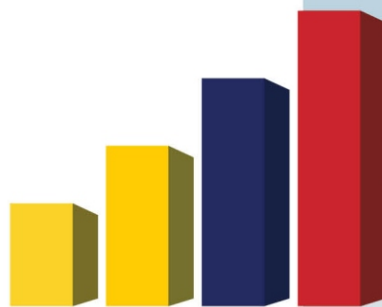


Analítica

Estimación de la densidad poblacional del
Ecuador continental

Estimation of population density of
continental Ecuador

David Bastidas - Paúl Medina



www.inec.gob.ec | www.ecuadorencifras.com

Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental

David Bastidas[†] y Paúl Medina[‡]

[†] *Unidad de Análisis de la Información Estadística, Instituto Nacional de Estadística y Censos, Juan Larrea N15-36 y José Riofrío, Quito, Ecuador*

[‡] *Departamento de Ciencias Exactas, Escuela Politécnica del Ejército, Avda. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador*

[‡] *Instituto Gregorio Millán, Universidad Carlos III de Madrid, Avda. de la Universidad 30, 28911, Leganés, España.*

[†]david_bastidas@inec.gov.ec, [‡]plmedina@espe.edu.ec

Recibido: 15 de octubre de 2010

Aceptado: 20 de diciembre de 2010

Resumen

En este trabajo se calcula la densidad poblacional del Ecuador continental, determinando, analizando y cuantificando las zonas no habitables (bosques protectores, páramos, suelos de cultivo, etc.). Se inicia con un estudio cualitativo de las zonas no habitables. Luego se cuantifica y determina el territorio abarcado por cada una de estas zonas. Finalmente se estima la densidad poblacional, considerando la influencia que cada una de las zonas ejerce. Para lograr estos objetivos se ha utilizado los datos obtenidos a través de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) del 2009, así como la información contenida en la cartografía temática proporcionada por el Instituto Geográfico Militar.

Palabras claves: densidad poblacional, zona no habitable, cartografía temática.

Abstract

In this paper we have calculated the ecuadorian population density of continental zone by identifying, analyzing and quantifying noninhabitable areas (Reserve forests, moors, agricultural soils, etc.). It begins by study the qualitative noninhabitable areas; then quantify and determining the territory covered by each area. Finally we have estimated the population density considering these areas. To reach these objectives we have used information from the Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) from 2009, as well as thematic mapping provided by the Military Geographic Institute.

Keywords: population density, noninhabitable area, thematic mapping.

JEL Codes: Q56, Q20

1 Introducción

La densidad poblacional de un área determinada es calculada al dividir la población que ocupa dicha área para la extensión de la misma, logrando así establecer una relación directa entre la población y el área que ocupa, mas dentro de este estudio se debe tener en consideración que los recursos naturales como las características del suelo, vegetación, fauna, recursos minerales y energéticos, etc., actúan como factores de atracción para la población, que acude a los lugares donde estos se localizan en busca de su explotación y aprovechamiento. La disponibilidad y la abundancia local de uno o varios recursos naturales han dado paso a los asentamientos humanos especializados en ciertos ti-

pos de actividades económicas, como ocurre en casos específicos de poblaciones que viven de la explotación minera o en los núcleos de colonización que han formado asentamientos humanos en la Región Amazónica, impulsada por la actividad petrolera. En el caso del recurso suelo, su calidad atrae al ser humano por su fertilidad, especialmente en suelos de las llanuras de la Costa y de los valles interandinos.

Además dentro de este estudio se debe considerar la distorsión presentada en esta relación, debido, principalmente, a las características geográficas del suelo (zonas imposibles de habitar), a los intereses económicos (zonas pe-

toleras, de producción agrícola, etc.), a los intereses ecológicos (zonas de protegidas), etc., siendo la principal consecuencia que un área que se presenta tales características, posea una menor capacidad poblacional que un área de su misma extensión que no las posea.

Al estudiar estas características definiremos la noción de zona no habitable, para a través de ella, determinar la influencia de ciertas zonas dentro de la capacidad poblacional del continente ecuatoriano. Dentro del estudio de las zonas no habitables consideradas, encontraremos, en su cuantificación, varios inconvenientes, pues muchas de estas zonas son de difícil delimitación y acceso, como es el caso de las áreas protegidas, desiertos, páramos, playas, etc.. Además encontraremos diferencias/desacuerdos en la información proporcionada por los organismos de control; por ejemplo, según datos del ex INEFAN¹ en enero del 2000 había 207.000 hectáreas de camaronerías, a pesar de que para la Cámara Nacional de Acuicultura eran de apenas 170.000 hectáreas. En todo caso, sólo 50.454 hectáreas operaban lícitamente. El resto eran ilegales [7].

Por lo expuesto, este trabajo tiene dos propósitos: el primero busca cuantificar de manera eficaz las zonas consideradas como no habitables y el segundo desea determinar una densidad poblacional más cercana a la real, a través de la aproximación de la superficie potencialmente habitable del Ecuador continental. La aproximación que se llevará a cabo mediante la cuantificación de las zonas que se consideran como no habitables.

El artículo se estructura de la siguiente manera. En la sección dos se dan algunas definiciones que nos ayudaran en nuestro estudio. En la sección tres se expone con detalle la metodología, se realiza un breve estudio de las zonas consideradas como no habitables y se estima el territorio habitable efectivo; además, se estudia la densidad poblacional, así como la influencia de las diferentes zonas no habitables en el cálculo de la misma, para finalmente calcular una densidad poblacional más cercana a la real. En la sección cuatro se darán cotas superiores e inferiores para la densidad poblacional, al considerar errores cometidos en la toma de datos. En la sección cinco se consideran algunas aplicaciones de la densidad poblacional. Para finalizar, en la sección seis se exponen las conclusiones de este estudio. Adicionalmente, se incluye una sección de anexos, en los cuales se muestran todos los cálculos realizados, así como las herramientas utilizadas.

2 Marco teórico

Para estimar la densidad poblacional del Ecuador continental consideraremos la fórmula estándar, es decir, la división del total de la población (P) para el total de territorio (T).

$$D = \frac{P}{T}. \quad (1)$$

Sin embargo, en nuestro caso el total del territorio será el territorio continental habitable, el cual se estima al excluir del territorio continental total las zonas no habitables, considerando como tales a las siguientes:

1. Áreas protegidas.
2. Ríos, lagos y lagunas.
3. Zonas ganaderas, de cultivo y páramos.
4. Zonas desérticas y de playa.
5. Criaderos de camarones, peces y similares.

Para este estudio definiremos varios tipos de densidades poblacionales, obtenidas al variar el área en consideración, pudiendo de esta manera determinar la influencia de todas las zonas consideradas como no habitables en el cálculo de la densidad poblacional, a la que llamaremos neta.

DEFINICIÓN 1 (Densidad Poblacional Bruta). *Estimación estándar obtenida al dividir la población total para el territorio total. Algebraicamente se expresa como:*

$$D_B = \frac{P_C}{T_C}, \quad (2)$$

donde P_C es la población total continental y T_C es el territorio total continental.

DEFINICIÓN 2 (Densidad Poblacional Parcial). *Estimación obtenida al dividir la población total para la diferencia entre el territorio continental y el área de estudio. Algebraicamente se expresa como:*

$$D_{p_i} = \frac{P_C}{T_C - A}, \quad (3)$$

donde A es el área de estudio.

DEFINICIÓN 3 (Densidad Poblacional Neta). *Estimación obtenida al dividir la población total para la diferencia entre el territorio continental y las zonas no habitables. Algebraicamente se expresa como:*

$$D_N = \frac{P_C}{T_C - \sum_{i=1}^n A_i}, \quad (4)$$

donde n es el número de zonas no habitables consideradas, y A_i el área de cada una de ellas, con $i = 1, \dots, n$.

¹Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales, reemplazado más tarde por la Dirección Forestal del Ministerio del Ambiente

3 Metodología

Para realizar la estimación de la densidad poblacional, seguiremos los siguientes pasos:

1. Cuantificar a nivel nacional las zonas no habitables de mayor influencia.
2. Estimación del territorio habitable efectivo.
3. Estimación de la densidad poblacional.
4. Intervalo para la densidad poblacional.

3.1 Cuantificación a nivel nacional de las zonas no habitables de mayor influencia

Para cuantificar adecuadamente las zonas no habitables, en primer lugar es necesario conocer o definir las características principales de cada una de ellas, por lo que, a continuación, haremos una breve descripción y estudio de las mismas.

3.1.1 Áreas protegidas

Un área protegida es una región definida geográficamente, que se encuentra regulada y administrada para alcanzar objetivos específicos de conservación. Su objetivo principal es la conservación de ecosistemas que posean características únicas y que contribuyan a mantener la biodiversidad, sin descuidar el aprovechamiento de sus recursos [3, 4, 13].

El país cuenta con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SNAP, que está conformado por 40 áreas, las cuales, dependiendo de sus características particulares poseen distintas categorías de manejo [16].

A continuación, se describirán las principales características de las distintas áreas protegidas y su correspondiente extensión.

Área Nacional de Recreación: “Superficie mayor a 1.000 hectáreas en donde existan bellezas escénicas, recursos turísticos o de recreación en un ambiente natural, fácilmente accesibles desde centros poblados” [14].

En el país existen dos áreas nacionales de recreación, las cuales poseen una extensión total de 26,83 km² y cuyas áreas se muestran en la Tabla 1.

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE TERRESTRE (km ²)
1	ÁREA NAC. DE RECREACION EL BOLICHE	4
2	ÁREA NAC. DE RECREACION PARQUE-LAGO	22,83
SUPERFICIE TOTAL		26,83

Tabla 1. Áreas nacionales de recreación y superficies. Fuente: Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) y elaboración propia.

Parque Nacional: “Área con uno o varios ecosistemas, comprendidos dentro de un mínimo de 10.000 hectáreas. Su área se mantiene en su condición natural, siendo prohibida cualquier explotación u ocupación” [14].

El SNAP cuenta con nueve parques nacionales. El más grande de ellos es el parque nacional Sangay con 5.177,65 km².

Las diferentes áreas protegidas con sus respectivas extensiones se muestran en la Tabla 2.

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE TERRESTRE (km ²)
1	PARQUE NACIONAL CAJAS	288,08
2	PARQUE NACIONAL COTOPAXI	333,93
3	PARQUE NACIONAL GALAPAGOS	6937
4	PARQUE NACIONAL LLANGANATES	2197,07
5	PARQUE NACIONAL MACHALILLA	561,84
6	PARQUE NACIONAL PODOCARPUS	1462,8
7	PARQUE NACIONAL SANGAY	5177,65
8	PARQUE NACIONAL SUMACO	2052,49
9	PARQUE NACIONAL YASUNI	9820
SUPERFICIE TOTAL		28.830,86

Tabla 2. Parques nacionales y superficies. Fuente: MAE y elaboración propia.

Parque binacional: Reserva Ecológica constituida por dos zonas de protección ecológicas, las mismas que son colindantes y se hallan bajo soberanía de dos países distintos [15].

El parque binacional El Cóndor es el único existente en el país y fue constituido en 1999 tras la firma de paz entre Ecuador y Perú. Está formado por dos pequeños parques, uno de 60 km² del lado peruano y otro de 24,40 km² del lado ecuatoriano. El parque se ubica sobre una parte de la Cordillera del Cóndor, la cual posee más de 160 km² de longitud [1].

En la Tabla 3 se muestra la superficie del parque binacional el Cóndor correspondiente al Ecuador.

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE TERRESTRE (km ²)
1	PARQUE BINACIONAL EL CONDOR	24,40
SUPERFICIE TOTAL		24,40

Tabla 3. Parque binacional y superficie. Fuente: MAE y elaboración propia.

Refugio de Vida Silvestre: “Área indispensable para garantizar la existencia de la vida silvestre -residente o migratoria- con fines científicos, educativos y recreativos” [14].

En la Tabla 4 se detallan las superficies cubiertas por cada uno de los diferentes refugios de la vida silvestre.

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE TERRESTRE (km ²)	SUPERFICIE MARINA (km ²)	SUPERFICIE TOTAL (km ²)
1	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE EL ZARZA	36,43	0,00	36,43
2	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZON	7,00	0,00	7,00
3	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA SANTA CLARA	0,05	0,00	0,05
4	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LA CHIQUITA	8,09	0,00	8,09
5	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MANGLARES ESTUARIO RIO ESMERALDAS	2,42	0,00	2,42
6	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MANGLARES EL MORRO	100,30	0,00	100,30
7	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MANGLARES ESTUARIO RIO MUISNE	31,73	0,00	31,73
8	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MARINO COSTERO PACOCHE	50,44	85,86	136,30
9	REFUGIO DE VIDA SILVESTRE PASOCHOA	5,00	0,00	5,00
Subtotal SUPERFICIE TERRESTRE		241,46		
Subtotal SUPERFICIE MARINA			85,86	
SUPERFICIE TOTAL				327,32

Tabla 4. Refugios de la vida silvestre y superficies. Fuente: MAE y elaboración propia.

Reserva biológica: “Área terrestre o acuática de extensión variable. Sus objetivos están orientados a la conservación de los procesos naturales, posible ejecución de investigación científica, educación y conservación de los recursos genéticos” [14].

El SNAP cuenta con tres reservas biológicas, siendo dos de ellas terrestres y una marina, abarcando una superficie terrestre de 136,84 km².

En la Tabla 5 se detalla el área de las diferentes reservas biológicas.

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE TERRESTRE (km ²)	SUPERFICIE MARINA (km ²)	SUPERFICIE TOTAL (km ²)
1	RESERVA BIOLOGICA LIMONCOCHA	46,13	0,00	46,13
2	RESERVA BIOLOGICA MARINA DE GALAPAGOS	0,00	141100	141100
3	RESERVA BIOLÓGICA EL QUIMI	90,71	0,00	90,71
Subtotal SUPERFICIE TERRESTRE		136,84		
Subtotal SUPERFICIE MARINA			141100	
SUPERFICIE TOTAL				141236,84

Tabla 5. Reservas biológicas y superficies. Fuente: MAE y elaboración propia.

Reserva Ecológica: “Área de por lo menos 10.000 hectáreas, con uno o más ecosistemas con especies de flora y fauna silvestres importantes o amenazadas de extinción, para lo cual se prohíbe cualquier tipo de explotación u ocupación” [14].

Las reservas ecológicas que conforman el SNAP son 10 en total y abarcan una superficie terrestre de 12.083,47 km².

En la Tabla 6 se detallan las superficies cubiertas por cada una de ellas.

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE TERRESTRE (km ²)
1	RESERVA ECOL. ANTISANA	1200
2	RESERVA ECOL. ARENILLAS	170,82
3	RESERVA ECOL. EL ANGEL	157,15
4	RESERVA ECOL. CAYAMBE COCA	4031,03
5	RESERVA ECOL. CAYAPAS MATAJE	513
6	RESERVA ECOL. COFAN BERMEJO	554,51
7	RESERVA ECOL. COTACACHI CAYAPAS	2436,38
8	RESERVA ECOL. LOS ILINIZAS	1499
9	RESERVA ECOL. MACHE CHINDUL	1191,72
10	RESERVA ECOL. MANGLAREAS CHURUTE	500,68
SUPERFICIE TOTAL		12083,47

Tabla 6. Reservas ecológicas y superficies. Fuente: MAE y elaboración propia.

Reserva geobotánica: Parque nacional cuyo objetivo es el estudio de la estructura geológica [2].

“En 1978 mediante decreto ejecutivo se creó la Reserva Botánica de Pululahua, con el fin de conservar los recursos naturales de esta área atendiendo al valor natural y a la necesidad de orientar el uso humano. La protección de esta reducida muestra de la estructura geológica de la Cordillera Nor Occidental de Los Andes y el mantenimiento de su flora y fauna fueron dictaminados ya en 1966 cuando mediante Decreto Soberano se dio de primer Parque Nacional en el Continente Ecuatoriano” [2].

En la Tabla 7 se muestra la superficie de la única reserva geobotánica del país.

Reserva de producción de fauna: “Área destinada a la conservación, protección y recuperación de los

ecosistemas”[14].

Son cuatro las áreas destinadas a este propósito, siendo la de mayor extensión, la reserva de producción de fauna Cuyabeno.

En la Tabla 8 se muestran las superficies cubiertas por cada una de estas áreas.

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE TERRESTRE (km ²)
1	RESERVA GEOBOTANICA. PULULAHUA	33,83
SUPERFICIE TOTAL		33,83

Tabla 7. Reserva geobotánica y superficie. Fuente: MAE y elaboración propia.

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE TERRESTRE (km ²)	SUPERFICIE MARINA (km ²)	SUPERFICIE TOTAL (km ²)
1	RESERVA DE PRODUCCION DE FAUNA CHIMBORAZO	585,60	0,00	585,60
2	RESERVA DE PRODUCCION DE FAUNA CUYABENO	6033,80	0,00	6033,80
3	RESERVA DE PRODUCCION DE FAUNA M ANGLARES EL SALADO	52,17	0,00	52,17
4	RESERVA DE PRODUCCION DE FAUNA PUNTILLA STA. ELENA	1,77	472,78	474,55
Subtotal SUPERFICIE TERRESTRE		6673,34		
Subtotal SUPERFICIE MARINA			472,78	
SUPERFICIE TOTAL del				7146,12

Tabla 8. Reservas de producción de fauna y superficies. Fuente: MAE y elaboración propia.

Reserva marina: “Reserva que incluye columna de agua, fondo marino y subsuelo, y comprende toda la zona marina dentro de una franja de 40 millas náuticas, medidas a partir de las líneas base del Archipiélago y las aguas interiores. Además, se establece un área de protección mínima de la Reserva Marina de 60 millas náuticas, a partir de la línea base, para regular el transporte de productos tóxicos o de alto riesgo” [15].

El Plan de Manejo de la Reserva Marina también define la zonificación de uso y actividades pesqueras y turísticas permitidas. Se establecen, además, las zonas profundas, y zonas rocosas, zonas de humedales y zonas de playa.

En la Tabla 9 se muestra la superficie de la única reserva marina del país.

Como datos curiosos mencionaremos que el Parque Nacional Galápagos fue el primero en ser constituido alrededor de los años 30, más no fue sino hasta la década

los 60 que esta iniciativa ambiental fue tomada con seriedad y se crearon las primeras áreas protegidas. De ahí hasta la actualidad se han creado un total de 40 áreas protegidas, siendo dos de estas insulares, dos marítimas y dos continentales, abarcando una superficie terrestre total de 48221,86 km², lo que equivale al 18,81 % del territorio nacional total [15].

ÁREA NATURAL		SUPERFICIE MARINA (km ²)
1	RESERVA MARINA GALERA SAN FRANCISCO	546,04
SUPERFICIE TOTAL		546,04

Tabla 9. Reserva marina y superficie. Fuente: MAE y elaboración propia.

En la Tabla 10 se muestra un resumen de todas las áreas protegidas existentes en el país y que fueron consideradas para nuestro estudio.

ÁREA NATURAL	SUPERFICIE TERRESTRE (km ²)	SUPERFICIE MARINA (km ²)	SUPERFICIE TOTAL (km ²)
ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN	26,83	0,00	26,83
PARQUE BINACIONAL	24,40	0,00	24,40
PARQUE NACIONAL	28.830,86	0,00	28.830,86
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE	241,46	85,86	327,32
RESERVA BIOLÓGICA	136,84	141.100,00	141.236,84
RESERVA DE PRODUCCION DE FAUNA	6.673,34	472,78	7.146,12
RESERVA ECOLOGICA	12.254,29	0,00	12.254,29
RESERVA GEBOTANICA	33,83	0,00	33,83
RESERVA MARINA	0,00	546,04	546,04
Subtotal SUPERFICIE TERRESTRE	48.221,86		
Subtotal SUPERFICIE MARINA		142204,68	
SUPERFICIE TOTAL			190.426,53

Tabla 10. Distintas áreas protegidas y superficies. Fuente: MAE y elaboración propia.

Cabe señalar que no se consideraran las reservas marinas y el Parque Nacional Galápagos, pues nuestro estudio busca estrictamente la densidad poblacional continental.

3.1.2 Ríos, lagos y lagunas

El Ecuador posee una rica red hidrográfica, la cual surge en su mayoría en los relieves andinos. En esta red se distinguen dos vertientes caracterizadas por la cordillera de los Andes: la vertiente occidental y la oriental. Los ríos de la vertiente occidental poseen un curso breve pero caudaloso hacia el Pacífico y son navegables en algunos tramos. En cambio, los ríos originados en la vertiente oriental se dirigen hacia la llanura amazónica [6].

Dentro de la geografía nacional existen numerosos lagos, en su mayoría de origen volcánico y muchas lagunas de diversas formas y tamaños. Si bien los dos elementos son masas de agua contenidas en depresiones naturales del terreno y alimentadas por vertientes externas o internas, su diferencia radica en el tamaño de los mismos, siendo los lagos más grandes y profundos que las lagunas [6].

A continuación haremos un breve estudio y descripción de los principales ríos, lagos y lagunas del Ecuador.

Ríos. A través de la cartografía digital proporcionada por el Instituto Geográfico Militar, se logró estimar el área de los ríos más representativos del territorio continental ecuatoriano, los cuales cubren una extensión aproximada de de 4406,85 km², siendo los más representativos el río Napo y el río Pastaza con 867,14 km² y 427,47 km², respectivamente.

En la Tabla 11 se muestra el área de algunos de los ríos más representativos del territorio continental ecuatoriano, los cuales por su extensión contribuyen en la disminución del territorio habitable efectivo.

Cabe aclarar que para este estudio se cuantificó el área perteneciente al territorio continental ecuatoriano, de cada uno de los ríos, pudiendo de esta manera ser la superficie total cubierta por un río mayor a la mencionada en este estudio.

NOMBRE	ÁREA (km ²)	NOMBRE	ÁREA (km ²)
RIO NAPO	867,14	RIO BOBONAZA	29,84
RIO PASTAZA	427,47	RIO NANGARITZA	28,61
RIO AGUARICO	398,89	RIO TIPUTINI	24,26
RIO GUAYAS	395,37	RIO CONONACO	24,05
RIO PUTUMAYO	320,68	RIO PATIA	23,21
RIO CURARAY	145,92	RIO TELEMBI	20,92
RIO COCA	123,69	RIO TAURA	20,62
RIO BABAHOYO	112,74	RIO MACUMA	20,12
RIO ESMERALDAS	73,34	RIO CHONE	19,28
RIO SAN MIGUEL	68,67	RIO QUEVEDO	16,00
RIO UPANO	56,60	RIO TAMBILLO	15,87
RIO CAYAPAS	56,45	RIO QUIJOS	15,60
RIO SANTIAGO	56,04	RIO PAYAMINO	15,22
RIO DAULE	53,24	RIO CUNAMBO	14,62
RIO BLANCO	45,28	RIO JUBONES	14,14
RIO PALORA	42,61	RIO PINTOYACU	13,43
RIO MATAJE	38,86	RIO PUCUNO	11,20
RIO ZAMORA	36,85	RIO CANGAIME	10,87
RIO MIRA	32,44	RIO GUIZA	9,86

Tabla 11. Los ríos más extensos del territorio continental ecuatoriano. Fuente: IGM y elaboración propia.

En el Anexo A.1. se muestran una tabla con aproximadamente el 95 % de los ríos más caudalosos del país, adjuntando una breve explicación de la forma de proceder para su cuantificación.

Lagos y lagunas. Si bien existe una gran cantidad de lagos y lagunas a lo largo del territorio nacional, su extensión media no supera los 0,24 km², cubriendo una extensión continental total aproximada de 121,46 km², lo que representa menos del 0,1 % del territorio nacional total.

En la Tabla 12 se muestra algunas de las lagunas de mayor extensión existentes en la geografía nacional que lograron ser cuantificados y localizados a través de la cartografía digital proporcionada por el IGM.

NOMBRE	ÁREA (km ²)	PROVINCIA
LAGUNA EL CANCLON	7,92	GUAYAS
LAGUNA DE SAN PABLO	6,07	IMBABURA
LAGUNA CUBILLIN	5,42	CHIMBORAZO
LAGUNA ZANCUDO COCHA	4,71	ORELLANA
LAGUNA PISAYAMBO	4,64	TUNGURAHUA
LAGUNA CUICOCHA	3,94	IMBABURA
LAGUNA QUILOTOA	3,06	COTOPAXI
LAGUNA GRANDE DE MOJANDA	2,95	PICHINCHA
LAGUNA PURUHANTA	2,73	IMBABURA
LAGUNA MAGDALENA	2,653	CHIMBORAZO
LAGUNA DE YAHUARCOCHA	2,41	IMBABURA
LAGUNA GRANDE	2,36	SUCUMBIOS
LAGUNA DE LIMONCOCHA	2,34	SUCUMBIOS
LAGUNA MAGTAYAN	2,27	CHIMBORAZO
LAGUNA TOBAR DONOSO DE PIÑAN	1,90	IMBABURA
LAGUNA DE COLTA	1,86	CHIMBORAZO
LAGUNA DE MICA	1,87	NAPO
LAGUNA LAS LECHUZAS	1,74	GUAYAS
LAGUNAS SARDINAYACU	1,71	MORONA SANTIAGO
LAGUNA YANACOCCHA	1,60	CHIMBORAZO
LAGUNA CANANGUENO	1,51	SUCUMBIOS
LAGUNA VERDE COCHA	1,30	CHIMBORAZO
LAGUNA JATUN COCHA	1,20	ORELLANA
LAGUNA AZUL O LAGUNA PINTADA	1,18	IMBABURA
LAGUNA IMUYA	1,16	SUCUMBIOS
LAGUNA PATACOCCHA	1,09	ORELLANA

Tabla 12. Lagunas de mayor extensión en el Ecuador. Fuente: IGM y elaboración propia.

En el Anexo A.2. se muestra una tabla con aproximadamente el 80 % de los lagos y lagunas del país, adjuntando una breve explicación de la forma de proceder para su cuantificación.

3.1.3 Zonas ganaderas, de cultivo y páramos

A través de la ESPAC, se determinó que en el año 2009 las zonas ganaderas, de cultivo y páramos cubren un área aproximada de 118.143,12 km². Sin embargo, dentro del cálculo de esta área se considera una categoría llamada montes y bosques que se define como:

Toda vegetación arbustiva o boscosa, natural o plantada; que puede tener valor por su leña, madera u otros productos, o por razones ecológicas. (sci) [10].

Esta definición indica una clara intersección de estas áreas con las zonas protegidas; por tal motivo para nuestro estudio, hemos restado los montes y bosques de las zonas ganaderas, de cultivo y páramos, con el objetivo de eliminar las áreas duplicadas.

Luego de realizar los cálculos respectivos, se tiene que el área total ocupada por las zonas ganaderas, de cultivo y páramos es de 82.655,77 km² presentando una reducción del 30,04 % del valor inicial.

A continuación, describiremos con mayor detalle cada una de estas zonas.

Zonas ganaderas. La ESPAC no cuantifica explícitamente el área destinada a la crianza de ganado, animales de campo y aves, pero sí cuantifica el área destinada al pastoreo, clasificándolos en pastos cultivado y no cultivados.

A continuación mostramos la información obtenida a partir de la ESPAC para las áreas citadas.

Pastos cultivados: “Son los pastos sembrados que rebrotan después de haber sido cortados o usados para el pastoreo. Se destinan, prácticamente en su totalidad, para alimento del ganado” [10].

En la Tabla 13 se muestra la extensión ocupada por estas áreas en el 2009.

USO DE LA TIERRA	ÁREA (km ²)
PASTOS CULTIVADOS	35.619,47

Tabla 13. Pastos cultivados. Fuente: INEC y elaboración propia.

Pastos naturales: “Son los pastos que se han establecido y desarrollado de modo natural o espontáneo, con la intervención de los agentes naturales (agua, viento, etc.). Si hay tierras en las cuales han crecido árboles o arbustos y son aprovechados principalmente como alimento del ganado, estas serán clasificadas como pasto natural” [10].

En la Tabla 14 se muestra la extensión ocupada por los pastos naturales en el 2009.

USO DE LA TIERRA	ÁREA (km ²)
PASTOS NATURALES	14.239,43

Tabla 14. Pastos naturales. Fuente: INEC y elaboración propia.

Dado que su extensión, 49.858,90 km² representa el 19,45 % del territorio nacional total, se considerara a los pastos cultivados y naturales como la principal área ganadera.

Zonas de cultivo. La zonas de cultivo abarcan aproximadamente el 14 % del total de la superficie del país. Dentro de esta zona se enmarcan todas aquellas áreas cuyo propósito dentro de los pasados cinco años ha sido el cultivo, tanto transitorio como permanente, pudiendo estas no encontrarse en producción en el año de estimación [10].

La ESPAC considera distintas categorías enmarcadas dentro de las zonas de cultivo, las cuales son:

Cultivos permanentes o perennes: “Son aquellos cultivos que se plantan y después de un tiempo relativamente largo llegan a la edad productiva. Tienen un prolongado período de producción que permite cosechas durante varios años, sin necesidad de ser sembrados o plantados nuevamente después de cada cosecha” [10].

En la Tabla 15 se muestra la superficie total cubierta por los cultivos permanentes en el país.

USO DE LA TIERRA	ÁREA (km ²)
CULTIVOS PERMANENTES	13.492,57

Tabla 15. Cultivos permanentes en el Ecuador. Fuente: INEC y elaboración propia.

Cultivos transitorios o de ciclo corto: “Son aquellos cuyo ciclo vegetativo o de crecimiento es generalmente menor a un año, llegando incluso a ser de algunos meses y una vez que llegaron a dar su fruto, la planta se destruye siendo necesario volverlos a sembrar para obtener una nueva cosecha” [10].

Tierras en barbecho o rastrojo: “Se encuentran sin cultivos (en reposo), siempre que el período de permanencia en este estado, calculado hasta el día de la entrevista, sea menor de un año” [10].

Esta clase de cultivos representan el 48.51 % de las zonas de cultivo con un área en el 2009, de 10.286,21 km².

En la Tabla 16 se muestra la superficie cubierta por los cultivos transitorios y de barbecho. Estas dos categorías se

muestran agrupadas, pues no se ha podido encontrar información individual.

USO DE LA TIERRA	ÁREA (km ²)
CULTIVOS TRANSITORIOS Y BARBECHO	10.286,21

Tabla 16. Cultivos transitorios y barbecho. Fuente: INEC y elaboración propia.

Tierras en descanso: “Son aquellas tierras que habiendo sido cultivadas anteriormente, se las dejó de cultivar en forma continua durante un periodo comprendido entre uno a cinco años, hasta el día de la entrevista, no se encuentran ocupadas por cultivo alguno” [10].

En la Tabla 17 se muestra la superficie cubierta por las tierras de descanso.

USO DE LA TIERRA	ÁREA (km ²)
DESCANSO	1.707,76

Tabla 17. Tierras de descanso. Fuente: INEC y elaboración propia.

Páramos. En la ESPAC se define a los páramos como tierras altas del callejón interandino cubiertas por vegetación típica de los páramos andinos (paja de páramo) que suele usarse para pastoreo extensivo [10].

En la Tabla 18 se muestra la superficie cubierta por los páramos.

USO DE LA TIERRA	CONTINENTAL (Aprox) ÁREA (km ²)
PARAMOS	4.984,36

Tabla 18. Páramos. Fuente: INEC y elaboración personal.

3.1.4 Zonas desérticas y de playa

Debido a su posición geográfica y a la diversidad de alturas impuesta por la cordillera de los Andes, el Ecuador presenta una gran variedad de climas y cambios considerables a cortas distancias. Cuenta con climas tropicales y templados, regiones con características subtropicales, situadas principalmente en las estribaciones de las dos cordilleras. También encontramos zonas desérticas, semi-desérticas, estepas frías, cálidas, etc.

Geográficamente, las zonas desérticas se localizan en la región más saliente de la costa ecuatoriana entre Salinas, Santa Elena y Anconcito. Es una zona compuesta de capas horizontales de arenisca arcillosa, que se origina cerca al mar y se eleva hacia el continente para formar los altos de Chanduy. Cubre apenas una superficie de 180 km² que representan el 0.07 % del área total del país. Junto a la zona desértica, se extiende el denominado matorral desértico, a

la altura de Chanduy y se prolonga hacia el norte y noroccidente, bordeando el mar, abarcando las poblaciones de: Manglaralto, Puerto López, Machalilla, Puerto Cayo y Manta para terminar en Jaramijó. Esta franja está formada de esteros, salitrales y manglares en las cercanías a la costa, y en su interior cruzado de lomas en todo sentido, particularmente en su extremo meridional, en donde la cordillera de Colonche se acerca a la costa. La otra parte, aunque pequeña, pero no menos importante, se encuentra localizada en el extremo sur occidental del país, desde Hualtaco hacia el Norte, en el que se pueden distinguir tres zonas paralelas: la primera bastante angosta formada de esteros, salitrales y manglares; la segunda, más ancha, compuesta por salitrales sujetos a inundación en los aguajes (salitrales de Cayancas) y la tercera, formada las llanuras de matorral desértico.

Por otro lado, las playas del Ecuador se encuentran localizadas dentro de las provincias de Guayas, Santa Elena, Manabí, El Oro, Los Ríos y Esmeraldas. A pesar de que el continente ecuatoriano posee 640 km^2 de perfil costanero, no toda esta región se puede considerar como zonas de playa, pues además de playas esta zona consta de llanuras fértiles, colinas, cuencas sedimentarias y elevaciones de poca altitud.

En la Tabla 19 se muestra la superficie cubierta por estas zonas.

ZONA	ÁREA (km^2)
ZONAS DESERTICAS Y DE PLAYA	520,40

Tabla 19. Zonas desérticas y de playa.

3.1.5 Criaderos de camarones, peces y similares

Dentro de la cartografía proporcionada por el IGM se tiene una categoría en la que se agrupa a camaronerías, piscícolas y similares, la cual posee en el 2007 un área igual a $333,26 \text{ km}^2$, más en el III censo agropecuario se determinó que las camaronerías cubren una superficie de $2.343,59 \text{ km}^2$, siendo este último valor el considerado para el actual estudio.

En la siguiente Tabla 20 se muestran la superficie abarcada por las zonas mencionadas.

ZONA	ÁREA (km^2)
CRIADERO DE CAMARONES PECES Y SIMILARES	2.343,59

Tabla 20. Criadero de camarones, peces y similares

3.2 Estimación del territorio habitable efectivo

Dado que el área de ríos, lagos, lagunas, zonas ganaderas y de playa, así como el área de los criaderos de ca-

marones, peces y similares en conjunto no representa ni el 3 % del territorio continental total, consideraremos a todas estas áreas como disjuntas, obteniendo un territorio continental efectivo aproximado de $110.086,55 \text{ km}^2$.

En la Tabla 21 se muestra la relación porcentual existente entre las distintas zonas no habitables y el territorio continental total.

ZONA	ÁREA (km^2)	PORCENTAJE DEL TERRITORIO CONTINENTAL
ÁREA TOTAL CONTINENTAL	248.359,48	
ÁREAS PROTEGIDAS	48221,86	19,42
ZONAS GANADERAS, DE CULTIVO Y PÁRAMOS	82655,77	33,28
CRIADEROS DE CAMARONES, PECES Y SIMILARES	2.343,59	0,94
RÍOS, LAGOS Y LAGUNAS	4591,31	1,85
ZONAS DESERTICAS Y DE PLAYA	520,40	0,21

Tabla 21. Relación entre el área de las diferentes zonas no habitables con el territorio continental efectivo.

En la Tabla 22 se muestra la relación existente entre las distintas zonas no habitables y el territorio continental efectivo.

ZONA	PROPORCIÓN
ÁREAS PROTEGIDAS	0.44
RÍOS, LAGOS Y LAGUNAS	0.04
ZONAS GANDERAS DE CULTIVO Y PARAMOS	0.75
ZONAS DESERTICAS Y DE PLAYA	0.005
CAMARONES, PECES Y SIMILARES	0.02

Tabla 22. Relación entre el área de las diferentes zonas no habitables con el territorio continental efectivo.

3.3 Estimación de la densidad poblacional

En esta sección se analizarán las distintas densidades poblacionales definidas en la sección 2.

3.3.1 Densidad Poblacional Bruta

En la actualidad, la superficie total del Ecuador es de $256.369,5 \text{ km}^2$, la cual cubre las cuatro regiones que lo constituyen: Costa, Sierra, Oriente y la Región Insular, formada por el Archipiélago de Galápagos, a su vez que la superficie continental del Ecuador, resultante al excluir la región insular, es de $248.359,48 \text{ km}^2$.

REGIÓN	AREA (km ²)
COSTA	68.648,4
SIERRA	63.191,0
ORIENTE	115.744,9
INSULAR	8.010,0
ZONAS NO DELIMITADAS	775,2
ÁREA ECUADOR CONTINENTAL	248.359,5
ÁREA TOTAL	256.369,5

Tabla 23. Área nacional por regiones geográficas.

La población nacional, según proyecciones del INEC para el 2010 es de 14.204.900 habitantes, concentrados en su mayoría en la región continental. En la Tabla 24 se muestra la población continental y nacional.

ZONA	HABITANTES
CONTINENTAL	14.180.534
PAIS	14.204.900

Tabla 24. Población nacional y continental. Fuente: INEC y elaboración propia.

Dada el área total del Ecuador y su área continental, junto con la proyección de población planteada por el INEC, se tiene que las densidades poblacionales brutas a nivel nacional y continental son de 55,41 *hab/km²* y 57,10 *hab/km²*, respectivamente.

DENSIDAD POBLACIONAL (hab/km ²)	
NACIONAL	55,41
CONTINENTAL	57,10

Tabla 25. Densidades poblacionales.

3.3.2 Densidad poblacional parcial

A continuación se estudiará la influencia individual de cada una de las zonas denominadas como no habitables en el cálculo de la densidad poblacional, para lo cual, se utilizará la definición 2 (densidad poblacional parcial). A partir de la definición citada, se estudiarán distintas densidades dependiendo de la zona no habitable a ser considerada.

Áreas protegidas. En base a la definición 2, calcularemos la densidad poblacional parcial, considerando la superficie ocupada por las áreas protegidas.

Sea

$$D_{p1} = \frac{P_C}{T_C - A_1} \quad (5)$$

Reemplazando los datos expuestos en la Tabla 10, en la ecuación 3.3.2 se tiene que:

$$D_{p1} = 70,85 \frac{hab}{km^2}.$$

El valor estimado, nos indica que al considerar las áreas protegidas, la densidad poblacional aumenta en un 24,09 %.

En la Tabla 26 se muestra la densidad poblacional parcial 1 y el porcentaje de aumento con relación a la densidad poblacional continental.

DENSIDAD POBLACIONAL (hab/km ²)	PORCENTAJE DE AUMENTO	
CONTINENTAL	57,10	
SIN ÁREAS PROTEGIDAS	70,85	24,09

Tabla 26. Densidad poblacional 1.

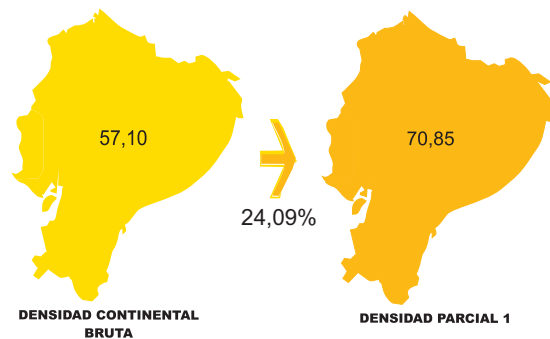


Figura 1. Densidad poblacional 1. Fuente: Elaboración propia.

Ríos, lagos y lagunas. En base a la definición 2, calcularemos la densidad poblacional parcial, considerando la superficie ocupada por los ríos lagos y lagunas.

Sea

$$D_{p2} = \frac{P_C}{T_C - A_2} \quad (6)$$

Reemplazando los datos expuestos en la sección 3.1.2., en la ecuación 3.3.2 se tiene que:

$$D_{p1} = 58,16 \frac{hab}{km^2}.$$

En la Tabla 27 se muestra la densidad poblacional parcial 2 y el porcentaje de aumento con relación a la densidad poblacional continental. *hab/km²*.

DENSIDAD POBLACIONAL (hab/km ²)	PORCENTAJE DE AUMENTO	
CONTINENTAL	57,10	
SIN RÍOS LAGOS Y LAGUNAS	58,16	1,86

Tabla 27. Densidad poblacional 2.

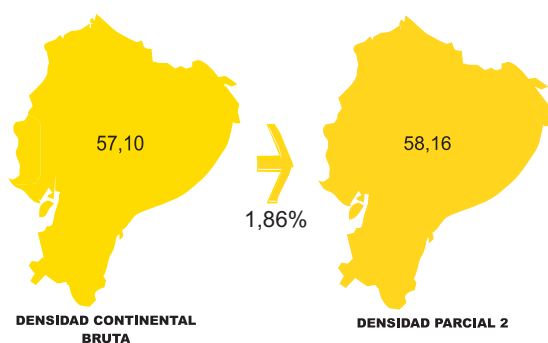


Figura 2. Densidad poblacional 2. Fuente: Elaboración propia.

Zonas ganaderas, de cultivo y páramos. En base a la definición 2, calcularemos la densidad poblacional parcial, considerando la superficie ocupada por las zonas ganaderas, de cultivo y páramos.

Sea

$$D_{p_3} = \frac{P_C}{T_C - A_3} \quad (7)$$

Reemplazando los datos expuestos en las Tablas 15 a la 18, en la ecuación 3.3.2 se tiene que:

$$D_{p_3} = 85,58 \frac{hab}{km^2}.$$

En la Tabla 26 se muestra la densidad poblacional parcial 3 y el porcentaje de aumento con relación a la densidad poblacional continental.

DENSIDAD POBLACIONAL (<i>hab/km²</i>)		PORCENTAJE DE AUMENTO
CONTINENTAL	57,10	
SIN ZONAS GANADERAS DE CULTIVO Y PÁRAMOS	85,58	49,88

Tabla 28. Densidad poblacional 3.

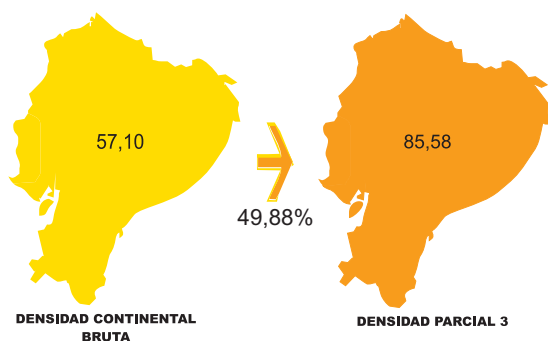


Figura 3. Densidad poblacional 3. Fuente: Elaboración propia.

Zonas desérticas y de playa. En base a la definición 2, calcularemos la densidad poblacional parcial, considerando la superficie ocupada por las zonas desérticas y de playa.

Sea

$$D_{p_4} = \frac{P_C}{T_C - A_4} \quad (8)$$

Reemplazando los datos expuestos en las Tablas de la 19, en la ecuación 3.3.2 se tiene que:

$$D_{p_4} = 57,22 \frac{hab}{km^2}.$$

En la Tabla 27 se muestra la densidad poblacional parcial 4 y el porcentaje de aumento con relación a la densidad poblacional continental.

DENSIDAD POBLACIONAL (<i>hab/km²</i>)		PORCENTAJE DE AUMENTO
CONTINENTAL	57,10	
SIN RÍOS LAGOS Y LAGUNAS	57,22	0,21

Tabla 29. Densidad poblacional 4.

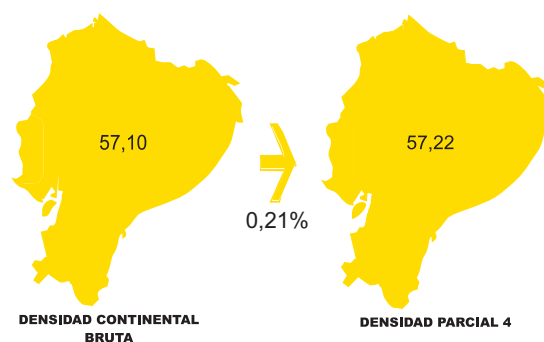


Figura 4. Densidad poblacional 4. Fuente: Elaboración propia.

Criaderos de camarones, peces y similares. En base a la definición 2, calcularemos la densidad poblacional parcial, considerando la superficie ocupada por las zonas desérticas y de playa.

Sea

$$D_{p_5} = \frac{P_C}{T_C - A_5} \quad (9)$$

Reemplazando los datos expuestos en la Tabla 20, en la ecuación 3.3.2 se tiene que:

$$D_{p_5} = 57,64 \frac{hab}{km^2}.$$

En la Tabla 30 se muestra la densidad poblacional parcial 8 y el porcentaje de aumento con relación a la densidad poblacional continental.

DENSIDAD POBLACIONAL (<i>hab/km²</i>)		PORCENTAJE DE AUMENTO
CONTINENTAL	57,10	
SIN RÍOS LAGOS Y LAGUNAS	57,64	0,95

Tabla 30. Densidad poblacional 5.

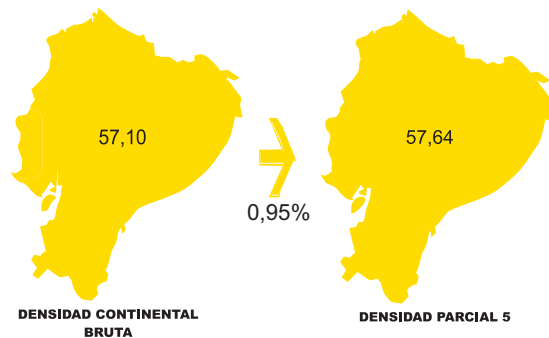


Figura 5. Densidad poblacional 5. Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Densidad poblacional neta

La densidad poblacional neta resulta al reemplazar los valores resumidos en la Tabla 21, en la ecuación 2, siendo esta de 128,81 *hab/km²*.

En la Tabla 31 se muestra un resumen de la variación de la densidad poblacional, al considerar progresivamente las zonas no habitables de la siguiente manera:

ZONA 1: Territorio continental menos las zonas ganaderas de cultivo y páramos.

ZONA 2: Zona 1 menos áreas protegidas.

ZONA 3: Zona 2 menos el área de ríos, lagos y lagunas.

ZONA 4: Zona 3 menos el área de camaroneras, piscícolas y afines.

ZONA 5: Zona 4 menos el área de zonas desérticas y de playa.

	SUPERFICIE (<i>km²</i>)	DENSIDAD (<i>hab/km²</i>)	PORCENTAJE DE AUMENTO CON RESPECTO AL VALOR INICIAL (%)
CONTINENTAL	248.359,48	57,10	0
ZONA 1	200.137,62	70,85	24,09
ZONA 2	117.481,64	120,70	111,39
ZONA 3	112.950,56	125,55	119,87
ZONA 4	110.606,97	128,21	124,53
ZONA 5	110.086,57	128,81	125,59

Tabla 31. Resumen de las densidades, obtenida al considerar paulatinamente cada una de las zonas no habitables consideradas en este estudio, por ejemplo: la densidad poblacional de la Zona 1 es obtenida al dividir el total de la población continental para la resta entre la superficie continental y la superficie de las áreas protegidas.

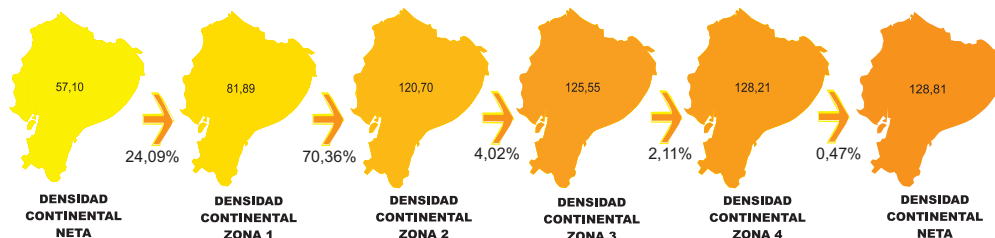


Figura 6. Resumen de las densidades. Fuente: Elaboración propia.

4 Intervalo para la densidad poblacional.

Las mediciones, generalmente, son susceptibles de contener un error, aun más cuando se trata de zonas geográficas no tan bien definidas y muchas de ellas, de difícil acceso; por tal motivo, incluiremos términos de error en el cálculo de cada una de las áreas definidas como no habitables, pues ello nos permite construir un intervalo, con cierto grado de exactitud, en la cual se encontrará contenida la densidad poblacional.

Ahora, al considerar todas las áreas como disjuntas, calculamos la superficie continental neta $T_C^{e_0}$, de la siguiente

manera:

$$T_C^{e_0} = T_C - \sum_{i=1}^5 A_i. \quad (10)$$

Si consideramos que se cometió un error de medición ϵ_i para el cálculo de cada área A_i ($i = 1, \dots, 5$), se tiene que el área de cada una de estas zonas es de

$$[A_i \pm \epsilon_i A_i],$$

siendo entonces el territorio continental efectivo T_C^e igual a:

$$T_C^e = T_C - \sum_{i=1}^5 (1 \pm \epsilon_i) A_i \quad (11)$$

Expandiendo el segundo término se tiene que

$$T_C^e = T_C - \sum_{i=1}^5 A_i \mp \sum_{i=1}^5 \epsilon_i A_i \quad (12)$$

Lo que es equivalente a:

$$T_C^e = T_C^{e_0} \mp \sum_{i=1}^5 \epsilon_i A_i \quad (13)$$

Por otra parte, si escribimos la Tabla 22 utilizando la notación anterior tenemos que:

ÁREA	PROPORCIÓN
A_1	$0,44T_C^{e_0}$
A_2	$0,04T_C^{e_0}$
A_3	$0,75T_C^{e_0}$
A_4	$0,005T_C^{e_0}$
A_5	$0,02T_C^{e_0}$

Tabla 32. Relación entre el área de las diferentes zonas no habitables con el territorio continental efectivo.

Y por tanto, la ecuación (13) es igual a:

$$T_C^e = T_C^{e_0} \mp (0,44\epsilon_1 + 0,04\epsilon_2 + 0,75\epsilon_3 + 0,005\epsilon_4 + 0,02\epsilon_5) T_C^{e_0}, \quad (14)$$

donde

$$- (0,44\epsilon_1 + 0,04\epsilon_2 + 0,75\epsilon_3 + 0,005\epsilon_4 + 0,02\epsilon_5) \quad (15)$$

es la proporción de error total cometido en el cálculo de la superficie continental neta, y que llamaremos \tilde{ffl} .

Rescribiendo la ecuación (11) se tiene que:

$$T_C^e = T_C^{e_0} \pm \tilde{ffl} T_C^{e_0}. \quad (16)$$

Ahora la densidad poblacional neta D_p^n , considerando la ecuación (13) es

$$D_p^n = \frac{P}{T_C^e} \quad (17)$$

En particular,

$$D_p^n = \frac{P}{T_C^{e_0} \pm \tilde{ffl} T_C^{e_0}} \quad (18)$$

Dado que a priori no se conocen los errores cometidos en el proceso de cuantificación de la superficie de las distintas zonas no habitables consideradas en la Tabla , se muestran las distintas cotas entre las cuales se encontraría la densidad poblacional neta, al considerar errores de magnitud distinta.

ESCENARIO	ffl_1	ffl_2	ffl_3	ffl_4	ffl_5	\tilde{ffl}	COTA SUPERIOR	COTA INFERIOR
NÚMERO 1	0	0	0,003	0	0,003	-0,00231	128,52	129,11
NÚMERO 2	0,01	0,01	0,005	0,01	0,001	-0,00862	127,71	129,93
NÚMERO 3	0,03	0,05	0,01	0,03	0,08	-0,02445	125,74	132,04

Tabla 33. Intervalos contruidos al tomar errores de distinta magnitud.

En la Tabla 33, el escenario número 1, representa un escenario ideal, en el cual la superficie de áreas protegidas, de ríos, lagos y lagunas, zonas desérticas y de playa permanecen constantes, variando solamente las zonas de cultivo de manera similar al año pasado (del 2008 al 2009), y las zonas camaroneras en igual proporción a las zonas de cultivo y cuyo valor es menor al 0.03 %. Bajo estas consideraciones se tendría que la densidad poblacional se encuentra en el intervalo [128,53; 129,10], siendo el error cometido en el cálculo de la densidad poblacional neta menor al 0,25 %.

El escenario número 2, representa un escenario en el que se cometió un error de cuantificación del 1 % con respecto a las áreas protegidas, ríos, lagos, lagunas y zonas desérticas y de playa, así como un error del 0.5 % respecto a las zonas de cultivo y camaroneras. Bajo estas considera-

ciones se tendría que la densidad poblacional se encuentra en el intervalo [127,71 ; 129,93], siendo el error cometido en el cálculo de la densidad poblacional neta menor al 0,87 %.

Para finalizar, el escenario número 3 representa un escenario en el cual la superficie de las áreas protegidas difiere un 3 % del valor considerado, que el área de los ríos, lagos y lagunas varían en un 5 %, que hay un variación del 1 % en el área de las zonas de cultivo, que las zonas desérticas variaron en un 3 % y que el área de las camaroneras varia en un 8.

Bajo estas consideraciones se tendría que la densidad poblacional se encuentra en el intervalo [125,74 ; 132,04], siendo el error cometido en el cálculo de la densidad poblacional neta menor al 2,51 %.

5 Aplicaciones

Al aproximar de una manera más exacta la densidad poblacional, obtenemos un mejor indicador para la repartición de recursos y servicios en un área determinada. Como una aplicación de esto, vamos a calcular el área mínima que le correspondería patrullar a un policía y guardar a una estación de bomberos. Para el cálculo propuesto seguiremos los siguientes pasos:

1. Consideraremos propuestas de organismos internacionales sobre la relación de *efectivos-número de habitantes* R .
2. Fijamos la población del territorio continental ecuatoriano P , en 14.180.534 habitantes, según la proyección del INEC para el año 2010.
3. Se calculará el número aproximado de efectivos (policías (p) - bomberos (b)) M , para patrullar o vigilar a la población considerada, a través de la siguiente relación:

$$E_j = PR, \quad (19)$$

donde $j=p,b$.

4. Se aproximará, como zona referencial para la ubicación de efectivos, la superficie en la que se encuentran congregados mil habitantes. Para ello consideraremos por separado la densidad poblacional bruta D_B y la densidad poblacional neta D_N , a través de la siguiente relación

$$S = \frac{M}{D_j} \quad (20)$$

Donde $j = B, N$ y S es la superficie en donde se encuentran congregados M habitantes.

A continuación, se desarrollaran los casos citados:

Policías. Para determinar el área mínima que le corresponde vigilar a un policía consideraremos la propuesta de la ONU sobre la relación *policía-número de habitantes*; la cual establece como promedio ponderado aceptable tres policías por cada mil habitantes

$$R_p = \frac{3}{1000}. \quad (21)$$

Luego, dado que la población ecuatoriana P es de 14.180.534 habitantes, utilizando la igualdad (19) podemos deducir que en el Ecuador continental deberían existir al menos

$$E_p = 14.180.534 * \frac{3}{1000} = 42.542 \text{ policías}$$

²Este valor resulta al dividir el resultado de la ecuación 22, para tres.

A continuación, determinaremos en km^2 la zona en la cual se encontrarían congregados mil habitantes.

Utilizando la igualdad (20) y los datos de la densidad bruta, $57,10 \text{ hab}/km^2$, tendremos que:

$$S_B = \frac{1000}{57,10} = 17,51 km^2. \quad (22)$$

Esto significa que en $17,51 \text{ km}^2$ se encuentran congregados mil habitantes y, por lo tanto, esta zona debería ser vigilada por tres policías. Si realizamos una repartición proporcional de las zonas de vigilancia, utilizando el valor obtenido en la igualdad (22), se tiene que a cada policía le corresponde vigilar una superficie aproximada de $5,84^2 \text{ km}^2$.

Realizando un análisis similar con el dato de la densidad neta, $128,81 \text{ hab}/km^2$, tendremos que la superficie en la que se encuentra congregados mil habitantes es de:

$$S_N = \frac{1000}{128,81} = 7,76 km^2, \quad (23)$$

y, por lo tanto, esta superficie debería ser vigilada por tres policías. De manera análoga, si esta área es repartida de manera proporcional para cada uno de los policías, tendremos que a cada uno le correspondería vigilar una superficie aproximada de $2,29 \text{ km}^2$.

Para ejemplificar las cifras calculadas consideraremos una zona urbana de la ciudad de Quito (véase la figura 7).

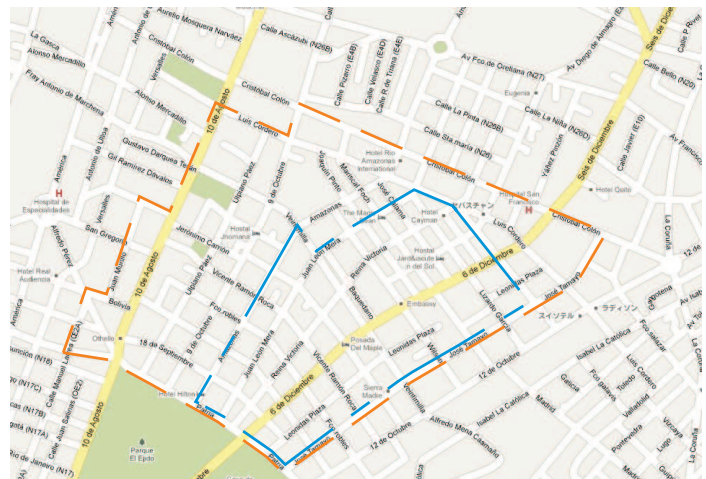


Figura 7. Sector centro norte de la ciudad de Quito. Área aproximada $5,84 \text{ km}^2$. El color anaranjado representa aproximadamente, $5,84 \text{ km}^2$. Es decir, la zona que le tocaría vigilar a un policía considerando la densidad poblacional bruta. El color azul representa aproximadamente, $2,29 \text{ km}^2$, es decir, la zona que le tocaría vigilar a un policía considerando la densidad poblacional neta.

Como se puede observar, un cálculo adecuado de la densidad poblacional permitirá distribuir de una mejor manera los servicios y recursos.

Bomberos. Para determinar el área mínima que le corresponde guardar a una estación de bomberos, consideraremos la media recomendada por la Unión Europea, la cual establece que debe existir un bombero por cada mil habitantes

$$R_b = \frac{1}{1000}. \quad (24)$$

Luego, dado que la población ecuatoriana P es de 14.180.534 habitantes, utilizando la igualdad (19), podemos deducir que en el Ecuador continental deberían existir al menos

$$E_b = 14.180.534 * \frac{1}{1000} = 14.180 \text{ bomberos.}$$

Si se asume que en cada estación de bomberos deben permanecer diez bomberos se tendría en el Ecuador Continental un mínimo de 1.418 estaciones de bomberos, cada una de ellas sirviendo a 10.000 personas.

A continuación, determinaremos en km^2 la zona en la cual se encontrarían congregados diez mil habitantes.

Utilizando la igualdad (20) y el valor de la densidad bruta, $57,10 \text{ hab}/km^2$, tendremos que:

$$S_B = \frac{10,000}{57,10} = 175,13 km^2. \quad (25)$$

Esto significa que en $175,13 \text{ km}^2$ se encuentran congregados diez mil habitantes y, por lo tanto, esta zona debería ser vigilada por una estación de bomberos.

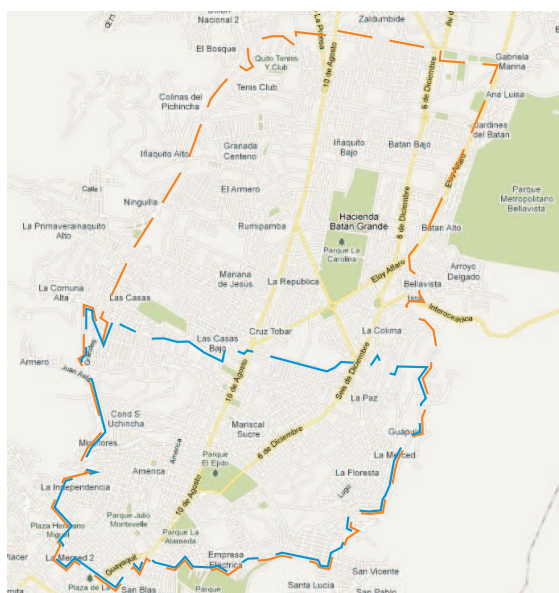


Figura 8. Sector centro norte de la ciudad de Quito. Área aproximada $175,13 \text{ km}^2$. El color anaranjado representa aproximadamente, $175,13 \text{ km}^2$, es decir, la zona que le tocaría guardar a una estación de bomberos considerando la densidad poblacional bruta. El color azul representa, aproximadamente, $77,63 \text{ km}^2$, es decir, la zona que le tocaría guardar a una estación de bomberos considerando la densidad poblacional neta.

Realizando un análisis similar con el dato de la densidad neta, $128,81 \text{ hab}/km^2$, tendremos que la superficie en la que se encuentra congregados diez mil habitantes es de

$$S_N = \frac{10,000}{128,81} = 77,63 km^2, \quad (26)$$

y, por lo tanto, esta superficie debería ser vigilada por una estación de bomberos.

Para ejemplificar las cifras calculadas consideraremos una zona urbana de la ciudad de Quito (véase la figura 8).

Finalmente, cabe señalar que las aplicaciones mostradas pretenden ejemplificar los diversos usos que se pueden dar a los valores obtenidos en este estudio.

6 Conclusiones

1. Actualmente los valores de densidad poblacional existentes en Ecuador no establecen la densidad poblacional real, puesto que incluyen todos los espacios no habitables y, de esta forma, no tienen en cuenta la verdadera "masa crítica" poblacional. Tener en cuenta los espacios no habitables da la sensación de que la densidad de población es más baja que la real, y que la población se encuentra muy dispersa, cuando en realidad está más concentrada en núcleos. En este estudio se evidenció que al considerar diferentes zonas no habitables dentro del territorio Ecuatoriano, la densidad poblacional puede variar de una manera no despreciable, pues esta pasó de ser $57,10 \text{ hab}/km^2$ a ser $128,81 \text{ hab}/km^2$, lo que representa un aumento del 125.6 % del valor inicial. Por otra parte, si se toma en cuenta errores en la toma y procesamiento de la información, así como la variación en el área de las zonas consideradas se tiene que la densidad poblacional en el escenario más desfavorable concebido en este estudio no será menor a $127,42 \text{ hab}/km^2$, lo que representa un aumento no menor al 123,16 %.
2. El establecer la densidad de población real de un territorio puede ser un dato bastante útil a la hora de diseñar y establecer políticas públicas, como se muestra en la aplicación. En países desarrollados, la densidad de población es utilizada para categorizar territorios, ya sean urbanos o rurales (con densidad poblacional alta, intermedia o baja) y asignar a cada categoría de territorio unos servicios básicos estandarizados e infraestructuras por parte de las administraciones. A diferente densidad de población, los territorios presentan problemas (y soluciones) distintas y es uno de los datos que se deberían utilizar (junto con otras características territoriales, como la geografía, el sistema productivo, características sociales, niveles de renta) para asignar recursos y optimizarlos en función de la población a atender.
3. Dada que la alta densidad de población se concentra en ciudades y territorios urbanos, estos valores deberían ser cuantificados. En particular, el cálculo adecuado de

la densidad poblacional en centros urbanos (cantones y juntas parroquiales) determinará el número de colegios, parques, centros de salud y hospitales, centros sociales, que son necesarios para atender a la población. Cada uno de estos servicios atenderá a una ratio poblacional, lo cual hace necesario establecer, entre otras cosas, su mejor ubicación y los recursos que serán necesarios (tanto económicos como humanos), para ofrecer los servicios de calidad con equidad de acceso pero también con eficiencia, optimizando los recursos.

4. Una baja densidad de población supone que los servicios e infraestructuras deberían atender el mismo ratio de población en función del criterio de eficiencia, considerando que la población se encuentra dispersa. Los parámetros anteriores de calidad (eficacia), equidad de acceso y eficiencia puede que no sean los mismos, e incluso que las soluciones sean totalmente diferentes que en un espacio urbano con alta concentración poblacional. En ese caso, los servicios pueden establecerse como "itinerantes", acercando el servicio al ciudadano en cada una de las poblaciones de referencia, bien mejorar el transporte público entre los municipios, o bien ubicar el servicio y/o infraestructura en el lugar que ofrezca mejores posibilidades de comunicación y transporte. Las soluciones y los recursos que se necesitarán en esta situación son diferentes y afectan tanto al diseño y planificación de la política pública como a los recursos económicos y humanos.
5. Finalmente, la alta proporción de zonas no habitables en Ecuador hace que los datos reales de densidad de población se vean alterados sustancialmente. Este hecho debería modificar la percepción de las políticas a adoptar para el desarrollo de diversos territorios, considerando las características locales de cada uno de ellos.

Agradecimientos

Los autores queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a Ana Molina, por sus valiosos comentarios y sugerencias para la elaboración del presente trabajo.

Referencias

- [1] A. Coloma, "Parque el Condor," "Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador," ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM, Quito-Ecuador, (2007).
- [2] C. Rivadeneira, "Reserva Geobotánica Pululahua," "Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador," ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM, Quito-Ecuador, (2007).
- [3] Constitución de la República del Ecuador, Título VII, Capítulo 2.
- [4] COP, "Convenio de Diversidad Biológica," Río, (1992).
- [5] Environmental Systems Research Institute, "ArcGIS Desktop Help 9.2", USA, (2007).
- [6] E. Avilés, "Enciclopedia de Ecuador," Ecuador, (2010).
- [7] E. Bravo, "La industria camaronera en el Ecuador," Acción Ecológica, Ecuador, (2000).
- [8] ECOLAP y MAE, "Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador," ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM, Quito-Ecuador, (2007).
- [9] F. Rivas, A. Alarcón y C. Carolina Espinosa, "Geobotánica del Ecuador," Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, (2005).
- [10] INEC, "Metodología ESPAC", Ecuador, (2000).
- [11] Instituto Geografico Militar, "Instructivo para el uso de cartas topográficas digitales en formato "shapefile"", Quito, (2010).
- [12] Instituto Geografico Militar, "Licencia de uso de la cartografía básica del Ecuador a escala 1:50.000", Quito, (2010).
- [13] Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Título I, Capítulo 1 y 2.
- [14] Ley Forestal y de Conservación de de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Ecuador, (1981).
- [15] Ministerio de Ambiente del Ecuador, "Ecuador magadiverso," Ecuador, (2010).
- [16] Subsecretaría de Patrimonio Natural, "Planes de Manejo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Documentos Técnicos)," Ministerio de Ambiente del Ecuador.

ANEXOS

A Cálculos realizados

Al abordar este estudio se encontró muy poca información sobre la ubicación, dimensiones y características de las distintas zonas no habitables, teniendo que analizar, caracterizar y cuantificar las superficies de aquellas zonas de las cuales no se encontró información anterior a la presentada en este estudio. Es por eso que se considera que dos de los principales aportes de este estudio son, por un lado, el cálculo de las áreas de los distintos ríos, lagos y lagunas de país, y por otro, la ubicación provincial de los lagos y lagunas, encontrando en la base cartográfica del IGM la principal fuente de información para esta labor.

A continuación se explica con mayor detalle nuestra forma de proceder para alcanzar este fin.

A.1 Ríos

Antes de iniciar, se debe aclarar que la información contenida dentro de cada una de las cartas pertenecientes a la cartografía base proporcionada por el IGM es única e irrepetible, lo que significa que dos cartas topográficas no pue-

den contener información repetida sobre un mismo lugar geográfico.

Dada esta aclaración, a continuación, se enunciarán los pasos seguidos para determinar la superficie de un río determinado:

1. Dado que los ríos estudiados recorren grandes distancias, inicialmente se determinó cuáles cartas topográficas contenían información sobre el río estudiado.
2. Se aproximó la porción de área contenida en las distintas cartas topográficas de interés, a través de polígonos.
3. Se aproximó el área total del río estudiado, a través de la suma de las sub-áreas calculadas anteriormente.
4. Al finalizar, se obtuvo la base mostrada en la siguiente tabla.

NOMBRE	Area km ²
ABANICO	0,6059268
ACAE	0,0297285
ACHICUBE	0,0913597
ACHIOTE	0,6853513
ACHIOTILLO	0,4524836
ACHIYACU	0,1652883
ACHOTIOTILLO	0,0596274
ADANGO	0,5154404
ADANGUYACU	0,7863642
AGUA CLARA	7,9580355
AGUACATE	0,1489408
AGUARICO	398,890938
ALAMOR	5,0151989
ALAO	1,0579506
AMARILLO	0,5495815
AMBOCAS	0,4895791
AMUNDALO	1,0625491
ANDRESYACU	1,0595648
ANGAMARCA	1,7404695
ANTISANA	0,5058338
ANZU	5,7672340
AQUEPI	0,4728128
ARAJUNO	7,3398412

NOMBRE	Area km ²
ARENILLAS	1,8907037
ARMADILLO	0,7440067
ARRAYANPUNGU	0,1189426
AYAMPE	0,1949193
AZUELA	0,1587314
BABA	5,3279507
BABAHOYO	112,7356873
BACHILLERO	0,5150329
BAHAMENO	0,1205466
BALAO GRANDE	5,4950606
BANIFE	0,1922453
BAPADO	0,5177612
BARRANCO ALTO	1,4922950
BARRO	0,2004744
BECHE	0,3395631
BIGAL	1,2169870
BILSA	0,3722191
BIMBE	1,0733158
BLANCO	45,2780751
BOBO	3,2618249
BOBONAZA	29,8365735
BOGOTA	1,5698599
BOLICHE	4,8177478

NOMBRE	Area km ²
BOLO	0,5409794
BOMBUSCARA	3,1774265
BONITO	0,9942962
BORJA	0,5456090
BRAVO	0,4895018
BRAVO GRANDE	1,0733067
BRAZO LARGO	1,0082699
BRICEDO	0,0997405
BUA	1,6592177
BUENAVISTA	3,7417160
BUENO	3,6276951
BUNCHE	0,1521092
CACHAVI	1,3434417
CACHIYACU	1,4150975
CADAR	6,5836099
CAJONES	0,4650113
CALABI	2,0882847
CALIFORNIA	0,4338122
CALLANAYACU	0,9360508
CALMITOYACU	0,2239244
CALOPE	1,4366587
CALUMA	0,1824460
CAMPECHE	0,1022440

NOMBRE	Area km ²
CANANDE	3,7148136
CANCHIYACU	0,0503588
CANGAIME	10,8695604
CANGUA	0,1543852
CANUMBI	2,2498952
CAONI	2,0207196
CAPAHUARI	2,8408455
CARCHI	0,5442396
CARRIZAL	1,3442946
CASHPI PITISHCA	0,1020924
CASUTCA	1,0699917
CATAMAYO	1,5016808
CATARAMA	3,8875262
CAYAPAS	56,448749
CEBADAS	0,7122441
CEDROYACU	0,1600723
CENEPA	0,0020849
CEVALLOS	0,0788345
CHAGE	0,3057976
CHALUPAS	1,5655907
CHAMBA	0,1095688
CHAMBO	3,8807373
CHAMOTETE	0,3250953
CHANCHAN	3,9664905
CHANGUARAL	2,1630197
CHANGUIL	0,4421303
CHAPALA	0,1524907
CHAPIZA	0,4062045
CHAZO JUAN	0,4140213
CHEBE	1,3228678
CHEMERE	0,5477233
CHICHE	0,2287435
CHICHIS	0,1735987
CHICO	0,5437632
CHICTA	0,5043885
CHIGUAZA	1,2705443
CHILA	1,6872706
CHILCALES	2,2850282
CHILINTOMO	0,0944550
CHIMBADAL	2,1871625
CHIMBIME	8,1883823
CHIMBO	6,8117849
CHINGUAL	0,9690023
CHINGUISIMI	0,0070683
CHINIMBIMI	0,4605131
CHINKIANAS	0,5990492
CHIPE	0,2276415
CHIRA	6,1216161
CHONE	19,2797282
CHONGON	3,0032916
CHONTAYACU	0,8379765
CHOTA	1,0889247
CHUCHUMBLEZA	3,9097449
CHUMBIRIATZA	4,5728100

NOMBRE	Area km ²
CHUNDAYACU	3,7431071
CHUQUIRAHUAS	1,7858393
CHUYA LLUSHIN	1,8002642
CINTO	1,4176706
CLEMENTINA	0,8047280
COCA	123,692594
COCANIGUAS	0,5403382
COCO	0,6050871
COJIMIES	0,0199619
COLIMES	1,8649137
COLONSO	0,2706109
COLORADO	0,3636788
COMO HACEMOS	0,2818635
CONDUE	0,5716190
CONEJO	0,3077115
CONGOMA	1,7057060
CONONACO	24,0526645
COPATAZA	6,0483506
COROZAL	0,1087643
COSANGA	1,8004890
COTAPINO	0,8480996
COTONA	0,7968151
CRISTAL	6,8096529
CRISTAL GRANDE	0,7118735
CRISTALITO	0,0353692
CUANZA	0,5156082
CUAQUE	2,2841863
CUASA	0,1486706
CUBE	1,2868444
CULEBRAS	0,3243780
CUNAMBO	14,6231159
CUPA	0,5888233
CURARAY	145,923982
CUSHUIMI	5,3456417
CUSUTCAIME	1,0071004
CUTUCHI	2,6853411
CUTUGUAY	0,1573973
CUYABENO	5,2256320
CUYUIME	0,6435638
DANTAYACU	0,2938688
DASHINO	1,0321575
DAULE	53,2423085
DE ORO	0,7817909
DE PIEDRAS	0,8315866
DEL VALLE VICIOSO	0,3929104
DESGRACIA	0,1222424
DICAIO	0,8630247
DIVISO	0,4900147
DOGOLA	1,7168619
DON JUAN	0,0258393
DORADA	0,0493470
DORADO	0,2117671
DUE	3,6937809
DUE GRANDE	1,0469865

NOMBRE	Area km ²
EL MONO	0,1981168
EL RAMAL	0,0801874
EL TORO	0,1419469
EL TORO GRANDE	0,0639783
EL VENADO	0,2442450
ENCANTO	0,5288500
ENE	0,0903530
ENGABAO	0,0366102
ENO	2,9138218
ESMERALDA	0,0663731
ESMERALDAS	73,3430695
FORESTAL	1,7264003
FRIO	0,2272112
GALA	6,589280
GRANDE	1,8629623
GUADALUPE	1,1474955
GUADUAL	0,2089178
GUALACEO	0,6826751
GUALPI	1,7902131
GUANZA	0,2824221
GUAPARA	0,1042671
GUAYABAL	0,6409778
GUAYAS	395,370941
GUAYLLABAMBA	8,6073159
GUEPPI	4,4103834
GUINEAL	1,4092449
GUIZA	9,8596569
GUSANO	0,6509481
HOJA BLANCA	0,3645138
HOLLIN	3,1853534
HONDO	2,1504839
HUAGCHUYACU	0,8115167
HUASAGA	1,8287920
HUATARACO	2,6041912
HUELE	0,3128582
HUICHIME	1,6359638
HUIMBI	0,4427930
HUINO	0,3764640
IGUANA	0,5150863
ILIPE	0,2831653
INCHILLAQUI	0,3376084
INDILLANA	2,0290997
INGA	0,3667901
INSINCHE	0,1509919
ISHPINGO	3,4112976
JAGUA	1,5837948
JALLIGUA	0,3788725
JAMA	2,6658622
JAMBUE	4,0075862
JATUNYACU	1,2250666
JAVITA	0,1201280
JIVINO	0,5460221
JORDAN	1,0930391
JUBONES	14,144970

Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental

NOMBRE	Area km ²
JUAN	0,5380975
KAANK	0,3789912
KASPAIMI	1,2984024
KUPPANTZA	0,0148374
LA CALERA	0,5703792
LA ESPERANZA	0,3287081
LA MORENA	1,2510592
LAGARTO	0,0916662
LAGARTOCOCHA	6,0060747
LANGOA	0,1737091
LAS DAMAS	0,5748184
LAS JUNTAS	3,7074623
LAS MURAS	0,0963298
LAS VAINAS	0,3201876
LAVATORIO	0,5497628
LEON	2,9285468
LINDICHE	0,4076211
LLANGAYACU	0,1380669
LLIPUNO	0,5551936
LLIQUINO	1,8036798
LLOCULLIN	0,5058302
LLUSHCAYACU	0,0395985
LLUSIN	2,9035499
LOPI	0,1531996
LOS ATAJOS	6,2958414
LOS TINTOS	1,1207326
LUIS	0,2518454
LULU	2,0103409
LULU CHICO	0,6390772
LULU GRANDE	1,1278461
LUPAMBI	0,4657611
MACARA	1,1401365
MACHACUYACU	2,1588614
MACHE	5,2816095
MACUMA	20,1226334
MAGDALENA	0,1066997
MAGRO	0,3768667
MALICIA	0,2681353
MALO	0,4046214
MANDEROYACU	2,8039598
MANGOSIZA	6,7370687
MANGUILITA	0,7556778
MANGUILLA GRANDE	0,2210749
MAPALI	0,1809287
MASTRANTAL	1,0031524
MATAJE	38,8587345
MATALANGAR	0,8210606
MATE	0,2047613
MAZAN	0,1764781
MEMBRILLO	0,0754515
MEME	0,7239373
MEME CHICO	0,7899819
MERIBE	0,4980614
MILAGRO	1,0833201

NOMBRE	Area km ²
MINDO	0,2444795
MIRA	32,4390400
MISAHUALLI	1,4296774
MOLINA	1,0675703
MOLINITA	0,1841535
MOLINO	0,4682725
MONDAYACU	0,0395967
MONGOYA	1,8068829
MONTADITA	0,0141126
MOROMORO	1,1218597
MORONA	7,4099986
MOSCA	1,2535609
MOSQUITO	0,1634329
MUISNE	4,2336941
MULATOS	2,2558610
MULAUTE	2,4647897
MURALLAS	0,4271334
NADADERO GRANDE	0,3777406
NAJURUNGO	2,6827968
NAJURUNGUITO	1,8085675
NAMAKIMI	0,5011037
NAMANGOSA	2,9141618
NANGARITZA	28,6126754
NANKUP	0,1003077
NAPO	867,142131
NARANJAL	3,0722320
NARANJO	0,4026709
NAVES GRANDE	0,0677018
NAYANAMACA	0,8078027
NEGRO	3,3894346
NEGROYACU	0,4589728
NORCAY	1,3893887
NUEVO	0,6898722
NULPE	0,1573516
NUMBAIME	0,2658454
NUMPAIN	0,1787088
NUMPATAKAIME	3,9939581
NUSHIDO	8,3888745
ONCEBI	0,4434959
ONZOLE	4,1797310
OPUNO	0,0074214
OSO	2,7167619
OSTIONES	0,8081430
OTONGO	0,1945507
OYACACHI	1,5733202
PACAYACU	0,2945993
PADAYACU	1,0892557
PAGUA	0,4246894
PAILON	0,0799586
PAJAN	1,4543276
PALORA	42,609852
PAMBIL	0,3952777
PANKI	2,5770686
PANO	1,0623495

NOMBRE	Area km ²
PAPALLACTA	0,3144351
PARCAYACU	0,6229279
PASTAZA	427,4664770
PATATE	1,2779867
PATIA	23,2050003
PATUL	1,0321001
PAUSHIYACU	5,3692914
PAUTE	1,7977089
PAYAMINO	15,2156989
PEDRO CARBO	1,7243005
PERIPA	2,4049747
PESCADILLO	0,2637748
PIATUA	1,4673178
PIATUA BLANCO	0,5199481
PIDANATUG	0,6448409
PIDUDA BLANCA	2,6244205
PIEDRAS	0,6810856
PILATON	0,6640730
PINDO	1,0789857
PINDO GRANDE	0,6935314
PINGUINTS	0,0380717
PINTOYACU	13,4258865
PISQUE	0,4119553
PITA	0,6952987
PITIU	0,6095430
PITZARA	0,8672706
PLATANO	0,6463611
PORTOVIEJO	2,5004677
POTOSI	0,4218724
PUCA	1,9503634
PUCUNO	11,2026309
PUDUDA	0,0957941
PUEBLO VIEJO	0,2413239
PUELA	0,0754555
PUEMBO CHICO	0,0674912
PUEMBO GRANDE	0,3271874
PULA	3,2066107
PUMPUIS	6,1612876
PUNI	0,9751617
PUNINO	3,3516350
PUNIO	0,0762486
PUPUSA	1,0896041
PUSINO	1,3361727
PUSUNO	1,2056658
PUTUIMI	0,1299548
PUTUMAYO	320,6763761
PUTZU	4,2464154
PUTZUNO	0,3407282
PUYANGO	4,9938043
PUYO	2,4055461
QUEVEDO	16,0034759
QUIJOS	15,600597
QUILLOSANA	0,7012380
QUILLOYACU	0,6621293

NOMBRE	Area km ²
QUINDIGUA	9,231708
QUININDE	7,2679941
RIRCAY	0,4136359
RUMIYACU	4,3864795
SABALETITA	0,1056861
SABALO	9,3144897
SALAZAR	1,7312820
SALITRE	0,2785495
SAN AGUSTIN	1,9607182
SAN ANTONIO	9,5002674
SAN FRANCISCO	0,2782878
SAN JOSE	0,1841554
SAN JUAN	2,8158321
SAN JUAN CHICO	0,0740351
SAN MIGUEL	68,6710818
SAN PABLO	5,8465156
SAN PEDRO	1,6936802
SANDALIA	0,2344723
SANGAY	3,5107673
SANSA HUARI	0,0193744
SANTA MARIA	0,3083113
SANTA ROSA	1,3760260
SANTIAGO	56,0413443
SANTIMA	0,0904112
SARAYAQUILLO	5,0028072
SAUNTZA	0,1824176
SECO	0,2872468
SHANCARAJUNO	0,4688051
SHICAYACU	0,3688832
SHICULIN	0,3636877
SHINCATA	0,8804814
SHINLLIPANGA	0,2993151
SHIRIPUNO	7,6829018
SHUSHUFINDI	1,0981545
SIBIMBE	1,0343705
SICHIDA	0,1424030
SIETE	0,9809976
SIETE VUELTAS	0,0617032
SIGUIN	0,1178358
SILANCHE	1,0039185
SILENCIO	0,1555819
SITUCHE	1,7019085

NOMBRE	Area km ²
SOLOMA	0,3809796
SOLOYA	0,4992882
SOTANO	0,3357745
SUANTS	0,2027593
SUCIO	2,9861654
SUMINO	0,0984551
SUNO	5,5859645
SUPAYACU	0,9034507
SUQUIBI	1,6975931
SUYUNUYACU	1,4198713
TABIAZA	0,1761568
TABUCHE	0,5987717
TAISHACURARAY	0,1894111
TAMBILLO	15,8720278
TASHAPI	0,5068694
TAURA	20,6162038
TAYUNTZA	1,8143353
TELEMBI	20,9231759
TENA	1,2310756
TENGUEL	0,9244284
TIAONE	2,6877732
TIBIO	0,3107459
TIGRE	0,6401588
TIGREYACU	0,4913646
TIGUA	0,1881879
TIGUINO	7,0408578
TINGUISA	0,6050725
TIPUTINI	24,2597128
TITINKIAF	0,1537777
TIVACUNO	3,0289494
TOACHI	5,5244148
TOACHI CHICO	0,3321738
TOACHI GRANDE	0,8801532
TOBAR	0,1964380
TONCHIGUE	0,0720178
TOPO	1,3341848
TRAPICHILLO	0,0555729
TUISHCACHI	0,1662416
TULULBI	1,0456433
TUNA	0,4937784
TUNA CHIGUAZA	0,5647811
TUTAPIASCO	0,1644999

NOMBRE	Area km ²
TZAPINO	2,5492301
TZENGANGA	5,0319723
UDUSHAPA	0,7503904
UMBE	1,7281125
UPANO	56,595661
USHILLA ZAZAPI	0,6339622
VALDIVIA	0,6989516
VENDIDO	0,1320402
VENTANAS	0,7876038
VERDE	5,1681079
VERDE CHICO	0,1085455
VERDEYACU	0,7547349
VICHE	2,6939238
VILLANO	9,3515466
VINCES	8,5211020
VIVAR	0,1848226
VOLCAN	0,8763697
WAGRANI	0,6484086
WAMPIS	0,5832814
WAPUNTSENTZA	0,2719307
WAWAIM	0,6216328
WAWAIMI	0,4161248
WAWAIN	0,2256270
WICHIMIE	1,9622716
YAAPI	0,7817441
YAGUACHI	0,4978329
YAGUANA	0,3291512
YAHUILA	0,3017244
YAMALICO	1,294963
YANARUMI	0,0981752
YANUNCAY	0,7427482
YAREPA	0,7429847
YASUNI	5,7286054
YATANAENTZA	0,2139338
YAUPI	3,7247506
YURUGYACU GRANDE	0,6042336
YUTURI	0,5956461
ZAMORA	36,8498119
ZAPOTAL	2,0009458
ZARUMILLA	2,2865847
ZUDAC	0,2074906
Total	4406,85

A.2 Lagos y lagunas

El modo de proceder para el cálculo de la superficie abarcada por un lago o laguna es similar al cálculo realizado en el apartado anterior. En esta sección además se determinará la ubicación de los distintos lagos y lagunas, pues por su forma y distribución esto es factible.

A continuación se muestra la forma en que se procedió para el cálculo de la superficie y ubicación de los diferentes lagos y lagunas.

1. Se identificó cuáles cartas cartográficas poseían información sobre algún lago o laguna
2. Se aproximó el área de los lagos o lagunas identificados, a través de polígonos.
3. Cuando la información de una misma laguna se encontraba en más de una carta, se calculaba el área de cada porción de lago o laguna en todas las car-

tas identificadas, siendo la suma de las superficies de las porciones de cada lago o laguna, la superficie del mismo.

4. Una vez cuantificados la totalidad de lagos y lagunas, se aproximó la ubicación geográfica de cada lago y laguna de la siguiente manera:

- 4.1. Se calculó el centro de masa de cada división de un mismo lago o laguna.
- 4.2. Se tomó a cada uno de los centros de masa como

AZUAY	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA AGUARONGO	0,005749502759
LAGUNA ARROZPAMBA	0,011527813280
LAGUNA ATAJADA	0,032495312738
LAGUNA ATUGYACU CHICO	0,011247743355
LAGUNA ATUGYACU GRANDE	0,109581167040
LAGUNA AURINCOCHA	0,021225943874
LAGUNA AYLLON	0,076011951606
LAGUNA BARROS	0,003854020754
LAGUNA BILLETE	0,031174272296
LAGUNA BURIN CHICO	0,023598475281
LAGUNA BURIN GRANDE	0,100137432722
LAGUNA BUSA	0,094744344641
LAGUNA CANOTILLOS	0,188439254770
LAGUNA CARDENILLO	0,014317561336
LAGUNA CASUIUA	0,007719340319
LAGUNA CEBADILLA	0,002424655296
LAGUNA CELESTE	0,009035208727
LAGUNA CHACAYACU	0,055098520570
LAGUNA CHACHACOCOA	0,011521925045
LAGUNA CHARON HUASI	0,021112012329
LAGUNA CHICA TOREADORA	0,012449710925
LAGUNA CHOPSHI	0,045241514220
LAGUNA CHUSALONGO	0,055193151617
LAGUNA CHUSPIHUAYCU	0,092046869375
LAGUNA COCHAURCU	0,006518353992
LAGUNA COCHUMA	0,060556192921
LAGUNA CONDORCOCHA	0,039260844747
LAGUNA CONTRA HIERBA	0,016410690509
LAGUNA CUCHEROS	0,034686023690
LAGUNA CUSNIHUAYCU	0,091445079490
LAGUNA DE AMARILLO DERRUMBO	0,091266440873
LAGUNA DE ANGAS	0,053682788476
LAGUNA DE BURIN	0,013285586914
LAGUNA DE CHAUPICHULO	0,079056761133
LAGUNA DE CUEVA ESCRITA	0,094189241867
LAGUNA DE DUBLAS	0,205358636507
LAGUNA DE GUNO	0,008854650658
LAGUNA DE INGAHUASI	0,012101203131
LAGUNA DE LA CASA	0,225517335
LAGUNA DE LAS IGLESIAS	0,009827125288
LAGUNA DE PALLACOCOA	0,008541002699

la posición de una partícula cuya masa puntual es el área de la porción de lago o laguna al que representa.

- 4.3. Se aproximó la ubicación del total del lago o laguna como el centro de masa de todo el sistema. Esta aproximación nos sirvió de guía para determinar la pertenencia de cada lago o laguna a las distintas provincias del continente ecuatoriano.
- 4.4. Al finalizar, se obtuvo la base mostrada en la siguiente tabla.

AZUAY	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA DEL PERRO CHICO	0,009659355496
LAGUNA DEL PERRO GRANDE	0,020468264785
LAGUNA DOS CHORRERAS	0,142316808673
LAGUNA ESTRELLA COCHA	0,024708176736
LAGUNA ESTRELLAS COCHA	0,038234108261
LAGUNA FONDO COCHA	0,035131629414
LAGUNA GALLO CANTANA	0,012267971413
LAGUNA HABACOTA	0,013667856651
LAGUNA HUNANCHI	0,191877293973
LAGUNA ILLINCOCHA	0,020139441063
LAGUNA INGA CASA	0,190789281109
LAGUNA INGADAN	0,002628910326
LAGUNA JIGENO	0,211683839460
LAGUNA LABRADOR	0,595469259982
LAGUNA LARGA	0,246483800988
LAGUNA LLALLI	0,011552401778
LAGUNA LLAVIUCU	0,131118529854
LAGUNA LORO URCU	0,015023877589
LAGUNA LOS CIPRESES	0,018892307792
LAGUNA LUSPA	0,795032338071
LAGUNA MAMA TOMASA	0,008321355034
LAGUNA MEDIANO PAQUI	0,074686387514
LAGUNA NARIG	0,008427756015
LAGUNA OSO HUAYCU	0,698258230293
LAGUNA PALLCACOCOA	0,047171028519
LAGUNA PAROQUINUAS	0,052831247454
LAGUNA PATOCOCOA CHICO	0,005615385409
LAGUNA PIEDRA AMARILLA	0,109386190834
LAGUNA PIACHI	0,003505655119
LAGUNA PICOCHAS	0,019064065997
LAGUNA PIDANCOCHA	0,033581154788
LAGUNA POTRO MUERTO	0,012320913405
LAGUNA PUCARRUMI	0,039751171072
LAGUNA QUINGOCOCOA	0,009486921271
LAGUNA QUINGOR	0,013425433115
LAGUNA QUINUAS	0,035955206451
LAGUNA RIDON COCHA	0,077594344881
LAGUNA RODEO O HACHAN	0,009807237407
LAGUNA RUNASHAYANA	0,039251673162
LAGUNA SANTO DOMINGO	0,081749118543
LAGUNA SEROCOCOA	0,003079774201

AZUAY	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA SHUNO	0,005954843216
LAGUNA SUNINCOCHA	0,388806480362
LAGUNA TAGSHA	0,079484871038
LAGUNA TAITA CHUGO	0,565747949210
LAGUNA TANGEO	0,008876446490
LAGUNA TAQUIURCU	0,053371367926
LAGUNA TINTACocha	0,403541684077
LAGUNA TINTAPUNGU	0,007089602257
LAGUNA TOREADORA	0,182900679660
LAGUNA TORUGACACHI	0,006560569418
LAGUNA TOTORA COCHA	0,043379943469
LAGUNA TOTORAS	0,065701944589
LAGUNA TOTORASCOCHA	0,151882103402
LAGUNA TOTORILLAS CHICA	0,019645493441
LAGUNA TRUENOCOCHA	0,271996454272
LAGUNA VALERIANA YACU	0,005181818362
LAGUNA VALERIANATO	0,095062587079
LAGUNA VENTANAS	0,339116594738
LAGUNA VIVIANA	0,005222292944
LAGUNA YANACocha DE ATUGYACU	0,020321257526
LAGUNA YANTAHUAYCU	0,134213346051
LAGUNA ZHIRIGUIDA	0,032145243749
LAGUNAS ALUMBRE	0,115391365166
LAGUNAS CARDENILLO	0,018238237173
LAGUNAS DE ATRACADEROS	0,120665059406
LAGUNAS DE ATUGPAMBA	0,139474370079
LAGUNAS DE CASCARILLAS	0,105689303050
LAGUNAS DE GUALAHUAYCU	0,023547761356
LAGUNAS DE NAPALE	0,250234061826
LAGUNAS DE PATOS	0,058701917071
LAGUNAS DE SIRANCHUGLLA	0,013602577833
LAGUNAS DE SUERACocha	0,010348044807
LAGUNAS LAS CHORRERAS	0,105247204726
LAGUNAS LAS CONLLOSAS	0,028916720839
LAGUNAS NEGRAS	0,082579624706
LAGUNAS PLAYAS ENCANTADAS	0,317821558515
LAGUNAS QUIMSACocha	0,124842115793
LAGUNAS SAN ANTONIO	0,039229089952
LAGUNAS UNIDAS	0,264239763064
LAGUNA TRES LAGUNAS	0,174385193248
BOLIVAR	
LAGUNA CALO COCHA	0,031483154708
LAGUNA LUTOCocha	0,001809820705
LAGUNA PATAMOCCHA	0,312412202729
LAGUNAS DEL TIQUIBUZO	0,011106724636
CAÑAR	
LAGUNA ARENILLAS	0,018323349582
LAGUNA BARROSCocha	0,034531710580
LAGUNA CASHIN	0,004304906776
LAGUNA CHULCUCocha	0,172682603364
LAGUNA CHUYA PATOCocha	0,001534981250
LAGUNA COCHA HUAYCU	0,002616363664

CAÑAR	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA DE TACANGA	0,004626818625
LAGUNA EL CARMEN	0,006301566145
LAGUNA EL RINCON	0,016970383550
LAGUNA GUABIZHUN	0,012424929014
LAGUNA JACARAN	0,052473571235
LAGUNA MACHANGARA COCHA	0,034481214828
LAGUNA MACHINGARA COCHA	0,471500762269
LAGUNA PAILACUCocha	0,012805154091
LAGUNA PATUL	0,080811165547
LAGUNA PINACocha	0,104478573476
LAGUNA QUITACocha	0,025658306613
LAGUNA SAN JOSE	0,056701242100
LAGUNA SARAMONTON	0,005962491355
LAGUNA SILUAPA	0,013412876900
LAGUNA SONTZAHUIN	0,265548198870
LAGUNA TAPLACocha	0,364780931780
LAGUNA TIPOCocha	0,004152104336
LAGUNA TOGLLACocha	0,102055011578
LAGUNA TROJECHARINA	0,010491395697
LAGUNA TUSHIN	0,027585691400
CARCHI	
LAGUNA ARQUITECTO	0,002981895340
LAGUNA DE BAÑOS	0,002640216636
LAGUNA DE CAJUCO	0,066183960629
LAGUNA DE LA PLAZA	0,005648417290
LAGUNA DE POTRERILLOS	0,237996809086
LAGUNA DEL MEDIO	0,012228160997
LAGUNA EL SALADO	0,061944788681
LAGUNA RASOCocha	0,004842092600
LAGUNA SANTA LUISA	0,015805714740
LAGUNA SASARIN	0,113466530278
LAGUNAS DE CRESPO	0,143553558893
LAGUNAS DEL VOLADERO	0,284670132634
CHIMBORAZO	
LAGUNA LAS TRES CRUCES	0,037990139439
LAGUNA AGUA DULCE	0,011105249736
LAGUNA ATANCOCHA	0,001862681048
LAGUNA AUCACocha	0,305853658213
LAGUNA AZUL	0,132035756102
LAGUNA AZUL COCHA	0,083431924016
LAGUNA BOAZO	0,291719221088
LAGUNA CACADRON	0,039767218719
LAGUNA CELINDRO	0,018855910208
LAGUNA CHAQUIISHCA COCHA	0,083905208835
LAGUNA CHOCARCOCHA	0,015161891250
LAGUNA CHUYACocha	0,007499057410
LAGUNA COCHA	0,018831220229
LAGUNA COJITAMBO	0,048686187539
LAGUNA CUBILLIN	5,423075677900
LAGUNA CUYUG	0,027941818319
LAGUNA DAHUICUCHA	0,004813567111
LAGUNA DE COLTA	1,856214844859

Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental

CHIMBORAZO	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA DE YANACOCCHA	0,002023215898
LAGUNA DEL ORIENTE	0,008208437627
LAGUNA FICHIRON	0,005190242197
LAGUNA FRUTATIAN	0,045327743283
LAGUNA IGUAN COCHA	0,086847725030
LAGUNA JACSAN	0,175555418291
LAGUNA JUNACOCCHA	0,065508358750
LAGUNA MAGTAYAN	2,266122628220
LAGUNA MANGAN	0,194640034993
LAGUNA MAPACOCCHA	0,007511879082
LAGUNA MAPAHUIDA	0,067967409721
LAGUNA MUROCOCHA	0,062104171252
LAGUNA NEGRA	0,573269096382
LAGUNA NIDO COCHA	0,008160840000
LAGUNA PAILACOCCHA	0,288880109839
LAGUNA PALANGANA	0,201366870897
LAGUNA PATO COCHA	0,003292271175
LAGUNA PATO ESCOPETA	0,010301877500
LAGUNA PATOQUAMBUNA	0,019264446122
LAGUNA PAYLLACOCCHA	0,085156307944
LAGUNA PICHAHUIDA	0,575804745716
LAGUNA PUCACOCCHA	0,156545509209
LAGUNA PUNGUL	0,005111135768
LAGUNA ROCON	0,013818105938
LAGUNA RUMICOCCHA	0,022995851195
LAGUNA TALALAG CHICO	0,032727047608
LAGUNA TALINCOCHA	0,103248078350
LAGUNA TASARON	0,042573904855
LAGUNA TIAGUICOCCHA	0,032587283395
LAGUNA TINGUICOCCHA	0,070212489840
LAGUNA TINTILLAN	0,040149423977
LAGUNA TOLICOCCHA	0,066334620340
LAGUNA VERDE COCHA	1,302741128939
LAGUNA VERDE COCHA CHICO	0,010671213317
LAGUNA YAHUARCOCHA	0,080832148349
LAGUNA YANACOCCHA	1,604003588923
LAGUNA YANAURCU	0,056532279454
LAGUNA YUYO APANA	0,005232647437
LAGUNAS ARRAYAN	0,120893066042
LAGUNAS DE TASARON	0,007246358205
LAGUNAS MAGDALENA	2,650021487910
LAGUNAS TIACOS	0,008036829021
LAGUNA AMARILLA	0,085110974369
COTOPAXI	
LAGUNA COCHAURCO	0,006235357733
LAGUNA CONDOR COCHA	0,003647914647
LAGUNA CUTZHUALO	0,006564328128
LAGUNA DE YAMBO	0,251572072227
LAGUNA QUILOTOA	3,059385460000
LAGUNA TILINTE	0,022072751372

EL ORO	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA CHILLACOCCHA	0,002337639840
LAGUNA CHINCHILLA	0,005230641608
LAGUNA HUASIMO	0,123028533614
LAGUNA LA TEMBLADERA	0,821737959311
LAGUNA PUNTA BRAVA	0,120378821879
LAGUNA TOTORAL	0,284767051936
ESMERALDAS	
LAGUNA CHILE	0,015564506355
LAGUNA DE TIMBRE	0,032110131755
GUAYAS	
LAGUNA DE CAPEIRA	0,049736611878
LAGUNA CAZADORES	0,021674042713
LAGUNA CHALAUQUERA	0,009871565100
LAGUNA CUBA	0,017837093238
LAGUNA EL CANCLON	7,924801503370
LAGUNA EL ENCANTO	0,044034542510
LAGUNA GALLINA	0,023675128386
LAGUNA LAS LECHUZAS	1,735195169460
LAGUNA LAS TAREAS	0,032738168150
LAGUNA PIEDROTA	0,004014743450
LAGUNA QUIQUILAY	0,025078140300
LAGUNA SAN JAVIER	0,014496295700
LAGUNA TADEO	0,012829255750
LAGUNA TEFANA	0,004351428750
LAGUNA UÑA DE GATO	0,012376272050
IMBABURA	
LAGUNA AZUL O LAGUNA PINTADA	1,179848003280
LAGUNA BLANCA O CHIQUITA	0,007040697199
LAGUNA BURROCOCHA	0,037284427229
LAGUNA CRISTOCOCCHA	0,043880943157
LAGUNA CUBILCHE	0,014445828639
LAGUNA CUICOCCHA	3,936512262644
LAGUNA DAGNARO	0,030695575605
LAGUNA DE CUNRRU	0,018080201496
LAGUNA DE LAS GARZAS	0,090920930803
LAGUNA DE SAN PABLO	6,068211137360
LAGUNA DE YAHUARCOCHA	2,405116086490
LAGUNA JARICOCCHA O CARICOCCHA	0,062687609627
LAGUNA LA COCHA	0,021688099547
LAGUNA PURUHANTA	2,729103452710
LAGUNA SUCAPILLO	0,008712871506
LAGUNA TOBAR DONOSO DE PIDAN	1,900884886980
LAGUNA TUROCOCHA	0,016231772065
LAGUNAS MORASPUNGU	0,003905215554
LOJA	
LAGUNA ARAMARA	0,014094448789
LAGUNA CAMPANA	0,005514926343
LAGUNA CHUQUIRAGUA	0,027675206023
LAGUNA COCHA CARANGA	0,004115176451
LAGUNA COCHA LARGA	0,010284003538

LOJA	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA DE HUATIHUIDA	0,004353030727
LAGUNA DE PATOS	0,076055855229
LAGUNA DE PAYON	0,028264882503
LAGUNA DE YULUC	0,030054855569
LAGUNA NATOSA	0,008812723095
LAGUNA PENCO PENCO	0,009220016929
LAGUNA PRIETA	0,056936702820
LAGUNA SAN MIGUEL	0,005781519690
LAGUNA SARIHUIDA	0,028194815277
LAGUNA SHARIHUIDA	0,010810125761
LAGUNA TIGRECOCHA	0,005863175469
LOS RIOS	
LAGUNA AVEJONAL	0,498810911636
MANABÍ	
LAGUNAS DE OXIDACION	0,226935229694
LAGO EL ROSARIO	0,043908610162
MORONA SANTIAGO	
LAGUNA AUSULLAY	0,020447441543
LAGUNA AYAUSHI	0,088646599790
LAGUNA BRAVA	0,006752738652
LAGUNA BUITRE	0,009139645091
LAGUNA CADO	0,029278259282
LAGUNA CARIMAYLLAG	0,027971124884
LAGUNA DE LOS PATOS	0,004343428823
LAGUNA DE PITIU	0,074386726826
LAGUNA DE PUSHI	0,136605151126
LAGUNA FRIEGA GENTE	0,056032331418
LAGUNA JUAN PABLO	0,019429205987
LAGUNA KUMPAK	0,106567449924
LAGUNA LA QUINTA	0,518766142018
LAGUNA LAGARTOCOCHA	0,769905670787
LAGUNA MINAS	0,143753449344
LAGUNA MUSHUGLLAGTA	0,082098258057
LAGUNA PAYLLACOCHA	0,034779718184
LAGUNA PIRCAPUNGU	0,010325635860
LAGUNA PUTZUCUCHA	0,050796381274
LAGUNA SAN LUIS	0,019778196356
LAGUNA SANTA BARBARA	0,106597000358
LAGUNA SHARARUMI	0,042233305754
LAGUNA SHILILE	0,267699509781
LAGUNA SOLTERO COCHA	0,207031621683
LAGUNA TULLPAS	0,014612690956
LAGUNA YANASACHA	0,004469164901
LAGUNAS DE ANTEOJOS	0,233790460748
LAGUNAS DE ATILLO	0,195820908580
LAGUNAS SARDINAYACU	1,714825267941
LAGUNAS TAMBILLO	0,095180649612
LAGUNAS YANACOCHA	0,013966608660
NAPO	
LAGOS DE CAJAS	0,056381741624
LAGUNA BOSALIA	0,010803730975
LAGUNA CHUSPICOCHA	0,052218886029

NAPO	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA CIEGA	0,091896280695
LAGUNA DE COJANCO	0,075353472021
LAGUNA DE DOS VENADOS	0,197126630105
LAGUNA DE LOS LEONES	0,199143568605
LAGUNA DE MICA	1,827749849460
LAGUNA DE PALO	0,021913327926
LAGUNA DE SOGUILLAS	0,014326858707
LAGUNA EL CABLE	0,055153997676
LAGUNA EL CORAZÓN	0,038749398950
LAGUNA ENCANTADA	0,376368785497
LAGUNA JATUNCOCHA	0,084133103833
LAGUNA LAGUNA	0,102187016770
LAGUNA LLAVICOCHA	0,022716980998
LAGUNA LORETO	0,512532604365
LAGUNA MANGASHIMA	0,034709739799
LAGUNA MANGASHINA	0,372607214194
LAGUNA MARCOS COCHA	0,167127040983
LAGUNA OSOPAMBA	0,025445064261
LAGUNA OYACACHI	0,122960536791
LAGUNA PAPALLACTA	0,431396879851
LAGUNA PARCACUCHA	0,480094213576
LAGUNA SAN FERNANDO	0,216413606070
LAGUNA SAN MOGOTES	0,256828915568
LAGUNA STA LUCIA	0,039092849409
LAGUNA SUCUS	0,055353972268
LAGUNA TOROSCOCHA	0,043756959690
LAGUNA TUMIGUINA	0,204318017372
LAGUNA YANACOCHA	0,150199909068
LAGUNA YURACCOCHA	0,466422775999
LAGUNAS GUAITA LOMA	0,166227618414
LAGUNAS SAN DIEGO	0,423116018701
ORELLANA	
LAGUNA ADANGU	0,236788792227
LAGUNA DE HURIRIMA	0,014343918921
LAGUNA JATUN COCHA	1,197273776066
LAGUNA PATACOCHA	1,085719671620
LAGUNA TARACOA	0,381384439513
LAGUNA YANAYACU	0,254314916608
LAGUNA YUTURI	0,171831387057
LAGUNA ZANCUDO COCHA	4,711013955560
PASTAZA	
LAGUNA ANGACOCHA	0,091588347194
LAGUNA ANGUILLASYACU	0,095523859234
LAGUNA AZUNQUILÍ	0,065438013927
LAGUNA CACHICAMA	0,291701124720
LAGUNA CAMUNGUICOCHA	0,047380547392
LAGUNA CHICHIROTACOCHA	0,098729390379
LAGUNA CHIMIRICOCHA	0,061491064948
LAGUNA CHIQUIACU	0,094307194392
LAGUNA CHUNCHOCOCHA	0,326748043414
LAGUNA CORTACOCHA	0,054740679720
LAGUNA CUPAPISHCA	0,035670703171

Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental

PASTAZA	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA DE PATO AMO	0,149156491027
LAGUNA GALOGALO COCHA	0,026770168350
LAGUNA GANOSCAPICOCHA	0,017473967970
LAGUNA GARZAYACU	0,091374611266
LAGUNA GUAYURICOCHA	0,051541516635
LAGUNA HUAMACOCHA	0,094882045053
LAGUNA HUASICOCHA	0,376701029072
LAGUNA HUSYRACOCHA	0,071657099667
LAGUNA INAYOCOCHA	0,006545563989
LAGUNA ISHPINGOCOCHA	0,281876286213
LAGUNA JESÚS COCHA	0,099154749953
LAGUNA LULLUCOCHA	0,122531836828
LAGUNA LOROCACHICOCHA	0,107534874884
LAGUNA MANGOCOCHA	0,073298472232
LAGUNA MEREYSHQUE	0,081581849010
LAGUNA MORETEPITISHCA	0,039507099988
LAGUNA PAICACOCHA	0,060836877776
LAGUNA PATOCOCHA	0,198243552782
LAGUNA PAVAYACUCOCHA	0,043854656876
LAGUNA PEÑASCOCHA	0,098147100188
LAGUNA QUILOALPACOCHA	0,022008860131
LAGUNA RAMOSCOCHA	0,036514806605
LAGUNA RUDASHILLO	0,323269883967
LAGUNA RUMISHUYUSHCA	0,239302327217
LAGUNA SANTA ROSA	0,443470464812
LAGUNA SHACARITACOCHA	0,118369210562
LAGUNA SHAHUACOCHA	0,036236086851
LAGUNA SHAPIRACOCHA	0,122126560120
LAGUNA SHINICOCHA	0,018558071377
LAGUNA SHUACOCHA	0,027038704410
LAGUNA TANGARANACOCHA	0,045494190251
LAGUNA TARCHICOCHA	0,447391447136
LAGUNA TILINGAZACOCHA	0,031566584064
LAGUNA UMUPICOCHA	0,053143824800
LAGUNA YANAPUMACOCHA	0,226085026772
LAGUNAS AZUCENACOCHA	0,079512181013
PICHINCHA	
LAGUNA CHIQUITA	0,180782661647
LAGUNA CONDORAZO	0,046894823533
LAGUNA CUSNIPAGCHA	0,005027517492
LAGUNA DE ATACAZO	0,013421917902
LAGUNA DE BAYO	0,006425821643
LAGUNA DE BOYER	0,294387401269
LAGUNA DE COLLANTES	0,088931780752
LAGUNA DE JATAPAMBA	0,016470293363
LAGUNA DE LIMPIOS	0,293932800839
LAGUNA DE MANDUR	0,054168752135
LAGUNA DE SECAS	0,107604754550
LAGUNA DE YUYOS	0,129681775461
LAGUNA ENJALLINADA	0,088292447070
LAGUNA ESTRELLADA	0,061460077993
LAGUNA GRANDE DE MOJANDA	2,947988628720

PICHINCHA	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA ISHGA	0,014116459028
LAGUNA LOS ANDES	0,040808909928
LAGUNA MUERTE PUNGU	0,273383640300
LAGUNA NEGRA PAGCHA	0,496751239598
LAGUNA NONALVICO	0,103020699483
LAGUNA NUNALVIRO	0,784558620878
LAGUNA PAILACAJA	0,068789763708
LAGUNA PARCACOCHA	0,016193644250
LAGUNA PATO GUACHANA	0,023499100473
LAGUNA PONDOCOCHA	0,007706372572
LAGUNA QUILIMAS	0,065116974908
LAGUNA QUINDECOCHA	0,296941038605
LAGUNA QUINGRAY	0,007423458850
LAGUNA SAL SI PUEDES	0,006613973306
LAGUNA SUPAYCAHUAN	0,006886661236
LAGUNA TIPO PUGRU	0,033385668650
LAGUNA TORUNO	0,028994256400
LAGUNA UNAGRAN	0,004735927612
LAGUNA VERDE	0,654491576719
LAGUNAS DE LA VIRGEN	0,023110306781
LAGUNAS TINGUICOCNAS	0,065250596453
LAGUNA TU CURRASIN	0,053252669650
SUCUMBOS	
LAGUNA AGRIO	0,313827664601
LAGUNA ANCACOCHA	0,094998220899
LAGUNA CANANGUENO	1,549174631620
LAGUNA CHALLUACOCHA	0,106484345171
LAGUNA CHARAPACOCHA	0,004517487409
LAGUNA COCODRILOCOCHA	0,074187509472
LAGUNA CUYABENO	0,149136508410
LAGUNA DE LIMONCOCHA	2,335366306460
LAGUNA GARZA COCHA	0,022667814665
LAGUNA GARZOCOCHA	0,669364591787
LAGUNA GRANDE	2,355663223893
LAGUNA IMUYA	1,152605892309
LAGUNA LOROCOCHA	0,044305783758
LAGUNA MACUROCOCHA	0,092065143060
LAGUNA MANDI	0,056622753667
LAGUNA MANZOCOCHA	0,020766289200
LAGUNA MATEO COCHA	0,240375720590
LAGUNA NEGRA O YANACOCHA	0,760948833296
LAGUNA PAÑACOCHA	0,267218261207
LAGUNA FIGUALI	0,192846671025
LAGUNA PIURI COCHA	0,086715780007
LAGUNA SAN JORGE	0,069922972725
LAGUNA SAN MARCOS	0,623069869828
LAGUNA YAHUANGA	0,060801169580
LAGUNAS DEL MIRADOR	0,474205751675
LAGUNA YURACOCHA	0,000969763042
TUNGURAHUA	
LAGUNA ANGASCOCHA	0,074095092325
LAGUNA ANTEOJOS	0,020695017112

TUNGURAHUA	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA ANZACUCHO	0,002401197423
LAGUNA CASADA COCHA	0,002518141202
LAGUNA CHILIQVIN	0,072103812582
LAGUNA CHILIQVINGUE	0,044915939342
LAGUNA CHIRIQVIN	0,000613109626
LAGUNA COCHA NEGRA	0,015662092699
LAGUNA DE ALULEO	0,059721343082
LAGUNA DE CHAUPI CHUSPA	0,025148565107
LAGUNA DE MINSAS	0,082560729846
LAGUNA DE PUJIN	0,023327164592
LAGUNA DEL TAMBO	0,123356903767
LAGUNA GUARUMO COCHA	0,214472563220
LAGUNA INABUELA	0,002404041118
LAGUNA LLLULLUCHA	0,001793246592
LAGUNA MALENDIA CHICA	0,006689090531
LAGUNA MALENDIA GRANDE	0,010268174984
LAGUNA NABOSBANCO	0,013848221017
LAGUNA ORQUETA COCHA	0,003556351468

TUNGURAHUA	
NOMBRE	Area km ²
LAGUNA PALOJAPINA	0,140284405023
LAGUNA PAYATAMBO	0,008120579210
LAGUNA PISAYAMBO	4,639250880448
LAGUNA QUILLOPACCHA	0,358641187354
LAGUNA SILLA HUAYCU	0,001590643446
LAGUNA SIQUIBULU	0,035498019165
LAGUNA TINGO	0,053150687080
LAGUNAS DE ALVAREZ	0,044494093981
LAGUNAS DE YURACPATO	0,064809901790
ZAMORA CHINCHIPE	
LAGUNA COX	0,192886915360
LAGUNA DEL PATO	0,032917664764
LAGUNA DESAGUADERO	0,030802064495
LAGUNA LAS COLORADAS	0,050609140193
LAGUNA PATILLA	0,038177536794
LAGUNA SALADA	0,034053499502
LAGUNAS DE CONDORCILLO	0,123005073366
LAGUNAS DEL COMPADRE	0,360671719500
AREA TOTAL	121,458684837455

A.3 Zonas desérticas y de playa

Dentro de la cartografía base proporcionada por el IGM, se encuentra una categoría en la que se agrupan todas las zonas con gran acumulación de arena, grava o guijarros. Estas zonas se encuentran principalmente a lo largo del litoral o en el lecho de un río, siendo este el conjunto de zonas que se define en nuestro estudio como zonas desérticas o de playa.

Su área se determinó de manera similar a lo realizado anteriormente. A través de este cálculo se determinó que en su totalidad esta zona posee una extensión aproximada de 520,4 km², como se mostró en la Tabla 19.

A.4 Criadero de camarones, peces y similares

Su área se calcula mediante aproximación geométrica, de manera similar a lo mencionado anteriormente, teniendo como referencia fundamental, una vez más, la cartografía temática proporcionada por el IGM. A través de ella, se pudo determinar las zonas en donde se encuentra asentadas camaroneras, piscícolas y similares, las cuales abarcan un área de 333,26 km², como se muestra en la Tabla 34.

ZONA	ÁREA (km ²)
CRIADERO DE CAMARONES PECES Y SIMILARES	333,26

Tabla 34. Criadero de camarones, peces y similares

B Marco teórico

B.1 Centro de masa

Dado un sistema de partículas discreto o continuo, el centro de masas es el punto geométrico que se mueve como si la resultante de fuerzas externas actuaran sobre la totalidad de la masa del sistema, concentrada en dicho punto, movimiento que es equivalente al movimiento del sistema de partículas.

Sistema discreto Dado un sistema discreto de n partículas

con vectores posición $r_i (i = 1, \dots, n)$ el centro de masa, \mathbf{R} , se calcula de la siguiente manera:

$$\mathbf{R} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n r_i m_i, \quad (27)$$

donde m_i = masa de la partícula i –ésima y $M = \sum_{i=1}^n m_i$.

Sistema continuo

En un sistema continuo, la sumatoria se transforma en integrales resultando:

$$\mathbf{R} = \frac{\int r dm}{\int dm} = \frac{1}{M} \int r dm = \frac{1}{M} \int \rho(r) r dV, \quad (28)$$

donde ρ es la función densidad del sistema y $M = \int dm$.

Si se tiene que el sistema presenta una distribución homogénea de la masa, entonces la función de densidad es constante y puede salir de la integral teniendo que la ecuación

ción 20 puede escribirse como:

$$\mathbf{R} = \frac{\int r \, dm}{\int dm} = \frac{\rho \int r \, dV}{\rho \int dV} = \frac{\int r \, dV}{V}, \quad (29)$$

donde $V = \int dV$.

C Herramientas utilizadas

Para la realización del presente estudio se ha utilizado el programa ArcGis 9.2, y la cartografía digital básica 1:50.000 en formato shapefile proporcionada por el Instituto Geográfico Militar, cuyas principales características se detallan a continuación.

C.1 Formato shapefile

Un Shapefile es un formato de archivo digital que almacena los datos de forma vectorial y que alberga la localización y atributos de los elementos geográficos. Este es el formato estándar para el intercambio de información geográfica [5, 11].

Una Carta Topográfica Digital en formato .shp o shapefile está constituida principalmente por 3 archivos:

- El archivo que contiene las entidades geométricas de los objetos, y que se encuentra en formato .shp.
- El archivo que almacena el índice de las entidades geométricas, y que se encuentra en formato .shx.
- El archivo que contiene la información alfanumérica de los atributos de los objetos, y que se encuentra en formato .dbf.

Además de los archivos principales, un Shapefile puede estar constituido por archivos opcionales, que son los siguientes:

- Archivo que almacena el índice espacial de las entidades (.sbn, .sbx).
- Archivo que almacena el índice espacial de las entidades de los documentos inalterables (.fbn, .fbx).
- Archivo que guarda la información referida al sistema de referencia (.prj).

- Archivo que almacena los metadatos del shapefile (.shp, .xml).

C.2 Cartografía digital

La cartografía digital básica 1:50.000 en formato .shp, proporcionada por el IGM, está constituida por 546 cartas, las cuales cubren al país de manera disjunta y se encuentran subdivididas en dos zonas.

La zona 1 consta de 290 cartas abarcando en su mayoría la Región Costa y Sierra central. El estado de las cartas pertenecientes a la zona 1, al ser la primera versión de la base de datos cartográfica nacional, realizada en el año 2007, presenta las siguientes observaciones :

- Un porcentaje moderado de errores topológicos.
- Errores en la catalogación de los elementos.
- Errores de toponimia con respecto a la ortografía, sintaxis y ubicación espacial del elemento cartográfico.
- Falta de topología entre cartas contiguas.
- Falta de elementos cartográficos en un bajo porcentaje, y/o una mala estructuración dentro de la base de datos.
- Presencia de áreas y longitudes negativas en elementos lineales y poligonales por falta de una Reparación Geométrica de este tipo de información.
- Los elementos lineales no presentan una topología de redes. La dirección viene dada por la manera como fue digitalizada o restituida dicha información.
- Presencia de curvas de nivel por bloques.
- Falta de topología en el bloque de curvas de nivel.

La zona 2 está constituida por 256 cartas que abarca en su mayoría la región oriental y la frontera norte. Para esta edición de la cartografía digital, presentada en el año 2009, se corrigió en su mayoría los errores cometidos en la primera zona [12].