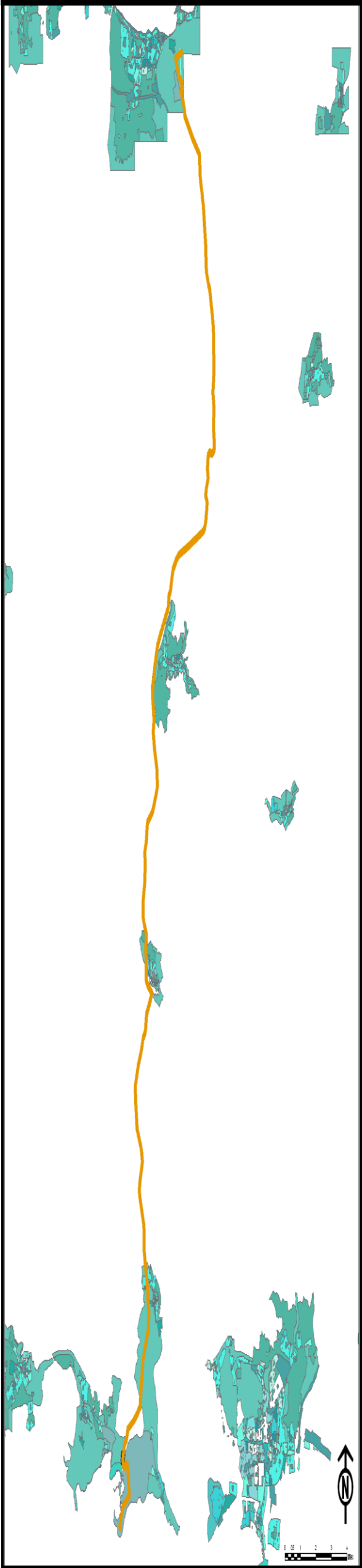


Ruta B

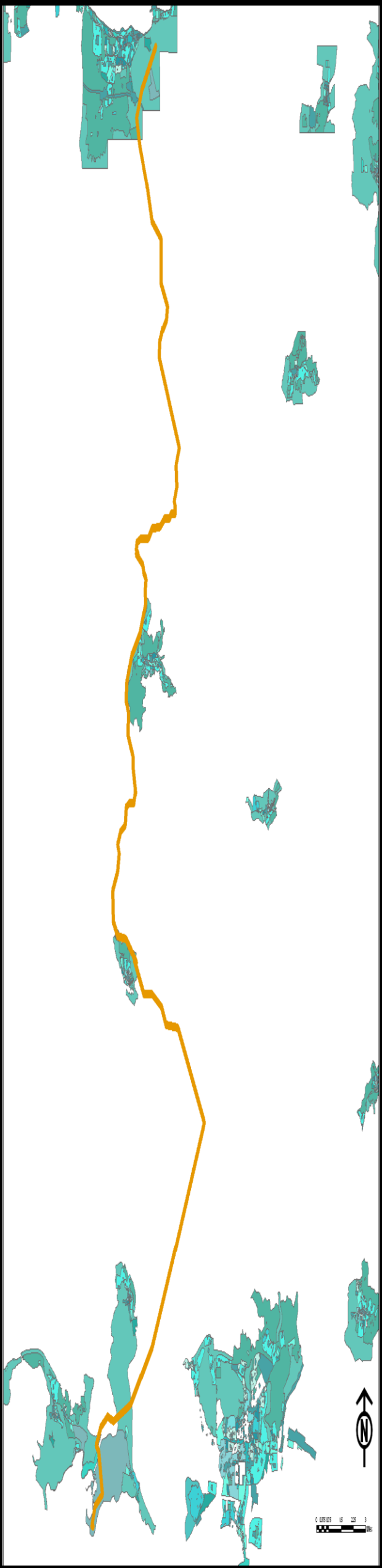


Ruta C

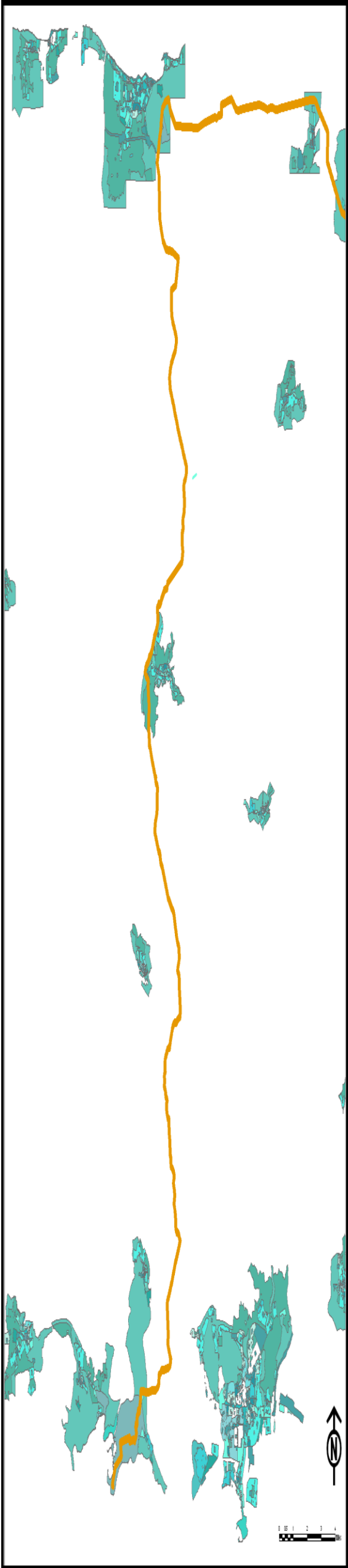
ZONIFICACIÓN
RUTAS SUR – NORTE



A

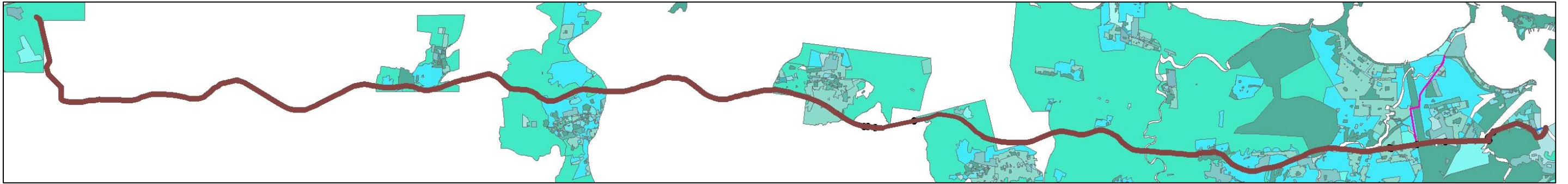


B



C

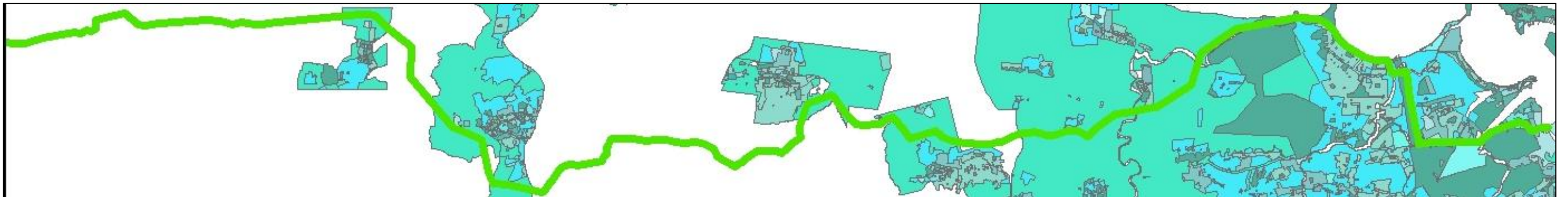
Zonificación Rutas Oeste – Este



Ruta A

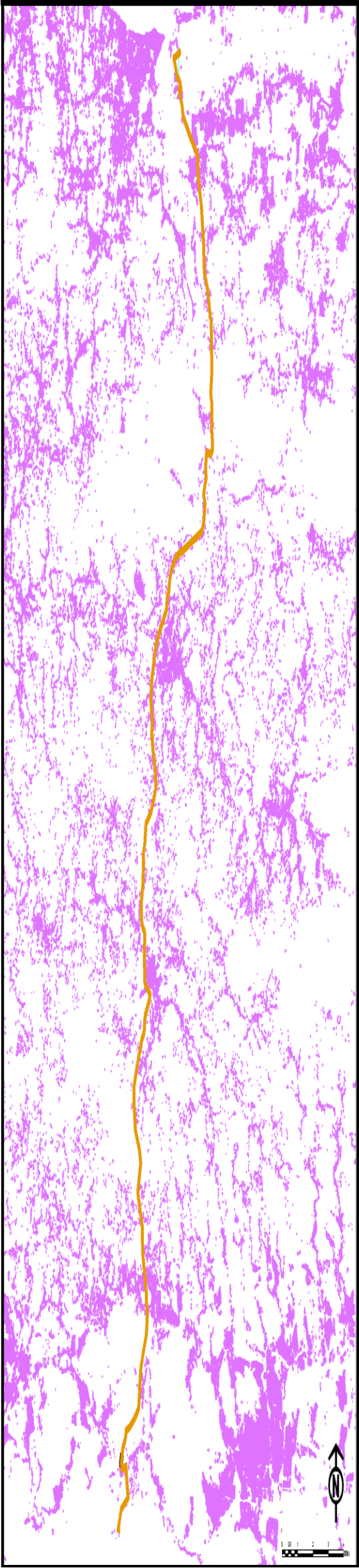


Ruta B

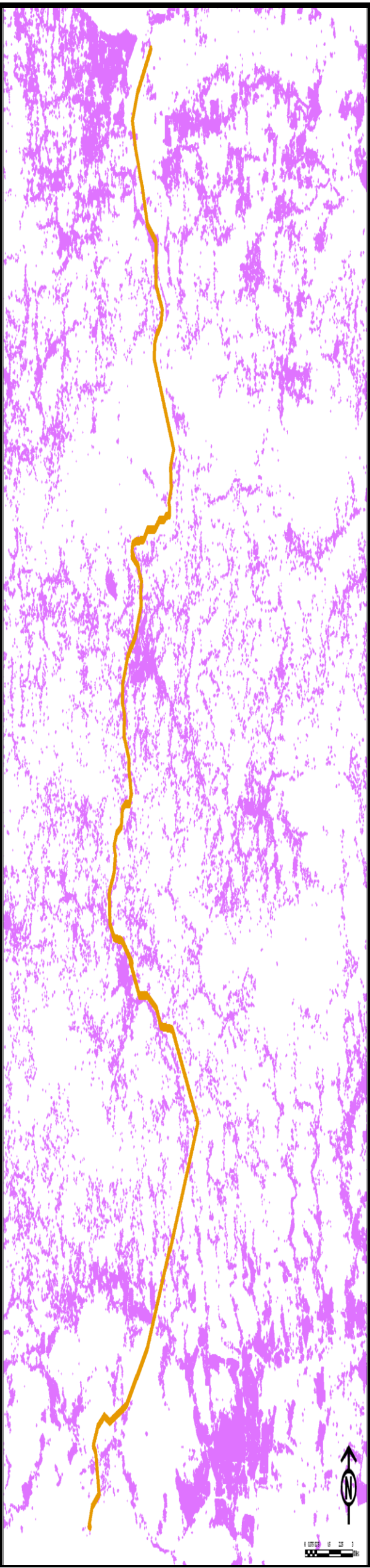


Ruta C

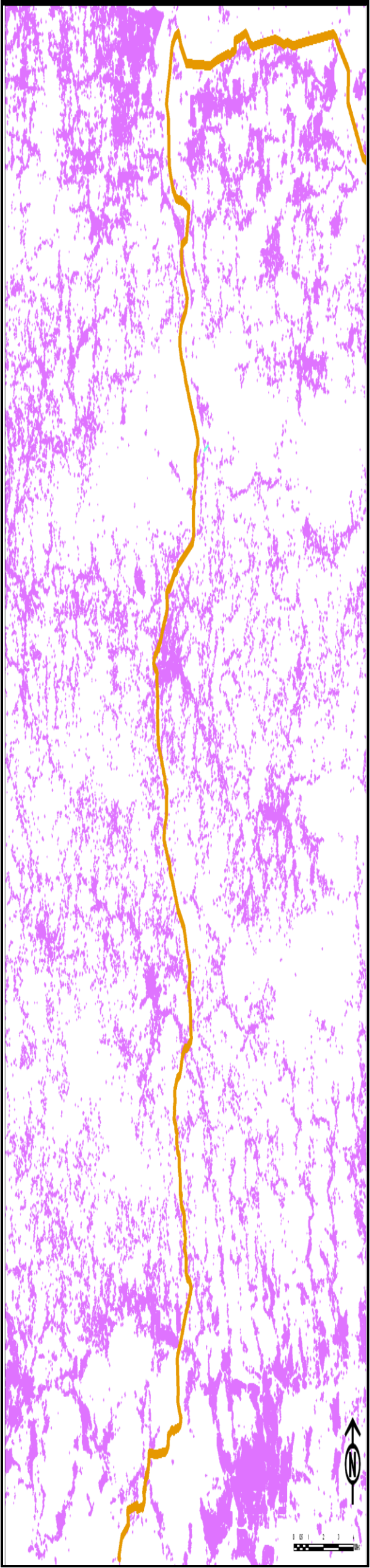
RESIDENCIAS
RUTAS SUR – NORTE



A

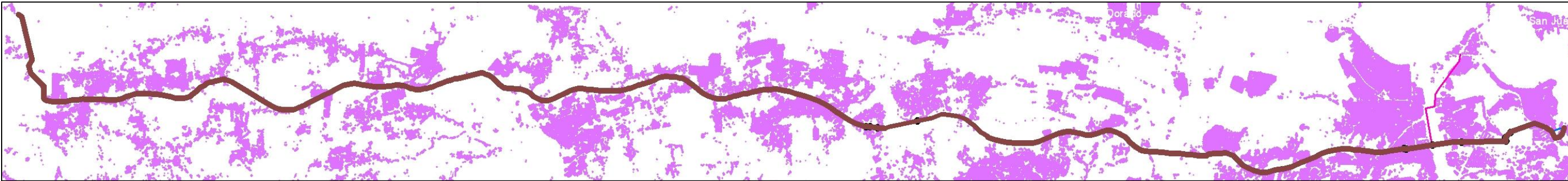


B

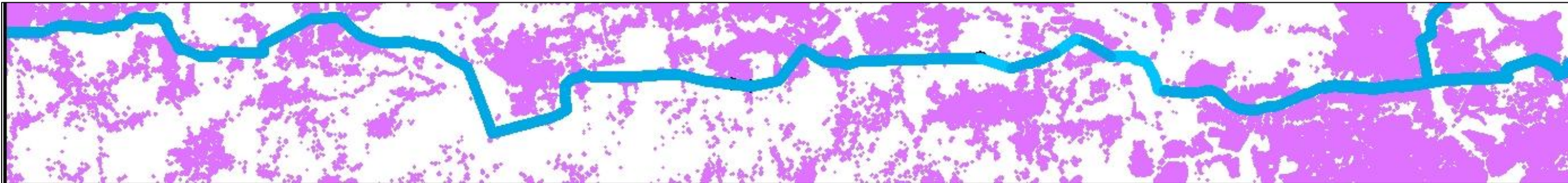


C

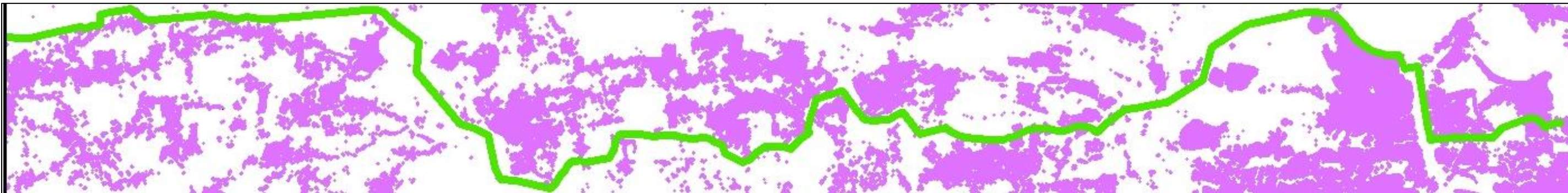
Residencias
Rutas Oeste – Este



Ruta A



Ruta B



Ruta C

Anejo 4.2

Matriz para la Selección de la Alineación

Anejo 4.2

Matriz para la Selección de la Alineación

Criterio	Condición	Sur Norte A		Sur Norte B		Sur Norte C		Oeste Este A		Oeste Este B		Oeste Este C	
Uso de terrenos	Cantidad aproximada de millas de alineación que discurrirían por terrenos con usos favorables a la construcción.	3.09		8.68		14.35	+	1.32		14.38		18.89	+
Cuerpos de agua	Cantidad de puntos de la alineación que cruzarían cuerpos de agua.	23		25		20	+	15		12	+	13	
Bosques y Reservas Naturales	Cantidad aproximada de millas de alineación que impactarían los diferentes bosques o reservas	1.39	+	2.50		3.04		0.59		0.03	+	2.79	
Especies	Cantidad de puntos de la alineación que impactarían áreas designadas como hábitat de especies amenazadas o en peligro de extinción	6.49		11.69		6.01	+	7.03		1.53	+	10.43	
Arqueología y cultura	Número de puntos de la alineación que impactarían recursos arqueológicos.	1		0	+	0	+	0	+	0	+	0	+
Carreteras	Cantidad de cruces de carreteras de la alineación.	40		28		21	+	64		47		30	+
Zonificación	Cantidad aproximada de millas de alineación que impactarían las zonificaciones favorables.	24.21		30.61		33.41	+	4.28		0.44		32.42	+
Residencias	Cantidad de residencias que intercepta la alineación.	17		2	++	2	++	29		22		1	++
Total de criterios positivos			1		3		8		1		4		6