



DEFINICIÓN DEL CENTRO GEOGRÁFICO DE COSTA.

Instituto Geográfico Nacional del Registro Nacional

Presentador:
Leonardo Salazar Martínez.

ANTECEDENTES

- 🌐 En el año 2018 se recibe una consulta formal a la dirección del Instituto sobre la ubicación del Centro Geográfico de Costa Rica.
- 🌐 En atención a esta consulta la Dirección del IGN da la indicación a los Departamentos Topográfico y Observación del Territorio, al de Geomática, y al de Geodinámica, de conformar un equipo de trabajo para empezar la labor de definición del Centro Geográfico de Costa Rica.
- 🌐 El insumo principal que se utilizó como capa geográfica fundamental fue el generado en el marco de la contratación denominada como Licitación Pública N°2013LN-000002-00100 “Contratación para la toma de imágenes y la producción de ortoimágenes y cartografía digital de todo el territorio nacional”.
- 🌐 Dicha contratación tuvo una cobertura del aproximadamente el 100% del territorio nacional, por lo que es la información más actualizada y a mayor detalle (escala 1:5.000) en este momento, siendo comparada en cobertura con la base cartográfica escala 1:50.000 del país. Anteriormente los proyectos cartográficos que se habían realizado solamente obtuvieron una cobertura parcial del Costa Rica.
- 🌐 La determinación del Centro Geográfico de Costa Rica recae en las responsabilidades y potestades de Ley cedidas al Instituto Geográfico Nacional (IGN) del Registro Nacional (RN), como el ente rector de la geografía de nuestro país (Ley N°59 de creación del Instituto Geográfico Nacional del 04 de julio de 1944).
- 🌐 La temática del Centro Geográfico de Costa Rica solo había sido discernida a partir del criterio popular o de juicios de valor propios fundamentados en la subjetividad, ocasionando incertidumbre y tantas versiones posibles inimaginables, sin la oficialidad correspondiente.

OBJETIVOS

- ① Determinar a partir de criterios técnicos-científicos el Centro Geográfico de Costa Rica.
- ① Dar respuesta a consultas solicitadas por la ciudadanía o por el hecho de informar en materia geoespacial a diferentes actores de la academia, institucional, gubernamental o privado.
- ① Determinar un método preciso y científicamente avalado en aras de subsanar un vacío de información en materia geográfica para el país.
- ① Identificar el sitio y la situación de la ubicación del Centro Geográfico de Costa Rica.
- ① Informar a la Municipalidad respectiva sobre la existencia del Centro Geográfico de Costa Rica en su área de administración y las acciones para su correcta identificación en el terreno.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

- ① **Centroide:** El centroide es el centro de masas de una superficie en dos dimensiones que coincide con el punto en el cual se estaría en equilibrio si se colocase la superficie sobre la punta de una aguja (WolframAlpha, 2018) el centro de masas actúa como si las masas estuvieran concentradas en ese punto. También se conoce como centro de gravedad y/o geométrico (Guillen, 2018).
- ① **Promedio o baricentro:** El promedio se define como la media aritmética que consiste en un valor determinado a través de la suma de cada uno de los valores que se consideran en una muestra, dividido entre la cantidad total de valores considerados. La diferencia entre un promedio y un baricentro es que en el baricentro considera un cuerpo homogéneo con densidad uniforme (Wikipedia, 2018) es decir, el concepto de baricentro se aplica a una superficie y su resultado son las soluciones de las componentes x y y .
- ① **Promedio pesado o baricentro pesado:** El promedio pesado o baricentro pesado consiste en asignarle peso a los valores de la muestra de forma tal que se pueda distribuir el peso según se considere más conveniente. La asignación del peso influye en la determinación final del promedio o el baricentro y quizá lo más complejo es determinar una forma adecuada y objetiva de asignar pesos a la muestra.
- ① **Centro medio ponderado:** Identifica el centro geográfico (o el centro de concentración) de un grupo de entidades. Representa las coordenadas X y Y promedio de todas las entidades que la componen, tomando en cuenta también su área específica.

CONSIDERACIONES CONCEPTUALES Y SU APLICACIÓN EN LA DETERMINACION DEL CENTRO GEOGRAFICO

① Una de las principales intenciones de este estudio es proveer un procedimiento automatizado y rápido al usuario SIG que lo lleve a adquirir el centro de un polígono con una exactitud del producto final confiable.

① Se realizaron ejercicios tanto de forma manual como automatizado.

- De forma manual: utilizando hojas de cálculo y programación en Matlab



- De forma automatizada: utilizando software de Sistemas de Información Geográfica como: Qgis, Global Mapper y ArcGis Pro



① Intención principal de:

- Conocer y entender manualmente las formulas utilizadas y sus resultados.
- Evaluar los productos arrojados en un SIG y lo obtenido manualmente.
- Identificar los algoritmos y herramientas adecuados en los SIG para aplicar las fórmulas utilizadas.

① Es muy importante tomar en cuenta que el resultado del cálculo se depende de la **proyección cartográfica** y la **escala de la capa geográfica utilizada**, con la variación de alguno de estos dos elementos, la solución final puede cambiar.

CRITERIOS METODOLÓGICOS CONSIDERADOS

🌐 En total se aplicaron ocho (8) metodologías, que han sido elegidas a partir de:

- a) estudios aplicados en otros países,
- b) Técnicas de geoprocésamiento en Sistemas de Información Geográfica (SIG),
- c) Apreciaciones de la ciudadanía expresadas a través de consultas directas al IGN y
- d) Otras que a juicio del IGN son de relevancia en el tema.

🌐 Estas metodologías son las siguientes:

1. Coordenadas Geográficas Medias de Costa Rica continental.
2. Puntos extremos continentales de Costa Rica.
3. Cerrado de las profundas escotaduras (accidentes geográficos relevantes) en el contorno de Costa Rica.
4. Centro medio del país a partir de los distritos de la División Territorial Administrativa (DTA) de Costa Rica.
5. Centro de polígono.
6. Baricentro de la superficie a nodos.
7. Baricentro de la superficie a nodos a partir de cortar la cobertura del país en cuadrantes.
8. Centro medio ponderado para Costa Rica.

CRITERIOS METODOLÓGICOS CONSIDERADOS

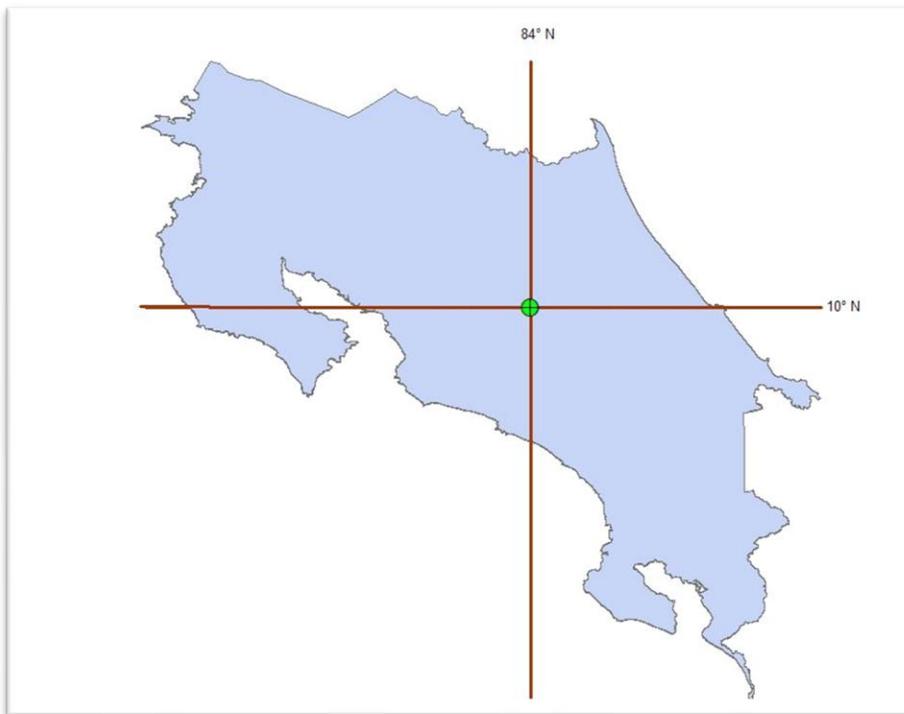
- ④ Para los métodos: **1) Coordenadas Geográficas Medias de Costa Rica, 2) Puntos extremos continentales de Costa Rica y 3) Cerrado de las escotaduras en el contorno de Costa Rica**, se aplican las metodologías con el área continental de Costa Rica sin las islas, islotes y rocas y excluyendo también la isla del Coco (esto por la naturaleza del método).

- ④ Para el método: **4) Centro Medio del país a partir de los distritos de la División Territorial Administrativa de Costa Rica**, el cálculo se realiza sobre el área continental del país incluyendo las islas Chira y Coco sin las islas marinas. Las islas Chira y Coco constituyen distritos individuales, por tanto, son las únicas que por la naturaleza del método aplicado si son tomadas en cuenta.

- ④ Para los métodos: **5) Centro de polígono; 6) Baricentro de la superficie a nodos; 7) Baricentro de la superficie a nodos a partir de cortar la cobertura del país en cuadrantes y 8) Centro medio ponderado**, se utiliza el área continental de Costa Rica además de todas las islas, islotes y rocas incluyendo la isla oceánica Isla del Coco.

- ④ Para la aplicación de los cálculos se decide desarrollarlos dentro del sistema de coordenadas geográficas WGS84, elipsoide WGS84. Así, los resultados de la aplicación de cada método se darán en coordenadas geográficas (Longitud y Latitud en grados, minutos y segundos). Posteriormente y por conveniencia se genera una tabla con la transformación a coordenadas métricas oficiales (X y Y) del país a CRTMO5, datum geodésico CR-SIRGAS.

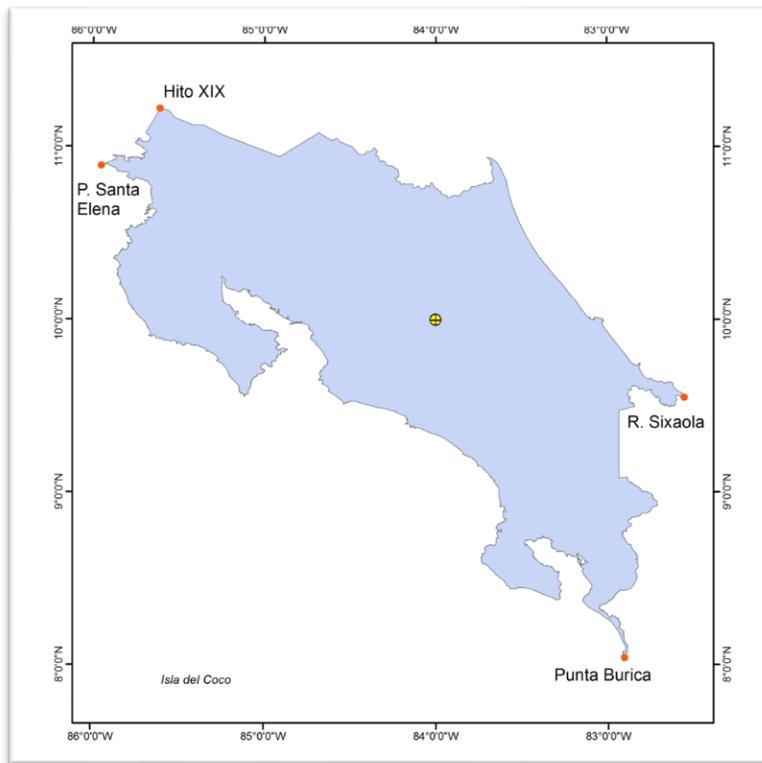
1) Coordenadas Geográficas Medias de Costa Rica



El método de las coordenadas geográficas medias está basado en el punto de coordenada resultante de la intersección del paralelo 10° norte y el meridiano 84° oeste. El punto de intersección de los ejes de coordenadas se ubicado en el distrito de Cascajal del cantón de Vázquez de Coronado, muy cercano al límite con el distrito de Dulce Nombre de Jesús del mismo cantón.

APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS Y SUS RESULTADOS

2) Puntos extremos continentales de Costa Rica.

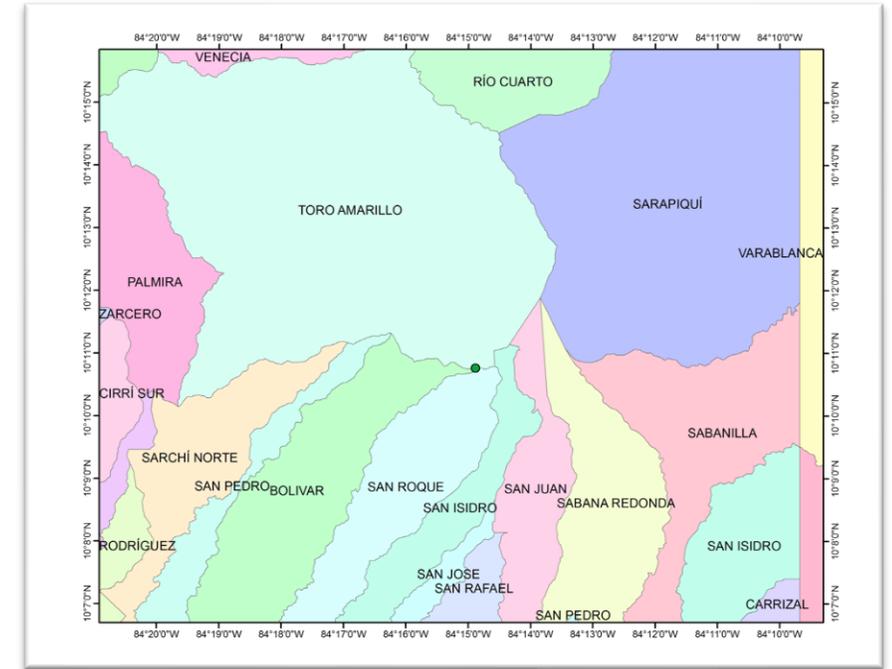
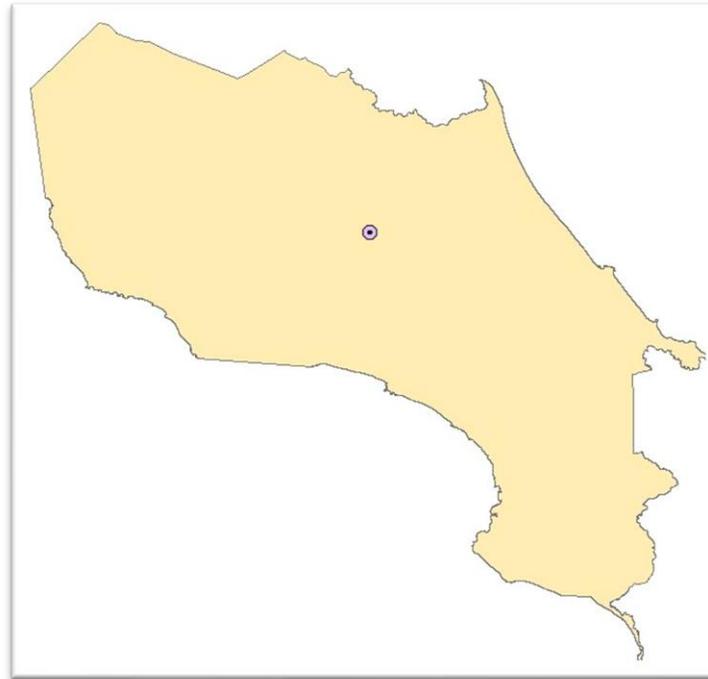
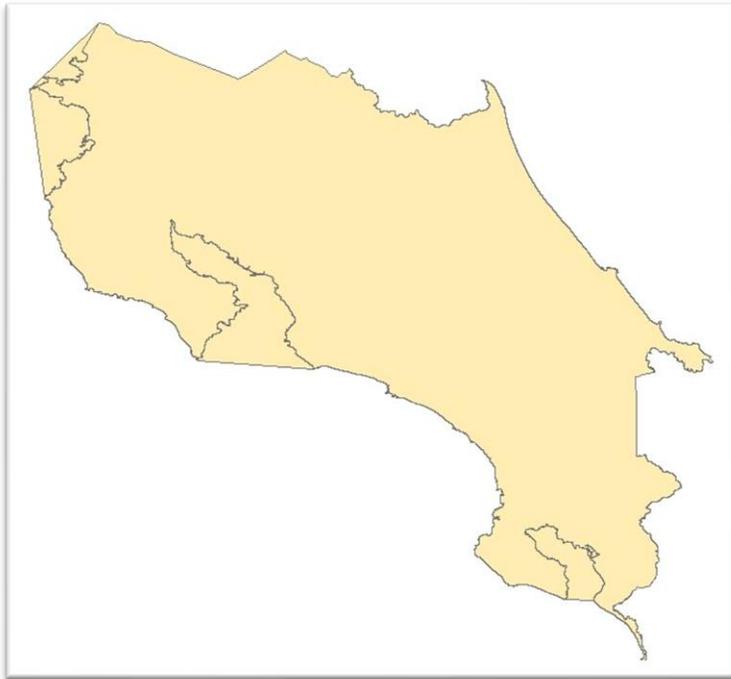


Este método consiste en el cálculo del centro geográfico utilizando las coordenadas de los puntos extremos continentales norte, sur, este y oeste del país, obteniendo como resultado un punto de coordenada promediado de la sumatoria de las coordenadas antes citadas. Los puntos extremos seleccionados fueron los siguientes:

- Al norte: Hito 19 Frontera con Nicaragua coordenadas $11^{\circ}13'10''\text{N}$ y $85^{\circ}36'39''\text{W}$.
- Al sur: Extremo de Punta Burica con coordenadas $08^{\circ}2'24,89''\text{N}$ y $82^{\circ}54'12,47''\text{W}$.
- Al este: Meandro del Río Sixaola con coordenadas $09^{\circ}32'52,93''\text{N}$ y $82^{\circ}33'10,25''\text{W}$.
- En oeste: Extremo de la Península de Santa Elena $10^{\circ}53'22,22''\text{N}$ y $85^{\circ}57'1''\text{W}$.

Al promediar estas 4 coordenadas el centro geográfico se hubica en el distrito de Carrizal del cantón de Alajuela, en el par de coordenadas $10^{\circ}06'42,75''\text{N}$ y $84^{\circ}10'14,56''\text{W}$

3) Cerrado de las escotaduras en el contorno de Costa Rica.



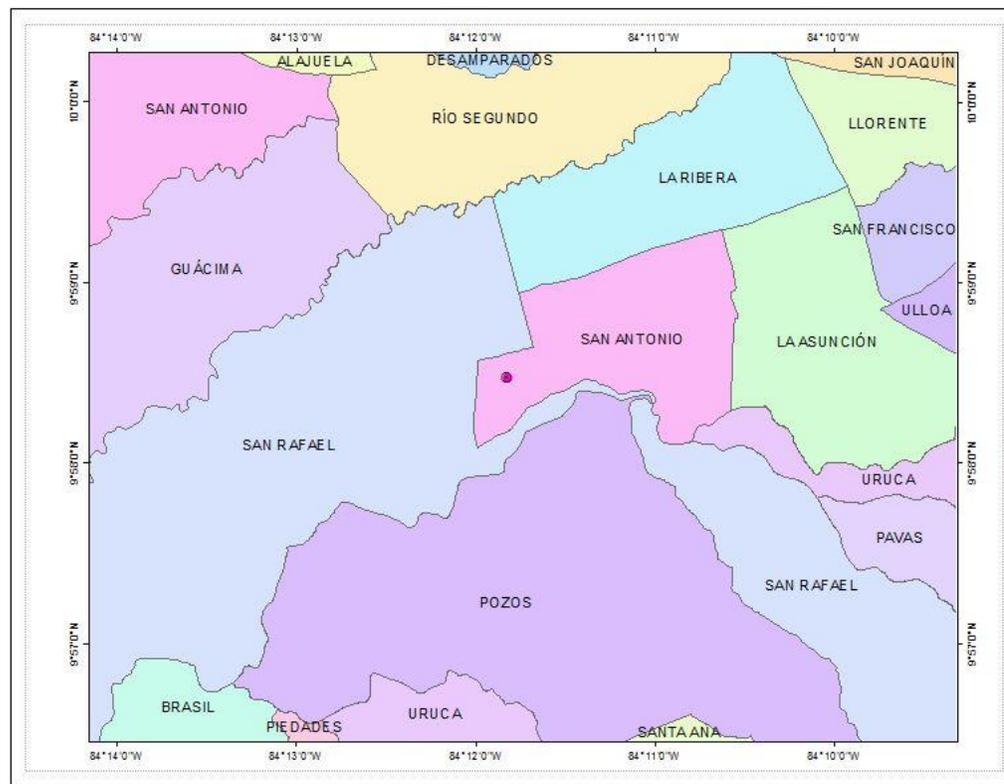
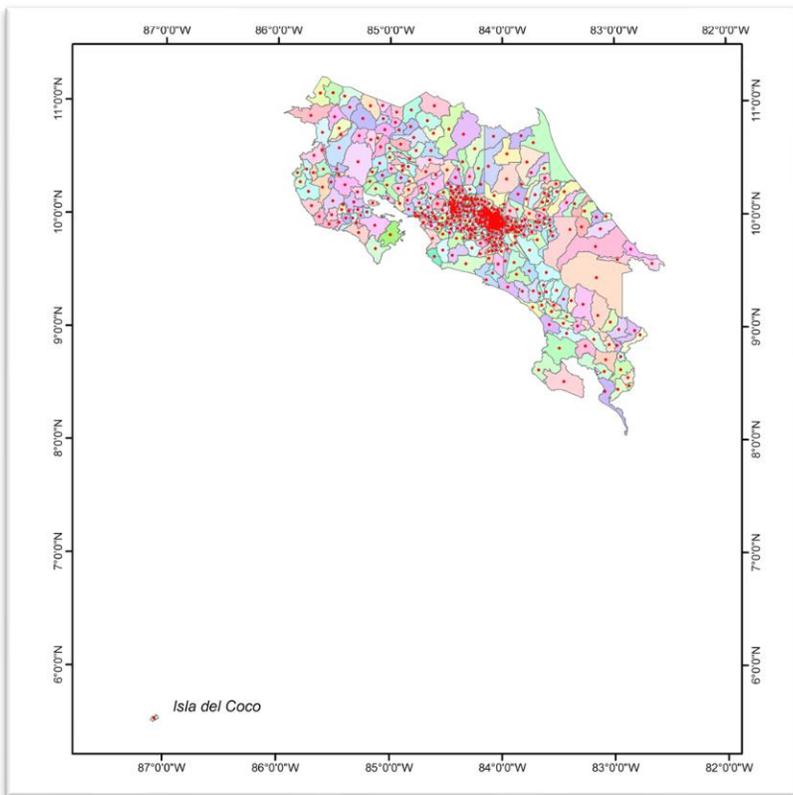
Esta metodología consiste en “generalizar” el borde continental del país en su costa del Pacífico; es decir, cerrar los profundos accidentes geográficos presentes.

En la aplicación de esta metodología se “cerraron” los principales golfos del país específicamente el Golfo de Santa Elena, el Golfo de Papagayo, el Golfo de Nicoya y el Golfo Dulce. Esto con el objetivo de obtener una figura menos irregular de Costa Rica.

El resultado obtenido ubica el centro geográfico del país en el distrito de San Roque del cantón de Grecia, en las coordenadas geográficas **10° 10' 45,62" N y 84° 14' 52,99" W**, muy cercano al límite con el distrito de Toro Amarillo del cantón de Valverde Vega.

APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS Y SUS RESULTADOS

4) Centro Medio del país a partir de los distritos de la División Territorial Administrativa de Costa Rica.

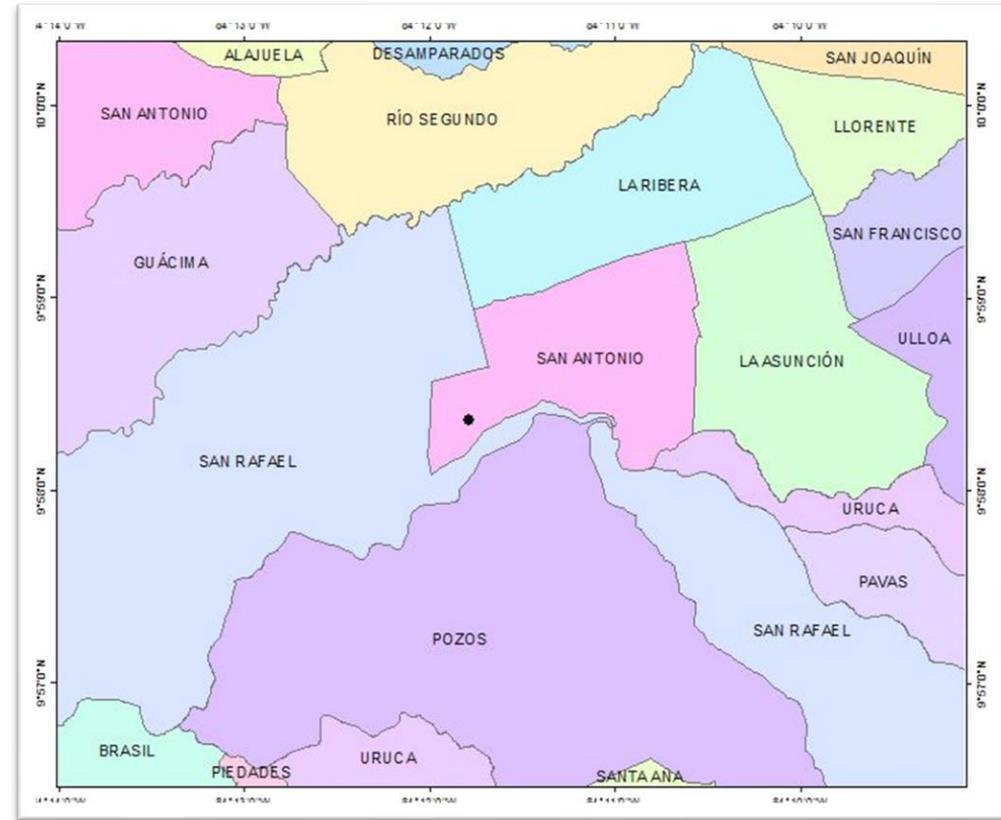
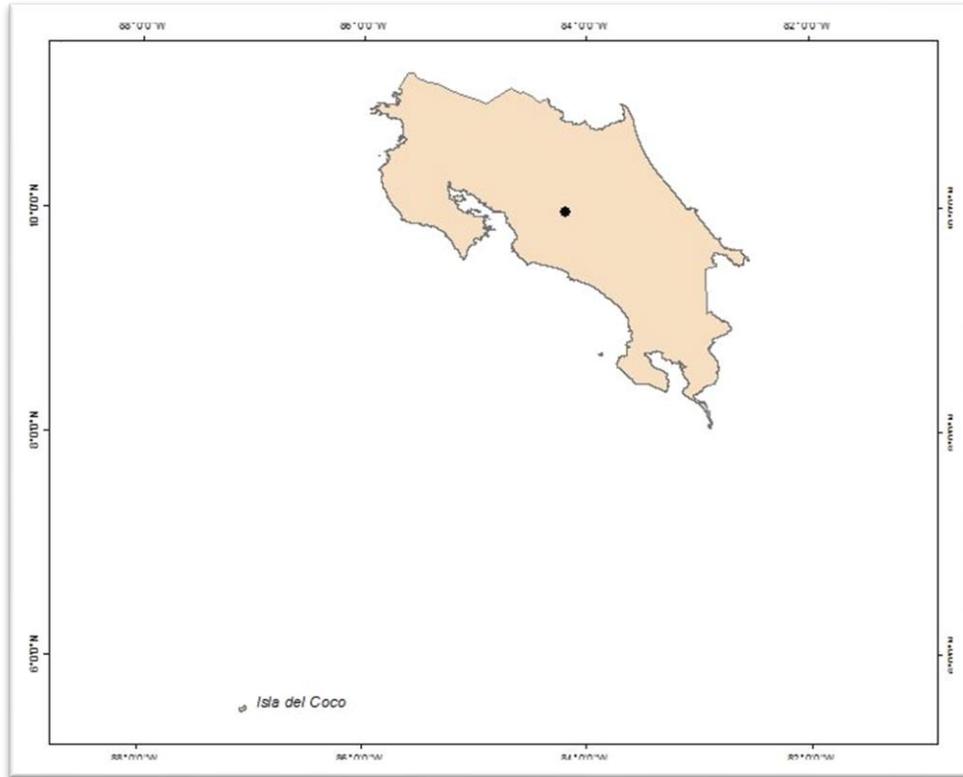


Este método consiste en generar los centroides de los distritos del país, obteniendo un centro medio ponderado en donde además de la ubicación geográfica de los centroides se evalúa también el área en km² correspondiente a la unidad administrativa a la cual pertenecen. Como se indicó anteriormente para este método se utilizó la División Territorial Administrativa de Costa Rica, la cual incluye las islas que tienen pertenencia administrativa a algún cantón.

El resultado de esta metodología indica que el centro medio ponderado se ubica en el distrito de San Antonio del cantón de Belén, en las coordenadas geográficas **09° 58' 28,24" N y 84° 11' 49,33" W**.

APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS Y SUS RESULTADOS

5) Centro de polígono.



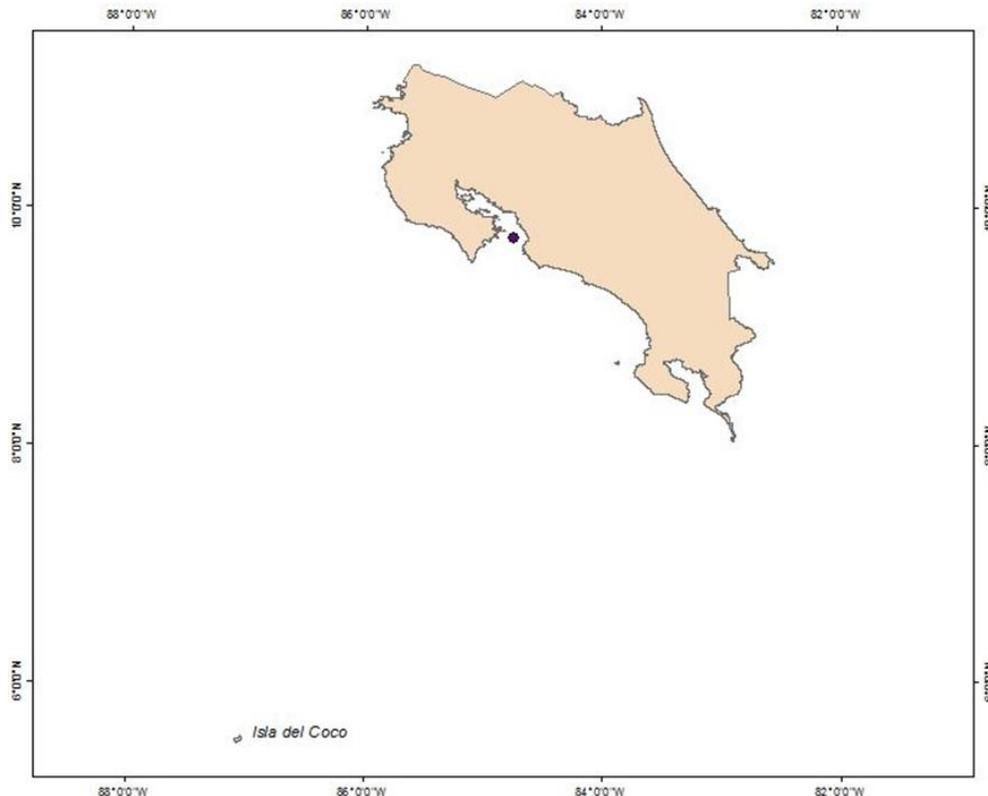
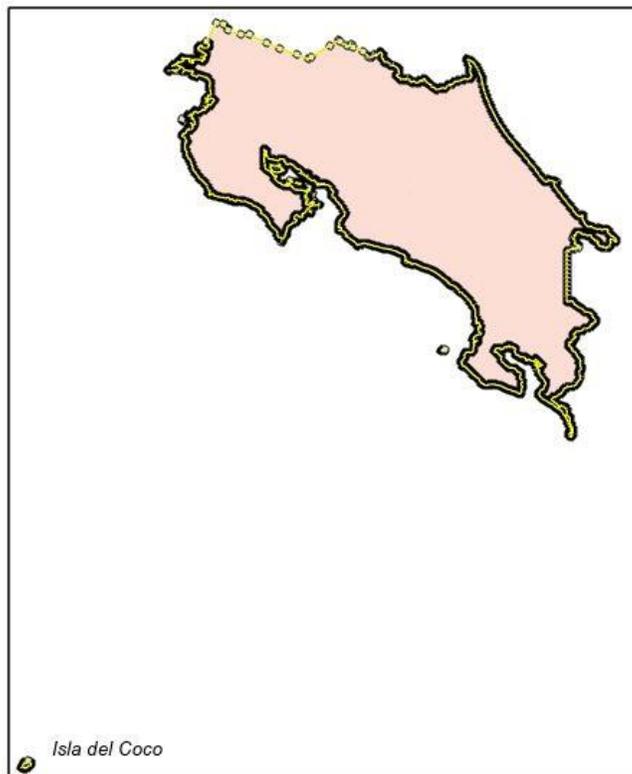
Este método se considera como uno de los aplicativos más utilizados en las herramientas del software de SIG, mejor conocido como “de entidad a punto” (feature to point), es importante verificar que el cálculo se ejecute para generar el punto dentro del polígono, además debe comprobar si el programa considera la superficie como un multipolígono, es decir, una superficie compuesta por varios polígonos.

Lo anterior debe tomarse en cuenta ya que cada polígono, al ser una superficie cerrada en sí misma, tiene un valor de área. En el caso de un multipolígono debe considerar la sumatoria de los polígonos individuales sus coordenadas y sus valores de áreas.

La coordenada de este nuevo punto se localiza en del distrito de San Antonio del cantón de Belén en las coordenadas

09° 58' 29,14" N y 84° 11' 38,31" W.

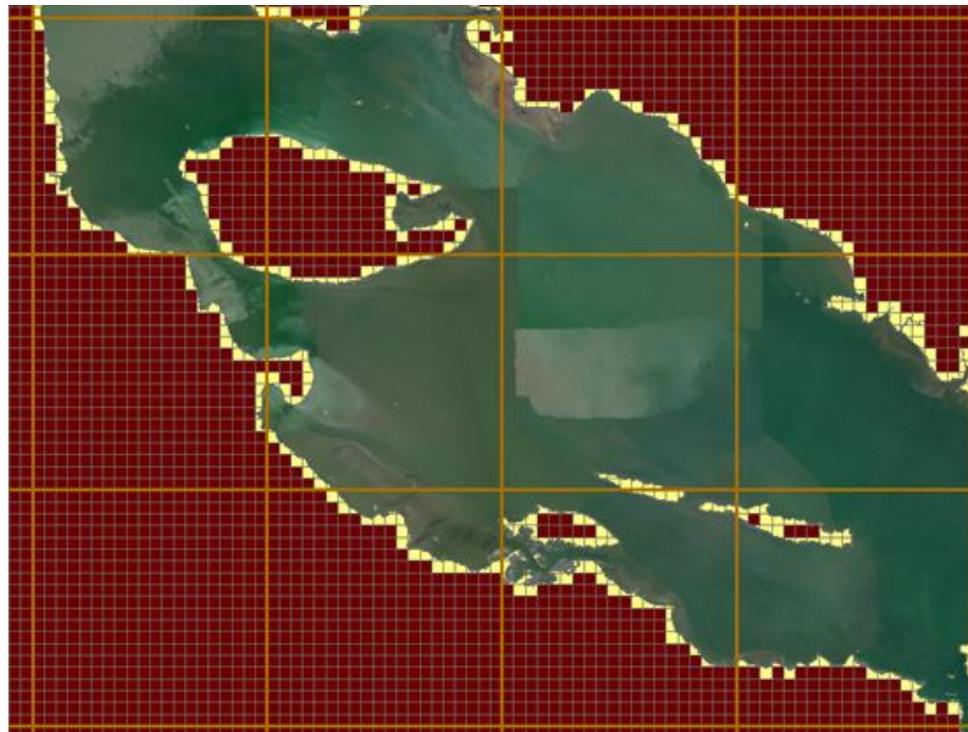
6) Baricentro simple de la superficie a nodos.



Este método consiste en convertir a nodos el perímetro de todos los polígonos de Costa Rica tanto continental como insular. De forma que cada nodo va a tener un par de coordenadas XyY . Dando como resultado del cálculo del Baricentro con una tendencia hacia donde haya una mayor concentración de datos, en este caso, el litoral pacífico.

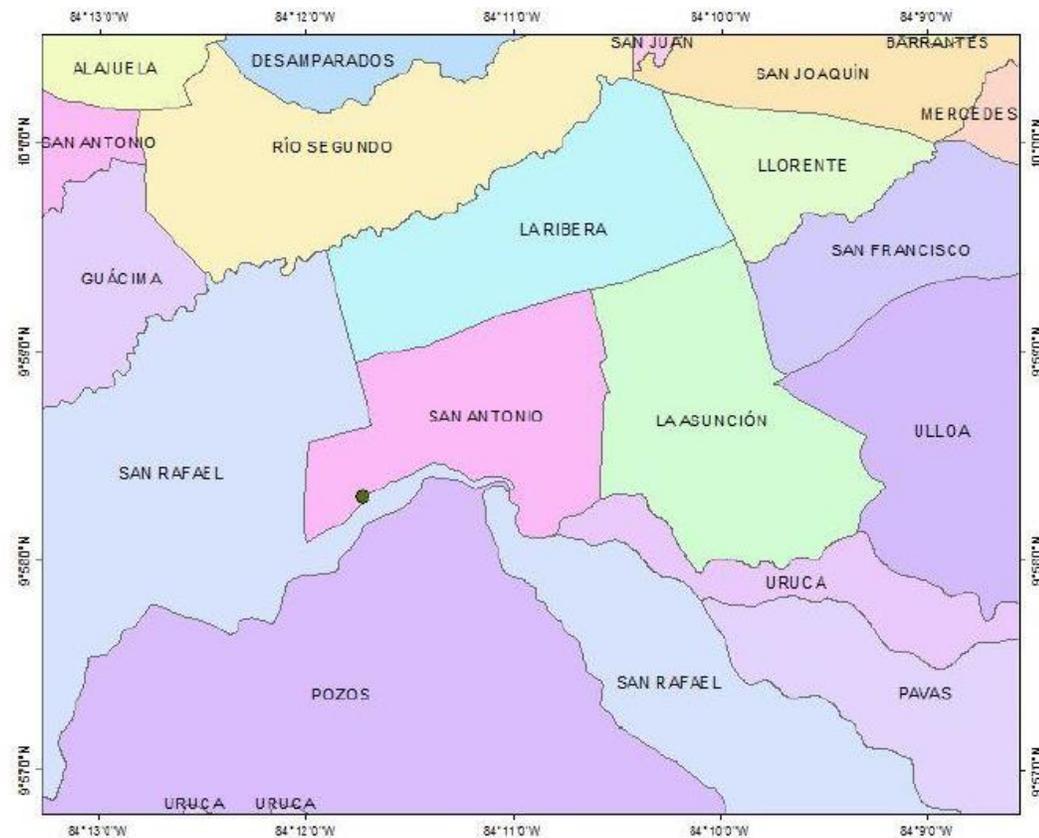
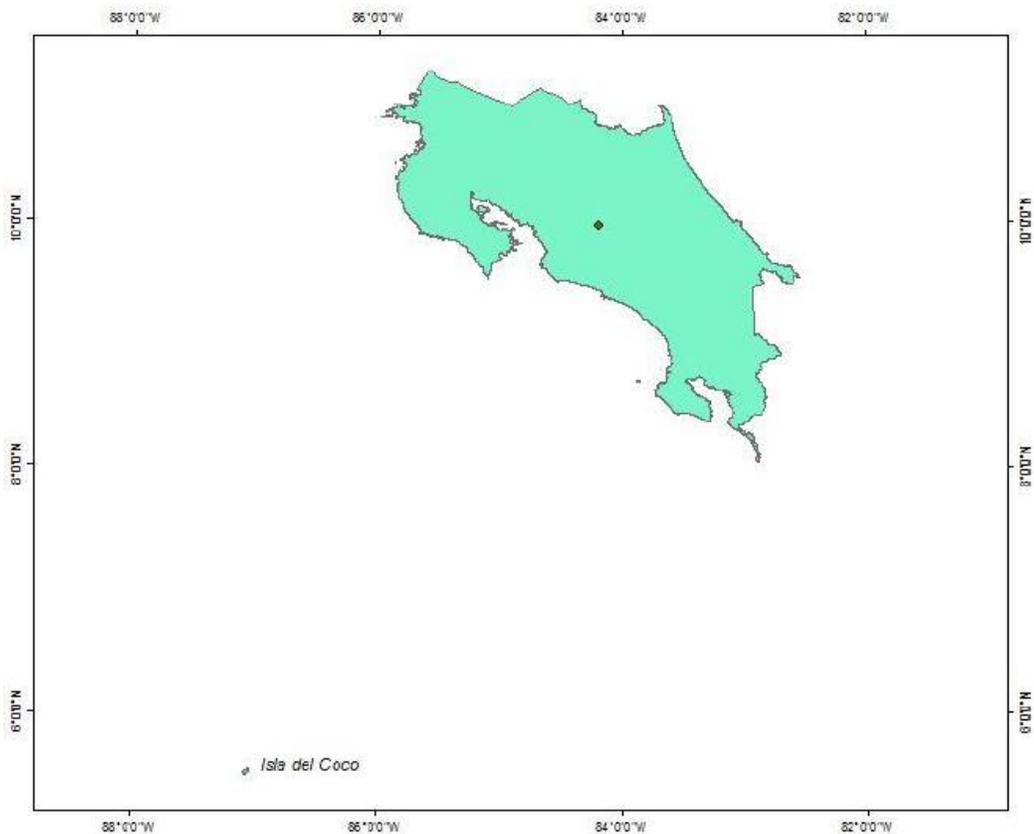
El resultado de este procedimiento indica que las coordenadas del baricentro simple en base a los nodos está en las coordenadas $9^{\circ} 45' 47,13'' N$ y $84^{\circ} 45' 04,75'' W$, muy cerca de la entrada del Golfo de Nicoya.

7) Baricentro de la superficie a nodos a partir de cortar la cobertura del país en cuadrantes.

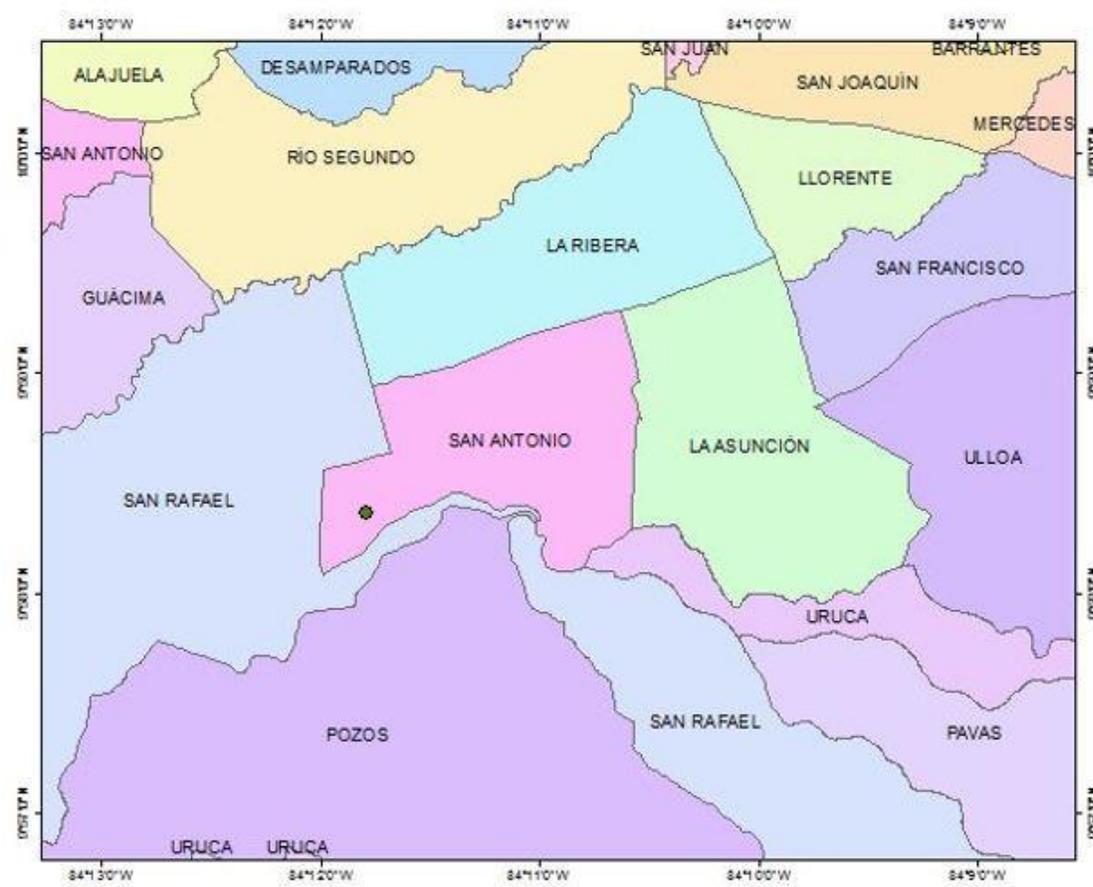
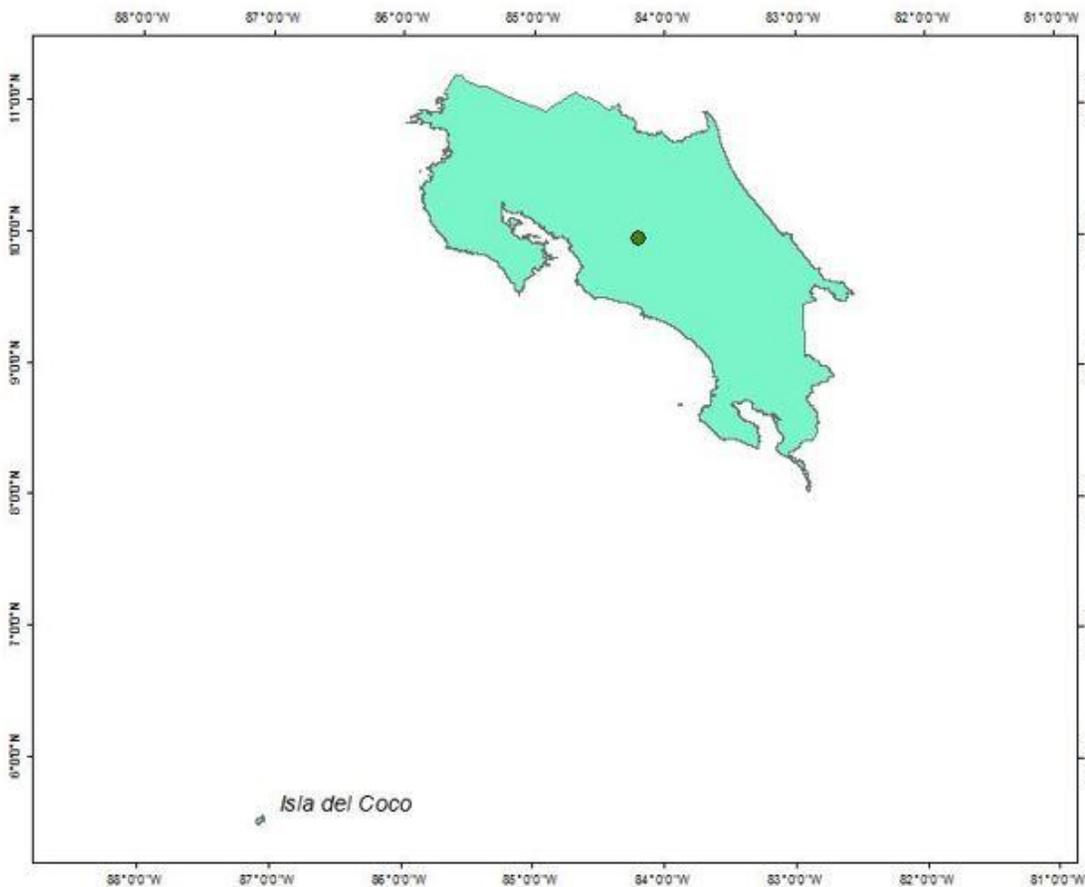


Esta metodología considera crear una malla de puntos que regularice la figura del país, que no dependa del perímetro solamente, sino que incorpore también puntos con una distribución regular que aporten a la solución final. Para esto se realizó el ejercicio de cuadricular la superficie del país, es decir tomar los polígonos de superficie continental e insular de Costa Rica y dividirla en polígonos con una malla regular. El resultado será una cuadrícula con cuadrados completos y cuadrados incompletos cada uno con un centroide XyY y con un área específica.

APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS Y SUS RESULTADOS



8) Centro Medio Ponderado



Este método toma las coordenadas X y Y promedio de todas las entidades o multipolígonos de la capa geográfica de Costa Rica continental e insular). Se calcula utilizando el centro medio ponderado de todas las partes de entidad, además de la ponderación de la coordenada central a razón del peso; que es el área.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 🌐 Las técnicas empleadas permitieron obtener dos soluciones confiables con base en los objetivos del estudio y descartar seis. Empezando con las soluciones descartadas estas son la siguientes:

SOLUCIONES DESCARTADAS.

- 🌐 **Coordenadas Geográficas Medias de Costa Rica:** Este método no incorpora la variable geométrica en el cálculo del centro geográfico del país, ya que no toma en cuenta la forma del polígono irregular de Costa Rica, sólo considera el paralelo y meridiano entero más próximo al centro del país. Sin embargo, es un dato interesante para medir con exactitud la intersección de las coordenadas en el sistema WGS84.
- 🌐 **Promedio de los puntos extremos continentales de Costa Rica:** Este método calcula el centro geográfico de Costa Rica con base al promedio de las coordenadas extremas continentales del país, arrojando un resultado promediado, lo cual es válido desde el punto de vista del método, pero tiene la debilidad de que los puntos seleccionados para el cálculo pueden ser subjetivos y cambiar a razón del especialista que lo aplique. Además, se pueden seguir incluyendo mayor cantidad de puntos extremos en otros accidentes geográficos continentales, que modificarían el resultado final.
- 🌐 **Cerrado de las escotaduras en el contorno de Costa Rica:** Este método a pesar de calcular un centroide en base en el polígono continental resultante del cierre de las principales escotaduras del país no corresponde con la forma geográfica del país.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

SOLUCIONES DESCARTADAS.

- 🌐 **Centro medio del país a partir de los distritos de la División Territorial Administrativa de Costa Rica:** Si bien es cierto este método cumple con la representatividad de todas las unidades administrativas mínimas del país, también es cierto que la División Territorial Administrativa de Costa Rica es dinámica. Esto quiere decir que la creación de distritos es frecuente en el ámbito nacional, lo que variaría la ubicación del centro medio ponderado cada vez que se constituyan estas nuevas unidades. Además, se excluye ciertas unidades geográficas como el caso de algunas islas e islotes que no son administradas por algún cantón, por tanto, y tomando en cuenta las razones mencionadas este método se debe de desestimar como un dato valedero. Finalmente, al encontrarse una mayor cantidad de unidades administrativas en el área metropolitana pesa mucho esta concentración y aquellas que se encuentran fuera de esta área no contribuyen en la solución final.
- 🌐 **Baricentro de la superficie a nodos:** De acuerdo con la aplicación del método este proceso considera las coordenadas del perímetro total de la cobertura, inclinando el resultado en donde haya una mayor concentración de nodos, en este caso, el punto se ubica a la entrada del Golfo de Nicoya en el Océano Pacífico, siendo improcedente ya que los perímetros en el litoral del caribe y las fronteras terrestres no pesan en la solución final.
- 🌐 **Centro de polígono:** La principal limitación de este método es que considera que el peso de los nodos es idéntico para toda la figura, es decir, no realiza una distribución del peso respecto a la forma del polígono.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

SOLUCIONES APROBADAS.

- ④ **Baricentro pesado de la superficie a nodos a partir de cortar la cobertura del país en cuadrantes:** Este método por su rigurosidad es aprobado pero tiene la particularidad de que de acuerdo al tamaño de la malla elaborada y la obtención de los centros medios calculados, necesitaría una enorme cantidad de requerimientos de equipo para poder procesar la cantidad de pares de coordenadas obtenidas, por lo que a pesar de ser un método valedero tendría esa limitante. Además dependiendo de la densidad de la malla la posición del centro geográfica variaría.
- ④ **Centro medio ponderado para Costa Rica:** Este método representa las coordenadas X y Y promedio de todas la entidades en el área de estudio (área continental e insular del país). De esta forma la capa analizada representa un multipolígono en donde cada uno tiene un centro medio y un peso específico en función de su área, los cuales son ponderados para obtener un resultado final. Dicho método tiene la ventaja de que la mayoría de los programas de SIG poseen esta rutina, por lo que no se requieren programas muy robustos para procesar la información ni mucho requerimiento de máquina.

Provincia Heredia, cantón Belén,
distrito San Antonio, en el Barrio Escobal.

Coordenadas WGS84

9° 58' 21.991" N

84° 11' 47.412" O

Coordenadas CRTM-05

1102739.684 N

478455.823 E

SOLUCIÓN FINAL.



CONCLUSIONES

- ① La determinación de un centro geográfico utilizando cualquier método depende completamente del perímetro que describe la superficie. Si se omiten puntos o se generalizan se puede correr el riesgo de influenciar la solución final hacia una dirección específica por lo cual es recomendable considerar el perímetro que describe la cobertura completa del país.
- ② La cobertura geográfica que se utilice para encontrar el punto central del país dependerá de su escala cartográfica, el sistema de proyección y el nivel de generalización correspondiente con ésta, por lo cual, la solución obtenida dependerá completamente del insumo utilizado. En caso de utilizar otro insumo con la variación de alguna de las variables mencionadas la solución va a verse modificada.
- ③ El método seleccionado como mejor ajuste y confiabilidad es el “Centro Medio Ponderado o Baricentro pesado”, ya que este simplifica al método del Baricentro Pesado de la superficie a nodos a partir de cortar la cobertura del país en cuadrantes, tomando en cuenta de que el primero se deriva de un multipolígono y el segundo de una malla de centroides, siempre y cuando la entidad o capa geográfica y la proyección cartográfica sean las mismas.

ACCIONES EJECUTADAS LUEGO DE LA DETERMINACIÓN DEL CENTRO GEOGRÁFICO

- 🌐 17 de marzo de 2021, por parte del IGN se realiza visita de campo para la identificación del sitio y situación del punto geográfica determinado.
- 🌐 8 de diciembre del 2021, se visita a la Municipalidad de Belén para comunicar el resultado obtenido.
- 🌐 14 de febrero de 2022, se publica la oficialización del Centro Geográfico mediante el Aviso 001-2022 (Alcance N° 43 a la Gaceta N° 40).
- 🌐 25 de mayo del 2023 se realiza gira del IGN para la realización de los siguientes trabajos:
 - Replantear lo coordenada en el sitio,
 - Determinar el norte en el área de monumentación
 - Determinar la distancia de la coordenada del centro geográfico al sitio elegido para la monumentación.
- 🌐 Elaboración del diseño preliminar y final de la placa por parte del IGN-RN y la Municipalidad de Belén.
- 🌐 Por parte de la Municipalidad de Belén se inician y finalizan la construcción del monumento de identificación del Centro Geográfico de Costa Rica.
- 🌐 Está pendiente la comunicación oficial por parte de la Municipalidad de Belén de la fecha de inauguración del Monumento alusivo al Centro Geográfico de Costa Rica.



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

