



ISSN 1011-484X

REVISTA GEOGRÁFICA DE AMÉRICA CENTRAL

59

ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR



CONTENIDO CONTENTS

	Pág.
PRESENTACIÓN PRESENTATION <i>Lilliam Quirós-Arias</i> <i>Consuelo Alfaro-Chavarría</i>	9
TEORÍA, EPISTEMOLOGIA Y METODOLOGIA THEORY, EPISTEMOLOGY AND METHODOLOGY	
REFLEXÕES SOBRE A TERRITORIALIZAÇÃO DA POBREZA EM CIDADES BRASILEIRAS REFLECTIONS ON THE TERRITORIALIZATION OF THE POVERTY IN BRAZILIAN CITIES <i>Elias Coimbra Da Silva</i>	17
LOS DIFERENTES DATUM Y PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS DE COSTA RICA: GENERALIDADES Y RELACIONES DIFFERENT DATUM AND CARTOGRAPHIC PROJECTIONS FROM COSTA RICA: GENERALITIES AND RELATIONS <i>Jorge Moya Zamora</i> <i>Bepsy Cedeño Montoya</i>	39

ESTUDIOS DE CASO
CASE STUDIES

LA PRESENCIA DE LOS CHIRICANOS EN EL PACÍFICO SUR DE COSTA RICA: APORTES DESDE LA GEOGRAFÍA HISTÓRICA
THE PRESENCE OF CHIRICANS IN THE SOUTH PACIFIC OF COSTA RICA: CONTRIBUTIONS FROM HISTORICAL GEOGRAPHY

Carlos Morera Beita

Silvia Meléndez Dobles..... 65

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE POTENCIAL CONFLICTO ENTRE USOS DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN, ARGENTINA

IDENTIFICATION OF AREAS OF POTENTIAL LAND-USE CONFLICT IN THE LUJÁN RIVER BASIN, ARGENTINA

Gustavo D. Buzai

Noelia Principi..... 91

IDENTIFICATION OF AREAS OF POTENTIAL LAND-USE CONFLICT IN THE LUJÁN RIVER BASIN, ARGENTINA
IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE POTENCIAL CONFLICTO ENTRE USOS DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN, ARGENTINA

Gustavo D. Buzai

Noelia Principi..... 125

INDICADOR DE AFECTACIÓN POR EVENTOS NATURALES EN EL CANTÓN DE ALAJUELA, Y SU RELACIÓN CON LA VULNERABILIDAD COMUNAL

AFFECTATION INDICATOR FOR NATURAL EVENTS IN THE CANTÓN OF ALAJUELA, AND ITS RELATION WITH THE COMMUNITY VULNERABILITY

Gustavo Barrantes-Castillo

Adolfo Quesada-Román

Daniela Campos-Durán

Katherine Padilla-Umaña..... 159

MORFOTECTÓNICA DE JALISCO Y OAXACA (1), MÉXICO
MORPHOTECTONICS OF JALISCO AND OAXACA (1), MEXICO

Mario Octavio Cotilla Rodríguez

Diego Córdoba Barba

Francisco Javier Núñez Cornú

Adán Gómez Hernández

Juan Ignacio Pinzón López

Leonardo Daniel Rivera Rodríguez197

ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA PRODUÇÃO DE GOIABA DO
MUNICÍPIO DE CARIÚS (CE), BRASIL

SOCIO-ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF GUAVA PRODUCTION
IN THE MUNICIPALITY OF CARIÚS (CE), BRAZIL

Sostenes Gomes de Sousa

Girlaine Souza da Silva Alencar

Francisco Hugo Hermógenes de Alencar

Celme Torres Ferreira da Costa249

PROPUESTA METODOLÓGICA DE GESTIÓN DE CUENCA
PARA EL SANAMIENTO, EL CASO DE LA MICROCUENCA DE
EL MUERTO

METHODOLOGICAL PROPOSAL OF WATERSHED MANAGEMENT
FOR SANITATION, EL MUERTO WATERSHED CASE

Magaly Mendoza Guadarrama

Alejandro Rafael Alvarado Granados275

VIOLÊNCIA URBANA EM UMA METRÓPOLE AMAZÔNICA:
A PRODUÇÃO DO ESPAÇO E DOS AGLOMERADOS DE
EXECUÇÃO NO MUNICÍPIO DE MARITUBA/PARA (2011-2013)

URBAN VIOLENCE IN AN AMAZONIAN METROPOLIS: THE
PRODUCTION OF SPACE AND ENFORCEMENT CLUSTERS IN
THE MUNICIPALITY OF MARITUBA/PARA (2011-2013)

Wellington de Pinho Alvarez

João Marcio Palheta da Silva

Christian Nunes da Silva

Ricardo Ângelo Pereira de Lima309

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS CARTOGRÁFICAS
Y CENSALES EN UN ESTUDIO HISTORIOGRÁFICO DEL
DISTRITO CENTRAL DE BARVA, 1945-2014**

APPLICATION OF CARTOGRAPHIC AND CENSUAL TOOLS
IN A HISTORIOGRAPHICAL STUDY OF THE CENTRAL DISTRICT
OF BARVA, 1945-2014

Marcela Otárola Guevara341

NOTAS Y DOCUMENTOS
NOTES AND DOCUMENTS

Normas de publicación
Publication guidelines369

Sistema de arbitraje
Peer review process379

PRESENTACIÓN PRESENTATION

La **REVISTA GEOGRÁFICA DE AMÉRICA CENTRAL** es una publicación de la Escuela de Ciencias Geográficas de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar de la Universidad Nacional de Costa Rica, publicada periódicamente por la Editorial de la Universidad Nacional (EUNA) desde 1974.

La revista está destinada difundir la Ciencia Geográfica y afines en todos los ámbitos, mediante la publicación de trabajos originales, informes inéditos, o adelantos de investigación que tengan especial relación con América Central, abordando temáticas propias de la Geografía: estudios regionales, problemáticas urbano/rural, ordenamiento territorial, recursos naturales y su relación con el medio, manejo de cuencas hidrográficas, ciencias de la información geográfica, análisis demográfico, temas relacionados con epistemología y enseñanza de esta disciplina.. Además, constituye un foro de expresión de la opinión profesional y de la discusión académica, y como tal, en él tienen cabida todos los aportes científicos que tienen esta finalidad.

En esta oportunidad, corresponde a la publicación No. 59 de la Revista Geográfica de América Central del II semestre de 2017 (julio a diciembre). Incluye 11 artículos ubicados en las diferentes secciones de la revista: teoría, epistemología y metodología, estudios de caso y notas, y documentos. Disponible en versión impresa y digital, esta última se puede encontrar en el siguiente link <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica>.

El primer artículo, problematiza sobre la reproducción de ciertos lugares al margen de la producción capitalista del espacio, como territorialidades envueltas en ese proceso; espacios caracterizados por la pobreza, la

exclusión y la vulnerabilidad. Para realizar este trabajo se utilizó un análisis de ciudades medias paulitas, apoyados en teorías reconocidas que tratan la cuestión de la pobreza. Se propone además, otro modo de entender el concepto de territorio, las relaciones de poder que permean las redes de reciprocidades, partiendo del análisis específico de la Favela da Avenida Río Pardo en la ciudad brasileira de Ribeirão Preto.

El segundo artículo, se refiere a las diferentes proyecciones cartográficas que se han implementado en Costa Rica. Inicia con la proyección Lambert que funcionó por muchos años, y continuó con el desarrollo de una nueva red geodésica, en 1990, basada en el posicionamiento satelital por medio de GPS, cuyos datos se usaron en la generación de cartografía en proyección CRTM90. Posteriormente, un proyecto de investigación desarrollado en la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG), reunió mediciones GPS de varios proyectos nacionales y realizó el primer ajuste de una red geodésica costarricense dentro del Marco Internacional Terrestre de Referencia (ITRF) de 1994. A mediados de la década del 2000, se realizó la medición de otra red geodésica nacional dentro del ITRF2000, la cual constituye la base del datum oficial de Costa Rica denominado como CR05, y la correspondiente cartografía oficial en proyección CRTM05. Las diferentes redes geodésicas que se han medido en Costa Rica y sus correspondientes proyecciones cartográficas implican que se cuente con una gran cantidad de información geoespacial, de la cual es fundamental conocer sus metadatos en aras de poder proyectarla al plano correcto, o transformarla de manera adecuada.

El tercer artículo, analiza la presencia de los chiricanos en la región fronteriza entre Costa Rica y Panamá; que durante la época colonial fue fraccionada, pero que su presencia se manifiesta en pueblos como ngäbe Buglé. Estos pobladores llegaron en busca de refugio por las guerras, áreas de pastoreo o tierras agrícolas, y finalmente, a ser mano de obra en las plantaciones bananeras; son el mismo tejido del campesinado mestizo que dominó en las regiones costeras del país tanto en el Caribe como en el Pacífico; lo cual facilitó su fusión con otros grupos. El análisis se realiza apoyado en referencia secundaria y centrada en la reconstrucción de sus rutas de ocupación. Este artículo evidencia que el concepto de frontera responde a razones más políticas que culturales, debido a que el territorio es un continuo, especialmente, en regiones fronterizas.

El cuarto y quinto artículo (versión español e inglés) propone que la Geografía, como ciencia espacial, se apoya en la utilización de métodos cuantitativos aplicados con Sistemas de Información Geográfica (SIG). En este contexto, el modelado cartográfico y las técnicas de evaluación multicriterio permitieron definir una estrategia metodológica para la identificación de áreas de potencial conflicto entre usos del suelo en escala regional (LUCIS, *Land-use conflict identification strategy*). La investigación se realiza en la cuenca del río Luján con el objetivo de definir estas áreas como consecuencia de la futura competencia espacial entre el uso del suelo urbano, la producción agrícola y las áreas de conservación. Los resultados obtenidos constituyen una excelente herramienta de utilidad en la planificación territorial.

El sexto artículo, presenta un estudio en el que se realizó un índice de desastres por medio de la base de datos DesInventar, con información entre 1970 y 2013, mediante la cual se determinaron los cinco distritos con mayor afectación por amenazas naturales del cantón de Alajuela, correspondientes a Alajuela, San José, San Isidro, Sabanilla y San Antonio. A su vez, se identificaron los 16 poblados con la mayor recurrencia de eventos de desastres reportados, en donde se realizaron entrevistas a líderes comunales de las Asociaciones de Desarrollo Integral (ADI) para conocer los sitios de mayor afectación histórica y reciente, los cuales fueron corroborados en el campo.

El séptimo artículo, presenta la morfotectónica de Jalisco y Oaxaca, México, evidenciando que la transmisión de esfuerzos, desde la zona de interacción convergente de placas en el Pacífico hacia el interior continental, ha determinado la actual configuración del plano morfotectónico del entorno mexicano. Ese proceso ha producido dos importantes zonas de deformación transversal: Puerto Vallarta y Oaxaca. Aplicando la metodología de Rantsman (1979), se ha determinado en el territorio emergido un mismo patrón morfoestructural y morfotectónico con ciertas modificaciones en Puerto Vallarta. Para la zona centro-oeste mexicana se distinguen 6 bloques, 29 microbloques, 6 alineamientos principales y 4 intersecciones principales de alineamientos. Estos elementos se ajustan a las zonas de mayor actividad y deformación neotectónica (~38000 km²), con un eje principal NO-SE. La misma técnica se aplicó a la región de Oaxaca, adyacente a Tehuantepec, donde hay 8 bloques, 25 microbloques, 8 alineamientos

principales y 14 intersecciones principales de alineamientos. Este conjunto tiene una zona de deformación (~40000 km²) con eje principal E-O. El análisis de la sismicidad, las fracturas, los alineamientos, los cuerpos volcánicos y las velocidades de convergencia de las placas con los modelos obtenidos, permite considerar un movimiento de rotación anti-horario, vinculado a la microplaca Rivera para Puerto Vallarta; mientras que en Oaxaca existe un ajuste frontal en la convergencia directa de la placa Cocos, donde no hay rotación.

En el octavo artículo, se presenta un análisis socioambiental de la producción de guayaba en el Municipio de Cariús (CE), Brazil. La revolución verde difunde el uso de químicos y maquinaria pesada en la agricultura; los agricultores tuvieron que adecuarse a esta política de masificación de uso de agrotóxicos y fertilizantes para obtener financiamiento bancario. La falta de información sobre el uso apropiado de estos productos causa graves problemas a la salud, contamina la biota y a los consumidores. Son pocos los estudios que abordan el impacto generado por esta actividad; el objetivo del estudio fue levantar aspectos socioambientales de la producción de guayaba, con vistas a identificar los problemas sociambientales generados.

El noveno artículo, presenta una propuesta metodológica de gestión para el saneamiento en la microcuenta de El Muerto, México. La atención del problema de contaminación puede desarrollarse a través de las particularidades del manejo del líquido. Ante esta situación, se planteó el estudio del proceso de manejo del agua para comprenderlo a partir del análisis de cinco núcleos: biofísico, sociocultural, económico, tecnológico y político-administrativo, con la finalidad de encontrar una alternativa a las visiones simples del aprovechamiento del recurso y lograr una propuesta metodológica de gestión.

El décimo artículo, presenta un estudio de caso, en el cual la violencia homicida está presente y especializada por todo el territorio municipal de Marituba- Para, metrópoli amazónica. Los conflictos marcados por la acción violenta y la extinción de la vida indican un problema territorial, en sentido complejo, en la organización y estructuración de la vida de un colectivo. La violencia homicida es uno de los reflejos de la fragilidad sociopolítica de las comunidades. Este artículo procura demostrar, por medio del análisis de datos oficiales y de investigaciones bibliográficas de campo, cómo están territorializados los aglomerados de exclusión y de

ejecución en el municipio de Marituba, y cómo las instituciones de seguridad manifiestan concentración de la violencia.

En décimo primer artículo y último, se presenta un estudio de caso desde la desde una perspectiva historiográfica el Distrito Central de Barva, ciudad de Costa Rica, haciendo uso de fotografías aéreas, mapas y registros de población para comprender su transformación de un lugar rural a uno urbano entre los años 1945 y el 2014. investigación de Historia Aplicada. Con ellas se definieron tres periodos, cada uno con una configuración diferenciada y se expuso la variación demográfica de sus habitantes, observando así la modificación de la morfología urbana como una acción directa del ser humano.

De esta forma, se aprovecha para invitarlos a visitar el sitio electrónico de la revista (<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica>), donde encontrarán en formato PDF todos los números desde su creación.

Esperando que este número sea de gran utilidad para todos los interesados en los estudios geográficos.

Saludos cordiales,

MSc. Lilliam Quirós Arias
Mag. Consuelo Alfaro Chavarría



TEORÍA, EPISTEMOLOGÍA Y METODOLOGÍA

**THEORY, EPISTEMOLOGY
AND METHODOLOGY**

REFLEXÕES SOBRE A TERRITORIALIZAÇÃO DA POBREZA EM CIDADES BRASILEIRAS

REFLECTIONS ON THE TERRITORIALIZATION OF THE POVERTY IN BRAZILIAN CITIES

*Elias Coimbra Da Silva*¹
Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.1>

RESUMO

O texto que ora apresentamos é uma tentativa de problematizar a reprodução de certos lugares à margem da produção capitalista do espaço, bem como as territorialidades envolvidas nesse processo. Lugares esses de pobreza, de exclusão, de vulnerabilidade e que requerem dos geógrafos um olhar diferenciado. Para realizar esse intento, consideraremos algumas propostas de análise de cidades médias paulistas nas quais as ocupações irregulares fizeram-se presentes, além de teorias reconhecidas que tratam da questão da pobreza. Ao mesmo tempo, queremos propor outro modo de entender o conceito de território, as relações de poder que o permeiam e as suas redes de reciprocidades, partindo da análise, específica, da Favela da Avenida Rio Pardo, na cidade brasileira de Ribeirão Preto. Esperamos assim, contribuir na compreensão das desigualdades sociais, inclusive no nível espacial, bem como para pensar o advento de novos atores e de novos processos de territorialização.

Palavras-chave: Território Marginal, Poder, Favela, Rede.

1 Doutor em história e doutorando em geografia pela Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, trabalha como professor no ensino básico. Correio eletrônico: <coimbraelias@hotmail.com>

Fecha de recepción: 23 de enero de 2017
Fecha de aceptación: 26 de abril de 2017

ABSTRACT

This text aims at questioning the reproduction of certain places outside the capitalist production of space, as well as the territorialities involved in this process. Places of poverty, exclusion and vulnerability which require a different perspective from geographers. In order to update this attempt, we will consider some analysis proposals on the medium-sized cities of São Paulo in which irregular settlements are present, in addition to important theories on the issue of poverty. At the same time, we will propose another way of understanding the concept of territory, the power relationships that permeate it as well as its exchange networks, starting from a specific analysis of Avenida Rio Pardo slum in the Brazilian city Ribeirão Preto. Thus, we expect to contribute to the understanding of social inequalities even at spatial level, as well as to think about the advent of new actors and new processes of territorialization.

Keywords: Marginal Territory, Power, Slum, Network.

Introdução

Num texto já clássico, na historiografia, onde faz alusão às agruras da vida dos escravos negros, Portelli cita um acontecimento muito curioso. Segundo esse mesmo historiador, num tribunal, instado a dizer a verdade, somente e nada mais do que a verdade, a testemunha (um indígena norte-americano) teria respondido que poderia dizer somente o que ele sabia.²

Essa alegoria pode nos conduzir à reflexão – mais óbvia – acerca da história como ponto de vista, mais do que como “realidade nua e crua”. Em jornalismo, tal circunstância é tida como um dos seus princípios básicos – aquilo que eles (os jornalistas) costumam denominar de “império dos fatos” (Cosson, 2005, p. 57). Além disso, a mesma alegoria pode igualmente nos conduzir a pensarmos na complexidade do próprio processo histórico³; e esse é o ponto o qual queremos destacar.

Dentro das cidades – com suas máquinas de morar⁴ – as pessoas organizam-se, dando assim forma e conteúdo aos seus modos de vida. Ao mesmo tempo e numa outra Escala, o gestor público – motivado ou não por interesses coletivos – organiza o espaço urbano segundo parâmetros técnicos, econômicos etc., parâmetros esses que não coincidem com as

2 “[...] o antropólogo James Clifford conta, na introdução de seu *Writing Culture*, a história do índio canadense Cree que foi chamado a prestar um depoimento perante um tribunal; quando lhe foi pedido que jurasse dizer toda a verdade, a testemunha respondeu: Não sei se posso dizer a verdade... posso apenas dizer o que sei”. (Portelli, 1996, p. 63)

3 Espero que a inclusão desta nota não pareça pedantismo meu. O caso é que estou já tão habituado com alguns termos da pesquisa histórica que, eventualmente, posso até subestimar a importância dos mesmos; “processo histórico” é um bom exemplo. Com esse termo, os historiadores distinguem um certo “aquilo que aconteceu de fato” – que é inescrutável – de uma outra coisa que seria a narrativa sobre os fatos.

4 “Defende, Le Corbusier, que a casa deve ser uma máquina de morar, com economia e eficiência industriais.” (Cavalcanti, 2006, p. 43)

necessidades específicas dos grupos (para evitar dizer, neste ponto, *classes*); quando não, até mesmo, as contrariam. Tal é a complexidade do processo histórico – conforme a utilização que propomos, desse conceito.

Da mesma forma, sobrepõe-se a essa complexidade – questão de fato que é – uma outra ordem de questões. Ordem outra que nos remete, diretamente, às maneiras de existir dos grupos humanos que acrescentam, ao grande *puzzle* social (ou melhor, a Sociedade *tout court*), sua pequena peça. Com esse termo (“peça”) referimo-nos, para sermos mais explícitos, à construção daquelas autoimagens que costuma-se denominar de: Identidade Social⁵.

Complexidade do processo, ou seja, dos fatos, e complexidade das identidades no interior de um único corpo: uma cidade. O que propomos em nossa pesquisa – ante a qual o presente texto constitui-se num *work-in-progress* – é uma tentativa de explicar como e por que esse fenômeno que denominaremos de “território marginal”, é constituído e à margem (ou à revelia) da ação do Estado. Estado esse, presente tanto como o ente administrativo, como enquanto aquela parcela não-privada do espaço urbano e da sociedade; mas que deve dividir com outros atores a tarefa da produção desse mesmo espaço. A propósito, não é muito distinta a ideia sugerida por Raquel Rolnik, quando diz que a lei “determina apenas a menor parte do espaço construído” (1997, p. 13).

Esperamos, desta forma, contribuir para a compreensão das desigualdades sócio-espaciais, bem como para pensar o advento de novos atores nos processos de territorialização e de produção do espaço urbano. Atores, sujeitos, agentes, de uma cidade que acontece *apesar* do planejamento e que, não raras vezes, é estigmatizada ou mesmo destruída, em benefício da chamada Hegemonia. Mas, atores esses (homens, mulheres), nem sempre considerados na Geografia, dita humana, senão enquanto vítimas (objetos?) dos processos de exclusão.

Contrários a essa vitimização, pensamos que: “A exclusão social e a segregação espacial aparecem como formas simétricas e complementares na construção de grupos diferenciados e conscientes de suas especificidades” (Claval, 2013, p. 99). O que não implica dizer que os trunfos estão *democraticamente* distribuídos entre os atores *dominantes*, os atores

5 Utilizamos esse conceito, pautados naquela acepção de Claval expressa na afirmação: “As pessoas que vivem em uma política têm que dar um sentido a suas vidas” ou na ideia de “*ambientes* de memória”. (Claval, 2013, p. 81)

emergentes e atores os *residuais* – essa terminologia gramsciana emprestada em Raymond Williams (2000, p. 144) –, mas sim que os grupos segregados são mais do que aquelas vítimas das circunstâncias que, segundo Gottdiener (1993, p.80), pesquisadores como David Gordon, John Mollenkopf e Katznelson procuravam apresentar⁶.

No que tange ao nosso aporte de caráter teórico, também objeto de nossa investigação, buscamos problematizar, sobretudo, dois conceitos, ou noções. Primeiramente, cito a Territorialização. Estamos cientes da crescente luz lançada sobre ele nos estudos geográficos – o texto “Mito da Desterritorialização” de Rogerio Haesbaert (2006) é, nesse sentido, esclarecedor. A propósito, na obra dos franceses Deleuze e Guattari: “Mil Platôs” (1995/a/b), citados pelo próprio Haesbaert, é patente a presença desse mesmo conceito. Deste texto, ou melhor, conjunto de textos (e de Platôs), depreendem-se diversos outros conceitos seminais, como Agenciamento e Rizoma, tanto quanto o próprio método erigido o qual ainda não recebeu o devido reconhecimento entre os estudiosos do homem e da sociedade.

Por outro lado, cito a noção (conceito?) de “desigualdade”, frente a qual encontramos o amplo problema que concerne também à exclusão/inclusão social e todos os desdobramentos dessa dicotomia. Nesse caso, estamos familiarizados com as dificuldades de sua delimitação (ou definição), bem como com as soluções propostas; além de cômicos tanto das “formas institucionais da pobreza”⁷, de Serge Paugan (apud Melazzo, 2006, p. 53), quanto do processo de “desfiliação” de Robert Castel (ibidem) e, portanto, somos conhecedores do trabalho de compreensão das “formas e processos sociais” – no sentido em que são explicadas(os) mais que explicitadas(os): “[...] Statistics on the overt behaviour of populations do not readily supply a test of the explanation” (Barth, 1981, p. 16)⁸.

Referencial teórico

Entre os autores que julgamos importantes para o recorte temático em questão, citamos Everaldo Melazzo (2006). A riquíssima fonte

6 Quanto a Gordon, nos referimos ao seu livro *Capitalism and the roots of the urban crisis*; em Mollenkopf, a referência é o livro *The postwar politics of urban development*; e em Katznelson, a referência é *The crisis of the capitalist city*.

7 É impossível não notar a íntima relação entre essa concepção pragmática da pobreza e a sociologia anti-idealista de Bourdieu (1998).

8 *Estatísticas sobre o comportamento manifesto das populações não suprem de maneira adequada ao teste da explicação*. (tradução nossa)

secundária, outorgada em sua avaliação prognóstica acerca de algumas cidades médias paulistas, nos autoriza a realizar diversas analogias.

Paralelamente, os já citados Serge Paugan e Robert Castel, junto de autores como André Campos fornecem importantes subsídios para pensarmos a Marginalização, a Pobreza, a Exclusão etc. Nesse sentido, destacamos que a pobreza, não pode continuar sendo compreendida com as chaves interpretativas tradicionais, sobretudo porque ser pobre hoje é diferente de ser pobre no período histórico pré-industrial: uma questão moral, a “degradação” (Paugan, 2003, p. 24), sobrepõe-se à questão econômica. Ademais, o empobrecimento – a desqualificação social, na terminologia de Paugan – não é uma ruptura instantânea em relação a uma determinada situação oposta, mas daria-se em pelos menos três estágios, não necessariamente cumulativos: a “fragilidade”, a “assistência” e a “marginalidade” (Paugan, 2003).

Por outro lado, em nosso recorte nos deparamos com questões que se sobrepõem a esse circuito “estado↔população”. Tal é o caso do Crime Organizado – tema sempre atual no Brasil. Ao que se somam as disputas pela verdade narrativa dos fatos e, conseqüentemente, pelo poder (presente nas palavras) de denominar, classificar, hierarquizar as coisas.

Com referência ao anteparo filosófico, a princípio, o autor mais significativo nos parece ser Raffestin, com seu “Por uma Geografia do Poder”. Sua elaboração, em que Território e Poder pressupõem-se mutuamente, é exatamente aquilo que nos permite “geografizar” a temática, conforme se depreende da citação:

1. O poder não se adquire; é exercido a partir de inumeráveis pontos; 2. As relações de poder não estão em posição de exterioridade no que diz respeito a outros tipos de relações (econômicas, sociais etc), mas são imanentes a elas; 3. O poder vem de baixo; não há uma oposição binária e global entre dominador e dominados; 4. As relações de poder são, concomitantemente, intencionais e não subjetivas. (Raffestin, 1993, p. 53)

Entenda-se o Poder como uma gama de relações sociais, campos de força, dos quais as cristalizações – representadas pelas instituições sociais – são constituídas: “[...] The integrating factors or agents of stratification make up institutions: not just the State, but also the Family, Religion, Production,

the Marketplace, Art itself, Morality, and so on. [...]” (Deleuze, 1988, p. 75)⁹. Ao contrário daquilo em que o senso comum acredita, ou seja, que as instituições vêm antes das relações e, portanto, o Poder derivaria delas.

Então, nosso entendimento sobre a territorialização assume a postura segundo a qual Poder e Território pressupõem-se, postura essa encampada pelo francês Raffestin (1993). Para esse autor, é necessário que haja uma “intenção” (liame entre sujeito e objeto) e que essa intenção se desdobre na concretização de um projeto (no Espaço), a partir do qual o comportamento humano deva se pautar. A propósito, Sack não se distancia muito desta concepção. A diferença, quer nos parecer, reside em que Sack (1986) entende a territorialidade como uma estratégia de controle de uma área sob domínio.

Além de Raffestin, do ponto de vista teórico, mas também, agora, metodológico, são fundamentais os autores (com suas respectivas obras) tanto do Culturalismo¹⁰ quanto do Marxismo¹¹. Quando não estiverem, ambas as linhas, presentes numa mesma obra – tal é o caso de Raymond Williams. Num certo sentido, o primeiro (Culturalismo) é um desdobramento pontual do segundo, desdobramento encampado por autores marxistas já descrentes do potencial explicativo de um determinado marxismo (aquele, por exemplo, de Lênin e de Lukács) e, portanto, não existe nenhuma contradição nessa postura de síntese, diante das duas linhas teóricas.

Especificamente na Geografia, a influência dos Estudos Culturais encontra em Paul Claval um dos maiores expoentes. Segundo o autor, que indica como marco cronológico a década de 1970:

O objetivo da abordagem cultural é entender a experiência dos homens no meio ambiente e social, compreender a significação que estes impõem ao meio ambiente, e o sentido dado às suas vidas. A abordagem cultural integra as representações mentais e as reações subjetivas no campo da pesquisa geográfica. (Claval, 2013, p. 93)

9 Os fatores de integração ou agentes de estratificação constituem instituições: não meramente o Estado, mas também a Família, a Religião, a Produção, o Mercado, a própria Arte, a Moralidade e assim por diante. (tradução nossa)

10 Em relação ao dito *Culturalismo*, me refiro àquela corrente que, originando-se nas Ciências Sociais, na década de 1950 – e cujos marcos seriam R. Hoggart, com o seu *Utilizações da Cultura* e R. Williams com *Cultura e Sociedade* (Hall, 2003, p. 132) – disseminou-se pelas áreas afins, tais como a Geografia e a História.

11 Os autores marxistas pululam na geografia. Manteremos sempre em mente os esforços de Neil Smith (1988), Henri Lefèbvre e David Harvey (2005), mas a nossa referência é sempre o próprio Marx.

Enfim, existe ao menos mais um filósofo contemporâneo que nos parece essencial. Trata-se de Michel Foucault. Porém, especificamente, naquilo que suas reflexões acerca do conceito de Poder correspondem às nossas necessidades. Por exemplo: “[...] não se pode fazer nem a história dos reis nem a história dos povos, mas a história daquilo que constitui, um em face do outro, esses dois termos, dos quais um nunca é infinito e o outro nunca é zero” (Foucault, 1999, p. 200). Nosso ponto de partida, a ideia de que o Poder é ubíquo, de que é inextricável das relações sociais e, portanto, da territorialidade – “[...] é impossível manter uma relação que não seja marcada por ele” (Raffestin, 1993, p. 159) – e de que ele (Poder) não é uma “propriedade” das classes dominantes e nem mesmo da sociedade política, apresenta-se frequentemente na obra de Foucault.

Poder – é claro – que se desdobra quer num político, num econômico, num simbólico etc. O que buscamos destacar são essas “redes” – que se estabelecem das pessoas entre si mesmas; ou entre objetos técnicos e as pessoas; ou delas com lugares – sem as quais retornaríamos ao que disse La Blache, sobre a geografia não ser a ciência dos homens, mas dos lugares.

Características gerais

As hipóteses que encampamos são tão variadas quanto o arcabouço teórico. De qualquer forma, quer nos parecer que uma primeira consequência da análise desses territórios marginais por meio do aporte aqui encampado será uma explicação do urbano enquanto um espaço de disputa. Explicação essa que se fundamente, dialogicamente, quer numa descrição dos processos sócio econômicos envolvidos no assentamento das populações fragilizadas em áreas irregulares, quer na interpretação das ações e dos valores incorporados por essas mesmas populações; ações e valores que imprimem uma estrutura e uma dinâmica próprias a esses movimentos de ocupação (das áreas irregulares). Gottdiener (1993, p. 199) utiliza a expressão “dialética entre estrutura e ação” – o que preferimos evitar. Posto que é muito sensível, nas ciências sociais, essa dicotomia que dispõe uma estrutura (*framework*), frequentemente a-escalar e invariavelmente determinista, à ação social dos sujeitos.

Assim, no bojo da territorialização – enquanto processo social inerente – encontramos, envolvidos, grupos diversos guiados por interesses distintos: empresas de incorporação imobiliária, instituições públicas, pessoas físicas etc. uns movidos pelo lucro, outros pela necessidade de

habitação. Sendo que a importância (e, portanto, a efetivação) desses interesses constitui-se em si mesmo num elemento de natureza política, que amplia a complexidade de nosso desafio. Justamente essa “ordem de importância” resultará em territórios privilegiados – em linhas gerais, os espaços luminosos de Milton Santos (1997) – e, no outro extremo, em espaços opacos (ibidem), à margem dos quais encontramos os territórios marginais; privados, muitas vezes, até mesmo de existência¹².

Além disso, dessa mesma análise se desprende um enriquecimento da perspectiva teórica denominada: Produção do Espaço¹³. Uma vez que a marginalização – esse processo *top-down* – é ao mesmo tempo *bottom-up*, no que se refere aos seus modos de territorialização. Ora, Paugan (2003) já alerta para a resistência das populações empobrecidas face à tutela do estado. *A fortiori*, o estabelecimento das relações sociais inerentes ao processo de territorialização nos conduz justamente ao reconhecimento de uma autopoiese. Nesse sentido, a marginalidade resultante da ordem de importância dos interesses das populações empobrecidas – ou melhor, da sua “desimportância” – não interfere (supomos) no vigor das mesmas relações sociais e, portanto, em sua territorialidade.

Então, se faz necessário compreendermos tanto a territorialidade quanto a reticularidade desses espaços. Claro que isso não se faz cartograficamente, mas deslindando as reciprocidades entre os sujeitos, ou melhor, as “relações de poder” que configuram o território. Com isso, os chamados “aglomerados de exclusão” podem ser portadores de táticas de inclusão, na medida em que os sujeitos marginalizados, habitantes e produtores desses espaços que a sociedade preferiria esquecer, são capazes de estabelecer ligações entre si e com a sociedade como um todo.

A experiência contemporânea do *Ejército Zapatista de Liberación Nacional* (EZLN) com a utilização da internet em sua guerra de palavras contra o governo mexicano (Bisco Júnior, 2007), mesmo isolado na selva de Lacandona, em Chiapas, serve como índice das potencialidades do uso das tecnologias contra a estrutura produtiva que as forjou. Mas, não estamos (ainda) de posse de nenhuma evidência indicando que esse mesmo recurso seja utilizado pelas populações que analisamos. Em todo caso, voltaremos a isso adiante.

12 Diversos são, atualmente, no Brasil, os programas de “desfavelização” que, como o nome já diz, visam eliminar as favelas e transferir suas populações para habitações populares.

13 Na acepção em que seu precursor, Lefebvre, empresta à mesma perspectiva (Gottdiener, 1993, p. 127-135).

Com relação à reticularidade, partimos da definição inicial de Gerald Pitzl (2004, p. 156) até chegarmos a Manuel Castells (2001) com a noção de “espaço de fluxos”. Evidentemente, a Rede (no caso, urbana) está associada aos “espaços velozes”, sobretudo das cidades globais. Nesse sentido, pensamos em averiguar se é possível falarmos (ou não) em Rede quando a referência é o *hinterland*: os espaços considerados “entre-nodais”. A analogia que nos convida a aventar essa hipótese é fornecida pelos estudos de Geografia Política:

Trabalhando nas bases fornecidas por Max Weber, sociólogos (como Amitai ETZIONI, 1964; 1968), antropólogos (como Jacques MAQUET, 1970) e geógrafos (como Paul CLAVAL, 1978) têm explorado os métodos de como estas formas de poder são incorporadas em sistemas institucionalizados de relações sociais, que caracterizam sociedades. Eles enfatizam o papel da família (em suas dimensões de descendência e aliança), associações, mercados, relações pedagógicas, relações de mestre/escravo, tirania, casta, relações feudais, relações burocráticas, relações de poder-autoridade. Alguns padrões são igualitários, outros hierárquicos. Esta análise é importante, pois mostra que a vida política pode estar ativa em sociedades onde não há instituições políticas especializadas, como em tribos sem regras descritas por alguns antropólogos que são, muitas vezes, “sociedades contra o Estado”, como Pierre Clastres cita. (Claval, 2013, p. 75)

A propósito, essa articulação entre territorialidade e reticularidade pressupõe que adotemos diferentes escalas¹⁴. De modo que, tanto no que se refere ao espaço urbano enquanto produção social, quanto no que tange à diferenciação-seletividade intra-urbana – com a consequente desigualdade sócio espacial – buscamos *esboçar* (evitando dizer: definir) esse “sistema de objetos e de ações” (Santos, 2002, p. 63) em que constitui-se o referido território marginal.

14 Cada qual, tomada em sua própria geografia: “Processes of scalar structuration do not produce a single nested scalar hierarchy, an absolute pyramid of neatly interlocking scales, but are better understood as a mosaic of unevenly superimposed and densely interlayered scalar geometries. For, as Allen, Massey and Cochrane (1998: 60) indicate, . . . different kinds of social process have very different geographies and they do not all fit neatly into the same set of nested hierarchies (see also Lefebvre, 1991 [1974]: 85–88)” (Brenner, 2001, p. 606).

Processos de estruturação escalar não produzem uma hierarquia escalar única e de formato aninhado, uma pirâmide absoluta de escalas ordenadamente bloqueadas, mas são melhor compreendidos como um mosaico de geometrias escalares desigualmente sobrepostas e densamente intercaladas. Pois, como Allen, Massey e Cochrane nos indicam, . . . diferentes tipos de processo social têm geografias muito diferentes e nem todas se encaixam perfeitamente no mesmo conjunto de hierarquias aninhadas (ver também Lefebvre). (tradução nossa)

Metodologia

A nossa pesquisa compõe-se de uma coleta de informações, na qual os lugares serão identificados segundo procedimentos como: 1- levantamento de fontes impressas (através da própria internet, inicialmente); 2- observação da cartografia (aquela contida em Melazzo, 2006, por exemplo) e de imagens contidas em sítios (*raster*, fotografia aérea etc.) da internet, nas quais as construções irregulares demonstram padrões diferentes; 3- trabalho de campo. Observando que o trabalho de campo apresenta-se como a situação mais propícia à construção de evidência oral.

Paralelamente, procedemos à consulta bibliográfica referente ao tema. Autores como Paugan, Haesbaert, Rocha, Melazzo, enfim, quaisquer textos que versem acerca da Exclusão Social, ou ideias afins, serão tomados em conta e a leitura dos mesmos fundamentará nossa argumentação. Da mesma forma, os autores que oferecerem suporte teórico, como Raffestin, Castells e Lefebvre, instrumentalizando nossa pesquisa, respectivamente através de conceitos como Território, Rede, Urbano etc. serão consultados e as suas ideias nos serão de grande importância.

Na sequência utilizamos a análise e/ou à interpretação das informações; conforme a natureza da fonte. No caso, em se tratando de informações cujo significado seja basicamente descritivo, procederemos àquilo que se poderia tomar por “análise”, no sentido em que Kant (entre outros) empresta ao termo, ou seja, em “proposições cujo predicado faz parte do sujeito” (Russell, 1967, p. 248). Por outro lado, quando as informações envolverem representações, valores, sentimentos etc., procederemos à interpretação.

Destacamos, oportunamente, que toda e qualquer fonte é portadora de significações tanto objetivas quanto subjetivas. Além do que, no bojo da própria objetividade coexistem informações explícitas e implícitas (essas veladas com ou sem algum propósito). As fontes verbais demonstram isso com maior frequência, de forma que a nossa experiência junto da metodologia da Crítica das Fontes, tipicamente utilizada na pesquisa em História, será inevitavelmente mobilizada.

Foi assim que nos deparamos com algumas das fontes até o momento. A mesma mediação estabelecida entre o sujeito e a realidade, através das Representações, e encontrada pelo historiador quando esse está diante do passado (Fico, 2000, p. 42), nos foi absolutamente visível em diversos momentos. Sintomática é a divergência em torno do termo “favela”: como o poder público

mantem a continuidade entre o histórico desse termo e uma posição (uma autoridade) frente à opinião pública é algo completamente diferente da referência – inconstante – que as pessoas que convivem (com, e) nesses espaços fazem à “favela”; palavra que pode ser permutada por “comunidade”.

O que falta – com certeza na Geografia, embora muito menos na História – é alçar esses sujeitos, hoje à margem, a uma condição de protagonismo. Nesse caso, a minha formação enquanto historiador me conduz espontaneamente nessa direção, bem como torna inevitável a referência ao Edward P. Thompson; sobretudo naquilo que ele definiu como *história vista de baixo*; tal como nessa passagem

Certa vez, em um entrevista nos Estados Unidos perguntaram a E. P. Thompson qual sua opinião sobre a historiografia inglesa. E ele respondeu mais ou menos assim: Creio que grande parte da historiografia, principalmente na Inglaterra, considerou a sociedade do ponto de vista das expectativas e da auto-imagem da classe dominante: a *propaganda dos vencedores*. Por isso, eu creio que recuperar uma história alternativa supõe quase sempre polemizar com a ideologia dominante. (Thompson, 1987)

Trata-se de uma proposta tanto teórica quanto metodológica, na medida em que pesquisas com populações empobrecidas são muito frequentes – nas quais, porém, elas são objetos e não sujeitos. O próprio Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – responsável por boa parte das informações das quais dispomos (aliás, com facilidade) – realiza constantemente pesquisas; mesmo que metodologicamente restritivas (quando baseiam-se apenas em Questionários Fechados).

Estando o trabalho com as fontes completo, nos restará produzir o texto da tese. Texto esse de caráter discursivo-explicativo, no qual a presença de cartografia ocupará uma posição apenas ilustrativa. Do mesmo modo, não propomos nenhum prognóstico ou método de intervenção na realidade. Portanto, não sendo uma pesquisa apenas bibliográfica, ainda assim, nossa proposta limita-se ao *entendimento* dum recorte da realidade.

Área de estudo

O conceito de Território Marginal, aqui adotado, dialoga com a noção de institucionalização da pobreza, desenvolvida por Paugan (apud

Melazzo, 2006, p. 53): “[...] explicita-se o recorte da análise quando afirma que seu objeto não é a pobreza, mas as formas institucionais que esta assume”. Aliás, não é absoluta a diferença entre essa noção e a “modernização da pobreza”, apontada por Ivan Illich¹⁵. Muito pelo contrário. Ambos os autores tratam do mesmo problema, embora o viés de Illich seja consideravelmente mais político do que apenas econômico.

Outrossim, destacamos que para além da questão sociológica e, *a fortiori*, econômica, a pobreza também assume uma forma geográfica; uma territorialidade. Não são outra coisa as chamadas favelas, do que “territórios”, cuja cristalização de relações de poder – Poder no sentido aqui indicado, anteriormente – pressupõe e, dialeticamente reproduz, grupos humanos.

De qualquer forma, a presença de áreas nas cidades brasileiras com características de ocupações irregulares ou “favelas” – termo esse, atualmente, substituído por “comunidade”, em função do sentido pejorativo por ele evocado (Freire, 2008) – se mostra progressivamente maior. Nesse sentido, consideramos premente a necessidade de compreendê-las e não enquanto continuidade daqueles espaços (ou “aglomerados”¹⁶) de exclusão, mas naquilo que elas, as áreas de ocupação irregular, representam em si mesmas. Evidentemente, a “comunidade” representa alguma (outra) coisa para os *outsiders* – nesse caso, representa a “favela” (o pejorativo). O que nos leva à realidade aqui estudada.

Quanto ao nosso recorte espacial, o estudo – do qual deriva este artigo – centra-se na cidade de Ribeirão Preto, Estado de São Paulo. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2016) esse é um município de 674.000 habitantes, localizado a 316 quilômetros a nor-noroeste de São Paulo – cidade e capital – e com R\$ 42.682,00 de PIB *per capita*, ≡ US\$ 13.110,00.

15 “Departamentos de bem-estar reivindicam um mono-pólio profissional, político e financeiro sobre a imaginação social, estabelecendo padrões para o que é proveitoso e o que é possível. Este monopólio está na raiz da modernização da pobreza. Qualquer simples necessidade, para a qual foi encontrada resposta institucional, permite a invenção de nova classe de pobres [...]” (1985, p. 17)

16 O termo é utilizado por Haesbaert (1995).

Figura 1. Fotografia aérea com a localização (polígono tracejado) da “Favela Avenida Rio Pardo”. Data: 13 abr. 2016. Coordenadas (ponto hipotético no centro): 21° 09’09”S, 47° 50’ 07”W



Fonte: Google Earth, 2016. Edição do autor

No chamado Setor Oeste dessa cidade média paulista, no Bairro Ipiranga, encontramos um cinturão de pouco mais que 01 quilômetro de comprimento e não mais que 50 metros de largura, composto por habitações irregulares que foram sendo construídas sobre onde havia (anteriormente) a linha férrea da FCA (**Figura 1**); e ao longo da última década. Tal cinturão, conhecido localmente como “Favela da Avenida Rio Pardo” (ou Favela do Trilho), constitui aquilo que denominamos: Território Marginal. Para sermos mais precisos, a ocupação tem 27.936 m², com 238 unidades e 1.188 habitantes – no levantamento realizado em 2010 (Ribeirão Preto, 2010, p. 42).

Como esperado, temos verificado a construção (discursiva) unânime de uma favela (da Avenida Rio Pardo) enquanto território marginal. No âmbito das práticas, os atores sociais “de fora” (*outsiders*) buscam a caracterização de uma marginalidade com intuito claro de saná-la (a sua *Endlösung*¹⁷). Apesar de não existir uma política pública municipal visando remover essa favela de sobre os trilhos da antiga linha, é útil estabelecermos uma analogia demonstrando como, esse poder público local, lida com a “questão das favelas”.

No sítio eletrônico da Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto encontramos um tópico intitulado: “Projeto para urbanização da Favela Via Norte”. Abaixo encontramos o documento: “Concepção de Projeto – Área 1 Assentamento Precário Via Norte”. Trata-se de um volume com 77 páginas, sendo 26 delas dedicadas à questão ambiental (no sentido ecológico mesmo), mais 22 páginas para a questão fundiária (sempre pautada em legislação) e, finalmente, encontramos 7 páginas (65-72) dedicadas às pessoas que moram no local. Mas, observemos um pouco melhor. A partir da página 67, lê-se: “Planejamento e diagnóstico social”:

A equipe técnica envolvida se reúne com a equipe da Prefeitura para traçar um diagnóstico preliminar da situação. O diagnóstico social deve ser elaborado a partir de estudos específicos abarcando aspectos socioeconômicos, organizativos e de território, sempre em consonância com as análises físicas, urbanísticas, jurídicas e ambientais. Tais informações relacionadas permitem o alcance de **uma compreensão que foge do senso comum** e sintetiza uma situação e contexto, [...]. Em concomitância, a leitura da

17 “Solução Final”, ou seja, a última prática adotada pelos nazistas no sentido de solucionar o problema em que os judeus constituíam-se. É desnecessário dizer que a solução foi o extermínio.

realidade deve considerar as dinâmicas presentes no território, as disputas, conflitos, grupos de interesses, cultura local, histórico de formação e, sobretudo, **o entendimento que seus moradores tem da realidade**, seus anseios, necessidades, proposições e desejos (Viecili, 2015). [grifo nosso]

Curiosa essa coexistência de um condicionante êmico: “o entendimento que seus moradores tem da realidade” com a proposição tecnocrática: “uma compreensão que foge do senso comum”. Fato que se explica melhor quando descobrimos que o autor do projeto é um engenheiro florestal: Leandro Galhardo Viecili, CREA-SP n.5061514374. Essa é, portanto, a postura do ente público no trato com a “questão das favelas”. Quer nos parecer muito mais a concepção e lida com um ecótopo do que com uma “sociação” – esse último conceito é de Georg Simmel.

Figura 2. Planta de Ribeirão Preto, onde vemos a “Favela Avenida Rio Pardo”



Fonte: Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, 2017.

Disponível em: <<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br>>

Do ponto de vista de alguns dos moradores do Bairro Ipiranga (porém *outsiders* com relação à Comunidade do Trilho), a “marginalidade” pode ser verificada até mesmo na inadequação ao hábito correto de habitação: “As pessoas ganharam casa do *Minha Casa Minha Vida*¹⁸ e voltaram para morar na favela [da Avenida Rio Pardo]. Deixaram a casa lá, bonitinha, e voltaram pra favela” (Silva, 2017). No que podemos considerar variadas hipóteses: (1) os laços com o território são fortes o bastante para reter o morador na favela; (2) o morador não conseguiu honrar o financiamento; etc.

Seja qual for a explicação, o fato é que a resistência das populações vizinhas (da Comunidade da Av. Rio Pardo) à presença desse grupo, apenas atesta as disputas inerentes ao processo de territorialização (disputa por espaço, por visibilidade, entre outras coisas).

Resultados esperados

O trabalho resultante de nossa pesquisa – na qual o presente artigo cumpre uma etapa – não se utilizará de séries estatísticas nem buscará auferir a quantidade ou a intensidade dos fenômenos. Ainda assim, o texto e produto final, não é um ponto de chegada, mas um processo de aproximação ao tema eleito. Isso implica num dever de explicitarmos, sempre que necessário, as nossas fontes, indicando quem as produziu, como, quando e por qual motivo. No mesmo sentido, não silenciaremos acerca do “lugar de onde falamos”¹⁹ expondo nossos julgamentos acerca das operações produzidas por nós mesmos e as motivações que lhes dão anteparo.

Pois, não existe algo como neutralidade ou – como prefeririam os estruturalistas – não existiria relação translúcida entre o sujeito que pensa e o mundo que é pensado. Isso ficou patente acima, na breve análise do projeto acerca do “Assentamento Precário Via Norte”. Da mesma forma que fica patente na metodologia dos Questionários Fechados que busca

18 O programa “Minha Casa Minha Vida” é uma política pública federal cujo objetivo é o financiamento de imóveis populares. No Bairro Ipiranga, onde a Favela Av. Rio Pardo localiza-se, existem 448 residências relacionadas a esse programa (Ribeirão Preto, 2010, p. 48)

19 Michel de Certeau assim expressa essa dificuldade: “[...] Encarar a história como uma operação será tentar, de maneira necessariamente limitada, compreendê-la como a relação entre um *lugar* (um recrutamento, um meio, uma profissão, etc.), *procedimentos* de análise (uma disciplina) e a construção de um *texto* (uma literatura). É admitir que ela faz parte da realidade da qual trata, e que essa realidade pode ser apropriada enquanto atividade humana, enquanto prática. Nesta perspectiva, gostaria de mostrar que a operação histórica se refere à combinação de um *lugar* social, de *práticas* científicas e de uma *escrita*. Essa análise das premissas, das quais o discurso não fala, permitirá dar contornos precisos às leis silenciosas que organizam o espaço produzido como texto [...]”. (1982, p. 66)

falar em nome das pessoas – ali, na pesquisa, onde elas se encontram logicamente ausentes – mas, que apenas encaixam-nas dentro de categorias pré-estabelecidas: sexo, idade, renda etc.

Por outro lado, a natureza do recorte nos impõe um horizonte de conhecimento limitado – no sentido de um domínio pleno do tema: o território marginal. Isso significa dizer que trata-se dum estudo idiográfico. Todavia, não nos filiamos diretamente à geografia regional. Trata-se antes de realizar um trabalho de “descrição densa”, ou seja, conhecer o que quer que procuremos conhecer, além de minuciosamente, também nos próprios termos, ou seja, o fenômeno não precisa ser exemplar, com relação a leis ou padrões que não reconhecem fronteiras, mas sim, ele apresenta-se *significativamente* dentro da escala considerada; como explica Paul Claval (2013, p. 94):

A realidade que os geógrafos estudam é sempre aquela de uma cultura particular. Como analisar essa realidade sem considerar seus recortes mais importantes, sem perder o que faz a sua especificidade? Ao desconfiar dos relatórios simples, por serem feitos na ótica do observador, o etnólogo Clifford Geertz nos dá um norte. O etnólogo e o geógrafo devem praticar a arte da ‘descrição densa’ (thick description).

Nesse sentido, não há que se falar em uma busca de leis gerais, aplicáveis a quaisquer fenômenos análogos, mas – repetimos – do aprofundamento acerca de um fenômeno pontual, aprofundamento esse cuja a função lançaria uma luz diferenciada sobre um problema já estudado. Fato que nos aproxima, de alguma forma, da perspectiva (mais prática do que teórica) conhecida como Micro-história (Revel, 2000, p. 18), a qual não toma em conta apenas as normas e estruturas sociais, mas, sobretudo, as estratégias de utilização das mesmas pelos sujeitos. Proposição que vai ao encontro do conceito de Território (aqui utilizado) com suas redes de reciprocidades.

Esse é um recurso que permite apontar nuances ou até mesmo erros nas chamadas leis gerais. Assim, partimos do singular, em direção a certas verdades estabelecidas concluindo, eventualmente, pela imprecisão das mesmas verdades. Nessa perspectiva teórica, o ponto de chegada é o “geral” (de novo), mas entre aspas mesmo, posto ser, então, o geral somado ao detalhamento que o tensiona.

A “favela”, por exemplo, mais do que uma definição é um significado em disputa e não se trata apenas da pobreza ou da marginalização. A favela envolve também um espaço construído; e envolve um Território. Por si só, esse aporte geográfico já estabelece uma tensão no interior da abstração: “favela”. Junte-se a isso as especificidades da Favela Av. Rio Pardo, com as relações sociais que lhe são próprias, com as circunstâncias próprias de seu assentamento (a linha do trem) e conseguiremos deslindar a complexidade que muitas vezes um conceito encobre.

Last but not least, reforçamos que o Território não é nosso ponto de partida – papel que cabe ao nosso recorte – mas, um ponto de chegada e que sua importância apenas começa a ser observada. Aliás, observada não apenas na geografia (antropólogos e sociólogos também vêm se utilizando desse conceito). A partir dele, acreditamos ser possível enxergar a forma como os sujeitos se apropriam do espaço, enquanto estabelecem as relações sociais que cimentam a existência do grupo. Por outro lado, entendemos que um grupo que se opõe às normas e que, nesse caso, apropria-se de um terreno que o imperativo da Propriedade Privada torna defeso, constitui-se (inclusive no plano simbólico) enquanto essa “marginalidade” que os grupos submissos às normas atribuem.

Entretanto – e como temos já identificado – o que move as pessoas à marginalidade é a própria norma, posto que o acesso à terra urbana é extremamente seletivo em cidades como Ribeirão Preto: onde um imóvel com 100 m² de construção pode custar até 510 salários mínimos (Viva Real, 2016). De modo que essa população vê-se como sujeito de todos aqueles direitos experimentados pelos grupos submissos (às normas). Nesse momento, a disputa acerca da narrativa dos fatos nos impõe a necessidade de adotarmos aquela noção de Poder; e então, percebemos que isto sobre o qual estamos pisando se chama Território.

Referências

- Barth, F. (1981). “Anthropological models and social reality”. *Process and form in social life*. London/Boston/Henley-on-Thames, U.S.A./U.K.: Routledge & Kegan Paul. (pp. 14-32)
- Bisco Júnior, J. V. (2007). *Guerrilha em foco: a presença na mídia do discurso Zapatista, de seu surgimento até a Quinta Declaração da Selva*

- Lacandona. Dissertação de mestrado. Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Ouro Preto. Brasil. (pp. 139)
- Bourdieu, P. (1998). *O Poder Simbólico*. Tradução Fernando Tomaz. 2. ed. Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil.
- Brenner, N. (2001). The limits to scale? Methodological reflections on scalar structuration. In: *Progress in Human Geography*, 25(4), 591- 614.
- Castells, M. (2001). *A sociedade em rede*. Tradução Roneide Venancio Majer. 8ed. São Paulo, Brasil: Paz e Terra.
- Cavalcanti, L. P. (2006). *Moderno e brasileiro: a história de uma nova linguagem na arquitetura (1930-1960)*. Rio de Janeiro, Brasil: Jorge Zahar.
- Claval, P. (2013). “Por Paul Claval”. Almeida, M. G.; Arrais, T. A. (Org.). *É geografia, é Paul Claval*. Goiânia, Brasil: FUNAPE. (pp. 74-176)
- Cosson, R. (2005). “Romance-reportagem: o império contaminado”. Castro, G; Galeno, A. (Org.). *Jornalismo e literatura: a sedução da palavra*. 2. ed. São Paulo, Brasil: Escrituras Editora. (pp. 57-70)
- De Certeau, M. (1982). *A Escrita da história*. Tradução Maria de Lourdes Menezes. Rio de Janeiro, Brasil: Forense Universitária.
- Deleuze, G. (1988). *Foucault*. Translated and edited by Sean Hand. Minneapolis, United States: University of Minnesota Press.
- Deleuze, G.; Guattari, F. (1995/a). *Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia*. Vol. 1. Tradução Aurélio Guerra Neto e Célia Pinto Costa. Rio de Janeiro, Brasil: Ed. 34.
- Deleuze, G.; Guattari, F. (1995/b). *Mil Platôs: capitalismo e esquizofrenia*. Vol. 2. Tradução Ana Lúcia de Oliveira e Lúcia Cláudia Leão. São Paulo, Brasil: Ed. 34.
- Fico, C. (2000). “Algumas anotações sobre historiografia, teoria e método no Brasil”. Guazzelli, C. A. B. et al. (org.). *Questões de Teoria e Metodologia da História*. Porto Alegre, Brasil: Ed. Universidade/UFRGS. (pp. 27-40)
- Foucault, M. (1999). *Em defesa da sociedade – curso no Collège de France (1975-1976)*. Tradução Maria Ermantina Galvão. São Paulo, Brasil: Martins Fontes.
- Freire, L. L. (2008). *Favela, bairro ou comunidade? Quando uma política urbana torna-se uma política de significados*. In: *Dilemas: revista de estudos de conflito e controle social*, 1(2), 95-114.

- Gottdiener, M. (1993). *A Produção Social do Espaço Urbano*. Tradução Geraldo Gerson de Souza. São Paulo, Brasil: EDUSP.
- Haesbaert, R. (1995). “Desterritorialização: entre as redes e os aglomerados de exclusão”. Castro, I. et al. (Org.). *Geografia: conceitos e temas*. Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil. (pp. 165-206)
- Haesbaert, R. (2006). *O Mito da Desterritorialização*. 2. ed. Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil.
- Hall, S. (2003). *Da diáspora: identidades e mediações culturais*. Tradução Adelaine La Guardia Resende et al. Belo Horizonte/Brasília, Brasil: Editora UFMG/Representação da UNESCO no Brasil.
- Harvey, D. (2005). *A produção capitalista do espaço*. Tradução Carlos Szlak. São Paulo, Brasil: Annablume.
- Illich, I. (1985). *Sociedade sem escolas*. Tradução Lúcia M. Endlich Orth. 7. ed. Petrópolis, Brasil: Vozes.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2016). *Cidades@*, IBGE. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354340&search=sao-paulo|ribeirao-preto>.
- Lefebvre, H. (1999). *A revolução urbana*. Tradução Sérgio Martins. Belo Horizonte, Brasil: Editora UFMG.
- Melazzo, E. S. (2006). *Padrões de desigualdades em cidades paulistas de porte médio. A agenda das políticas públicas em disputa*. Tese de doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Brasil. (pp. 230)
- Paugam, S. (2003). *A desqualificação social: ensaio sobre a nova pobreza*. Tradução Renata Dias de Carvalho. Porto, Portugal: Porto Editora.
- Pitzi, G. R. (2004). *Encyclopedia of Human Geography*. Westport/London, U.S.A./U.K.: Greenwood Press.
- Portelli, A. (1996). *A Filosofia e os Fatos: narração, interpretação e significado nas memórias e nas fontes orais*. In: *Tempo*, Vol.1, N° 2. (pp. 59-72)
- Raffestin, C. (1993). *Por uma Geografia do Poder*. Tradução Maria Cecília França. São Paulo, Brasil: Ática.
- Revel, J. (2000). “A história ao rés-do-chão: prefácio”. Levi, G. *A herança imaterial: trajetória de um exorcista no Piemonte do séc. XVII*. Tradução Cynthia M. Oliveira. Rio de Janeiro, Brasil: Civilização Brasileira. (pp. 07-36)

- Ribeirão Preto. Conselho Municipal de Moradia Popular. (2010). Plano de habitação de interesse social de Ribeirão Preto/SP. Disponível em: http://www.habitacao.sp.gov.br/secretariahabitacao/downloads/pehsp/5_encontro_regional_ribeirao_preto_out10_19_2010/municipios_expositores/out19_2010_plhis_ribeirao_preto.pdf
- Rolnik, R. (1997). *A cidade e lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo*. São Paulo, Brasil: Studio Nobel/FAPESP.
- Russell, B. (1967). “Capítulo XX: Kant”. *História da Filosofia Ocidental*. Tradução Brenno Silveira. 2. ed. São Paulo, Brasil: Companhia Editora Nacional. (pp. 243-261)
- Sack, R. (1986). *The human territoriality – its theory and history*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Santos, M. (2002). *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo, Brasil: EDUSP.
- Santos, M. (1997). *Técnica, espaço e tempo: globalização e meio técnico científico informacional*. 3. ed. São Paulo, Brasil: HUCITEC.
- Silva, J. S. (2017), 49 anos, moradora do Bairro Ipiranga: depoimento. Entrevista concedida a Elias Coimbra da Silva, em 12 de fevereiro de 2017.
- Smith, N. (1988). *Desenvolvimento Desigual: natureza, capital e a produção do espaço*. Tradução Eduardo de Almeida Navarro. Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil.
- Thompson, E. P. (1987). *A formação da classe operária*. Vol. 1. Tradução Denise Bottman. Rio de Janeiro, Brasil: Paz e Terra.
- Vieçili, Leandro Galhardo. (2015). *Concepção de Projeto – Área 1 Assentamento Precário Via Norte*. Ribeirão Preto, 2015. Disponível em: https://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/sccivil/conselho/concepcao_projeto.pdf
- Viva Real, Imobiliária. (2016). Casa com 3 quartos à venda, 100 m² por R\$ 455.000,00. Avenida Heráclito Fontoura Sobral Pinto, 1855, Condomínio Evidence, Ribeirão Preto, SP. Disponível em: <https://www.vivareal.com.br/imovel/casa-3-quartos-condominio-evidence-bairros-ribeirao-preto-com-garagem-100m2-venda-RS-455000-id-77990741>
- Williams, R. (2000). “Teoría cultural”. *Marxismo y literatura*. Traducción de Pablo di Masso. 2. Ed. Barcelona, España: Ediciones Península. (pp. 91-165)

LOS DIFERENTES DATUM Y PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS DE COSTA RICA: GENERALIDADES Y RELACIONES

DIFFERENT DATUM AND CARTOGRAPHIC PROJECTIONS FROM COSTA RICA: GENERALITIES AND RELATIONS

*Jorge Moya Zamora*¹
*Betsy Cedeño Montoya*²
Universidad Nacional de Costa Rica

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.2>

RESUMEN

En Costa Rica se han implementado y usado una serie de proyecciones cartográficas desde la segunda mitad del siglo XX. La primera cartografía oficial del país, que funcionó durante varias décadas, estuvo basada en una proyección conforme de Lambert con dos paralelos de contacto. Con base en este sistemas cartográficos se definieron las denominadas las denominadas zonas norte y sur. Esta cartografía nacional consideró como superficie de referencia el elipsoide Clarke 1866, y como marco de referencia las coordenadas de los puntos provenientes de las cadenas de triangulación. A inicios de la década de 1990, se desarrolló un proyecto que tuvo dentro de sus objetivos primordiales dotar al país de una nueva red geodésica, basada en el posicionamiento satelital por medio de GPS. Las coordenadas ajustadas de los vértices de esta red referidas al elipsoide WGS84 constituyeron la base del llamado datum CR90, cuyos datos se usaron en la generación de

- 1 Dr.-Ingeniero, Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS (CNPDG), Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Universidad Nacional de Costa Rica. Correo Electrónico: jorge.moya.zamora@una.cr
- 2 Máster, Escuela de Ciencias Geográficas. Universidad Nacional de Costa Rica. Correo electrónico: betsy.cedeno.montoya@una.cr

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2016
Fecha de aceptación: 30 de enero de 2017

cartografía en proyección CRTM90. A finales de esa década, un proyecto de investigación desarrollado en la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) reunió las mediciones GPS de varios proyectos nacionales y realizó el primer ajuste de una red geodésica costarricense dentro del Marco Internacional Terrestre de Referencia (ITRF) del año 1994, dado a la época 1998,35 (Dörries y Roldán, 1998) y (Dörries y Roldán, 2004). Este nuevo datum se denominó como CR98, al cual se asoció la proyección CRTM98. A mediados de la década de los años 2000, se realizó la medición de otra red geodésica nacional dentro del ITRF2000, la cual constituye la base del datum oficial de Costa Rica, denominado como CR05 y la correspondiente cartografía oficial en proyección CRTM05. Las diferentes redes geodésicas que se han medido en Costa Rica y sus correspondientes proyecciones cartográficas implican que se cuente con una gran cantidad de información geoespacial, de la cual es fundamental conocer sus metadatos en aras de poder proyectarla al plano correcto o poder transformarla de manera adecuada. Si bien es cierto, para muchas de las aplicaciones prácticas la escala de trabajo no permite visualizar un efecto directo en el producto cartográfico, es indispensable el manejo adecuado de la información.

Palabras clave: datum Ocatepeque, datum CR90, datum CR98, datum CR05, proyecciones de Costa Rica.

ABSTRACT

As of the second half of the 20th century, Costa Rica has been implemented and used a series of map projections. The first official map of the country that worked for decades was based on a projection of Lambert, with two contact parallels and defining the so-called northern and southern areas. This national mapping considered -as a reference surface, Clarke ellipsoid 1866, and the coordinates of the points from triangulation chains as a reference framework. In the early 1990s, a project whose main purpose was to provide the country with a new geodetic network based on satellite positioning via GPS was developed. The adjusted coordinates of the vertexes of this network on the WGS84 ellipsoid constituted the basis of datum CR90, whose data were used in generating CRTM90 projection mapping. At the end of that decade, a research project made by Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG), brought GPS measurements of several national projects, and made the first adjustment of Costa Rican geodetic network within the International Terrestrial Reference Framework (ITRF) 1994 (Dörries and Roldan, 1999) and (Dörries y Roldán, 2004). This new datum was designated as CR98, and it was related to the CRTM98 projection. In the mid-2000s, the measurement of another national geodetic network within ITRF2000 was performed, which constitutes the basis of the official datum of Costa Rica -known as CR05, and the corresponding official projection mapping CRTM05. The different geodetic networks that have been measured in Costa Rica and their corresponding map projections imply having a large amount of geospatial information, from which it is essential to know its metadata in order to be able to project it to the correct plane or to properly transform it. Although it is true that for many practical applications the working scale does not allow displaying a direct effect on the cartographic product, the proper management of information is essential.

Keywords: Ocatepeque datum, CR90 datum, CR98 datum, CR05 datum, projections of Costa Rica

Introducción

Los diferentes datum de Costa Rica y sus proyecciones asociadas han generado una enorme cantidad de información geoespacial. El conocimiento general de cada uno de los datum, así como de la proyección cartográfica respectiva son indispensables para poder efectuar conversiones y transformaciones de coordenadas de una manera adecuada, pero sobre todo teniendo en cuenta el origen estas coordenadas. Actualmente, es de acatamiento obligatorio la georreferenciación de toda la información geoespacial al datum CR05 y su correspondiente proyección CR05, sin embargo, es evidente que se tiene mucha información referida a los antiguos datum y proyecciones, por lo que conocer adecuadamente los procesos de transformación, con el fin de poder vincular correctamente al datum oficial, es una obligación técnica y legal.

Datum y proyecciones cartográficas de Costa Rica

Costa Rica ha contado desde mediados de la segunda mitad del siglo XX hasta mediados de la década del 2000 con diferentes sistemas cartográficos, basados fundamentalmente en las proyecciones de Lambert y variantes de la proyección Gauss-Krüger. A continuación, se hace una descripción general de estas proyecciones, estableciendo principalmente las diferencias en cada una, las cuales repercuten directamente con los datos generados en una o en otra. Los distintos acrónimos y siglas presentados en este trabajo son usados solamente para identificar y simplificar los nombres de los diferentes datum y proyecciones cartográficas, los mismos no son oficiales y se establecen solo como una guía para los lectores (ver lista de siglas y acrónimos).

Datum convencional Ocotepaque y proyección Lambert

Los vértices de la red geodésica clásica de Costa Rica provenientes de las antiguas cadenas de triangulación de los sectores Pacífico, Caribe, la cadena central y el sector norte constituyeron la base de la cartografía oficial del país durante más de 40 años. Las mediciones geodésicas de triangulación y las de algunas bases fueron realizadas con colaboración del antiguo Inter-American Geodetic Survey (IAGS) de los EE.UU (IAGS, 1950). Estos datos, posteriormente fueron procesados usando como punto fundamental el vértice Ocotepaque, ubicado en Honduras y usando como

superficie de referencia el elipsoide Clarke 1866. Basados en estos puntos, se gestó el mapa básico de Costa Rica a escala 1:50000 con un total de 133 hojas con una cobertura individual de 10' X 15', así como su generalización a escala 1:10000 para las 76 que cubren el Gran Área Metropolitana (GAM) y las 9 hojas a escala 1:200000.

La proyección Lambert implementada en Costa Rica se definió con dos paralelos de contacto, y generando dos sistemas de coordenadas cartográficas, denominados como Lambert Costa Rica Norte (LCRN) y Lambert Costa Rica Sur (LCRS) (IAGS, 1950). En el cuadro 1 se presentan los parámetros de los sistemas LCRN y LCRS, considerando para ambos el elipsoide Clarke 1866 con un valor para el semieje a de 6378206,4 m, para el semieje b un valor de 6356583,8 m y para el cuadrado de la primera excentricidad un valor $e^2 = 0,0067686579$ (IAGS, 1950).

Cuadro 1. Parámetros de los sistemas cartográficos Lambert Costa Rica Norte y Lambert Costa Rica Sur

Parámetro	Lambert Costa Rica Norte (LCRN)	Lambert Costa Rica Sur (LCRS)
Latitud del origen	$j_0 = 10^\circ 28' N$	$j_0 = 09^\circ 00' N$
Longitud del origen	$l_0 = 84^\circ 20' O$	$l_0 = 83^\circ 40' O$
Factor de escala en el origen	$k_0 = 0,99995696$	$k_0 = 0,99995696$
Falso Norte	FN = 271820,522 m	FN = 327987,436 m
Falso Este	FE = 500000,000 m	FE = 500000,000 m
Radio desarrollado del paralelo	$R_0 = 34528179,478 m$	$R_0 = 40272012,564 m$
Latitud de los paralelos de contacto	$j_1 = 09^\circ 56' N$ $j_2 = 11^\circ 00' N$	$j_1 = 08^\circ 28' N$ $j_2 = 09^\circ 32' N$

Fuente: Elaboración propia a partir de IAGS, 1950

El conjunto de ecuaciones (1), permite el cálculo de las coordenadas cartográficas (N, E) en los sistemas LCRN y LCRS a partir de las coordenadas geodésicas (φ, λ). El cálculo $D\varphi$ debe realizarse en minutos de arco. Los coeficientes a_1, \dots, a_6 , dependen del elipsoide y para estas dos proyecciones sus valores están en el cuadro 2.

$$\left. \begin{aligned}
 \Delta\lambda &= \lambda - \lambda_0 \\
 \Delta\varphi &= \varphi - \varphi_0 \\
 \theta &= \Delta\lambda \operatorname{seno} \varphi_0 \\
 R &= R_0 + a_1\Delta\varphi + a_2\Delta\varphi^2 + a_3\Delta\varphi^3 + a_4\Delta\varphi^4 + a_5\Delta\varphi^5 + a_6\Delta\varphi^6 \\
 E_i &= FE + R \operatorname{seno} \theta \\
 N_i &= R_0 + FN - R \operatorname{cos} \theta
 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Cuadro 2. Coeficientes para el cálculo de coordenadas planas en los sistemas LCRN y LCRS

a_i	Lambert Costa Rica Norte (LCRN)	Lambert Costa Rica Sur (LCRS)
a_1	$-184\,332,51238 \cdot 10^{-2}$	$-184\,316,54609 \cdot 10^{-2}$
a_2	$-9,72746 \cdot 10^{-4}$	$-8,41218 \cdot 10^{-4}$
a_3	$-26,31931 \cdot 10^{-6}$	$-26,32437 \cdot 10^{-6}$
a_4	$-0,03497 \cdot 10^{-8}$	$-0,02998 \cdot 10^{-8}$
a_5	$-0,00564 \cdot 10^{-10}$	$-0,00561 \cdot 10^{-10}$
a_6	$-0,00002 \cdot 10^{-12}$	$-0,00002 \cdot 10^{-12}$

Fuente: Elaboración propia a partir de IAGS, 1950

Las ecuaciones que permiten el cálculo de los coeficientes respectivos, así como el paso de coordenadas geodésicas a planas en proyección Lambert y demás elementos necesarios se pueden consultar, por ejemplo, en Grossmann (1976), Hooijberg (1998), Torge (2001), Leick (2004), Jekeli (2008) y (Hooijberg, 2008).

Datum satelital CR90 y proyección CRTM90

El proyecto de Catastro Multifinalitario, desarrollado en 1990 mediante el Acuerdo de Cooperación Técnico-Económica entre el Ministerio de Relaciones Exteriores de Costa Rica y el Reino de los Países Bajos, tenía dentro de uno de sus componentes el levantamiento de todos los predios del país (ILIS, 1988). Por otra parte, el rápido incremento en el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) constituyó la herramienta fundamental en el establecimiento de una nueva red geodésica nacional,

diferente a la antigua red de triangulación tanto en configuración como en metodología de medición. Esta red fue medida usando receptores GPS de una frecuencia, cuyos resultados generaron el denominado datum Costa Rica 1990 (CR90). A pesar de que ya, para esa época, se contaba con una red global de estaciones permanentes, muchas de ellas usadas en la materialización del ITRF, el ajuste de la red se hizo asumiendo como coordenadas absolutas las de un antiguo punto ubicado en el edificio central del Catastro Nacional.

Como solución a la dualidad en la dirección norte-sur del sistema cartográfico Lambert, se propuso generar una nueva proyección cartográfica para el país, basada en el sistema UTM (adaptación de la proyección Gauss-Krüger). El sistema UTM divide el planeta en 60 fajas de 6° de ancho, las cuales son numeradas desde el meridiano de longitud 180° de forma positiva hacia el este y con una reducción del meridiano central de cada faja en -400 ppm. Dentro de esta numeración, Costa Rica se ubica entre las fajas número 16 y número 17. Para evitar esta nueva dualidad, pero en el sentido este-oeste, se hizo una adaptación de la UTM usando como meridiano central el de longitud 84°O para Costa Rica, denominándose como Costa Rica Transversa Mercator (CRTM). A esta proyección nacional se le denominó como CRTM90, generando cartografía a escala 1:25000.

Datum satelital CR98 y proyección CRTM98

Los resultados expuestos por Dörries y Roldán en (2004) tomaron como principales insumos las mediciones de la red GPS del año 1990 (definición del datum CR90) y mediciones GPS realizadas en los años 1991 y 1993, desarrolladas dentro del proyecto de investigación Costa Rica-Baja Sajonia (CoRBaS) (Niemeier et al, 1993). A diferencia del ajuste efectuado para la red CR90, en esta oportunidad se trabajó vinculando estas mediciones a puntos de medición continua pertenecientes al ITRF94. El ajuste de esta red usó el elipsoide WGS84, y sus coordenadas fueron determinadas a la época 1998,35. Estos resultados constituyen el denominado datum Costa Rica 1998 (CR98). Al igual que en el caso del CR90, para el datum CR98 se puede generar cartografía en proyección CRTM98, teniendo el cuidado de constatar que los datos estén vinculados al CR98.

Datum satelital CR05 y proyección CRTM05

Dentro de las actividades del llamado Proyecto de Regularización de Catastro y Registro se encontraba la medición de una nueva red geodésica GPS, ajuste dentro del ITRF y propuesta cartográfica. Esta red sería adoptada como el nuevo datum nacional. El ajuste de esta red de 34 vértices se hizo contemplando estaciones internacionales pertenecientes al ITRF2000 para la época 2005,83. Como resultado de este trabajo, en el año 2007 el Decreto Ejecutivo 33937-MJ-MOPT establece en su artículo 1 que:

Se declara como datum horizontal oficial para Costa Rica, el CR05, enlazado al Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF2000) del Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) para la época de medición 2005,83, asociado al elipsoide del Sistema Geodésico Mundial (WGS84). Este datum está materializado a través de la denominada Red Geodésica Nacional de Referencia Horizontal CR05 de Primer Orden y su densificación al Segundo Orden, consistente en un conjunto vértices geodésicos situados sobre el terreno, dentro del ámbito del territorio nacional, establecidos físicamente mediante monumentos permanentes, sobre los cuales se han hecho medidas directas mediante el Sistema de Posicionamiento Global, estableciendo su interconexión y la determinación de su posición; y permitirá referenciar todos los levantamientos y actividades cartográficas y geodésicas que se efectúen en el Territorio Nacional.

Y en el artículo 2 se dice que:

Se declara como proyección oficial para la representación cartográfica, la Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica con el acrónimo CRTM05... válida para todo el país.

Lo anterior implica que, todo producto que requiera la utilización de información geoespacial nacional debe estar referido al datum oficial CR05 y proyectada al plano cartográfico CRTM05 (Costa Rica, 2007).

Las ecuaciones que permiten el cálculo de los coeficientes respetivos, así como el paso de coordenadas geodésicas a planas en proyección UTM y demás elementos necesarios se pueden consultar, por ejemplo, en Grossmann (1976), Hooijberg (1998), Torge (2001), Leick (2004), Jekeli (2008) y (Hooijberg, 2008).

La definición de las proyecciones CRTM son idénticas desde el punto de vista matemático, con excepción de la CRTM05, cuyo factor de escala cambia haciéndolo más cercano a uno. En el cuadro 2 se resumen los principales parámetros de los sistemas cartográficos CRTM, los cuales usan como superficie original de referencia el elipsoide WGS84, con un valor para el semieje a de 6378137 m, para el semieje b de 6356752,314 m y para la primera excentricidad $e_2 = 0,006694379908$. Se evidencia, como la única diferencia en la definición de la proyección es el factor de escala k_0 del meridiano central.

Cuadro 3. Principales parámetros de los sistemas cartográficos Costa Rica Transversa Mercator CRTM

Parámetro	CRTM90	CRTM98	CRTM05
Elipsoide asociado	WGS84	WGS84	WGS84
Latitud origen	$j_0 = 0^\circ 00'$	$j_0 = 0^\circ 00'$	$j_0 = 0^\circ 00'$
Longitud origen	$l_0 = 84^\circ 00' O$	$l_0 = 84^\circ 00' O$	$l_0 = 84^\circ 00' O$
Factor de escala meridiano central	$k_0 = 0,999600$	$k_0 = 0,999600$	$k_0 = 0,999900$
Falso Norte	FN = 0 m	FN = 0 m	FN = 0 m
Falso Este	FE = 500000,000 m	FE = 500000,000 m	FE = 500000,000 m

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de las coordenadas cartográficas (N, E) a partir de las coordenadas geodésicas (φ , λ) se hace considerando el conjunto de ecuaciones (2). Donde $D\varphi$ es la diferencia de latitud entre el punto nuevo y la latitud $10^\circ N$. El valor $D\lambda$ es la diferencia entre la longitud del punto nuevo y la longitud $84^\circ O$, considerando el signo de las coordenadas. El parámetro G es la longitud del arco de meridiano desde el Ecuador a la latitud 10° norte y tiene un valor de 1105854,833 m para el elipsoide WGS84. El parámetro k_0 es el factor de escala del meridiano central (ver cuadro 3). Los valores de los coeficientes a_{ij} se presentan en el cuadro 4.

$$\left. \begin{aligned}
 \Delta N' &= a_{10}\Delta\varphi + a_{20}\Delta\varphi^2 + a_{02}\Delta\lambda^2 + a_{30}\Delta\varphi^3 + a_{12}\Delta\varphi\Delta\lambda^2 + a_{40}\Delta\varphi^4 + \\
 &\quad a_{22}\Delta\varphi^2\Delta\lambda^2 + a_{04}\Delta\lambda^4 + a_{50}\Delta\varphi^5 + a_{32}\Delta\varphi^3\Delta\lambda^2 + a_{14}\Delta\varphi\Delta\lambda^4 + \dots \\
 &= a_{01}\Delta\lambda + a_{11}\Delta\varphi\Delta\lambda + a_{21}\Delta\varphi^2\Delta\lambda + a_{03}\Delta\lambda^3 + a_{31}\Delta\varphi^3\Delta\lambda + \\
 &\quad a_{13}\Delta\varphi\Delta\lambda^3 + a_{41}\Delta\varphi^4\Delta\lambda + a_{23}\Delta\varphi^2\Delta\lambda^3 + a_{05}\Delta\lambda^5 + \dots
 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\Delta\varphi = \varphi_i - 10 \quad ; \quad \Delta\lambda = \lambda_i - 84$$

$$N_i = (G + \Delta N')k_0 \quad ; \quad E_i = FE + E'k_0$$

Cuadro 4. Coeficientes para el cálculo de coordenadas cartográficas en las proyecciones CRTM

Coeficiente	Valor	Coeficiente	Valor
a_{10}	6337358,1100	a	1103101,2998
a_{20}	10883,9934	a^{14}	6281872,8296
a_{02}	545417,8846	a^{01}	-1100470,6870
a_{30}	19956,7312	a^{11}	-3122429,6801
a_{12}	2997671,1627	a^{21}	990475,2476
a_{40}	-3582,8519	a^{05}	172800,8246
a_{22}	-1085687,4633	a^{31}	-894370,1807
a_{04}	221634,9321	a^{13}	225949,7249
a_{50}	-7723,2841	a^{41}	-2305563,8829
a_{32}	-1949714,4689	a^{23}	218688,6700
		a^{05}	

Fuente: Elaboración propia

Comparación de los diferentes datum de Costa Rica

Uno de los principales resultados generados por Dörries y Roldán en (2004) fue precisamente detectar y cuantificar las diferencias obtenidas entre el datum convencional de Ocotepeque y el datum satelital CR98, con valor promedio para el país de 265 m. También, se cuantificó la diferencia entre el datum CR90 y el datum CR98, ambos definidos a partir de mediciones GPS. Este valor promedio para el país es de 7,5 m, el cual se debe, fundamentalmente a la falta del vínculo del datum CR90 a estaciones

pertencientes al ITRF. En el cuadro 5 se comparan las principales características de los cuatro datum expuestos anteriormente.

Cuadro 5. Resumen de los diferentes datum y proyecciones cartográficas asociadas de Costa Rica

Datum	Tipo de mediciones	Vínculo al ITRF	Elipsoide	Proyección
Ocotepeque	Convencionales	NO	Clarke 1866	LCRN y LCRS
CR90	Satelitales GPS	NO	WGS84	CRTM90
CR98	Satelitales GPS	ITRF1994, época 1998,35	WGS84	CRTM98
CR05	Satelitales GPS	ITRF2000, época 2005,83	WGS84	CRTM05

Fuente: Elaboración propia

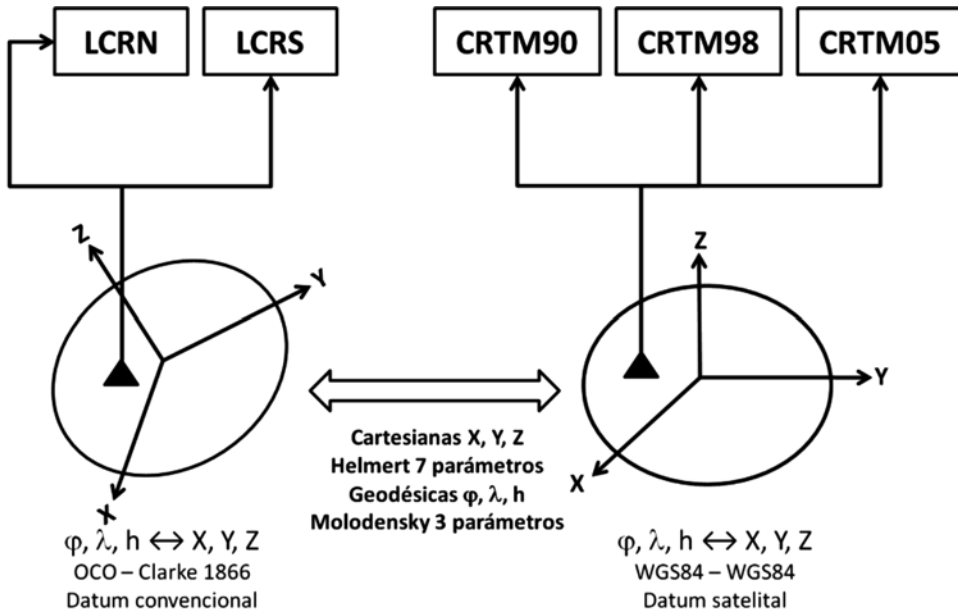
¿Con qué se cuenta y a dónde se puede ir?

Los criterios que definen una proyección cartográfica se derivan, fundamentalmente, de las características que se le quiera dar a la carta resultante, por ejemplo, equidistancia, equivalencia o conformidad como es el caso de las proyecciones geodésicas. El resto de parámetros necesarios dependen del elipsoide escogido como superficie de referencia y de los propios parámetros de las funciones de proyección. Es decir, no interesa ni la ubicación ni la orientación del elipsoide escogido o el datum de partida, ya que la finalidad de las proyecciones cartográficas es precisamente proyectar la superficie de referencia en el plano (Moya y Cedeño, 2017). Sin embargo, del datum si dependen las coordenadas geodésicas, las cuales condicionan las coordenadas cartográficas. De esta manera, se puede tener la misma proyección cartográfica, pero si las coordenadas geodésicas de partida provienen de datum diferentes, sus valores serán diferentes en el plano, por ejemplo, un punto que tenga coordenadas geodésicas asociadas al datum CR90 y al datum CR98.

El conocimiento para transformar coordenadas geodésicas de un datum a otro o coordenadas entre planos cartográficos es fundamental, sobre todo en Costa Rica, donde se tienen muchas variantes. La existencia de al menos cuatro datum nacionales con sus respectivas proyecciones cartográficas conducen a la necesidad de conocer exactamente el origen de la información, de manera que se pueda hacer una transformación correcta.

En la siguiente figura se muestra un esquema que presenta qué tipo de transformación se debe realizar dependiendo de los datos que se tengan y hacia donde se quiera ir.

Figura 1. Esquema de transformación entre el datum convencional Ocotepaque y los datum satelitales CR90, CR98 y CR05



Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, se pueden presentar los siguientes casos desde el punto de vista horizontal:

- Contar con información de coordenadas geodésicas (φ, λ) sobre el elipsoide Clarke 1866 vinculado al datum Ocotepaque. Estas coordenadas deben proyectarse a los planos cartográficos LCRN o LCRS respectivamente, dependiendo de la zona de ubicación en el terreno, sin embargo, si se quisiera también se pueden calcular coordenadas planas tanto en LCRN como en LCRS para cualquier punto.

- Contar con información en coordenadas geodésicas (φ, λ) sobre el elipsoide WGS84 vinculado con el datum CR90, éstas deben proyectarse al plano cartográfico CRTM90.
- Contar con información en coordenadas geodésicas (φ, λ) sobre el elipsoide WGS84 vinculado con el datum CR98, éstas deben proyectarse al plano cartográfico CRTM98.
- Contar con información en coordenadas geodésicas (φ, λ) sobre el elipsoide WGS84 vinculado con el datum CR05, éstas deben proyectarse al plano cartográfico CRTM05.

En el caso que se cuente con la terna de coordenadas geodésicas (φ, λ, h) en un sistema, y se desee conocer su ubicación en otros sistemas diferentes, debería aplicarse una transformación de datum (Moya y Cedeño, 2017). El cálculo de estos parámetros se hace con base en las correspondientes coordenadas geocéntricas (X, Y, Z). En caso clásico es realizar una transformación semejante de Helmert en sus diferentes variantes, siendo la clásica de 7 parámetros la más aplicable en el caso de tener que relacionar un datum convencional con un datum satelital. Estos 7 parámetros representan tres traslaciones (DX, DY, DZ) entre los geocentros de ambos sistemas, tres rotaciones (RX, RY, RZ) alrededor de cada uno de los ejes y un factor de escala m . La formulación respectiva se puede consultar con mayor detalle en (Hofmann-Wellenhof et al, 2008)

Es importante dejar claro que en Costa Rica solamente se han determinado parámetros de transformación entre el datum Ocotepaque (elipsoide Clarke) y el datum CR98 (elipsoide WGS84), época 1998.35, cuyos valores se muestran en el cuadro 6. Estos valores son el resultado al aplicar la variante conocida como Molodensky-Badekas (Dörries y Roldán, 2004).

Cuadro 6. Parámetros de transformación entre los datum CR98 y datum Ocatepeque

Parámetro	Valor	Unidades	Errores	Unidades
Coordenada X del baricentro	617749,712	m		
Coordenada Y del baricentro	-6250547,734	m		
Coordenada Z del baricentro	1102063,610	m		
Traslación en X	-213,116	m	0,428	m
Traslación en Y	-9,358	m	0,428	m
Traslación en Z	74,946	m	0,428	m
Rotación en X	-1,14E-06	radianes	7,8E-06	radianes
Rotación en Y	2,98E-07	radianes	3,4E-06	radianes
Rotación en Z	-3,10E-08	radianes	5,4E-06	radianes
Factor de escala	5,22	ppm	3,4	ppm

Fuente: (Dörries y Roldán, 2004)

Esto quiere decir, que para poder tener información dentro del datum oficial de Costa Rica CR05 que no se haya determinado exactamente dentro de este datum, deben hacerse procesos intermedios de conversión y transformación de coordenadas, dependiendo de la información de partida. Considerar siempre que cada datum nacional tiene asociado su elipsoide y su proyección cartográfica (ver cuadro 5). De esta manera, se pueden presentar las siguientes posibilidades en las que por supuesto, se puede realizar el procedimiento inverso:

A. Coordenadas geodésicas (φ, λ) en el datum Ocatepeque, sin altura elipsoídica (h). Es el caso más común:

1. Calcular las correspondientes coordenadas cartográficas (N, E) en el plano LCRN.
2. Calcular coordenadas cartográficas (N, E) en el plano CRTM98, usando una transformación polinómica de 4° grado (Dörries y Roldán, 2004).
3. Calcular las correspondientes coordenadas cartográficas (N, E) en el plano CRTM05, usando una transformación bidimensional de Helmert.

B. Coordenadas geodésicas (ϕ , λ) en el datum Ocotepeque, con altura elipsoídica (h). Es el caso ideal, sin embargo, no es frecuente el conocimiento de la altura elipsoídica relativa al datum Ocotepeque, elipsoide Clarke 1866:

1. Calcular las correspondientes coordenadas geocéntricas (X , Y , Z) sobre el elipsoide Clarke 1866, datum Ocotepeque.
2. Aplicar una transformación espacial de Helmert para calcular las coordenadas geocéntricas (X , Y , Z) en el datum CR98, elipsoide WGS84 (usar parámetros del cuadro 6).
3. Calcular las correspondientes coordenadas geodésicas (ϕ , λ , h) sobre el elipsoide WGS84, datum CR98.
4. Calcular las coordenadas cartográficas (N , E) en el plano CRTM98.
5. Calcular las correspondientes coordenadas cartográficas (N , E) en el plano CRTM05, usando una transformación bidimensional de Helmert.

C. Coordenadas geodésicas (ϕ , λ , h) en el datum CR90. Es el caso en que se tienen datos derivados de mediciones GPS. Aunque se conozca la altura elipsoídica, la transformación se debe hacer entre planos cartográficos:

1. Calcular las correspondientes coordenadas cartográficas (N , E) en el plano CRTM90. Se pueden hacer dos variantes:
 - 1.1. Calcular las coordenadas cartográficas (N , E) en el plano CRTM98, usando una transformación bidimensional del Helmert.
 - 1.2. Calcular las coordenadas cartográficas (N , E) en el plano CRTM05, usando una transformación bidimensional del Helmert.
2. Otra posibilidad es pasar las coordenadas cartográficas (N , E) a coordenadas cartográficas (N , E) sobre el plano LCRN o LCRS, según la ubicación de punto usando una transformación polinómica de 3° grado. Luego pasar al plano CRTM98 con una transformación polinómica 4° grado y luego al plano CRTM05 con una transformación bidimensional de Helmert.

Un ejemplo numérico

El vértice geodésico BUVIS ubicado en el Cerro de La Muerte, es uno de los pocos puntos en Costa Rica que ha sido medido directamente en todos los proyectos que se han generado datum nacional. Partiendo de las coordenadas geodésicas de este punto, se han calculado sus correspondientes coordenadas cartográficas y luego por los diferentes procesos de transformación descritos (ver figura 1), se calcularon las coordenadas respectivas y las diferencias.

En el cuadro 7 se presentan los resultados donde la nomenclatura usada es: P3 para transformación polinómica de 3° grado, P4 para transformación polinómica de 4° grado, H7 para transformación de Helmert de 7 parámetros con los valores del cuadro 6 y H4 para transformación Helmert de 4 parámetros. Los cálculos respectivos se hicieron usando los archivos en formato *.xls generados en el marco del proyecto CR05 y que fueron entregados y puestos a disposición de los usuarios.

Cuadro 7. Cuantificación de las diferencias entre las coordenadas cartográficas del vértice geodésico BUVIS dependiendo del datum y la proyección

Datum/ ITRF/ Época	Coordenadas geodésicas		Elipsoide/ Proyección	Método	Coordenadas cartográficas			Diferencias	
	Latitud [°]	Longitud [°]			Norte [m]	Este [m]	dN [mm]	dE [mm]	
Ocoepeque Sin ITRF Sin Época	9,55444999	83,75852214	Clarke 1866 LCRN	Directo	171096,527	563111,628	---	---	---
CR90 Sin ITRF Época no especificada	9,55411922	83,75655676	WGS84 CRTM90	Directo LCRN a CRTM90 con P3	1056124,412	526715,932	---	---	---
CR98 ITRF94 1998,35	9,55405893	83,75658264	WGS84 CRTM98	Directo LCRN a CRTM98 con H7	1056117,744	526713,086	-6668,0	-2846,0	-29,0
CR05 ITRF00 2005,83	9,55405934	83,75658210	WGS84 CRTM05	LCRN a CRTM98 con P4 CRTM90 a CRTM98 con H4	1056117,923	526713,212	179,0	126,0	-224,0
				Directo	1056434,752	526721,172	---	---	---
				CRTM98 a CRTM05 con H4	1056434,778	526721,196	25,7	24,1	---
				CRTM90 a CRTM05	1056434,523	526721,007	-229,0	-165,0	---
				CRTM90 a CRTM05 con CRTM98	1056434,608	526720,962	-144,0	-210,0	---

Fuente: Elaboración propia

Las coordenadas determinadas por SIRGAS

La red de estaciones del Sistema Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) tiene una distribución continental que supera las 400 estaciones. En Costa Rica se cuenta con un total de 14 estaciones integradas oficialmente a la red SIRGAS-CON, sin embargo, actualmente están en operación solamente 12. Esta red nacional de estaciones constituye hoy día la referencia geodésica más exacta del país, ya que sus coordenadas geocéntricas se determinan semanalmente con altos estándares internacionales y dentro de un marco de referencia dinámico. A pesar de alta exactitud en las coordenadas de esta red, no sería correcto calcular sus coordenadas cartográficas en la proyección oficial CRTM05, simplemente por el hecho de que no están en el mismo datum.

Como parte de las actividades de este proyecto se determinaron por medio de ajuste geodésico los 6 parámetros de transformación entre el datum CR05 y el datum IGB08 (marco SIRGAS). Para el cálculo de este conjunto de parámetros se usaron inicialmente como puntos idénticos las estaciones ETCG, LIBE, LIMN, NEIL, NICY, PUNT, RIDC y SAGE. Estas estaciones poseen coordenadas referidas al datum CR05, época 2005,83. Adicionalmente, se usaron como coordenadas SIRGAS las de la solución final de la semana 1803, época 2014,58. La primera determinación de parámetros brindó residuales para la estación NICY del orden de los -118,0 mm en X, de -86,0 mm en Y y de -178,0 mm en Z. Una segunda determinación de parámetros excluyendo a NICY, brindó residuales para la estación LIBE del orden -111,0 mm en la coordenada Z. Se realizó una tercera determinación excluyendo tanto a NICY como a LIBE cuyos resultados se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Parámetros de transformación del datum SIRGAS, época 2014,58 (semana 1803) al datum CR05, época 2005,83

Parámetro	Valor	Unidades	Error	Unidades
Coordenada X del baricentro	681700,5963	m		
Coordenada Y del baricentro	-6251273,9638	m		
Coordenada Z del baricentro	1062332,0346	m		
Traslación en X	-0,1092	m	0,0162	m
Traslación en Y	-0,1620	m	0,0162	m
Traslación en Z	-0,1758	m	0,0162	m
Rotación en X	-0,1689	“	0,0740	“
Rotación en Y	0,1528	“	0,0369	“
Rotación en Z	-0,0052	“	0,0567	“

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

- En Costa Rica los diferentes datum y sus proyecciones cartográficas asociadas son la base de innumerable información geoespacial. Por consiguiente, se cuenta con datos que están referidos al datum Oco-tepeque, elipsoide Clarke 1866, al datum CR90, elipsoide WGS84, al datum CR98, elipsoide WGS84 y en este momento al datum oficial CR05, elipsoide WGS84. Toda esta información debe ser tratada adecuadamente en aras de poder extraer el mayor provecho dependiendo de los objetivos de los usuarios.
- Las relaciones entre los diferentes datum nacionales es conocida, por lo que efectuar los procesos de conversión y transformación de coordenadas, dependiendo de la información de partida y hacia donde se necesita llevar, es fundamental en aras de poder alimentar adecuadamente, por ejemplo, Sistemas de Información Geográfica (SIG) con datos referidos correctamente y por consiguiente obtener resultados de calidad, pero sobretodo correctamente georreferenciados.
- El usuario debe tener presente que en Costa Rica se han desarrollado, fundamentalmente dos procesos de transformación de coordenadas para poder referir información al actual datum oficial del país. Los 7 parámetros determinados por Dörries y Roldán (2004) permiten transformar información del datum convencional de Oco-tepeque al datum CR98 y viceversa. Sin embargo, como ya fue expuesto, el

proceso estricto de transformación implica el conocimiento de la altura elipsoídica en datum Ocotepaque, de manera de poder convertir posteriormente a coordenadas geocéntricas, y de éstas, a coordenadas geocéntricas referidas al datum CR98 para finalmente calcular coordenadas, las cartográficas. A falta de esta coordenada vertical, en la mayoría de los casos se deben aplicar transformaciones polinómicas, las cuales no son semejantes, son afines, pero es lo que se tiene. Básicamente si se parte de coordenadas cartográficas referidas a los planos Lambert, éstas se pueden llevar al plano CRTM05 aplicando diferentes variantes.

- El caso más común que se presenta actualmente en Costa Rica implica trasladar información geoespacial, que fue levantada, procesada y referida al datum Ocotepaque, cartografía en LCRN y LCRS, al datum CR05, proyección CRTM05, según lo exige la legislación nacional. Este proceso debe efectuarse con suma cautela, ya que el camino estricto implicaría como paso inicial aplicar parámetros de transformación entre este datum y el datum CR05. Estos parámetros no existen. La forma adecuada de poder hacer la referencia, por ejemplo, de información digitalizada de las hojas del mapa básico a la proyección CRTM05 implica un proceso de transformación de coordenadas planas como el descrito anteriormente.
- Es claro que, aunque los sistemas informáticos, como por ejemplo los GIS u otros programas de proyecciones cartográficas tienen integrados los algoritmos correctos de conversión y transformación de coordenadas, es responsabilidad del usuario alimentarlos con la información correcta desde el punto de vista del vínculo geodésico. Lo anterior está relacionado con el hecho de que, aunque matemáticamente las funciones de proyección permitan, por ejemplo, calcular coordenadas planas en la proyección LCRN partiendo de coordenadas geodésicas vinculadas al datum CR90, CR98 o CR05 o, por el contrario, calcular coordenadas geodésicas partiendo de coordenadas planas en CRTM05, datum CR05, y asumir que las coordenadas resultantes están vinculadas al datum Ocotepaque, no son procedimientos correctos. Debe ponerse especial atención en cuáles caminos pueden realizarse, dependiendo siempre de la información inicial y hacia donde se quiera o pueda llegar.

- El caso numérico presentado y cuyos resultados se resumen en el cuadro 7, evidencia la influencia del datum en las coordenadas geodésicas y por consiguiente en las coordenadas cartográficas. Por ejemplo, la diferencia en las coordenadas geodésicas referidas al datum Ocotepaque y al datum CR98 es de aproximadamente 155 m en la latitud y de 216 m en longitud con una resultante de 266 m totalmente concordante con Dörries y Roldán (2004). Además, si se comparan las coordenadas geodésicas entre los datum CR98 y CR05 se tienen diferencias en latitud y longitud de unos 1,5 y 1,9 milésimos de segundo de arco, que representan aproximadamente 5 cm entre ambas determinaciones.
- Los diferentes procesos de conversión y transformación de coordenadas, cuyos parámetros fueron derivados de los datos originales, muestran por ejemplo que en la aplicación de la transformación polinómica P3 se obtuvieron diferencias promedio del orden de los 35 cm para el datum CR90.
- En el caso de la transformación espacial de Helmert H7 se partió de coordenadas cartográficas oficiales LCRN y con el valor modelado de la altura elipsoídica, según Dörries y Roldán (1999) se obtuvieron las respectivas coordenadas geocéntricas en Clarke 1866, se transformaron a geocéntricas en WGS84, luego se convirtieron a coordenadas geodésicas y finalmente se proyectaron al plano CRTM98. Las discrepancias obtenidas fueron de 74,3 cm en la coordenada norte y 2,9 cm en la coordenada este. Por su parte, la aplicación de la transformación polinómica P4 da diferencias promedio de 148 mm, mientras que usando una transformación bidimensional H4 las diferencias son en promedio de 200 mm.
- Para el datum CR05, las diferencias promedio de 25 mm se obtuvieron al aplicar la transformación bidimensional H4, mientras que las transformaciones de CRTM90 a CRTM05 directa ofrece diferencias promedio de 197 mm, y de CRTM90 a CRTM05 con CRTM98 intermedio ofrece discrepancias de 177 mm.
- Las proyecciones CRTM90 y CRTM98 son iguales en su determinación, diferenciándose claro está en el datum. Por su parte, la proyección CRTM05 usa un factor de escala de -100 ppm. Partiendo de las coordenadas del punto BUVIS en el datum CR90, si se comparan

- con las coordenadas obtenidas en el datum CR98, se tiene como resultante 7,2 m concordante con lo reportado por Dörries y Roldán (2004) producto del vínculo del datum CR98 al ITRF1994.
- Se evidencia a partir de las comparaciones de coordenadas presentadas en el cuadro 7, que existen discrepancias, las cuales son producto de considerar diferentes datum como origen de la información. Sin embargo, los valores presentados en el ejemplo deben interpretarse como una muestra de las diferencias que eventualmente puedan obtenerse en diferentes aplicaciones. Estas pueden aumentar si, además, el usuario no es consciente del vínculo geodésico de los datos de entrada, y aún más de la configuración de las herramientas usadas en los distintos procesos de transformación de la información geoespacial.
 - Las diferencias obtenidas por un incorrecto tratamiento de la información en cuanto a su origen, producirá discrepancias que pueden ser desde algunos milímetros hasta algunos metros. Estas diferencias muy probablemente no sean “significativas” desde el punto de vista de los objetivos (por ejemplo, la escala de los mapas resultantes), pero no deja de ser indispensable su conocimiento, consideración y aplicación.
 - El conjunto de parámetros determinados entre el datum CR05 y el datum definido por SIRGAS, debe considerarse como una primera aproximación. En el cálculo de estos parámetros, lamentablemente se tuvo que excluir los puntos NICY y LIBE por altos residuales. Se debe notar que estos dos puntos se encuentran en el sector occidental de Costa Rica y, considerando las épocas en las que se hizo la determinación de los parámetros, estas dos estaciones estuvieron afectadas por el terremoto de Nicoya de 2012. Lo anterior implica, que el conjunto de parámetros se calculó sin contemplar información en el oeste del país. Se recomienda a los usuarios tener cautela en el uso de estos valores y considerar lo expuesto anteriormente.

Referencias

- Costa Rica. (2007). *Decreto ejecutivo 33797-MJ-MOPT*. Ministerio de Justicia y Gracia. Costa Rica.
- Dörries, E. y J. Roldán (1999). *Estudio Comparativo del Datum Geodésico de Ocatepeque y el Datum Satelitario del Sistema WGS84*. Informe Final Proyecto de Investigación. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesía. Universidad Nacional.
- Dörries, E. y J. Roldán (2004). El Datum Geodésico de Ocatepeque y el Datum Satelitario del Sistema WGS84. *Revista UNICIENCIA*, 21(1 y 2), 117-125.
- Grosman, W. (1976). *Geodätische Rechnungen und Abbildungen in der Landesvermessung*. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart.
- Grafarend, E., R. You y R. Syffus (2014) *Map Projections Cartographic Information Systemns*. Second Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/978-3-642-36494-5
- Hooijberg, M. (1998). *Practical Geodesy Using Computer*. Springer-Verlag Berlin, Alemania.
- Hooijberg, M. (2008). *Geometrical Geodesy Using Information and Computer Technology*. Springer-Verlag Berlin. Alemania
- Hoffmann-Weelenhof, B., H. Lichtenegger y E. Wasle (2008). *GNSS Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo & more*. Springer Wein, New York. Estados Unidos.
- IAGS. (1950). *Proyección Lambert Para Costa Rica*. InterAmerican Geodetic Survey, Estados Unidos de América.
- ILIS (1988). *Catastro Multifinalitario Programa de Mejoramiento del Catastro Nacional*. Reino de los Países Bajos. Dirección General para la Cooperación Internacional (DGIS).
- Jekeli, C. (2006). *Geometric Reference System in Geodesy*. Division of Geodesy and Geospatial Science. School of Earth Sciences. Ohio State University.
- Leick, A. (2004). *GPS Satellite Surveying*. Editorial Wiley. Tercera Edición. Estados Unidos. 464 pp. ISBN: 978-0-471-05930-1
- Moya, J. y B. Cedeño (2017). Conceptos básicos en geodesia como insumo para un tratamiento adecuado de la información geoespacial. *Revista Geográfica de América Central*, 58(1). ISSN 1011-484X. 71-100.
- Niemeier, W., J. Roldán, L. Aguilar, H. Pelzer, A. Bagge,

W. Augath y W. Seifert (1993). *The Project CORBAS - determination of recent crustal movements in Costa Rica*. Recent Geodetic and Gravimetric Research in Latin America. IAG Symposium No. 111. Vienna Austria

Torge, W. (2001). *Geodesy*. 3rd. Edition. Walter de Gruyter-Berlin-New York. 416 pp.

Lista de siglas y acrónimos

LCRN	Proyección Lambert Costa Rica Norte
LCRS	Proyección Lambert Costa Rica Sur
CR90	Datum Costa Rica 1990
CRTM90	Proyección Costa Rica Transversa Mercator 1990
CR98	Datum Costa Rica 1998
CRTM98	Proyección Costa Rica Transversa Mercator 1998
CR05	Datum Costa Rica 2005
CRTM05	Proyección Costa Rica Transversa Mercator 2005
UTM	Universal Transversa Mercator
H7	Transformación tridimensional semejante de Helmert de 7 parámetros
H4	Transformación bidimensional semejante de Helmert de 4 parámetros
P3	Transformación polinómica de 3 grado
P4	Transformación polinómica de 4 grado
ITRF	International Terrestrial Reference Frame (Marco Internacional Terrestre de Referencia)
(X,Y,Z)	Coordenadas geocéntricas
(φ, λ, h)	Coordenadas geodésicas
WGS84	Elipsoide World Geodetic System 1984
SIRGAS	Sistema de Referencia Geocéntrica para las Américas
DX, DY, DZ	Traslaciones en X, Y, Z entre los geocéntricos de los sistemas
RX, RY, RZ	Rotaciones entre los ejes X, Y, Z de los sistemas
m	Factor de escala



ESTUDIOS DE CASO

CASE STUDIES

LA PRESENCIA DE LOS CHIRICANOS EN EL PACÍFICO SUR DE COSTA RICA: APORTES DESDE LA GEOGRAFÍA HISTÓRICA

THE PRESENCE OF CHIRICANS IN THE SOUTH PACIFIC OF COSTA RICA: CONTRIBUTIONS FROM HISTORICAL GEOGRAPHY

*Carlos Morera Beita*¹

Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica

*Silvia Meléndez Dobles*²

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

*“La frontera es punto de encuentro, no de confrontación;
físicamente es la calle común...” Cuevas (1999:397)*

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.3>

RESUMEN

Este artículo analiza la presencia de los chiricanos en el Sur de Costa Rica, apoyado en referencia secundaria y centrada en la reconstrucción de sus rutas de ocupación. En los cimientos de la región fronteriza entre Costa Rica y Panamá se ubica un pueblo transfronterizo, que durante la época colonial e independiente fue fraccionado, pero que, aún en este siglo se resiste a ser asimilado por la cultura occidental como es el caso de los ngábe buglé. Los chiricanos, como se le denomina a los

- 1 Doctor, Profesor de la Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. Correo electrónico: cmorera@una.cr
- 2 Master, Profesora de la Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Correo electrónico: silmelendez@gmail.com

Fecha de recepción: 06 de setiembre de 2016
Fecha de aceptación: 24 de febrero de 2017

pobladores de la provincia vecina de Chiriquí, llegaron a obtener refugio por las guerras acaecidas en el territorio que actualmente ocupa Panamá, en procura de áreas de pastoreo o tierras agrícolas, y finalmente pasan a ser mano de obra en las plantaciones bananeras; son el mismo tejido del campesinado mestizo que dominó en las regiones costeras del país tanto en el Caribe como en el Pacífico, lo cual facilitó su fusión con otros grupos. Este artículo evidencia que el concepto de frontera responde a razones más políticas que culturales, debido a que el territorio es un continuo, especialmente en regiones fronterizas.

Palabras clave: Ocupación de Costa Rica, Migración en Costa Rica, Geografía Histórica, Pacífico Sur, Chiricanos.

ABSTRACT

This article analyzes the presence of *chiricanos* in Southern Costa Rica. All this is based on secondary references and focused on rebuilding their occupation routes and some geographical factors. In the foundations of these border regions of Costa Rica and Panamá there is a cross-border people that, during the colonial and independent times, was fragmented, but even in this century, they still resist. This is the case of the Ngäbe Bugle. Due to the wars that took place in the territory currently occupied by Panama, *Chiricanos* -as people from the Chiriquí province are called, came to look for refuge, grasslands, agricultural lands to finally work at banana plantations. They are the same social network of the mestizo peasantry that dominated the coastal regions of the country –both in the Caribbean and in the Pacific, which facilitated their fusion with other local groups. This article shows that the concept of border responds to political rather than to cultural reasons, because the territory is a continuum, especially in border areas.

Keywords: Colonization of Costa Rica, Migration in Costa Rica Historical Geography, South Pacific, Chiricanos.

Introducción

Dentro de la geografía histórica abundan las investigaciones que abordan las migraciones como la realizada por Sassone (2009) sobre los flujos migratorios de bolivianos en la Argentina. Igual, destaca Duany (2010) que analiza las diásporas en las Antillas hispánicas (Cuba, República Dominicana y Puerto Rico), trazando un perfil demográfico y describiendo su trascendencia económica para los países emisores.

En el caso de Costa Rica, en los últimos años se ha presentado un debate que revisa los aportes de otros grupos étnicos como los afrodescendientes y los indígenas a la identidad costarricense, intentado superar el estereotipo de un país homogéneo de raíz europea (Molina, 2002). El discurso oficial ha defendido que los costarricenses somos los “blancos” del Istmo, y que nuestra cultura es únicamente la del “Valle Central” de Costa Rica como lo plantea Cortes (2010). De tal forma, que la mayoría de libros de historia y geografía del país como Monge (1943), Flores, (1983) y

Vargas (2012), no abordan acertadamente la contribución de otros grupos sociales a la identidad nacional y mucho menos la dimensión multicultural de Costa Rica.

Durante el periodo entre 1870 y 1930, el auge económico del país atrajo jamaquinos, italianos y chinos, entre otros, provocando que más de un veinte por ciento del crecimiento poblacional de Costa Rica entre 1895 y 1914 se debiera a la inmigración de extranjeros, siendo la nicaragüense, panameña y estadounidense las más constantes hasta los años 70 (Brenes, 1999). Con la preocupación de superar la visión oficial de un país “blanco”, han emergido algunas investigaciones sobre la migración en los últimos siglos, como la que analiza el proceso socio-histórico de los jamaquinos del Caribe costarricense en el periodo 1872-1950, para identificar cuáles fueron los elementos aglutinadores de las primeras formas de identidades étnicas elaboradas por esta población (Fernández, 1970).

Dentro de la inmigración a Costa Rica destacan los panameños, especialmente los “chiricanos”, como se denomina a los pobladores de la vecina provincia de Chiriquí, que contribuyeron a la colonización del Pacífico Sur del país. Considerando el área antes mencionada como un espacio, que desde la perspectiva geográfica puede considerarse como un territorio, un lugar o una región, debido a que no presenta una delimitación precisa en la dimensión espacio-temporal hasta las últimas décadas. Por lo tanto, desde tiempos prehispánicos los territorios fronterizos de lo que actualmente se designan como las repúblicas de Costa Rica y Panamá, estuvieron articuladas dentro de la región cultural conocida como el Gran Chiriquí. Posteriormente, en tiempos coloniales e independientes, considerando que el paisaje como espacio geográfico es la huella de la cultura que lo habita no sólo en su dimensión material, sino también espiritual y simbólica, como plantea (Nogué, 2005), la presencia de chiricanos marcó una impronta en la región Pacífico Sur de Costa Rica, debido a la evidente relación entre transformación y colonización en las sociedades humanas (Head, 2000), aunque esta no se ha precisado en el área de interés.

La única investigación identificada sobre la presencia de los chiricanos en el Sur de Costa Rica, de acuerdo a la revisión de literatura, es la realizada por Amador (2008) sobre el origen chiricano de la comunidad de Potrero Grande, Buenos Aires, desde un enfoque antropológico y utilizando como fuente las entrevistas en profundidad. Así, basado en una de las

preocupaciones de la geografía histórica como es sus rutas de colonización, así como su distribución espacial (Sauer, 2004), este artículo aborda la dinámica espacial de la presencia de los chiricanos en el Pacífico Sur de Costa Rica, basado en las rutas de colonización.

Metodología

Considerando que la geografía histórica utiliza fuentes como mapas antiguos, libros de viajeros, novelas, datos estadísticos, entre otros, para indagar sobre los procesos sociales, culturales, económicos y demográficos; y establecer la génesis y evolución de un espacio, esta investigación se fundamenta en la revisión de documentos como libros, novelas, artículos e informes, los cuales fueron exiguos debido a que es tema escasamente investigado y que carece de referencias cuantitativas, debido posiblemente, a que los chiricanos ingresaron a lo que en actualidad son territorios de Costa Rica de forma desagregada y prontamente se fusionaron con otros pobladores de esta región. Además, el análisis se sustenta en algunas entrevistas de fuentes secundarias y fotografías que testimonian la presencia de chiricanos en el Pacífico Sur de Costa Rica. Para organizar la discusión, el artículo se estructura en dos apartados principales; el primero, aborda los tiempos prehispánicos y coloniales, mientras en la segunda parte, se analizan los siglos XIX y primera mitad del siglo XX del área de estudio.

Unidad Prehispánica y el Camino de las Mulas

Desde tiempos prehispánicos, lo que en la actualidad se denomina como el Pacífico Sur de Costa Rica, en la regionalización oficial del país como Brunca o, en el lenguaje popular Zona Sur, perteneció a una unidad cultural con el oeste de Panamá, que se conoce como el Gran Chiriquí. De acuerdo a Tous (1996), esta sub-área de la Baja América Central estuvo integrada por: Diquís, formada por las planicies y la costa sur de Costa Rica; Chiriquí, que comprende la costa noroeste de Panamá; la provincia de Bocas del Toro, en la costa Caribe de Panamá, y Talamanca, donde se localizan los pueblos tierra adentro entre Costa Rica y Panamá.

El Gran Chiriquí no presentaba límites como los estados actuales, y posiblemente los grupos sociales que lo habitaban se movían constantemente en función de la sobrevivencia, como lo testifica en la actualidad el caso de la etnia ngäbe buglé (denominados popularmente guaymies),

debido a que la construcción de las fronteras nacionales transformó a estas personas en extranjeras de su propio territorio (Morales, Lobo, y Jiménez, 2014). Barrantes (1998) establece una fuerte correlación genética entre los ngäbe buglé, los borucas, los bribris, los cabécares, los teribes (o nasos) y los malekus (o guatusos) y, en menor medida entre y los kuna y los hue-tares, especialmente entre estos dos primeros, lo cual verifica la conexión cultural de estos grupos étnicos, aunque en la actualidad se reconozcan como poblaciones diferenciadas.

Desde tiempos prehispánicos la región del Gran Chiriquí conformó una unidad cultural que se ubicaba en una región fronteriza entre el Virreinato de Nueva España (Centroamérica, México, las Antillas y parte de los Estados Unidos de América) y el Virreinato de Nueva Granada (Ecuador, Colombia, Venezuela y Panamá). En la época colonial, las unidades político-administrativas estaban divididas en extensos territorios poco explorados y conocidos, y que con la Independencia de España se enfrentaron a la tarea de trazar límites exactos sobre esas áreas fronterizas. La figura 1 muestra la representación del límite sureste de Costa Rica con Colombia, basado en una interpretación realizada por la Librería de Hernando [1870-1900], que evidencia que la región, que culturalmente se denomina Gran Chiriquí, quedaba dividida por una frontera.

Figura 1. Parte de límite entre Costa Rica y Panamá de 1890



Fuente: Reinoso, J. H. Litografía J.M. Mateu. Librería de Hernando, Madrid. [1870-1900]³

En 1810, una de las primeras acciones americanas para definir los territorios de los nuevos estados nacionales fue recurrir al término en latín del “Uti possidetis”, el cual consiste en reconocer que “poseeremos como poseíamos”. Esta fue la fórmula de los derechos territoriales, sin embargo, desgraciadamente, esta proposición se estructuró sobre andamios frágiles, debido a que no existía una delimitación precisa entre las unidades administrativas coloniales. De esta forma, las líneas fronterizas

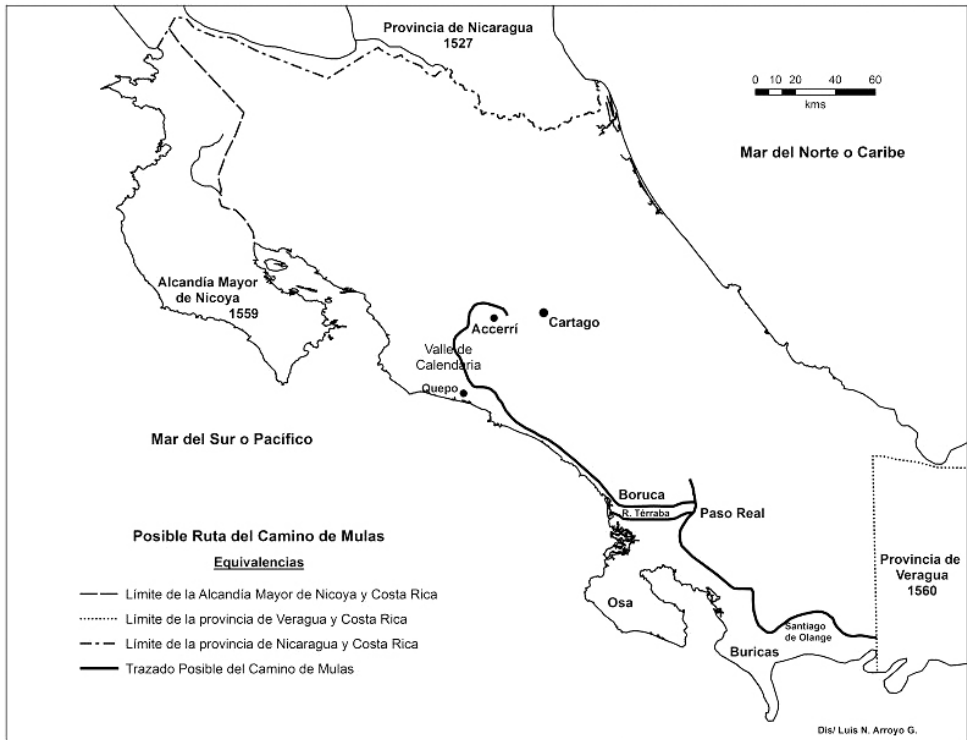
³ Tomado de Biblioteca Digital Hispánica, <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000020484>. [Consultado el 31 agosto 2016].

fueron trazadas de conformidad con las disposiciones reales españolas sobre divisiones vigentes al tiempo de la independencia. No obstante, el principio del “*Uti possidetis*” resultó ser un mecanismo para la evasión de problemas, que posteriormente surgieron cuando se requirió realizar negociaciones para los trazados fronterizos mediante tratados. De esta forma, el principio del “*Uti possidetis*” se dividió en dos: el “*Uti possidetis de facto*”, concerniente a ocupaciones territoriales de hecho, y el “*uti possidetis juris*”, el cual se refería al fundamento jurídico que definía las unidades administrativas bajo el régimen español. Ambos principios eran excluyentes, así que se respetaba las ocupaciones territoriales de hecho, o se aplicaba los documentos específicos emanados a partir de la Corona española (Sibaja, 1968).

La definición limítrofe del litoral pacífico de Costa Rica fue difícil, debido a que, si se aplicaba el criterio de “*uti possidetis juris*” la región de David y Alanje quedarían en territorio costarricense, por lo que se genera un reconocimiento a la ocupación territorial de hecho por el proceso de colonización chiricano, predominando un criterio de “*uti possidetis de facto*”. Por lo cual, los argumentos en este caso no tienen un fundamento jurídico emanado de las cédulas reales (Ibid.).

Desde principios de la época colonial, concretamente en 1601, con el objetivo de comunicación con el reino de Tierra Firme se abrió el Camino de Mulas (Figura 2), conocido así, porque las condiciones agrestes de esta vereda posibilitaban que únicamente fueran transitadas por estas bestias en época seca hacia las Ferias de Portobello. Esto generó una inmensa demanda de mulas que fue aprovechada especialmente por Costa Rica y Nicaragua entre los años 1660 y 1753 (Amador, 1978). Esta ruta fue un medio de comunicación que reafirmó la conexión entre Panamá y Costa Rica.

Figura 2. Ruta del Camino de Mulas.



Fuente: Amador, 1978

Un factor relevante de los procesos migratorios chiricanos en el área de estudio es que en 1602 se funda David, ubicada en las tierras bajas entre el Volcán Barú y el área costera, la cual se localiza en las márgenes del río del mismo nombre, el cual es afluente del río Chiriquí en un punto de enlace entre Remedios y Alanje, que a su vez conectan con la ciudad de Panamá. Esta localidad fue fundada por orden del Capitán Juan López de Sequeira, portugués naturalizado español, Gobernador del Ducado de Veragua que se especula que era de origen judío, lo cual explica que le bautizó con este nombre (Osorio y otros, 1974).

David tiene una función crucial en el desarrollo histórico y social de la futura provincia de Chiriquí y de Panamá. Durante la expansión de la ecúmene del actual territorio panameño para el siglo XVIII, se genera un proceso de apropiación del antiguo Ducado de Veragua y una incorporación

dentro de lo que en la actualidad es Panamá (Sanders, 1964). Esto es fundamental para la definición territorial entre Costa Rica y Panamá, pues el proceso de colonización panameño llegaba allende del límite de dicho Ducado, límite “oficial” con la Provincia de Costa Rica. En este caso, se presentó un proceso de ocupación efectiva mediante colonización proveniente desde Panamá, lo que significó una ocupación en toda la región por población panameña.

A diferencia de Panamá, el poblamiento costarricense partía desde el “Valle Central” y fue exiguo en territorios periféricos como es el caso de la región del Pacífico Sur. Fue hasta el siglo XX que las autoridades asumen una función activa en políticas de poblamiento del sector fronterizo, para asegurar el control nacional en esas tierras, hasta entonces ocupadas por panameños (Meléndez, 2010).

La conexión histórica con Panamá, por su cercanía geográfica y la lejanía de Guatemala, generó un vínculo entre estas regiones que se identifica cuando en 1622 el Cabildo de Cartago dirigió al Rey de España un informe, solicitando la segregación de la provincia de Costa Rica al Cabildo de Guatemala y la agregación a Panamá, lo cual no se logró por la oposición de Guatemala (Saborío, 1941). En la primera mitad del siglo XVII, se establece la reducción de Boruca, conformada por Fernández (1976), refiriéndose a una carta fechada en el año de confinar a este lugar indígenas de las provincias de León, Esparza y Chiriquí que concurren “santo sacrificio de la misa” para procurar su defensa de los indígenas caribes y zambos mosquitos. La anterior nota muestra como Chiriquí ya era una región conocida para este periodo. Entre los años 1650 y 1655, el gobernador Juan Fernández de Salinas y la Cerda, con el objetivo de acabar los ataques indígenas repobló Boruca con indígenas obtenidos de las montañas (Solórzano, 2013), lo cual se transforma en la primera comunidad de ocupación permanente en el Pacífico Sur de Costa Rica en tiempos de la colonia y de independencia.

Desde David se generan movimientos migratorios, que incluso llegaron hasta el puerto de Golfito por el lado del Pacífico y a las llanuras del río de la Estrella por el lado del Caribe. Concretamente, ese es el origen de la Usurpación granadina del territorio de Bocas del Toro y sus islas en 1836 por parte del gobierno del General Santander, previa colonización por parte de pobladores de origen extranjero (Fernández, 2005).

La ocupación de los Chiricanos del Pacífico Sur de Costa Rica en el siglo XIX y primera mitad del siglo XX

La colonización del Pacífico Sur de Costa Rica fue tardía. En 1869, se inicia por Pedro Calderón, la ruta conocida como *picada Calderón* que fue el primer proceso de integrar el área de estudio al desarrollo nacional, y se implementa el frente de colonización que se concentró en el Valle del General, llegando hasta Buenos Aires, especialmente con campesinos de Santa María de Dota (Barrantes, 2015). Mientras que, en Panamá, los españoles concentraron su presencia en el corredor transístmico y en la franja que se extiende desde Chepo, al este de la ciudad de Panamá, hasta Natá en el oeste, con prolongaciones posteriores hacia Veraguas y después hacia la región de Alanje en Chiriquí durante el siglo XVI con dos elementos fundamentales: el ganado vacuno y caballar, y el régimen económico y social estructurado en torno a la importación masiva de esclavos africanos (Herrera, 2006).

Destaca dentro de la revisión bibliográfica la novela escrita en 1926 por la profesora, Caridad De Salazar de Robles, de origen canaria, titulada *Robinson Tico*. La trama es un viaje desde Cartago a Chiriquí para vender ganado de dos personas atravesando el agreste Pacífico Sur a mediados de 1800, que evidencia la conexión comercial existente entre estas dos áreas (De Salazar, 1993).

Se pueden identificar, espacialmente, dos rutas de migración de Chiricanos al área de estudio: una fluvial-costera y otra terrestre (Mapa 1 y Cuadro 1). Estas difieren a las identificadas por Amador (2008), quien establece tres, separando la costera y la fluvial mientras que en este artículo se unifican, debido a que no se encontró evidencia de una ruta exclusivamente costera y aún en la actualidad la conexión de Burica se realiza por el poblado de Limones, localizado en territorio panameño. Burica fue un espacio que permaneció aislado hasta 1950-1960 en que una ocupación de chiricanos coloniza desde este mismo poblado aunque de acuerdo a García (1988) en 1923, del sector de Río Coto a Punta Burica, la actividad económica se centraba en explotación cocotera que abastecían a las fabricas nacionales de aceites de San José, y que presenta la interrogante de cómo estas tierras fueron incorporadas al desarrollo nacional mucho antes que otras de mayor cercanía y qué causó su posterior abandono.

Por otro lado, estas dos rutas de ocupación, deberían estar entrelazadas entre El Pozo (Actual Puerto Cortés) y Boca del Río Naranjo, porque se alinean varios pueblos alrededor del antiguo Camino de las Mulas, que evidencian el origen de los migrantes como San Andrés y Barú, nombres que se puede relacionar con pueblos chiricanos de donde procedían sus fundadores.

Mapa 1. Rutas de Ocupación de los Chiricanos en el Pacífico Sur de Costa Rica

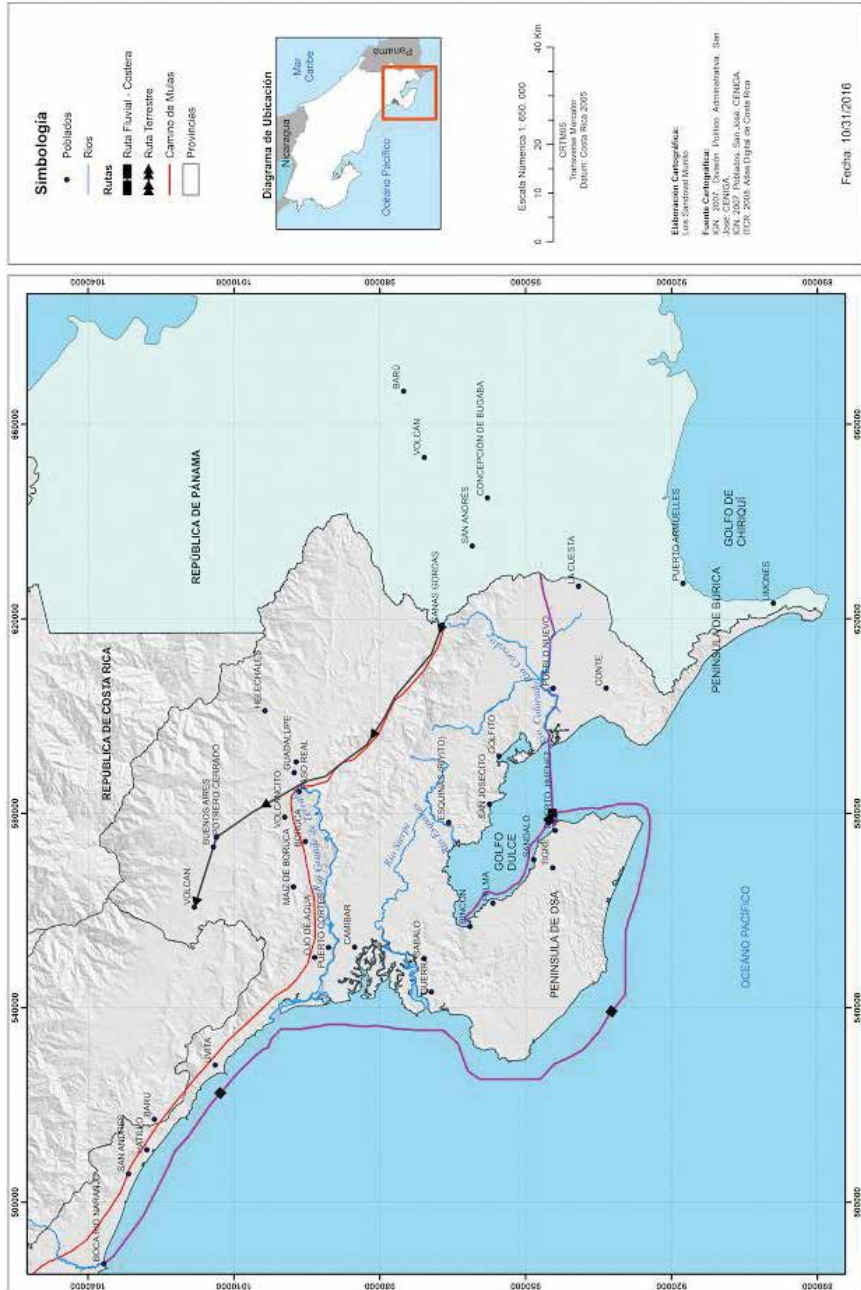


Tabla 1. Ruta de ocupación, poblados y algunos apellidos de origen o fuerte presencia chiricana en el Pacífico Sur de Costa Rica.

Ruta de Ocupación	Asentamientos y Poblados	Algunos apellidos Asociados
Fluvial y marítima	Pueblo Nuevo, El Tigre, Rincón, La Palma, San Josecito, Ojo de Agua, Estero, Guerra, Sándalo, La Cuesta Burica, Boca de Zacate, San Andrés, Agujas, Puerto Jiménez, Uvita, Conte, Boca del Río Naranjo, Dominical, Estero Azul.	Franchesi, Rodríguez, Zavala, Quintero, Lezcana, Barraza, Gómez, Cedeño, Araúz, Palacios, Serrú, Reyes, Bellanera. Orellana
Terrestre	Volcán, Potrero Grande, Helechales, Guadalupe de Potrero Cerrado, Cañas Gordas.	Guerra, Atencio, Cedeño, Grajales, Villarreal, Morales, Pitti, Beita, Pinzón, Valdéz, Saldaña, Altamirano, Serracin

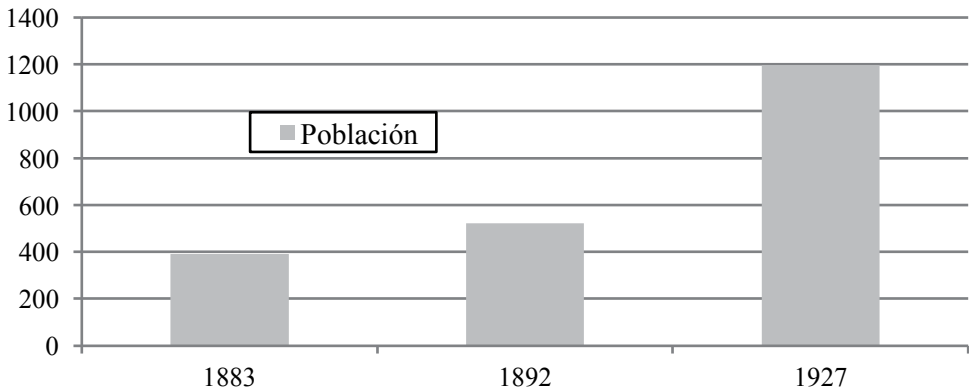
Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía consultada.

a. Ruta de ocupación fluvial y costera

Aproximadamente de 1800 a 1920 se presentó una ocupación aislada de las diversas bahías y ensenadas que se presentan en la irregular costa del Pacífico Sur, desde Burica hasta cerca de Puntarenas (posiblemente hasta la Boca del Río Naranjo), que mantenían vínculos filiales o se consideraban parientes entre sí, aunque no lo fueran realmente y que migraron forzados por la estructura latifundista de la ganadería (Barrantes, 2014). Existe muy escasa información sobre este periodo, lo que se puede encontrar son algunas evidencias de poblados que fueron establecidos durante esta época. En este recorrido se pueden localizar dos rutas, la principal fue un pequeño tramo terrestre desde el poblado de Bugaba de la Concepción hacia el noroeste donde se establecieron: La Cuesta y Conte. Posteriormente, utilizando el Río Coto Colorado, los campesinos chiricanos navegaron para establecerse en Pueblo Nuevo, y posteriormente cruzar el Golfo Dulce, fundando los asentamientos de Santo Domingo (actual Puerto Jiménez, que fue varias veces reubicado por terremotos y un maremoto), así como El Tigre, Rincón, La Palma, San Josecito. Destaca que la búsqueda de terrenos de vocación agrícola y la conectividad con Panamá provocó que estos pobladores se localizaran en el sector Sur de la Península de Osa, con suelos con mayor vocación para la agricultura y ganadería, donde las condiciones climáticas son menos lluviosas y similares a las de Chiriquí y no son tan adversas comparado con el noroeste de esta área.

De acuerdo a Cerdas, (1993) fue Juan Mercedes Fernández, un chiricano naturalizado costarricense, quien organizó al grupo de panameños que ocuparon la península de Osa. De acuerdo a los censos en 1883, esa área estaba poblada por 392 personas, las cuales eran principalmente de origen chiricano (Dirección General de Estadísticas y Censos, 1883). En 1892 era de 523 (Dirección General de Estadísticas y Censos, 1892) con un crecimiento de 13,3 % anual y 1195 en 1927 con 6,5 % anual respectivamente (Dirección General de Estadísticas y Censos, 1927). Además, de forma aislada se establecieron las comunidades de Boca Zacate (Comunidad efímera) y Estero Azul en el delta Terraba-Sierpe, así como Ojo de Agua, Barú, Boca del Río Naranjo (Comunidad efímera) y Savegre.

Figura 3. Población de la Península de Osa.
1883, 1892 y 1927



Fuente: Dirección General de Estadísticas y Censos, 1883, 1892 y 1927.

La forma de ocupación generó un modelo de viviendas dispersas conformadas por ranchos de techos de pajas y paredes de madera rolliza o tablones aserrados manualmente, y sin pueblos que nuclearan servicios como se puede contemplar en la figura 4, por lo cual es difícil encontrar vestigios de estos poblados. Este proceso de ocupación desagregado, centrado en un modelo de subsistencia, facilitó la mezcla con grupos sociales como indígenas y migrantes de otras regiones de Costa Rica.

Figura 4. El Pozo (Puerto Cortés) en 1923



Fuente: Foto Armando Cespedez, 1923. Biblioteca Nacional.

En una entrevista a Marciala Gómez Zavala, quien nació en junio de 1932 en Boca Zacate, en el delta Terraba-Sierpe, menciona: “*Mi mamá era panameña, de David, Chiriquí. Ahí ella tenía su papá y toda su familia, pero se vino muy jovencita, de unos quince años, y aquí se naturalizó costarricense. Aquí se encontró al papá de nosotros... Mi mamá se vino para las costas del mar...*” (Vargas, 2007:3). Lo anterior ilustra la ruta costera seguida por un grupo de chiricanos. Marciala, conocida como Marciana (Fig. 5), es la quinta hija de Doña Eladías Gómez Zapata, que pudo haber migrado alrededor de la década de 1920.

Figura 5. Marciala Gómez Zapata



Fotógrafo: Jaime González, 1990

Fuente: ACOSA, Oficina Palmar.

Como se mencionó anteriormente, un significativo grupo de migrantes rápidamente se mezclan con los locales, fundando nuevas familias, debido a que tanto los indígenas como los pobladores del área de interés centran sus actividades económicas en la subsistencia, sin grandes diferencias de clases, generando una identidad más híbrida. Durante este periodo el concepto de nacionalidad no se concebía como en la actualidad, de tal forma que los pobladores no se reconocían como chiricanos, colombianos, costarricenses.

Además de este grupo que se quedó, otros solo ocuparon de forma temporal y posteriormente regresaron a Chiriquí. Aunque no se tienen datos, se puede interpretar que eran los que buscaron refugio por las guerras que acontecían en Panamá y que tenían mejores condiciones económicas en Chiriquí. Un caso de lo anterior es Bernabé Grajales, de padres españoles, quien se estableció en Boca del Río Naranjo en 1902, procurando amparo durante la guerra de Mil Días y se casó con Adelina Morales, una indígena de Térraba

con quien procreó 13 hijos, que pasada la guerra de los Mil Días regresaron a Chiriquí, aunque siguieron teniendo lazos con la Zona Sur y algunos de sus hijos posteriormente migraron a Potrero Grande (Amador, 2008).

Figura 6. Bernabé Grajales y Adelina Morales aproximadamente en 1950



Fotógrafo: Desconocido. Aproximadamente 1950

De acuerdo a Lewis (1983), la búsqueda de nuevas tierras de cultivo debido al agotamiento de estas en la provincia de Chiriquí, así como la estructura agraria dominada por grandes fincas ganaderas fueron los detonantes de este flujo migratorio. Sin embargo, otro elemento que aunó este movimiento fueron las constantes guerras que se realizaban en Colombia como la Guerra de los Mil Días que fue un enfrentamiento civil en Colombia durante octubre del 1899 y noviembre de 1902, en un principio entre el Partido Liberal y el gobierno partidario del Partido Nacional, que generó la intervención de los Estados Unidos con acciones bélicas en Panamá, con el fin, según sus argumentos, de garantizar la seguridad del istmo (Cuestas, 1999). Para la población chiricana, el espacio de refugio más práctico ante esta guerra, de la cual se sentían ajenos fue el Sur de Costa Rica (Barrantes, 2014), donde ya se asentaban algunos chiricanos. Lo anterior coincide con lo expresado por Maximiliano Morales; “*Muchos pasaron para allá*

y se volvieron para atrás, (a Chiriquí) otros se quedaron. Es porque esta Revolución de Panamá, empezó por ahí de 1899 y terminó en 1903. Mi papá me contaba, después yo leí algo..." (Amador, 2008:18). Dentro de los pobladores de estas comunidades destacan los siguientes apellidos de origen chiricano: Franchesi, Rodríguez, Zavala, Quintero, Lezcano, Barraza, Gómez, Cedeño, Araúz, Palacios, Serrú, Reyes y Bellanera.

b. Ruta de ocupación terrestre

Un elemento clave para comprender la migración de los chiricanos al Pacífico Sur de Costa Rica es la ganadería, la cual era la principal actividad productiva de Chiriquí, y en los valles del Río General y del Río Coto abundaban sabanas dominadas por gramíneas, que ya habían sido explotadas por cofradías cartaginesas durante el siglo XVIII, las cuales fueron abandonadas en el siglo XIX. Así, un segundo grupo de chiricanos llegaron a estas tierras procurando estos pastos naturales que dominan en el valle del General, los cuales también existían en la provincia de Chiriquí como menciona Herrera (2006), refiriéndose a la sabana agro-ganadera. A diferencia de la ocupación costera, estos grupos si establecieron poblados y siguiendo el antiguo Camino Real o Camino de las Mulas ingresaron al país por el poblado de Cañas Gordas hasta llegar a Boruca, donde se introdujeron por los valles procurando áreas de pastoreo.

Evidencias de lo anterior, son los nombres de algunos pueblos establecidos por estos como son el Potrero Grande y el mismo Hato Viejo (Actualmente Buenos Aires). Destaca dentro de esta ruta de ocupación la fundación del pueblo de Volcán, el cuál posiblemente tiene este nombre por ser establecido por pobladores del Corregimiento de Volcán del distrito de Bugaba, siendo el pueblo más al norte fundado por los chiricanos en Costa Rica. En estas áreas convivieron migrantes de Chiriquí como del interior de Costa Rica en pueblos sin generar conflictos, debido a que aunque los chiricanos eran en principio más mestizos, los costarricenses también tenía su nivel de mezcla, y así fueron surgiendo familias híbridas como el matrimonio de Manuel Beita Espinoza, quien llegó procedente de Chiriquí con cuatro hermanos en 1887, con Esther Granados, quien fue hija de las primeras familias procedentes de Santa María de Dota (Melquiades Granados Monge y Adela Urena Chinchilla Granados (Barrantes, 2015), quienes se casaron en El General en 1903 y se establecieron en Buenos Aires (Figura 7).

Figura 7. Manuel Beita Espinoza y Esther Granados Ureña, aproximadamente en 1950.



Fotografía: María Elena Álvarez B. Aproximadamente 1950

Lo anterior se evidencia en la visita del obispo Thiel al actual Buenos Aires cuando afirma “viven allí 25 familias venidas del interior de la República y de Chiriquí” (Chacón, 1986). De acuerdo a Amador (2008), basado en publicaciones de Bozzoli y Wing Ching, (1979) y de Chacón, (1986) los chiricanos se integraron sin dificultad con la población indígena, con excepción de las familias chiricanas de vocación más ganaderas. Sin embargo, esta alianza con los campesinos del interior del país también generó conflictos con los grupos indígenas como lo plantea Rojas (2006) cuando menciona que el poseedor de una tierra con antiguas sepulturas ancestrales era el panameño Claudino Grajales que se asoció a extractores para explotar estos sitios que no contaban con la protección legal de la actualidad. No existen muchas evidencias escritas, pero si abundantes en la tradición oral, sobre la existencia de sepulturas prehispánicas que fueron el sueño dorado de muchos migrantes, especialmente chiricanos. A pesar de lo anterior, algunos chiricanos se emparejaron con mujeres indígenas, especialmente Terrabas, incrementando el mestizaje que actualmente domina en la región, con apellidos que se pueden identificar fácilmente dentro de esta comunidad tales como: Guerra, Atencio, Cedeño, Grajales, Morales, Villarreal, Pitti, Beita, Pinzón, Valdéz, Saldaña, Altamirano y Serracín.

La ocupación de los chiricanos del área de estudio, quizá por ser un proceso espontáneo y poco organizado, no generó conflictos con el gobierno de Costa Rica con excepción del incidente del Río Coto en 1921, y al contrario se mezcló con los grupos que habitaban el área como los pueblos indígenas y los costarricenses que, igual que ellos eran recién llegados, conformando una alianza para la colonización agrícola y la sobrevivencia. Un indicador de esta fusión, es que, en la primera mitad del siglo XX, la mayoría de intercambio económico se realizaba por medio del Río Terraba. Los productos de Volcán, Buenos Aires y Potrero Grande, los trasladaban a caballos hasta las riberas de Río Terraba y de ahí en botes hasta El Pozo (actual Puerto Cortés), donde luego se trasladaban posteriormente en lancha hasta Puntarenas (Figura 8). Igual sucedía con la mercadería que se comercializaba en los negocios de Volcán, Buenos Aires y Potrero como la contaba el Médico Jorge A Ramírez Beirut, hijo del primer supervisor escolar en la región y de los propietarios del primer negocio de abarrotes en Volcán.

Figura 8. Navegación en el río Térraba en 1923



Fotografía Armando Cespedez, Biblioteca Nacional. 1923

Las dificultades de conectividad generaron una estructura de propiedades pequeñas y medianas superficies, basada fundamentalmente en la subsistencia, lo cual varió significativamente de la estructura latifundista que dominaba en Chiriquí. En las dinámicas de organización social se identifican algunas tradiciones de origen indígena como el trabajo colectivo (juntas) en las prácticas de los migrantes chiricanos que denominaban “peonadas”. Así, comienza a construirse la identidad de Pacífico Sur, hasta que la localización de la compañía bananera ubicó esta tierra olvidada en el interés del capital transnacional.

Los chiricanos durante enclave bananero en la Zona Sur

En 1922, la United Fruit Company, preocupada por los efectos adversos de las enfermedades en sus plantaciones de la vertiente Caribe, comienza a explorar territorios en el Pacífico Sur de Costa Rica, ocupando las tierras del río Naranjo, Sierpe y Grande de Térraba. En la Zona Sur, la compañía bananera fue un actor clave en el proceso de la construcción de identidades de esta población, como sucedió en el Litoral Caribe (Fernández, 1970). Este interés de la transnacional irrumpió con el proceso de ocupación de tierras, que en la mayoría de los casos no contaba con documentos legales de propiedad provocando la expulsión o la “compra de

mejoras”, por lo cual la presencia de chiricanos fue rápidamente excluida de las tierras que eran de interés de la Bananera, transformando muchos en obreros, especialmente los ubicados en espacios cerca o dentro de las nuevas plantaciones.

Asimismo, durante 1927, se firma el contrato para establecer en Panamá la subsidiaria, de esta empresa: la Chiriquí Land, en el área limítrofe de la frontera con Costa Rica (Cerdas, 1993). Este proceso inicia un trasiego de fuerza de trabajo en la zona transfronteriza, provocando una ocupación más reciente de chiricanos al lado costarricense y viceversa, donde los negocios de la transnacional superaban los obstáculos limítrofes nacionales, así la fruta que era exportada en el ramal de Puerto González lo hacía primeramente por el Puerto Armuelles en la Panamá. Asimismo, la migración de trabajadores de otros lugares como Guanacaste y Nicaragua, entre otros, fue un aporte para disolver la impronta de la cultura chiricana.

Comentarios finales

Aún falta mucho por discernir acerca de la construcción de Costa Rica como una nación multiétnica y multicultural, pues únicamente en la medida que se aprecie, como corresponde, los aportes de todos los grupos étnicos que han construido esta nación, es que se superara el estereotipo de la “Suiza Centroamericana”, con los efectos xenófobos que esto implica. A partir de notas perdidas en documentos, imágenes y tradición oral, este artículo analiza la presencia de los chiricanos en el Pacífico Sur, sin embargo, aún falta por reconocer de forma precisa, los aportes, especialmente examinando cómo se construye una identidad diferenciada que permita hacer de esta región y de este país un crisol de culturas, donde el espacio presenta una huella de los diversos grupos sociales que cohabitan. Todavía se puede encontrar, alrededor de las rutas marítima-costera o terrestres, algunos vestigios de aquellos chiricanos, que para encontrar refugio o para fundar sus moradas siguiendo, huyendo de guerras o búsqueda de áreas de pastoreo, llegaron a lo que se conoce en la actualidad como el Pacífico Sur, que, en la época colonial, una frontera nacional fragmentó una unidad cultural, pero que en fondo continuó siendo una misma región como lo evidencian algunas de sus tradiciones.

Además, como se abordó anteriormente el concepto de nacionalidad, en este tiempo, no responde a pueblos transfronterizos y se asume

como un concepto estático. Así que, indiscutiblemente en los cimientos de la formación de la identidad del Pacífico Sur, o lo que actualmente se conoce como Zona Sur, están los aportes de los chiricanos como pueblo mestizo que contribuyo a su actual identidad. Se reconoce en algunos de los alimentos tradicionales de Boruca como tamales de arroz, la costumbre de la saloma presente en las borucas y que aún se mantiene entre algunos pobladores de la región, están ligados a la cultura panameña, pero tiene una raíz indígena. Los “ngobe” que son el grupo étnico con mayor afinidad genética con los borucas guardan en su idioma un término especial para la saloma: “nogonengo”, lo cual es una evidencia de su raíz indígena. Además de esta huella, existen aportes en cultivos como son los frijoles gandul (*Cajanus cajan* y *papa chiricana* (*Dioscorea trifida*), entre otros. La línea entre lo chiricano y lo campesino costarricense es muy efímera, porque los dos son resultados de aportes de culturas originarias, afro-descendientes e ibéricas, que se entremezclan formando una identidad híbrida.

Emergen diversas interrogantes a resolver en futuras investigaciones, como el nivel de vínculo establecido por los chiricanos con los grupos locales como borucas, terrabas, bribris, cabecares y ngäbe bugle, así como con los migrantes nicaragüenses y guanacastecos que arribaron a la región, sus prácticas agrícolas y culturales, su relación con la sustentabilidad, la huella de los afrodescendientes en esta cultura, entre otros. Aún se requiere revisar muchos documentos extraviados, así como identificar en la tradición oral para testificar la huella de la cultura chiricana en el Sur del País y poder colocarla en el lugar que corresponde como una de las culturas bases de la identidad actual del Pacífico Sur de Costa Rica.

Referencias

- Amador, J.L. (2008). *Historia y tradición en Potrero Grande: Un pueblo costarricense de origen chiricano-panameño*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Amador, V. (1978). El camino de mulas en Costa Rica y Panamá. *Revista Geográfica de América Central*, 7-8(1), 75-84.
- Barrantes, C. (2015). *Lejano Diquís*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Barrantes, C. (2014). *Crónicas del Golfo Dulce*. San José, Costa Rica: EUNED.

- Barrantes, R. (1998). Origen y relaciones entre los amerindios chibchas de Costa Rica: una perspectiva genética y evolutiva. *Memoria del Primer Congreso Científico sobre Pueblos Indígenas de Costa Rica y sus fronteras*. Comp.: Bozzoli.
- Brenes, G. (1999) *Estimación del volumen y características sociodemográficas de los inmigrantes nicaragüenses en Costa Rica*. (Tesis del Programa de Estudios de Posgrado en Estadística, Universidad de Costa Rica). San José, Costa Rica.
- Cerdas, A. L. (1993). El surgimiento del enclave bananero en el Pacífico Sur. *Revista de Historia Núm. 28*. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional.
- Chacón, L. (1986). Buenos Aires cantón de Puntarenas apuntes para su historia. *Revista del Archivo Nacional, 44*, 33-50.
- Cortés, C. (2010). La invención de un país imaginario. *Identidad, invención y mito: Ensayos escogidos*. San José, Costa Rica: Editorial Costa Rica.
- Cuestas, C. (1999) *Panamá y Costa Rica: entre la diplomacia y la guerra*. Panamá, Panamá: Editorial Chen.
- De Salazar, C. (1993). *Un Robinson Tico*. San José, Costa Rica: Editorial Fernández-Arce.
- Dirección General de Estadísticas y Censo. (1883). Censos de 1883. San José, Costa Rica.
- Dirección General de Estadísticas y Censo. (1893). *Censos de 1892*. San José, Costa Rica.
- Dirección General de Estadísticas y Censo. (1927). *Censos de 1927*. San José, Costa Rica.
- Duany, J. (2010). Las diásporas de las Antillas hispánicas: una comparación transnacional. *Revista del CESLA, 1*(13), 265-286.
- Fernández, R. (1970). Las identidades de la población de origen jamaiquino en el Caribe costarricense, 1872-1950. *Memoria digital de IX Congreso Centroamericano de Historia*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Fernández, R. (2005). *Cartilla histórica de Costa Rica*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Fernández, L. (1976). *Indios, reducciones y el cacao*. Editorial Costa Rica. San José, Costa Rica.

- Flores, E. (1983). *Geografía de Costa Rica*. San José, Costa Rica: EUNED
- García, M. (1988). Apuntes geohistoricos de la colonización agrícola en la Península de Osa, Costa Rica. *Revista Geoistmo*, 1(2),27-40. San José. Costa Rica.
- Head, L. (2000). *Cultural landscapes and environmental change*. London: Arnold.
- Herrera, G. C. (2006). El Istmo en el mundo. Elementos para una historia ambiental de Panamá. *Signos Históricos*, 8(16).
- Lewis, B. (1983). Reseña histórica de la población y los recursos naturales de la península de Osa, Pacífico Sur. 1948-1981. *Revista Geográfica de América Central*, 17-18, 123.130. UNA.
- Meléndez, C. (2010). *Conquistadores y pobladores: Orígenes histórico-sociales de los costarricenses*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Molina, I. (2002). *Costarricense por dicha: Identidad nacional y cambio cultural en Costa Rica durante los siglos XIX y XX*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica
- Monge, C. (1943). *Geografía Social y Humana de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Imprenta Universal.
- Morales, A., Lobo, D. y Jiménez, J. (2014). *La travesía laboral de la población Ngäbe Buglé de Costa Rica y Panamá: Características y desafíos*. San José, Costa Rica: FLACSO.
- Nogué, J. (2008). *Paisatge i salut*. Cataluña, España: Observatori del paisatge de Catalunya
- Osorio, A., Salazar, G. y Díaz, A. (1974). *Historia de la ciudad de David*. Impresora Panamá S.A. Edición Municipal, Panamá
- Reinoso, Jose-Hernando [1870-1900] *Mapa de América Central*. Litografía J.M. Mateu. Librería de Hernando, Madrid, <http://catalogo.bne.es/uhtbin/cgisirsi/0/x/0/05?searchdata1=bica0000041154>
- Rojas, J.R. (2006). *Así era Curré: Una visión de la comunidad indígena de Curré de principios del siglo XX hasta la década de los 50*. San José, Costa Rica: EUNED
- Saborío A. (1941). Costa Rica y Panamá. *Revista del Archivo Nacional de Costa Rica* 5. San José, Costa Rica.
- Sandner, G. (1964). La costa atlántica de Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Su conquista y colonización desde principios de la época colonial.

- Serie Geográfica 1*. 83-137. San José, Costa Rica: Instituto Geográfico de Costa Rica,
- Sauer, C. (2004). Introducción a la geografía histórica. *Polis. Revista Latinoamericana*, (8).
- Sassone, S. M. (2009). Breve geografía histórica de la migración boliviana en la Argentina. *Temas de Patrimonio Cultural*.
- Sibaja, L. F. (1968). *El límite sureste de Costa Rica: Reseña histórica desde el laudo Loubet hasta su fijación definitiva*. (Tesis. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica).
- Solórzano, J.C. (2013). *Los indígenas en la frontera de la colonización; Costa Rica 1502-1930*. San José, Costa Rica: EUNED,
- Mata, M. T. (1996). Gran Chiriqui, modelos precolombinos y cambios a partir de la conquista. *Las raíces de la memoria: América Latina, ayer y hoy: Quinto Encuentro Debate* (p. 203).
- Vargas, E. (2007). Doña Marciala Gómez: relatos de una mujer de los manglares del Río Térraba, en Costa Rica. *Segundo Informe de Proyecto de Investigación, El universo social del manglar Sierpe-Térraba en Costa Rica. Mimeografiado*. Universidad Nacional, Heredia. Costa Rica.
- Vargas, G. (2012). *Geografía de Costa Rica*. San José, Costa Rica: EUNED.

Entrevista al médico Jorge A. Ramírez Beirute, 20 de diciembre 2015.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE POTENCIAL CONFLICTO ENTRE USOS DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN, ARGENTINA

IDENTIFICATION OF POTENTIAL AREAS OF LAND- USE CONFLICT IN THE LUJAN RIVER BASIN, ARGENTINA

*Gustavo D. Buzai*¹

*Noelia Principi*²

Universidad Nacional de Luján, Argentina

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.4>

RESUMEN

La Geografía, como ciencia espacial, se apoya en la utilización de métodos cuantitativos aplicados con Sistemas de Información Geográfica (SIG). En este contexto, el modelado cartográfico y las técnicas de evaluación multicriterio permitieron definir una estrategia metodológica para la identificación de áreas de potencial conflicto entre usos del suelo en escala regional (LUCIS, *Land-use Conflict Identification Strategy*). La investigación se realiza en la cuenca del río Luján, con el objetivo de definir estas áreas como consecuencia de la futura competencia espacial entre el uso

-
- 1 Prof. Lic. (Geografía, UBA), Dr. (Geografía, UNCuyo) y Estadías PosDr (UAM España, UIBK Austria). Universidad Nacional de Luján y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO). Director del Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG). Argentina. buzai@unlu.edu.ar
 - 2 Prof. Lic. (Geografía, UNLu) y Mg. (Sistemas de Información Geográfica y Teledetección, UCR-UNA, Costa Rica). Universidad Nacional de Luján. Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO). Coordinadora del Laboratorio de Análisis Espacial y Sistemas de Información Geográfica (LabSIG). Argentina. nprincipi@unlu.edu.ar

Fecha de recepción: 18 de enero de 2017
Fecha de aceptación: 23 de febrero de 2017

del suelo urbano, la producción agrícola y las áreas de conservación. Los resultados obtenidos constituyen una excelente herramienta de utilidad en la planificación territorial.

Palabras clave: Geografía Aplicada, Análisis Regional, SIG, Evaluación multicriterio, LUCIS

ABSTRACT

Geography, as spatial science, relies on the use of quantitative methods applied with Geographical Information Systems (GIS). In this context, cartographic modeling and multi-criteria evaluation techniques allowed the definition of a methodological strategy for identifying areas of potential conflict between land-uses at a regional scale (LUCIS). The research is carried out in the Luján river basin with the purpose of defining these areas as a consequence of future spatial competition between urban land-use, agricultural production and conservation areas. The results obtained are an excellent tool to use in the field of land-use planning.

Keywords: Applied Geography, Regional Analysis, GIS, Multi-criteria Evaluation, LUCIS

Introducción

Este trabajo analiza aspectos teórico-metodológicos que permiten la identificación de áreas con potencial conflicto ante la evolución espacial del uso del suelo³, y realiza su aplicación a la cuenca del río Luján. Se detallan las técnicas de evaluación multicriterio, aplicadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la estrategia de resolución denominada *Land Use Conflict Identification Strategy* (LUCIS). El camino metodológico se sustenta conceptualmente en el materialismo sistémico (Bunge, 2012, 2014) y en el análisis del nivel espacial como focalización realizada en el marco de la teoría de los sistemas complejos. La construcción de una totalidad organizada resulta posible al modelar la realidad en capas temáticas, en un proceso de diferenciación y combinación a partir del modelado cartográfico en la búsqueda de resultados parciales y una síntesis integradora de la situación espacial.

Los procedimientos metodológicos detallados a lo largo de la presentación fueron aplicados inicialmente en Buzai y Baxendale (2007, 2008), donde se ha demostrado que constituyen una excelente alternativa para el estudio prospectivo del espacio geográfico. La identificación de estructuras espaciales permite definir áreas de potencial conflicto como

3 Se utiliza el término *uso del suelo* por ser reconocido institucionalmente en la República Argentina. El espacio geográfico comprendido por la cuenca del río Luján se encuentra regulado por el Decreto-Ley 8912/77 LEY DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y USO DEL SUELO (Texto Ordenado por Decreto 3389/87 con las modificaciones del Decreto-Ley N° 10128 y las Leyes N° 10653, 10764, 13127, 13342 y 14449) del Ministerio de Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

consecuencia de la futura competencia espacial entre la expansión urbana, la producción agrícola y las áreas de conservación.

De esta manera, el resultado obtenido constituye una herramienta en apoyo al proceso de toma de decisiones espaciales en el ámbito de la planificación para la generación de propuestas y en la gestión para la posible implementación, siempre en la búsqueda de caminos que lleven a una evolución espacial armoniosa de los usos del suelo (Buzai y Baxendale, 2010, 2011; UF, 2014). La teoría y metodología aplicada simplifica su descripción y análisis en una focalización espacial central en el contexto de la Geografía Aplicada de perspectiva sistémica.

Área de estudio

Cuenca hidrográfica del río Luján

El área de estudio es la cuenca hidrográfica del río Luján, que es en realidad una subcuenca, perteneciente a la Gran Cuenca del Plata. Tiene una superficie de 3761 km² y sobre ella se encuentran ubicados varios municipios del sector noroeste del Gran Buenos Aires. Al norte limita con las cuencas del arroyo de la Cruz y del río Areco; al oeste y al sur con la cuenca del río Salado y al sureste con la cuenca del río Reconquista.

La delimitación de la cuenca del río Luján fue realizada por Lanzelotti y Buzai (2015) a partir de ajustar los límites definidos en Buzai (2002) y Paso Viola (2013) mediante la utilización de imágenes satelitales SRTM y ASTERDEM, corregidas mediante interpretación visual.

Los municipios⁴ que integran la cuenca son: Campana, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, Carmen de Areco, Chacabuco, San Fernando, Suipacha y Tigre.

La topografía general de la cuenca es suave, las máximas alturas se localizan en el oeste, llegando aproximadamente a los 60 msnm, y descendiendo en sentido sureste hasta alcanzar el nivel del mar.

De acuerdo al Instituto Nacional del Agua (2007) la cuenca puede dividirse en tres tramos (Figura 1): *la cuenca superior* que se extiende desde las nacientes hasta el municipio de Luján, específicamente en la

4 En la República Argentina las divisiones político-administrativas son de las siguientes magnitudes: 1er. Orden (País), 2do. Orden (Provincia), 3er. Orden (Departamento o Partidos en la Provincia de Buenos Aires, donde coinciden espacialmente con el municipio). A partir de aquí son divisiones censales: 4to. Orden (Fracciones censales) y 5to. Orden (Radios censales).

localidad de Jáuregui, con una pendiente media del tramo de unos 0,45 m/km; *la cuenca media*, se extiende hasta el municipio de Pilar, coincidiendo con el cruce del río con la Ruta Nacional N° 8, con una pendiente media del tramo de 0,36 m/km, y finalmente *la cuenca inferior*, se extiende hasta el municipio de Tigre, donde el río Luján desemboca en el Delta del Paraná, poco después del cruce de la Ruta Nacional N° 9, cuya pendiente media es de 0,04 m/km.

El curso fluvial principal de la cuenca es el río Luján, que realiza su recorrido por la planicie ondulada de la Pampa, nace en de la confluencia del arroyo de Los Leones y del Durazno y la Cañada de Castilla, en el municipio de Carmen de Areco, y una pequeña superficie del municipio de Chacabuco, con un recorrido en dirección sudoeste-noreste de 115 kilómetros hasta su desembocadura en el delta del Paraná, y luego gira en dirección sudeste y recorre 42 km hasta llegar al Río de la Plata.

El río Luján se presenta como hidrografía de llanura con escasa pendiente, siendo que, de acuerdo a Paso Viola (2016), sus cotas fluctúan entre los 46 y 58 m con una media del tramo superior que ronda los 47 m. A través de su recorrido se pueden apreciar paisajes predominantemente urbanos (Figuras 2 y 3), rurales (Figura 4) y seminaturales (Figura 5), como usos del suelo que presentan la base para la identificación de potenciales conflictos espaciales.

Figura 1. Área de estudio
Cuenca del río Luján, Buenos Aires, Argentina

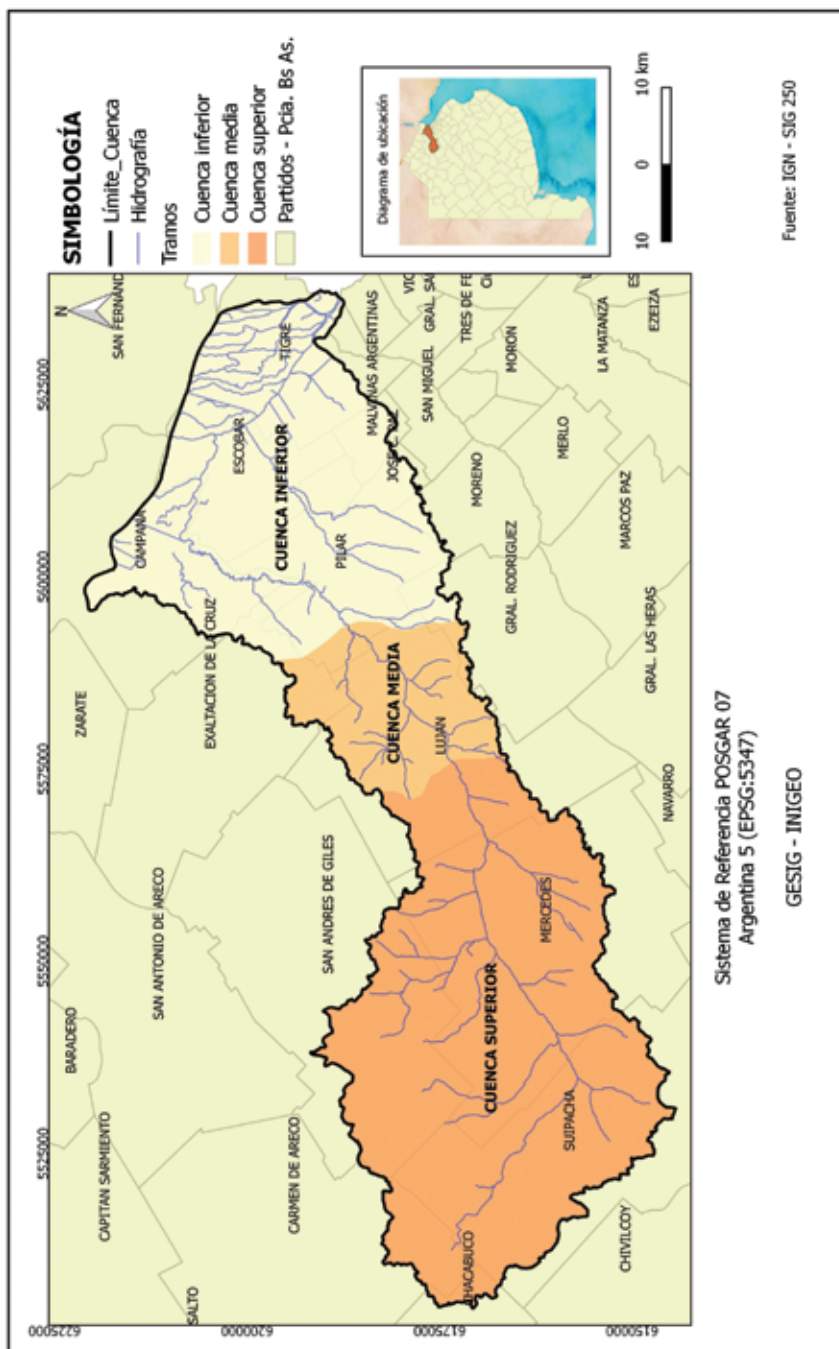


Figura 2. Río Luján. Paisaje urbano compacto
Ciudad de Luján
Coordenadas: 34° 52' 56" S – 59° 06' 57" O



Fotografía: GESIG / Gustavo D. Buzai

Figura 3. Río Luján. Paisaje urbano difuso
Barrio cerrado San Sebastián (Municipio de Pilar)
Coordenadas: 34° 20' 43'' S – 58° 54' 38'' O



Fotografía: GESIG / Noelia Principi

Figura 4. Río Luján. Paisaje rural. Agricultura, áreas seminaturales y urbanas (Municipio de Luján)
Coordenadas: 34° 31' 89" S – 59° 05' 20" O



Fotografía: GESIG / Gustavo D. Buzai

Figura 5. Río Luján. Paisaje de conservación
Meandro, bosque ribereño y valle de inundación (Municipio de Pilar)
Coordenadas: 34° 22' 53'' S – 58° 55' 06'' O



Fotografía: GESIG / Noelia Principi

Marco teórico-conceptual

Sistemas y materialismo sistémico

Las distribuciones espaciales no se producen de manera aleatoria, sino que son resultado de acciones generales que llevan a la formulación de leyes científicas que explican la organización territorial. Desde un punto de vista sistémico, la Geografía se entiende como la ciencia que estudia las leyes que rigen las pautas de distribución espacial. Estas serán la base de los resultados obtenidos en el marco de una Geografía Aplicada (Pacione, 1999; Phlipponneau, 2001) en apoyo a la intervención en el ordenamiento territorial.

El considerar estas leyes permite realizar predicciones teóricas acerca de las distribuciones espaciales, en un claro ejemplo de lo que sería una Geografía Aplicada prospectiva que tiende al descubrimiento de relaciones de causalidad, pudiendo modelar configuraciones espaciales presentes y futuras.

Las investigaciones científicas en general apuntan a estudiar no sólo objetos específicos, sino que tienen particular interés sus relaciones. De esta manera, la perspectiva científica aborda totalidades al considerar la realidad como sistema.

Un marco de abordaje lo brinda la Teoría General de los Sistemas (TGS), formulada por Bertalanffy (1968) como construcción intelectual global que avanza empíricamente en el estudio de elementos y relaciones, con el objetivo central de encontrar las similitudes estructurales entre diferentes sistemas. De esta manera, se ponen en evidencia aspectos matemáticos que pueden ser utilizados para estudiar y describir comportamientos en diferentes escalas (Buzai y Cacace, 2016), desde una célula hasta una galaxia, encontrándose la escala humana en un nivel intermedio.

En un sistema no es posible explicar elementos aislados, sino que adquieren su total magnitud cuando se relacionan diferentes elementos en el marco de la estructura global que los vincula. La TGS permite unir las piezas separadas que produce la especialización científica y brinda posibilidades globales de análisis, existiendo un avance posterior en la búsqueda de especificidades.

El abordaje de aspectos específicos llevará a centrar la atención en diferentes escalas en la búsqueda de complementaciones. Esta posibilidad llegó a través de la Teoría de los Sistemas Complejos (TSC), formulada

por García (2006), con base en los trabajos realizados en Epistemología Genética por Jean Piaget.

La TSC demostró importantes capacidades en dos niveles principales; en el estudio de la organización territorial y en la construcción de conocimientos con fundamento en su aptitud epistemológica (Piaget y García, 1983; García, 1997).

Estas capacidades resultan posibles, porque concibe a la realidad como una organización estratificada a partir de escalas con organizaciones semi-autónomas. Al aplicar conceptos de la TSC al estudio de la organización territorial, se realizan abordajes que podrían desembocar en tres niveles principales, uno *focal* que sería el de resolución propia de la temática en un nivel espacial, uno *supra-focal* de mayor generalidad y uno *infra-focal* de mayor nivel de detalle. De esta manera, existe una importante estabilidad conceptual, ya que pueden existir teorías específicas para cada nivel de la realidad.

La TGS se focaliza en aspectos generales y la TSC incluye aspectos específicos. Ambas brindan la posibilidad de estudiar la realidad como totalidad en sus múltiples dimensiones y detalles. El nivel de análisis espacial es el de la Geografía Aplicada, la focalización principal está puesta en la búsqueda de soluciones espaciales a problemáticas sociales, y para ello nuestra perspectiva es la del *materialismo sistémico* presentado por Bunge (2012, 2014).

Desde esta perspectiva, la Geografía Aplicada se basa actualmente en el análisis espacial cuantitativo con SIG y su focalización es empírica en un nivel regional (Baxendale. 2007) con una gran variedad de posibilidades aplicativas (Principi, 2013; Principi y Buzai, 2016). Para lograrlo su hilo conductor parte de considerar (Bunge, 2012) que la realidad existe (realismo), que puede ser estudiada a partir de sus elementos materiales (materialismo), que estos elementos se relacionan ampliamente en la conformación de sistemas (sistemismo) y que la forma más eficiente de acceder a ello es a través de la ciencia (cientificismo).

Llevando estas consideraciones a nuestra tarea de investigación, podemos apoyar estos cuatro aspectos a partir de considerar que la cuenca del río Luján, delimitada a través de la línea divisoria de aguas, existe independientemente del observador, que su contenido puede ser estudiado a partir de los elementos materiales que llevan a la definición de usos, de que

estos usos tienen vínculos sistémicos que permiten llegar a resultados mediante el estudio de sus distribuciones y asociaciones espaciales y, finalmente, que la ciencia, a través de los SIG y del análisis espacial, permite modelizar este recorte de la realidad como *totalidad organizada* y obtener resultados que son de utilidad para actuar sobre la realidad empírica.

Marco metodológico

Análisis de evaluación multicriterio

La lógica del modelado de secuencias en SIG, para la búsqueda de localizaciones óptimas en diversas escalas, tiene su base inicial en la descomposición del área de estudio en un nivel vertical, formado por diferentes capas temáticas (*layers*) que contienen las variables fundamentales (temas en forma de mapas) útiles para la resolución.

Existen variados procedimientos que pueden ser aplicados a esta estructura de datos espaciales, principalmente incluidas en lo que se ha denominado modelado cartográfico, especialidad con mayor aptitud para las estructuras *raster* (Tomlin, 1990; DeMers, 2002) y que define las reglas de aplicación para la obtención de resultados mediante procedimientos de superposición cartográfica. El mayor avance en el modelado cartográfico lo constituyen las denominadas técnicas de evaluación multicriterio, presentadas con amplitud en Gómez Delgado y Barredo Cano, (2006) y Buzai y Baxendale (2011).

El análisis de evaluación multicriterio comienza con una información básica en formato cartográfico que sirve como criterio para realizar los procedimientos de evaluación. Hay dos tipos de criterios; aquellos que presentan valores continuos de aptitud locacional en cada variable, llamados factores, y las capas temáticas que actúan con la finalidad de confinar los resultados en un sector delimitado del área de estudio, llamados restricciones.

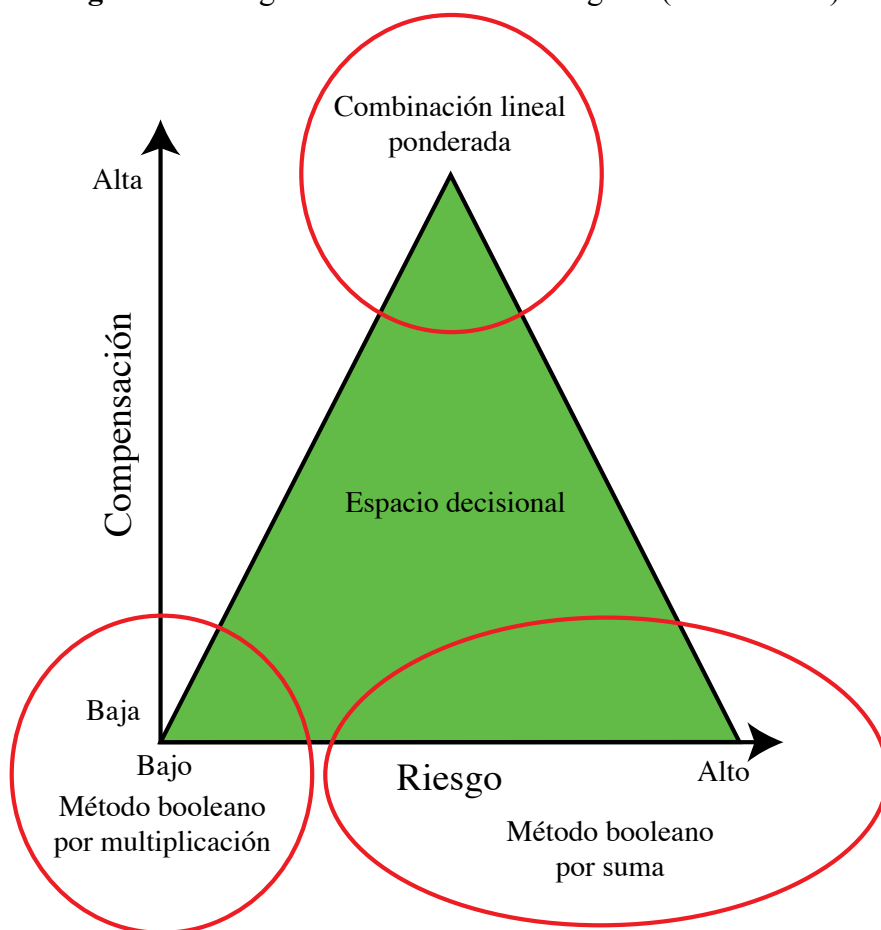
Cabe destacar aquí, que en la formación de factores pueden ser utilizadas las lógicas de tratamiento difuso, estandarizaciones *fuzzy* para la definición de zonas de aptitud sin límites precisos (Burrough y McDonnell, 1998; Jiang y Eastman, 2000) y, que según Wilson y Burrough (1999) podría ser considerada una de las nuevas bases para el análisis espacial cuantitativo.

Mediante la selección de variables, sus tratamientos tendientes hacia la generación de factores y restricciones, y la determinación de diferentes formas de combinación, nos encaminamos hacia la búsqueda de

resultados. Las formas de vinculación se denominan reglas de decisión y su proceso de aplicación evaluación.

En Buzai y Baxendale (2011), se detallan estas relaciones junto a la utilización del triángulo de decisiones estratégicas (Figura 6), formado por un espacio de relaciones en el interior de dos ejes ortogonales (eje x: nivel de riesgo, eje y: nivel de compensación) y las soluciones posibles entre los métodos booleanos por multiplicación (análisis de riesgo mínimo sin compensación), suma (escalonamiento hacia el riesgo máximo sin compensación) y la combinación lineal ponderada (análisis de riesgo medio con máxima compensación).

Figura 6. Triángulo de decisiones estratégicas (locacionales)



Modelo de resolución

Tomando como base la lógica de las técnicas de evaluación multicriterio, apoyadas por el uso de SIG, Carr y Zwick (2006, 2007) han propuesto un modelo de resolución estandarizada de interesantes capacidades para la identificación empírica de áreas potenciales de conflicto entre usos del suelo.

El modelo propuesto, que ha sido denominado LUCIS, contempla la realización de diferentes pasos como camino de resolución hacia la obtención del mapa con las áreas de conflicto. Algunos trabajos que analizan el método son los de Buzai y Baxendale (2010, 2011) y UF (2014), estudios previos en el área de estudio se encuentran en Buzai, Baxendale, Cacace y Dzenoletas (2011), y la presente aplicación fue realizada por Principi (2016) en el marco de un proyecto de investigación científica de reconocimiento nacional.⁵ Un avance actual fue realizado desde un punto de vista de la automatización a partir de la actualización realizada por Zwick, Patten y Arafat (2016), en la cual se presenta un nuevo aplicativo en SIG.

Los pasos para la aplicación del modelo son los siguientes:

1. *Definición de objetivos*: Se considera que cada localización puede tener tres posibilidades de ocupación en cuanto a usos, de los cuales pueden estar dedicados a actividades urbanas, agrícolas o de conservación. Cada una de estas actividades tiene como meta la maximización de oportunidades en ciertas líneas de desarrollo, por ejemplo, el uso urbano en cuanto a la expansión residencial y actividades de la producción secundaria y terciaria, el uso agrícola para la expansión de la producción primaria, principalmente la agricultura, o el uso de conservación para la protección ecológica.

2. *Creación de la base de datos espacial*: Se realiza, generando una serie de capas temáticas (*layers*) por digitalización que contienen información relevante y básica para el logro de cada uno de los tres objetivos señalados. Además de los temas a ser considerados en el análisis, en este punto se deben definir los aspectos técnicos de la creación de bases de

5 Proyecto: *Análisis espacial y evaluación de zonas de potenciales conflictos ambientales, productivos y patrimoniales ante la expansión urbana en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina)*. Director: Dr. Gustavo Buzai, Codirectora: Dra. Sonia L. Lanzelotti. Proyecto de investigación científica y tecnológica (PICT-1388-2014) de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) de la República Argentina.

datos alfanuméricas y gráficas en el marco de la tecnología SIG, como la extensión del área de estudio, sistema de proyección y unidad mínima de resolución espacial.

3. *Análisis de aptitud*: Se realiza el análisis de cada capa temática del área de estudio, determinando la aptitud relativa de las categorías de cada criterio para cada objetivo. Corresponde a la creación de factores para la aplicación de las técnicas de evaluación multicriterio. El método LUCIS considera una estandarización de aptitud continua (ac) en números enteros cumpliendo el siguiente rango:

$$[1] 1 \leq ac \leq 9$$

4. *Determinación de preferencias*: Se establece la importancia de cada factor en la resolución del objetivo específico. Para lograr el resultado se apela al conocimiento teórico o se utiliza una metodología para la obtención de los números representativos de la importancia de cada factor, en este estudio para nuestro caso fue aplicado el método de ponderación por ranking recíproco (Malczewski, 1999). El procedimiento de asignación de importancias puede estar apoyado por la colaboración entre expertos en cada temática involucrada (Jankowski y Nyerges, 2001) y, matemáticamente cumple las siguientes características:

$$[2] \sum p_i = 1$$

$$[3] 0 < p_i \leq 1$$

5. *Aplicación de la regla de decisión y reclasificación de resultados*: Se ejecuta el procedimiento de combinación lineal ponderada, obteniéndose un valor índice sintético para cada localización en base a la definición de factores y los valores de ponderación para cada uno de ellos de la siguiente forma:

$$[4] I_i = \sum p_i x_i$$

o integrando restricciones espaciales incorporando la multiplicatoria de capas booleanas

$$[5] I_i = \sum p_i x_i \prod r_j$$

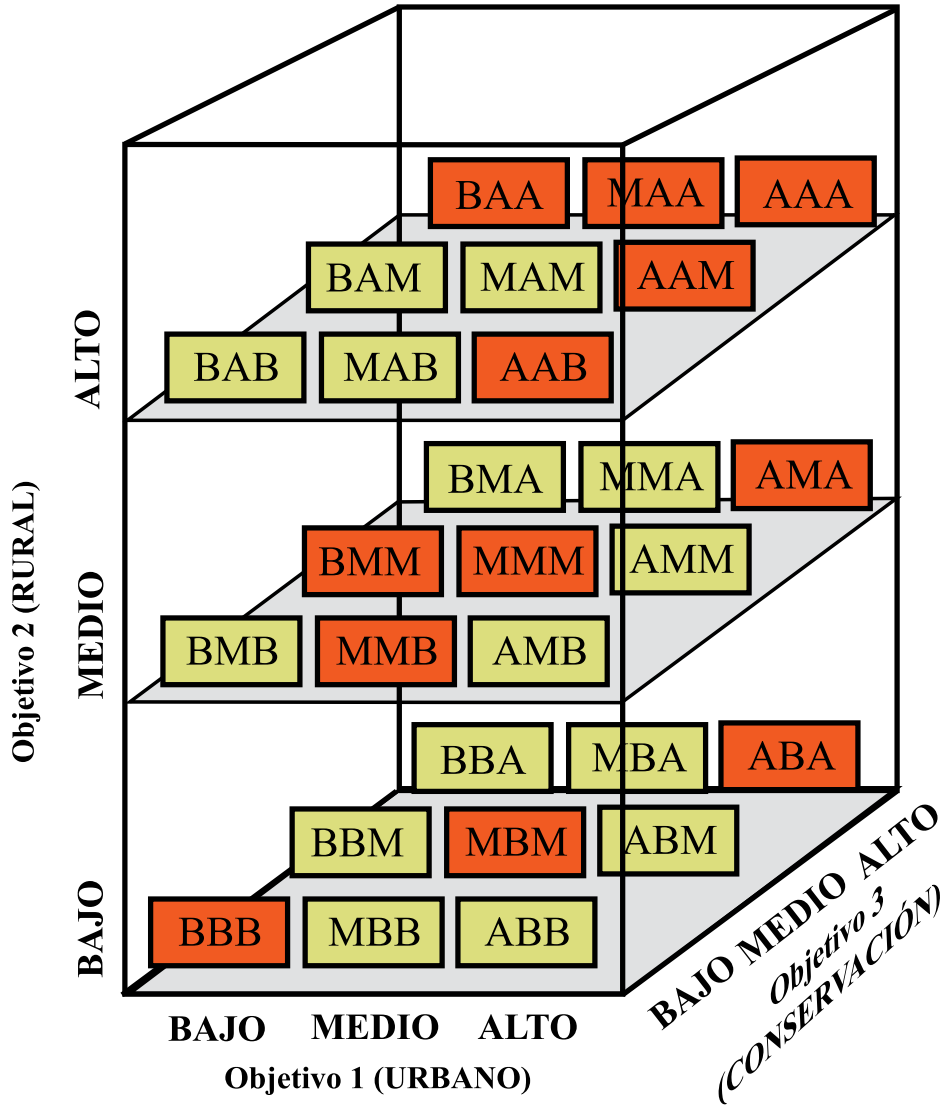
El resultado corresponde a tres mapas de aptitud general para usos de urbano, agrícola o de conservación. Una reclasificación lleva cada valor de aptitud continua (ac) a tres categorías de la siguiente forma:

$$[6] 1 \leq ac \leq 3$$

El resultado corresponde a tres mapas de aptitud reclasificada para cada objetivo en aptitudes alta (A), media (M) y baja (B).

6. *Identificación de áreas potenciales de conflicto*: La combinación de usos conflictivos y no-conflictivos se encuentra en la combinatoria de las tres categorías para cada objetivo a partir de un gráfico de dispersión tridimensional que presenta las 27 combinaciones posibles de los tres mapas de aptitud, considerados el Objetivo 1, Objetivo 2 y Objetivo 3 (Figura 7). Los espacios que generan conflicto en la asignación de usos son los siguientes: BBB, MBM, ABA, MMB, BMM, MMM, AMA, AAB, AAM, BAA, MAA y AAA destacados en color más oscuro.

Figura 7. Combinación de objetivos y determinación de situaciones de potencial conflicto entre usos del suelo



Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Hacia la obtención de los mapas de aptitud

Aptitud urbana

La aptitud de cada localización para la expansión urbana ha sido calculada a partir de la utilización de 5 capas temáticas, en las cuales fueron aplicados los siguientes procedimientos para la creación de factores:

(a) Áreas urbanas. Consideración de áreas urbanas actuales y cálculo de distancias, aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 2000 metros).

Criterio: Distancia a las áreas urbanas

(b) Red vial. Consideración de red vial (incluye rutas nacionales y provinciales, caminos pavimentados y de tierra) y cálculo de distancias, aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 3000 metros).

Criterio: Distancia a la red vial

(c) Estaciones de ferrocarril. Consideración de las estaciones de ferrocarril y cálculo de distancias, aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 2000 metros).

Criterio: Distancia a estaciones de ferrocarril

(d) Bañados: terrenos bajos y húmedos, a trechos cenagosos y a veces inundados por aguas pluviales o por las de un río o laguna cercana. Consideración de los bañados como 0, aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 en distancias 0 a 10000 metros de los bañados).

Criterio: Presencia de bañados

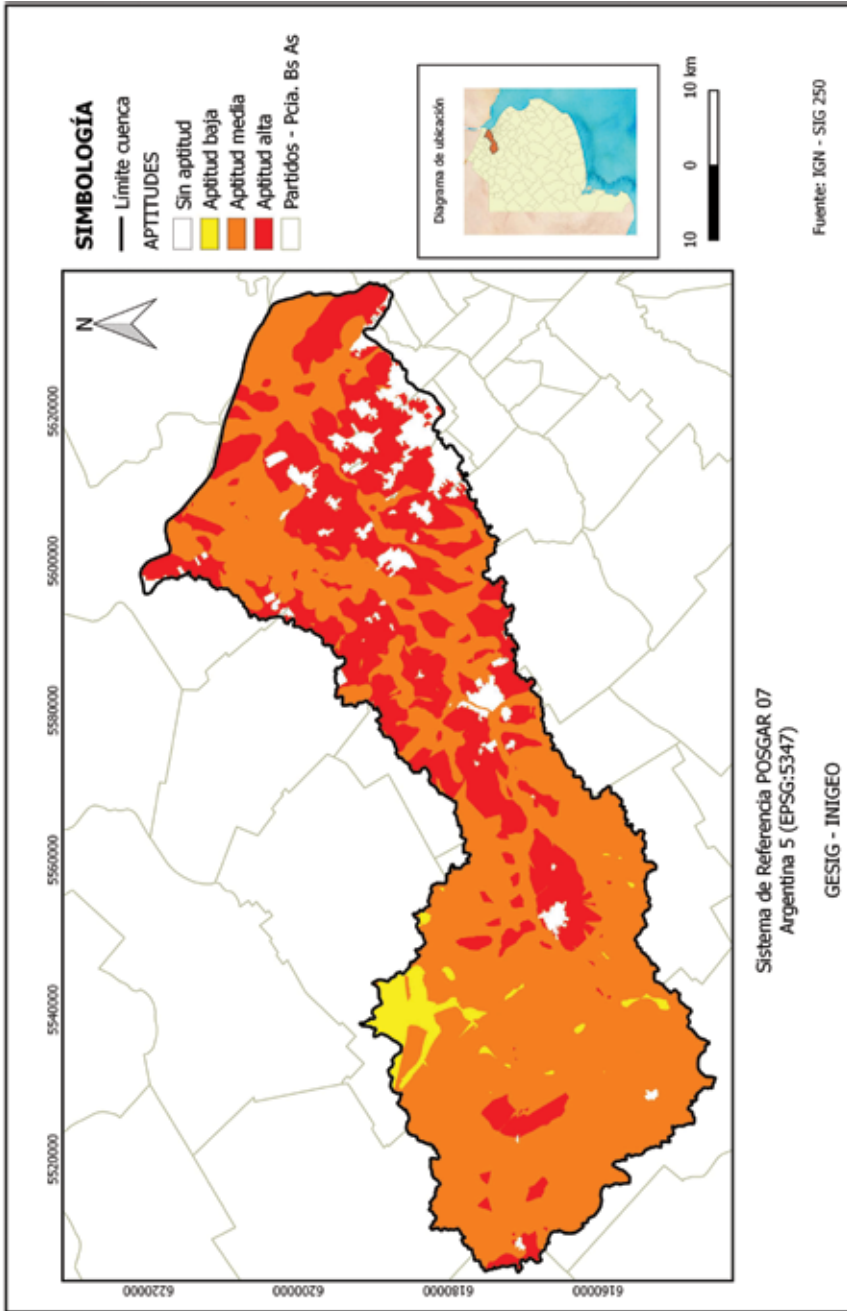
(e) Cursos de agua. Consideración de los cursos de agua, cálculo de un *buffer* de distancia de 1000 metros y luego cálculo de distancias, aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 2000 metros considerando el *buffer*).

Criterio: Distancia a cursos de agua

El método de ponderación consideró el siguiente ordenamiento en la importancia de los factores: áreas urbanas (1), red vial (2), cursos de agua (3), bañados (3) y estaciones de ferrocarril (4), brindando como resultado los valores 0,41; 0,21; 0,14; 0,14 y 0,10 respectivamente. Como restricciones fue utilizado el mapa de áreas urbanas actuales.

El mapa de aptitud urbana presenta una reclasificación del resultado en tres categorías, base para la combinación posterior, correspondiente al objetivo 1 que ocupa el eje x en la Figura 7.

Figura 8. Mapa de aptitud urbana
Cuenca del río Luján, aptitud urbana



Aptitud Agrícola

La aptitud de cada localización para la expansión de la actividad agrícola ha sido calculada a partir de la utilización de 3 capas temáticas, en las cuales fueron aplicados los siguientes procedimientos para la creación de factores:

(a) Relieve (Categorías: 0-10m, 10-20m, 20 -30m, 30-40m, 40-50m y 50-60m). Aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 la cobertura de mayor aptitud en la categoría de mayor altura)

Criterio: Altura del terreno

(b) Suelos (Categorías: uso de tierra mixto; plantaciones perennes; bosque artificial; cañadas; bañados; ciénaga, tremedal, tembladeral; paleocauce o cauce abandonado; cordones o acumulación de conchillas y planta urbana). Reclasificación en el siguiente orden: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 respectivamente. Aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 la cobertura de mayor aptitud en la primera categoría)

Criterio: Coberturas del suelo

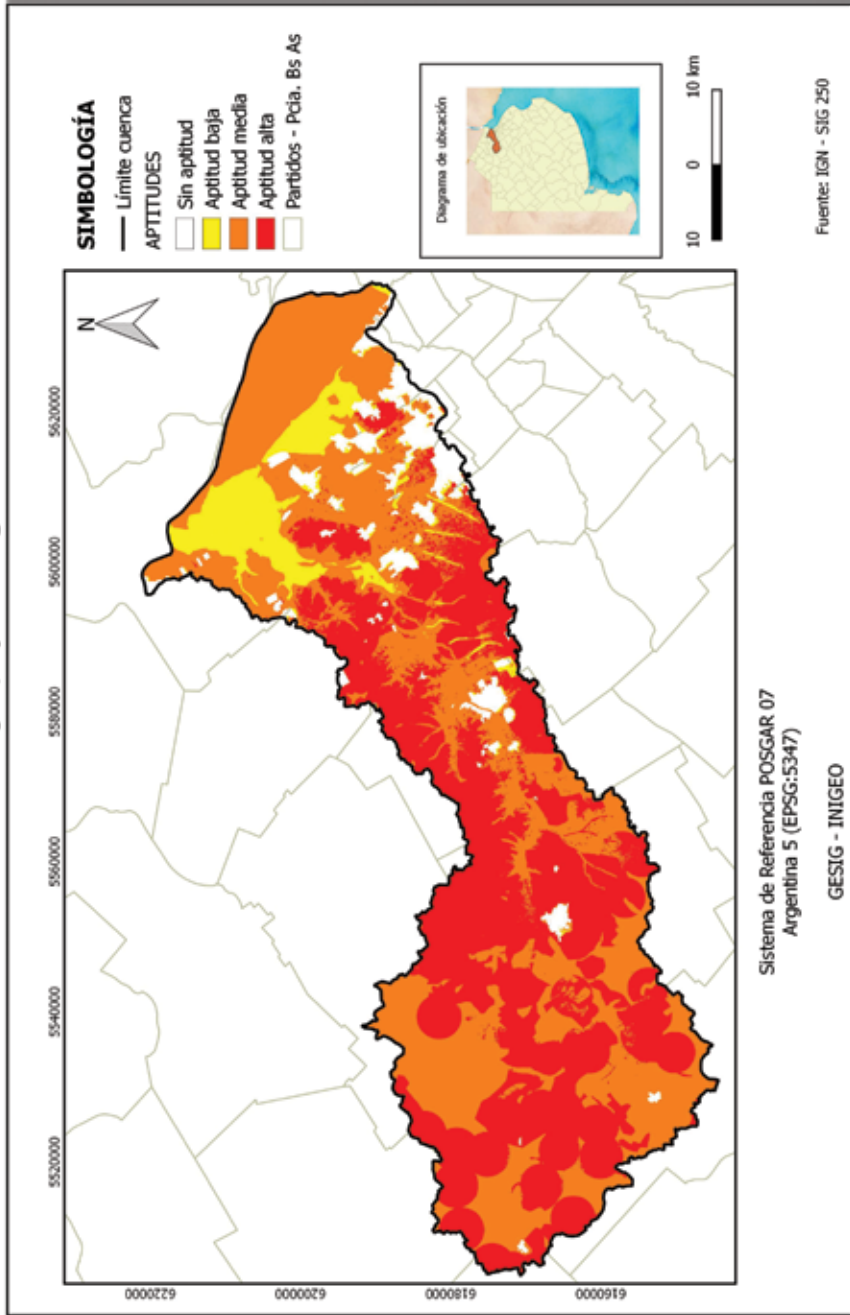
(c) Infraestructura rural. Consideración de la infraestructura rural existente y cálculo de distancias, aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 4000 metros).

Criterio: Cercanía a la infraestructura rural existente

La aplicación del método de ponderación consideró el siguiente ordenamiento en la importancia de las capas temáticas: Relieve (1), Suelos (1), Infraestructura rural (3), brindando como resultado los valores 0,43; 0,43 y 0,14 respectivamente.

El mapa de aptitud urbana presenta una reclasificación del resultado en tres categorías, base para la combinación posterior, correspondiente al objetivo 2 que ocupa el eje y en la Figura 7.

Figura 9. Mapa de aptitud agrícola
Cuenca del río Luján, aptitud agrícola



Aptitud para la conservación

La aptitud de cada localización para su conservación ha sido calculada a partir de la utilización de 3 capas temáticas, de las cuales fueron derivados 3 factores a partir de la aplicación de los siguientes procedimientos para la creación de factores:

(a) Suelos. (Categorías: bañados; cañadas; paleocauce o cauce abandonado; ciénaga, tremedal, tembladeral; cordones o acumulación de conchillas; bosque artificial; plantaciones perennes, uso de tierra mixto y planta urbana). Reclasificación en el siguiente orden: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 respectivamente. Aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 la cobertura más óptima la primera categoría).

Criterio: Coberturas del suelo

(b) Cursos de agua. Consideración de los cursos de agua y cálculo de distancias, aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 1000 metros).

Criterio: Distancia a cursos de agua

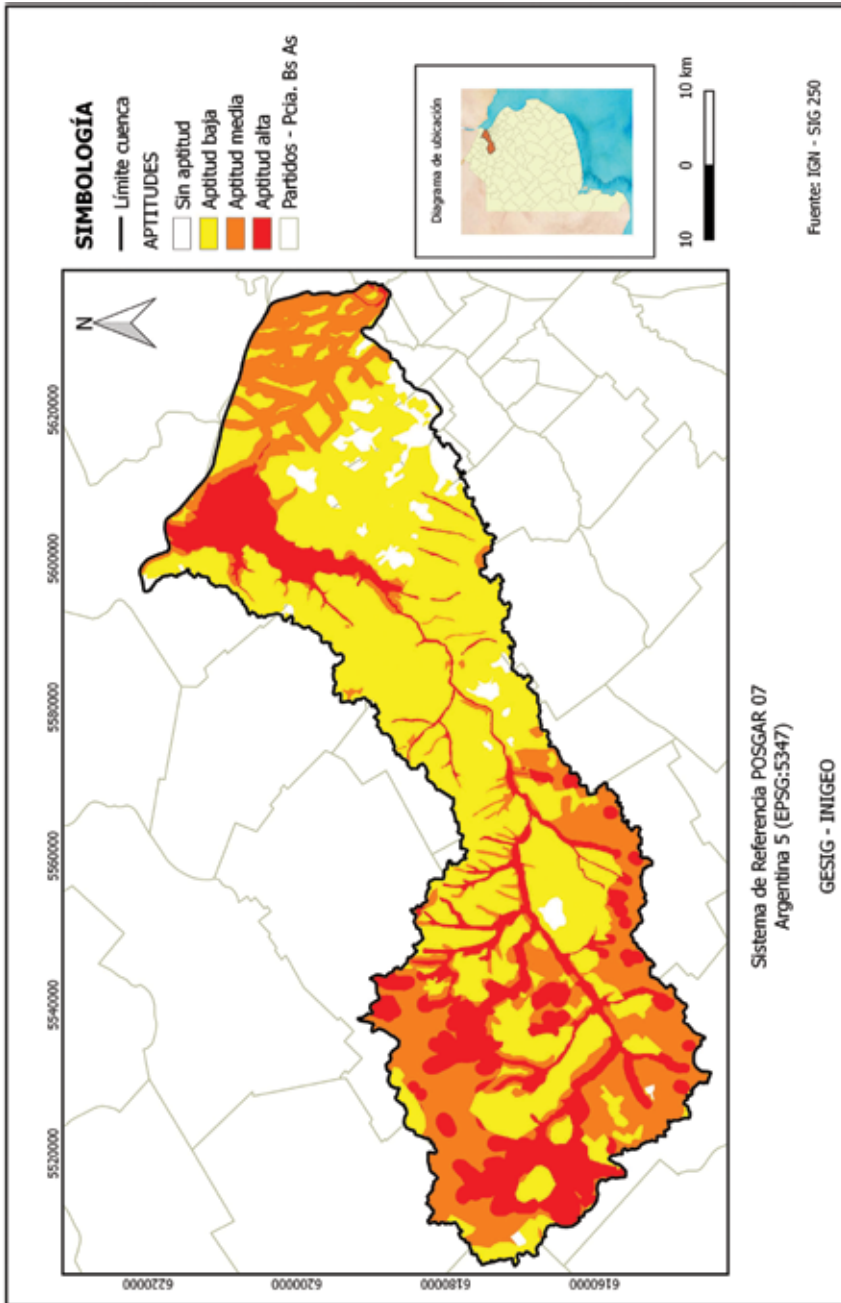
(c) Cuerpos de agua. Consideración de los cuerpos de agua y cálculo de distancias, aplicación de cálculo *fuzzy* lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 1000 metros).

Criterio: Distancia a cuerpos de agua

La aplicación del método de ponderación consideró el siguiente ordenamiento en la importancia de las capas temáticas: Suelos (1), Cursos de agua (2) Cuerpos (2), brindando como resultado los valores 0,50; 0,25 y 0,25 respectivamente.

El mapa de aptitud urbana presenta una reclasificación del resultado en tres categorías, base para la combinación posterior, correspondiente al objetivo 3 que ocupa el eje z en la Figura 7.

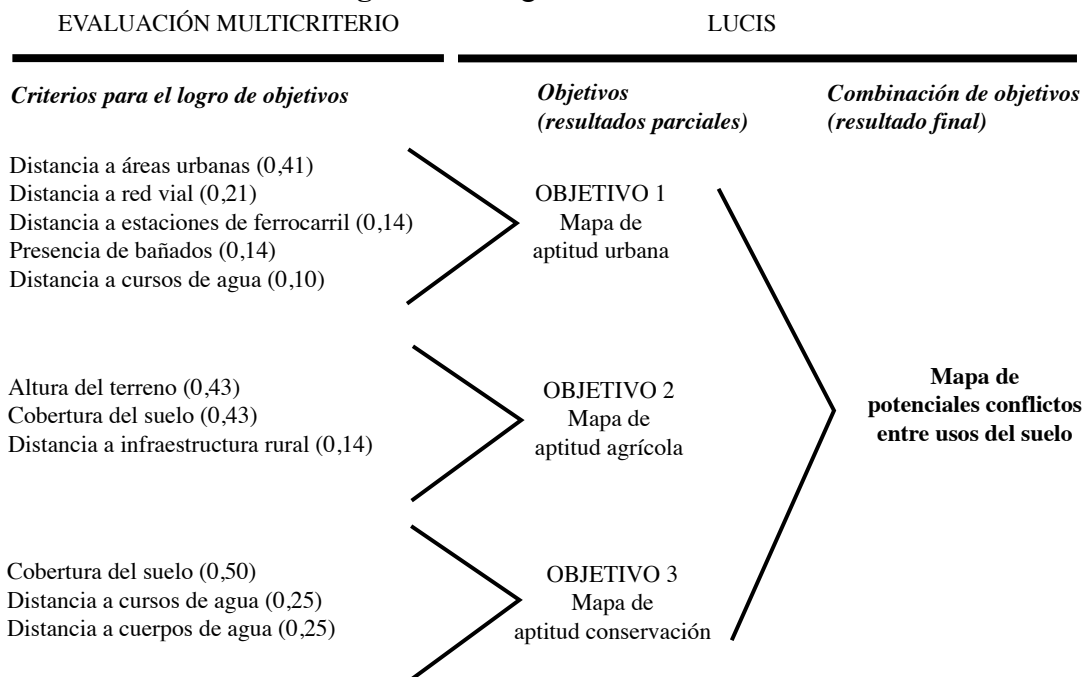
Figura 10. Mapa de aptitud para la conservación
Cuenca del río Luján, aptitud para la conservación



Hacia la obtención del mapa de potenciales conflictos entre usos del suelo

La síntesis de la tarea metodológica realizada se encuentra plasmada en el diagrama de solución (Figura 11), en el cual se detalla la secuencia que lleva al resultado final del Mapa de potenciales conflictos entre usos del suelo.

Figura 11. Diagrama de Solución



La identificación de áreas se realiza a través de la combinatoria de categorías de los mapas presentados anteriormente como objetivos parciales (urbano, agrícola y conservación).

El mapa aptitud urbana fue reclasificado en centenas (los valores pasaron de 1 a 100, de 2 a 200 y de 3 a 300), el mapa Aptitud Agrícola fue reclasificado en decenas (los valores pasaron de 1 a 10, de 2 a 20 y de 3 a 30) y el mapa Aptitud Conservación quedó con sus valores originales (1, 2 y 3).

Al sumar las tres capas temáticas de aptitud (con 3 categorías cada una: 1-baja, 2-media y 3-alta) se produce una nueva capa temática que puede llegar a tener un total de 27 combinaciones. A continuación, se

presentan estas combinaciones divididas en aquellas que producen áreas de potencial conflicto (12 resultados) y en las que no (15 resultados).

Las combinaciones de categorías con potencial conflicto son: (111) Conflicto urbano-agrícola-conservación*, (122) Conflicto agrícola – conservación, (133) Conflicto agrícola – conservación, (212) Conflicto urbano-conservación, (221) Conflicto urbano- agrícola, (222) Conflicto urbano- agrícola -conservación*, (233) Conflicto agrícola – conservación, (313) Conflicto urbano-conservación, (323) Conflicto urbano-conservación, (331) Conflicto urbano- agrícola, (332) Conflicto urbano- agrícola, y (333) Conflicto urbano- agrícola -conservación *⁶

Las combinaciones de categorías sin potencial conflicto son: (112) Localización conservación, (113) Localización conservación, (121) Localización agrícola, (123) Localización conservación, (131) Localización agrícola, (132) Localización agrícola, (211) Localización urbana, (213) Localización conservación, (223) Localización conservación, (231) Localización agrícola, (232) Localización agrícola, (311) Localización urbana, (312) Localización urbana, (321) Localización urbana, y (322) Localización urbana

Los resultados obtenidos para la cuenca del río de Luján se presentan en el Cuadro 1 y su agregación en categorías genéricas en el Cuadro 2:

6 El asterisco (*) indica un conflicto mayor, aquellas localizaciones donde existe similar aptitud en las tres categorías. Las otras combinaciones conflictivas se producen entre dos categorías.

Cuadro 1. Resultados combinatorios desagregados de áreas con potencial conflicto entre usos del suelo en la Cuenca del Río Luján

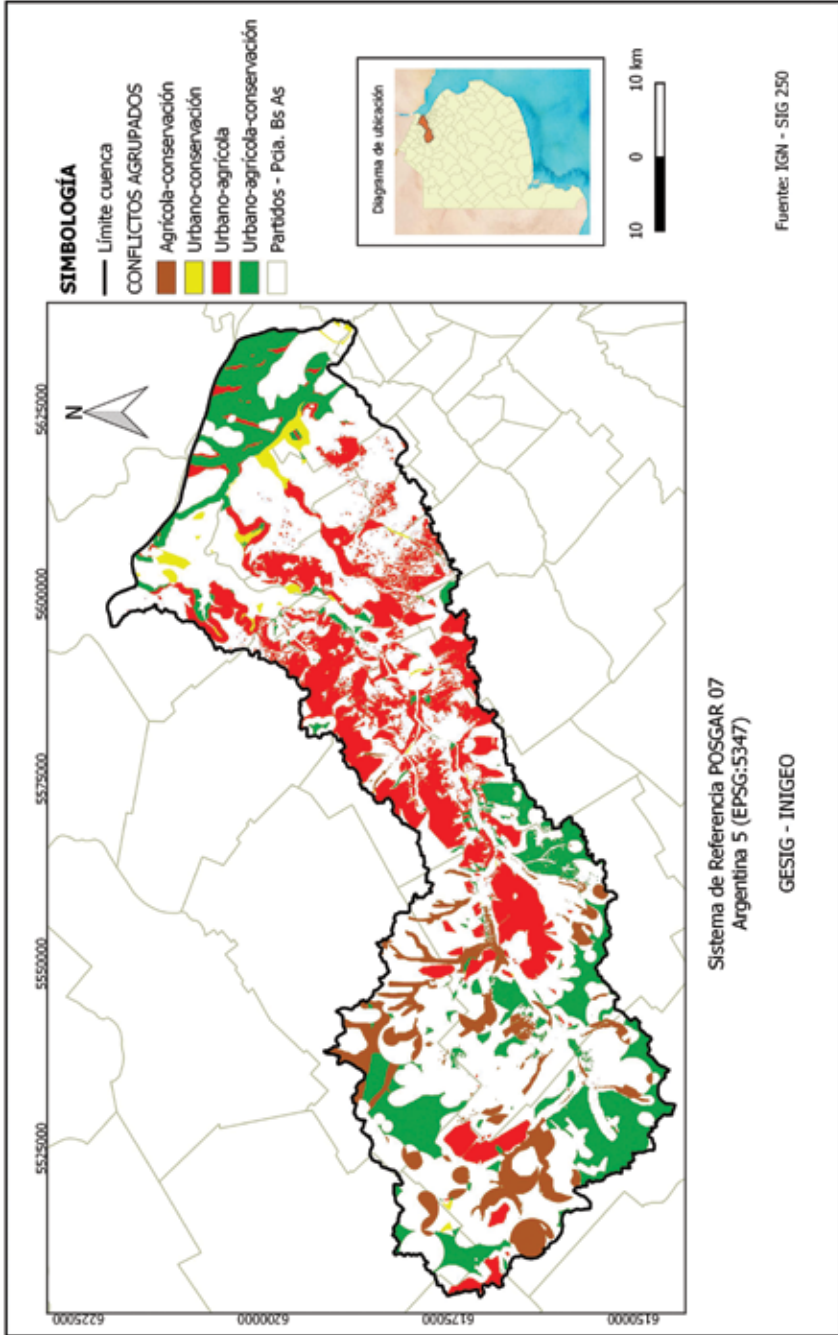
Combinación	Aptitudes dominantes	Superficie (Km ²)	Superficie (%)
111	Urbano-Agrícola-Conservación	No se produce	-
122	Agrícola-Conservación	35,02	0,93
133	Agrícola-Conservación	13,67	0,36
212	Urbano-Conservación	27,92	0,74
221	Urbano-Agrícola	188,43	5,01
222	Urbano-Agrícola-Conservación	562,05	14,95
233	Urbano-Conservación	203,57	5,41
313	Urbano-Conservación	13,33	0,35
323	Urbano-Conservación	8,37	0,22
331	Urbano-Agrícola	516,19	13,72
332	Urbano-Agrícola	7,41	0,20
333	Urbano-Agrícola-Conservación	1,98	0,05
Total	Conflictos completos	1577,94	41,95

Cuadro 2. Resultados combinatorios agrupados de áreas con potencial conflicto entre usos del suelo en la Cuenca del Río Luján

Combinación	Aptitudes dominantes	Superficie (Km ²)	Superficie (%)
122-133-233	Agrícola-Conservación	252,26	6,71
212-313-323	Urbano-Conservación	49,62	1,31
221-331-332	Urbano-Agrícola	712,03	18,93
222-333	Urbano-Agrícola- Conservación	564,03	14,99
Total	Conflictos completos	1577,94	41,95

El mapa síntesis, obtenido a través del método LUCIS, presenta la distribución espacial de los potenciales conflictos presentados en el Cuadro 2.

Figura 12. Mapa de potenciales conflictos entre usos del suelo agrupados
Cuenca del río Luján, conflictos agrupados



Conclusiones

La síntesis de la tarea metodológica realizada a partir del modelado de secuencias, adoptado en la investigación, fue presentada secuencialmente en los diferentes puntos de este trabajo. Las etapas corresponden a la definición de criterios, obtención de mapas de aptitud para cada objetivo parcial y el resultado final, con asociaciones espaciales que presentan la base de interpretación.

Los cuadros presentados brindan los valores de superficie de potenciales conflictos como aproximación cuantitativa a su magnitud.

Los valores agregados muestran la síntesis obtenida, y la Figura 12 presenta las distribuciones espaciales como base para su obtención. La combinación urbano-agrícola resulta ser la mayor área de potencial conflicto con una superficie de 712,03 km² distribuidos por la totalidad de la cuenca y con predominio en su sector central. Le sigue la combinación urbano-agrícola-conservación con 564,03 km² distribuidos, principalmente, en los extremos correspondientes a la cuenca inferior (zona de delta) y a la superior. La conflictividad potencial entre agrícola-conservación, con 252,26 km², se encuentra principalmente en la cuenca superior y entre urbano-conservación con 49,62 km² en la inferior.

El valor superficial total de potencial conflicto es de 1577,94 km², lo que corresponde a un 41,95% de la cuenca del río Luján que tiene una superficie total de 3761 km². De ese porcentaje, el 45,12% lo concentra el conflicto urbano-agrícola. Los resultados obtenidos responden a una situación esperable para una región con una gran dinámica regional. Se encuentran zonas plenamente urbanas y rurales entre un gran sistema periurbano, correspondiente a la expansión del Gran Buenos Aires en estructura de urbanización dispersa y el crecimiento compacto de ciudades de tamaño intermedio. Se localiza la presencia de muchos de los suelos más fértiles del país como sustento de una importante producción agrícola, y también la de importantes cuerpos de agua en un mosaico de paisajes apto para la preservación de la diversidad.

Finalmente, podemos afirmar que las técnicas de evaluación multicriterio se han convertido en una de las más interesantes líneas de aplicación de la tecnología SIG como herramienta de planificación territorial, particularmente en su posibilidad de realizar diagnósticos y propuestas de intervención.

Basado en ellas, el método LUCIS presenta una serie de procedimientos que ligan aspectos cuantitativos y cualitativos, procurando la identificación de áreas de potencial conflicto en cuanto a la expansión de usos del suelo. El producto obtenido para la cuenca del río Luján ha mostrado la aptitud teórico-metodológica de los procedimientos aplicativos. Los resultados presentan una configuración espacial de mucha utilidad para la toma de decisiones en la planificación regional, su regulación ambiental o la orientación del crecimiento urbano. Las posibilidades de transferencia de estos hacia los niveles de gestión político-administrativa⁷ constituyen una etapa posterior con tendencia a presentar utilidad de lo obtenido como aporte de la Geografía Aplicada orientada a la aplicación de conocimientos geográficos orientados a la resolución de problemáticas socioespaciales.

Referencias

- Baxendale, C.A. (2007). Región y estudios regionales. Consideraciones desde los diferentes enfoques de la Geografía [Region and Regional Studies. Considerations from Different Perspectives of Geography]. *Fronteras*. 6(6), 29-36.
- Bertalanffy, L.von. (1968). *General System theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.
- Bunge, M. (2012). *A la caza de la realidad [Hunting the Reality]*. Barcelona: Gedisa.
- Bunge, M. (2014). *Memorias. Entre dos mundos [Memories. Between Two Worlds]*. Buenos Aires: EUDEBA.
- Burrough, P.A., McDonnell, R.A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford: Oxford University Press.
- Buzai, G.D. (Dir.) (2002). *Atlas digital de la cuenca del río Luján [Digital Atlas of Luján River Basin]*. Luján: Universidad Nacional de Luján. (CD version).
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A. (2007). Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo. Identificación mediante el uso de Sistemas de

⁷ La Universidad Nacional de Luján mantiene convenios de cooperación y transferencia con el Comité de Cuenca del Río Luján (COMILU) y con los municipios integrantes. Asimismo, es una de las unidades académicas integrantes de la red interinstitucional universitaria UNIDESARROLLO, integrada por las universidades de las cuencas del río Luján y Reconquista. Hacia estos ámbitos institucionales son dirigidos los resultados de los proyectos de investigación que toman el espacio regional como área de estudio.

- Información Geográfica (Primera parte: descripción metodológica) [Areas of Potential Conflict between Land Uses. Identification through the Use of Geographic Information Systems (First Part: Methodological Description)]. *Fronteras*. 6(6), 45-49.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A. (2008). Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo. Identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Segunda parte: aplicación) [Areas of Potential Conflict between Land Uses. Identification through the Use of Geographic Information Systems (Second Part: Application)]. *Fronteras*. 7(7), 33-39.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A. (2010). Método LUCIS [LUCIS Method] – Land Use Conflict Identification Strategy. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica [Geography and Geographic Information Systems]*. (Bibliografía, Software y Metodología). 2(2),1-4.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A. (2011). *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica [Socio-Spatial Analysis with Geographic Information Systems]*. Volume 1: *Perspectiva científica – temáticas de base vectorial [Scientific Perspective—Vectorial Base Topics]*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A., Cacace, G., Dzendoletas, M.A. (2011). *Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica [Analysis of uses of Urban and Regional Soils. Best and Conflictive Localizations studied with Geographic Information Systems]*. PROEG 11. Luján: Universidad Nacional de Luján.
- Buzai, G.D., Cacace, G. (2016). El concepto de espacio [The concept of Space]. In: Buzai, G.D., Baxendale, C.A.; Humacata, L., Cacace, G., Delfino, H., Lanzelotti, S., Principi, N. *Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica [Geography and Spatial Analysis. Urban-Regional Applications with Geographic Information Systems]*. (51-56). Luján: EdUNLu.
- Carr, M.H.; Zwick, P.D. (2006). Using GIS suitability analysis to identify potential future land use conflicts in north central Florida. *Journal of Conservation Planning*. 1(1), 89-105.
- Carr, M.H.; Zwick, P.D. (2007). *Smart Land-Use Analysis. The LUCIS Model*. ESRI Press. Redlands.

- DeMers, M. (2002). *GIS Modeling in Raster*. New York: John Wiley.
- García, R. (Coord) (1997) *La Epistemología Genética y la ciencia contemporánea [Genetic Epistemology and the contemporary Science]*. Barcelona: Gedisa.
- García, R. 2006. *Sistemas Complejos [Complex Systems]*. Barcelona: Gedisa.
- Gómez Delgado, M., Barredo Cano, I. (2006). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio [Geographic Information Systems and Multicriteria Evaluation in the Spatial Planning]*. México DF: Alfaomega-Ra-Ma..
- Instituto Nacional del Agua [National Institute of Water]. (2007). *Diagnóstico del funcionamiento hidrológico hidráulico de la cuenca del río Luján – provincia de Buenos Aires [Diagnosis of the Hydrological Functioning of Luján River Basin—Buenos Aires Province]*. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda [Ministry of the Interior, Public Works and Housing]. Ezeiza.
- Jankowski, P.; Nyerges, T. (2001). GIS-Supported Collaborative Decision Making: Results of an Experiment. *Annals of the Association of American Geographers*. 91(1),48-70.
- Jiang, H., Eastman, J.R. (2000). Application of fuzzy measures in multicriteria evaluation in GIS. *International Journal of Geographical Information Sciences*. 14(2), 173-184.
- Lanzelotti, S.L.; Buzai, G.D. (2015). *Delimitación de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires Argentina [Delimitation of Luján River basin, Buenos Aires Province, Argentina]*. Informe Técnico N° 1 [Technical Report N° 1]. PICT-2014_1388. GESIG-PRODISIG. Luján: Universidad Nacional de Luján.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Pacione, M. (1999). *Applied Geography: Principles and Practice*. London: Routledge.
- Paso-Viola, L.F. (2015) *Análisis cronológico documental de la evolución de la cartografía en la alta cuenca del río Luján bajo la óptica de los procesos histórico globales y locales. Diagnóstico cartográfico geonímico, toponímico y geoespacial del Partido de Suipacha como modelo casuístico [Chronological Documentary Analysis of Cartography Evolution in the Luján River High Basin Under the*

- Perspective of Global and Local Historic Processes. Cartographic, Geonimic, Toponimic and Geo-Spatial Diagnose of Suipacha Partido as Casuistic Model*. (Tesis de Licenciatura en Geografía. Universidad Nacional de Luján [Bachelor's degree thesis in Geography. National University of Luján]).
- Paso-Viola, L.F. (2016). Origen del Río Luján en el área imbrífera localizada en los partidos de Chacabuco, Suipacha y Carmen de Areco y su representación cartográfica [Luján River Origins in the Drainage Basin of Chacabuco, Suipacha and Carmen de Areco and their Cartographic Representation]. *Social Networks*. 3(1),17-30.
- Philipponneau, M. (2001). *Geografía Aplicada [Applied Geography]*. Barcelona: Ariel.
- Principi, N. (2013). *Análisis de la estructura espacial regional [Analysis of the Regional Spatial Structure]*. Editorial Académica Española: Saarbrücken.
- Principi, N. (2016). *Evaluación multicriterio para la identificación de áreas con potenciales conflictos entre usos del suelo en la cuenca del río Luján [Multicriteria Evaluation for the Identification of Areas with Potential Conflicts between Land Uses in the Luján River Basin] (Buenos Aires, Argentina)*. (Trabajo final de graduación. Maestría Profesional en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección [Master's Paper. Master Degree in Geographic Information Systems and Remote Sensing]. UCR-UNA. San José, Costa Rica)
- Principi, N., Buzai, G.D. (2016). Análisis especial para la determinación de la estructura socioespacial del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires [Special Analysis for the Determination of the Socio-Spatial Structure of Northwestern Region of Buenos Aires Province]. In: Buzai, G.D., Baxendale, C.A., Humacata, L., Cacace, G., Delfino, H., Lanzelotti, S., Principi, N. *Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica. [Geography and Spatial Analysis. Urban-Regional Applications with Geographic Information Systems]* (197-204). Luján: EdUNLu.
- Tomlin, C.D. (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. New Jersey: Englewood Cliffs – Prentice Hall..
- UF. (2014). *Land Use Conflict Identification Strategy (LUCIS). Technical Report*. LUCIS Technical Report. Heartland 2060. University of Florida..

- Wilson, J.P. & Burrough, P.A. (1999). Dynamic Modeling, Geostatistics, and Fuzzy Classification: New Sneakers for a New Geography? *Annals of the Association of American Geographers*. 89,736-746.
- Zwick, P.D.; Patten, I.E.; Arafat, A. (2016). *Advanced Land-Use Analysis for Georegional Design. Using LUCISplus*. Redlands: ESRI Press.
- Wilson, J.P. & Burrough, P.A. (1999). Dynamic Modeling, Geostatistics, and Fuzzy Classification: New Sneakers for a New Geography? *Annals of the Association of American Geographers*. 89,736-746.
- Zwick, P.D.; Patten, I.E.; Arafat, A. (2016). *Advanced Land-Use Analysis for Georegional Design. Using LUCISplus*. Redlands: ESRI Press.

IDENTIFICATION OF POTENTIAL AREAS OF LAND- USE CONFLICT IN THE LUJAN RIVER BASIN, ARGENTINA

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE POTENCIAL CONFLICTO ENTRE USOS DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN, ARGENTINA

*Gustavo D. Buzai*¹

*Noelia Principi*²

National University of Luján, Argentina

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.5>

ABSTRACT

Geography, as spatial science, relies on the use of quantitative methods applied with Geographical Information Systems (GIS). In this context, cartographic modeling and multicriteria evaluation techniques allowed the definition of a methodological strategy for identifying areas of potential conflict between land-use at a regional scale (LUCIS). The research is carried out in the Luján

- 1 Professor with Bachelor's Degree (Geography, University of Buenos Aires), Doctorate (Geography, National University of Cuyo) and Post-Graduate Internships (UAM Spain, UIBK Austria). National University of Luján and National Council of Scientific and Technical Research (CONICET, per its acronym in Spanish) Institute of Geographical Research (INIGEO, per its acronym in Spanish), Director of the Teaching and Research Program in Geographic Information Systems (PRODISIG, per its acronym in Spanish). Argentina. buzai@unlu.edu.ar
- 2 Professor with Bachelor's Degree (Geography, National University of Luján) and Master (Geographic Information Systems and Remote Sensing, University of Costa Rica and the National University, Costa Rica). National University of Luján Institute of Geographical Research (INIGEO, per its acronym in Spanish), Coordinator of Spatial Analysis Laboratory and Geographic Information Systems (LabSIG). Argentina. nprincipi@unlu.edu.ar

Date Received: January 18, 2017

Date Accepted: February 23, 2017

River basin with the objective of defining these areas as a consequence of future spatial competition between urban land use, agricultural production and conservation areas. The results obtained are an excellent tool to use in the field of land-use planning.

Keywords: Applied Geography, Regional Analysis, GIS, Multicriteria Evaluation, LUCIS

RESUMEN

La Geografía, como ciencia espacial, se apoya en la utilización de métodos cuantitativos aplicados con Sistemas de Información Geográfica (SIG). En este contexto, el modelado cartográfico y las técnicas de evaluación multicriterio permitieron definir una estrategia metodológica para la identificación de áreas de potencial conflicto entre usos del suelo en escala regional (LUCIS, *Land-use conflict identification strategy*). La investigación se realiza en la cuenca del río Luján con el objetivo de definir estas áreas como consecuencia de la futura competencia espacial entre el uso del suelo urbano, la producción agrícola y las áreas de conservación. Los resultados obtenidos constituyen una excelente herramienta de utilidad en la planificación territorial.

Palabras clave: Geografía Aplicada, Análisis Regional, SIG, Evaluación multicriterio, LUCIS

Introduction

The purpose of this report is to analyze theoretical-methodological aspects that allow identifying potential areas of conflict before the spatial evolution of land uses³, and it describes their application in the Luján River basin. Multicriteria evaluation techniques applied to Geographic Information Systems (GIS), as well as the resolution strategy called Land Use Conflict Identification Strategy (LUCIS) are detailed. The methodological path is conceptually based on systemic materialism (Bunge, 2012, 2014) and the analysis of the spatial level as focalization performed within the framework of complex systems theory. The construction of an organized totality is possible when modeling reality in thematic layers, in a process of differentiation and combination based on cartographic modeling in search of partial results and an integrating synthesis of the spatial situation.

The methodological procedures detailed throughout the report were first applied in Buzai and Baxendale (2007, 2008), where it has been demonstrated that they constitute an excellent alternative for the prospective study of geographical space. The identification of spatial structures allows defining potential areas of conflict as a result of the future spatial

3 The term *land use* is employed because it is institutionally recognized in the Republic of Argentina. The geographic area encompassed by the Luján River basin is regulated by Decree-Law 8912/77 TERRITORIAL ZONING AND LAND USE ACT (Text Ordered by Decree 3389/87, with the amendments of Decree-Law N° 10128 and Laws N° 10653, 10764, 13127, 13342, and 14449) of the Ministry of Government of Buenos Aires Province.

competition between urban expansion, agricultural production, and conservation areas.

Therefore, the result obtained constitutes a tool to support the spatial decision-making process in the sphere of planning for the generation of proposals and management for their potential implementation, in a constant search for actions that lead to a harmonious spatial evolution of land uses (Buzai and Baxendale, 2010, 2011; UF, 2014). The theory and methodology applied simplify their description and analysis in a central spatial focus in the context of Applied Geography with a systemic perspective.

Area of the Study Luján River Basin

The area of the study is Luján River Basin, which is actually a sub-basin of the Great La Plata River Basin. It has an area of 3761 km² (1452.13 sq mi) over which there are several municipalities of the northwestern sector of the Great Buenos Aires. It borders the basins of the Arroyo de la Cruz and the Areco River on the north; the Salado River basin on the west and the south, and the Reconquista River basin on the southeast.

The limits of the Luján River basin were set by Lanzelotti and Buzai (2015) by adjusting the limits defined in Buzai (2002) and Paso-Viola (2013) through the use of SRTM and ASTER GDEM satellite images corrected by means of visual interpretation.

The municipalities⁴ that integrate the basin are: Campana, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, Carmen de Areco, Chacabuco, San Fernando, Suipacha and Tigre.

The general topography of the basin is regular, the maximum heights are located on the west, reaching approximately 60 mamsl, and they descend on the southeast until reaching sea level.

According to the National Water Institute (2007), the basin may be divided into three sections (Figure 1): the upper basin which extends from the sources up to the township of Luján, specifically in the town of Jáuregui, with a section median slope of about 0.45 m/km; the middle basin

4 In the Republic of Argentina, political-administrative divisions are as follows ordered by size: 1st Level (Country), 2nd Level (Province), 3rd Level (Department or Partidos of the Province of Buenos Aires, where they spatially match the respective township). From here, there are census divisions: 4th Level (Census Fractions) and 5th Level (Census Radii).

extends up to the township of Pilar, which coincides with the point where the river goes across National Route N° 8, with a section median slope of 0.36 m/km, and finally, the lower basin extends up to the town of Tigre, where Luján River flows in the Paraná Delta, little after the crossing of National Route N° 9, whose median slope is of 0.04 m/km.

The basin's main river is the Luján River, which flows by the Pampa's undulating plain. It originates in the confluence of Los Leones and Durazno creeks and the Castilla valley in the town of Carmen de Areco, and a small area of the town of Chacabuco, running from the southwest to the northeast along 115 kilometers (71.46 mi) up to its mouth in the Paraná Delta, and later, turns southeast and runs 42 km (26.1 mi) until reaching the La Plata River.

The Luján River is a lowland river with gentle slope. According to Paso-Viola (2016), its levels fluctuate between 46 and 58 m with an average in the upper section of about 47 m. Throughout its trajectory, landscapes are predominantly urban (Figures 2 and 3), rural (Figure 4), and semi-natural (Figure 5) as well as land uses that constitute the basis for the identification of potential spatial conflicts.

Figure 1. Study area
Luján River Basin, Buenos Aires, Argentina

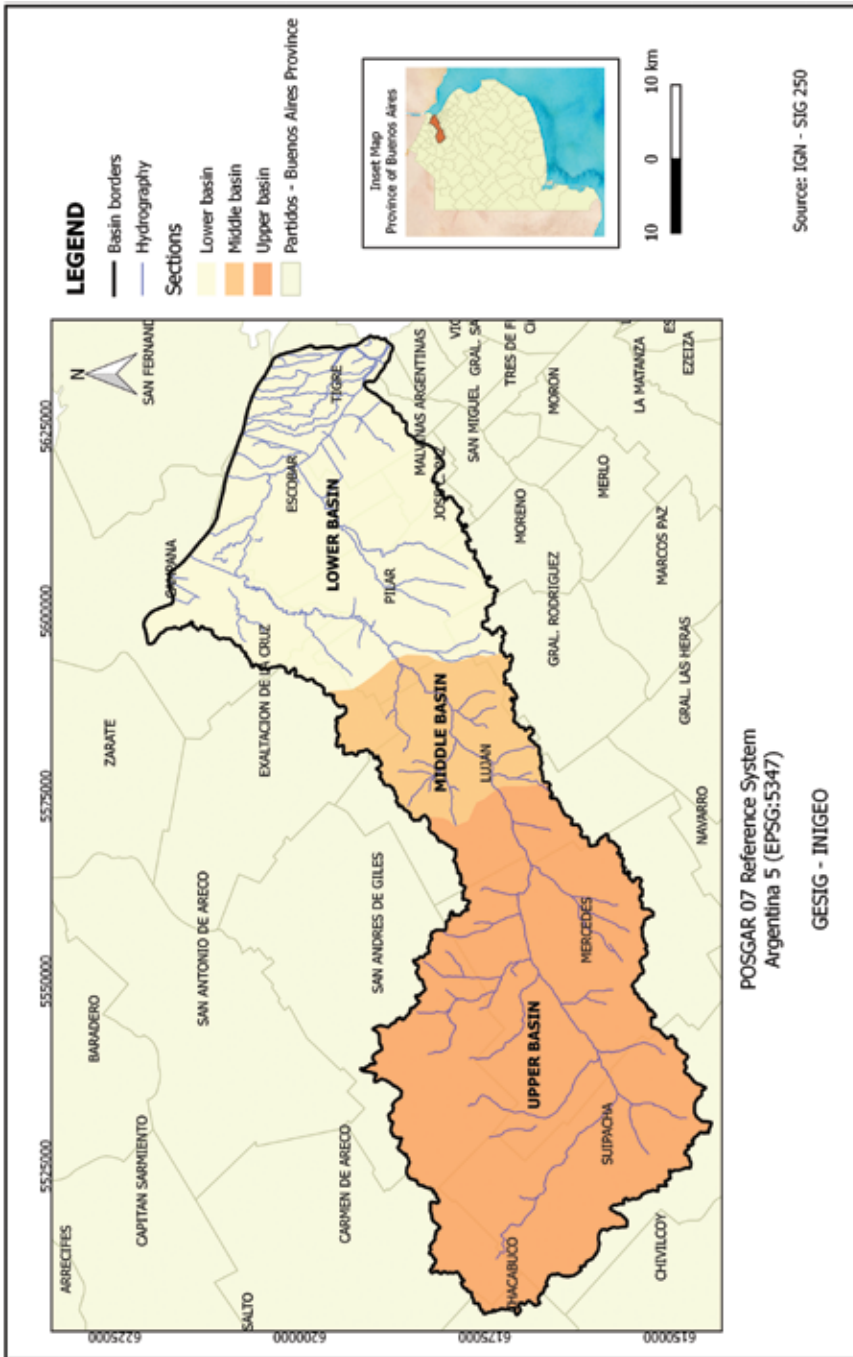


Figure 2. Luján River Dense urban landscape. City of Luján
Coordinates: 34° 52' 56" S – 59° 06' 57" O



Photo by GESIG / Gustavo D. Buzai

Figure 3. Luján River Sparse urban landscape
San Sebastián gated community (Municipality of Pilar)

Coordinates: 34° 20' 43'' S – 58° 54' 38'' O



Photo by GESIG / Noelia Principi

Figure 4. Luján River Rural Landscape.
Agriculture, semi-natural and urban areas (Municipality of Luján)
Coordinates: 34° 31' 89'' S – 59° 05' 20'' O



Photo by GESIG / Gustavo D. Buzai

Figure 5. Luján River Conservation landscape. Meander, riverside forest and alluvial plain (Municipality of Pilar) Coordinates: 34° 22' 53'' S – 58° 55' 06'' O



Photo by GESIG / Noelia Principi

Systems and systemic materialism

Spatial distribution does not occur randomly; instead, it is the result of general actions that lead to formulating scientific laws that explain land organization. From a systemic perspective, Geography is understood as the science that studies the laws governing the rules of spatial distribution. These will be the basis of the results obtained within a framework of Applied Geography (Pacione, 1999; Phlipponneau, 2001) in support of the intervention in land uses.

Considering these laws allows making theoretical projections about spatial distribution as a clear example of what a prospective Applied Geography would be, tending to discover causality relations and being able of modeling present and future spatial configurations.

Scientific studies, in general, tend to study not only specific objects; they are particularly interested in their relations. Therefore, the scientific perspective addresses totalities by considering reality as a system.

One of the approaches is provided by the General Systems Theory (GST) proposed by Bertalanffy (1968) as a global intellectual construction that progresses empirically in the study of elements and relations with the main goal of finding structural similarities between different systems. This makes evident mathematical aspects that can be used to study and describe trends at different scales (Buzai y Cacace, 2016), from a cell up to a galaxy, finding the human scale at an intermediate level.

In a system, it is impossible to explain isolated elements. Instead, they acquire their full dimension when relating different elements in the framework of the global structure that links them with each other. The GST allows joining separate pieces, which leads to scientific specialization and provides global analysis possibilities that later result in the advance in the search for specificities.

Approaching specific aspects will lead to focus attention on different scales in the search for complementarities. This possibility was provided by the Complex Systems Theory (CST) proposed by García (2006) based on the studies performed by Jean Piaget in Genetic Epistemology.

The CST demonstrated important capacities at two main levels: the study of land organization and the construction of knowledge based on its epistemological suitability (Piaget and García, 1983; García, 1997).

These capacities are possible because it conceives reality as a stratified organization based on scales with semiautonomous organizations. Applying CST concepts to the study of land organization, one can perform approaches that might end up in three main levels: one focal level, which would be the level of resolution of the issue at a spatial level, a supra-focal level of greater generality and an infra-focal level with greater level of detail. Therefore, there is an important conceptual stability given that there may be specific theories for each level of reality.

The GST focuses on general aspects and the CST includes specific aspects. Both give the chance to study reality as a totality in its multiple dimensions and details. The level of spatial analysis is the level of Applied Geography, the main focus is the search of spatial solutions to social problems and for that, our perspective is that of the systemic materialism presented by Bunge (2012, 2014).

From this perspective, Applied Geography is currently based on quantitative spatial analysis using GIS, and its focus is empirical at a regional level (Baxendale, 2007) with a wide range of application possibilities (Principi, 2013; Principi and Buzai, 2016). To achieve it, it is based on the consideration (Bunge, 2012) that reality does exist (realism), that it can be studied based on its material elements (materialism), that these elements relate widely to the formation of systems (systemics), and that the most efficient way to access it is through science (scientism).

Applying these concepts to our research work, we can support these four aspects based on the consideration that the Luján River basin, delimited by the water divide, exists in spite of the observer, that its content can be studied based on the material elements that lead to the definition of uses, that these uses have systemic links that allow obtaining results through the study of their distribution and spatial associations and, finally, that science, through GIS and spatial analysis allows modeling a slice of reality as an organized totality and obtain results that are useful to act upon empirical reality.

Methodological Framework

Multicriteria Evaluation Analysis

The logic underlying GIS sequences modeling to find optimal locations in different scales is based on the study area breakdown at a vertical

level, which is made up of different thematic layers containing the essential variables (topics in the form of maps) useful for resolution.

There is a variety of procedures that may be applied to this spatial data structure, mainly those included in what is called cartographic modeling, a specialty more suitable for raster structures (Tomlin, 1990; DeMers, 2002) and which defines the application rules to obtain results through cartographic overlapping procedures. The greatest advance in cartographic modeling is constituted by the so called multicriteria evaluation techniques described comprehensively in Gómez Delgado and Barredo Cano (2006) and in Buzai and Baxendale (2011).

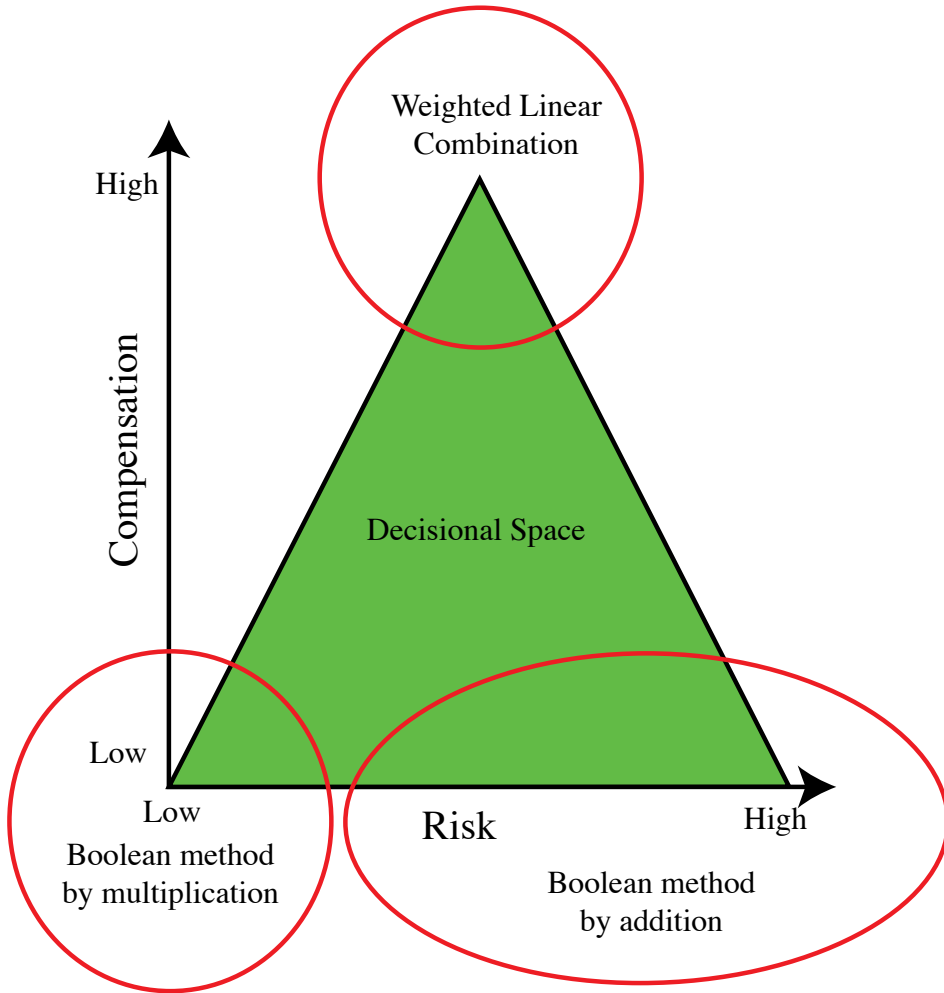
The analysis of multicriteria evaluation starts with some basic information in cartographic format which serves as criterion to carry out the evaluation procedures. There are two types of criteria: those presenting continuous values of location suitability in each variable called factors, and the thematic layers that have the purpose of confining results to a delimited sector of the study area, called restrictions.

It is important to note that the logics of diffused treatment can be used in the formation of factors, fuzzy standardization to define suitable locations without accurate borderlines (Burrough and McDonnell, 1998; Jiang and Eastman, 2000) and that, according to Wilson and Burrough (1999) might be considered as one of the new basis for quantitative spatial analysis.

Through the selection of variables, their treatments tending to the generation of factors and restrictions, and the determination of different forms of combination, we are taking steps towards the search of results. The relationships are designated rules of decision, and their application process, evaluation.

In Buzai and Baxendale (2011), these relationships are detailed together with the use of the strategic triangle (Figure 6) made up by a space of relationships in the interior of two orthogonal axes (axis x: level of risk, axis y: level of compensation) and possible solutions between Boolean methods by multiplication (analysis of minimum risk without compensation), by addition (moving towards the maximum risk without compensation), and weighted linear combination (analysis of medium risk with maximum compensation).

Figure 6. Strategic Decisions Triangle (locations)



Resolution Model

Taking the logic of multicriteria evaluation techniques as a basis supported by the use of GIS, Carr and Zwick (2006, 2007) have proposed a model of standardized resolution of interesting capacities for the empirical identification of potential areas of conflict between land uses.

The proposed model, which has been designated as LUCIS, includes the performance of several different steps as the resolution path towards obtaining the map with conflict areas. Some works that analyze this method

are Buzai and Baxendale (2010, 2011) and UF (2014). Previous studies in the area of study can be found in Buzai, Baxendale, Cacace and Dzenoletas (2011), and the current application was performed by Principi (2016) in the framework of a scientific research project recognized nationwide.⁵ A present advance was made from an automation point of view based on the update of Zwick, Patten and Arafat (2016), which presents a new GIS application.

The steps for the application of the model are as follows:

1. *Definition of objectives*: The model considers that each location can have three general land-use categories: urban, agricultural or conservation activities. Each of these activities aims to maximize the opportunities in certain development lines; for example, the urban use seeks maximization of residential expansion and secondary and tertiary production activities; the agricultural use, expansion of primary production, mainly agriculture, and the conservation use for ecological protection.

2. *Creation of a spatial database*: It is created by generating a series of thematic layers through digitalization, which contain relevant and basic information for the achievement of each of the objectives previously mentioned. Besides the themes to be considered in the analysis, technical aspects of the creation of alphanumeric and graphic databases in the framework of GIS technology must also be defined at this point such as the extension of the study area, the projection system, and the minimum unit of spatial resolution.

3. *Suitability analysis*: Each thematic layer of the area of study is analyzed to determine a relative suitability of each criterion's categories for each goal. It corresponds to the creation of factors for the application of multicriteria evaluation techniques. The LUCIS method considers the standardization of a continuous suitability (ac) in whole numbers complying with the following range:

$$[1] 1 \leq ac \leq 9$$

5 Project: *Spatial analysis and evaluation of areas of potential environmental, productive, and patrimonial conflicts in face of the urban expansion in the Luján River basin (Buenos Aires Province, Argentina)*. Director: Dr. Gustavo Buzai, Co-director: Dra. Sonia L. Lanzelotti. Scientific and Technological research Project (PICT-1388-2014) of the National Agency of Scientific and Technological Promotion (ANPCyT) of the Republic of Argentina.

4. *Determination of preferences*: The weight of each factor in the resolution of the specific objective is set out. To obtain the result, it is necessary either to recourse to theoretical knowledge or use a methodology to obtain representative numbers of each factor's weight. For this study, the mean reciprocal ranking method (Malczewski, 1999) was applied. The procedure of assigning weights can be supported by the collaboration among experts in each of the themes involved (Jankowski and Nyerges, 2001) and, mathematically, it complies with the following characteristics:

$$[2] \sum p_i = 1$$

$$[3] 0 < p_i \leq 1$$

5. *Decision rule application and results reclassification*: The weighted linear combination procedure is performed obtaining a synthetic index value for each location based on the definition of factors and weighted values for each of them as follows:

$$[4] I_i = \sum p_i x_i$$

or by including spatial restrictions through the use of Boolean layer multiplication

$$[5] I_i = \sum p_i x_i \prod r_j$$

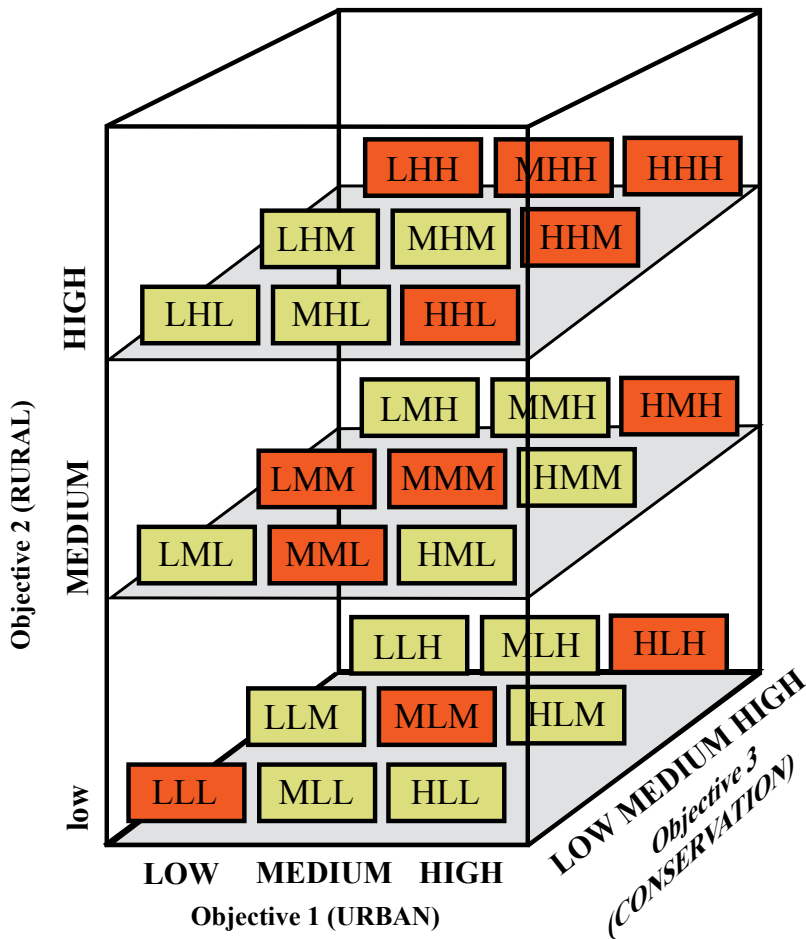
The result is three general suitability maps for urban, agriculture or conservation uses. A reclassification takes each continuous suitability (ac) value to three categories as follows:

$$[6] 1 \leq ac \leq 3$$

The result is three suitability maps for each objective reclassified in high (A), medium (M) and low (B) suitability.

6. *Identification of potential areas of conflict:* The combination of conflictive and non-conflictive uses is found in the combination of the three categories for each objective based on a 3D dispersion chart representing the 27 possible combinations of the three suitability maps, taking into account Objective 1, Objective 2, and Objective 3 (Figure 7) The spaces that generate conflict in use assigning are as follows: LLL, MLM, HLH, MML, LMM, MMM, HMH, HHL, HHM, LHH, MHH and HHH which are marked with a darker color.

Figure 7. Combination of objectives and determination of potential conflict situations between land uses



Source: Own production.

Results

Towards Obtaining Suitability Maps

Urban Suitability

Each location's suitability for urban development has been calculated based on 5 thematic layers in which the following factor creation procedures were applied:

(a) Urban areas. Considering existing urban areas and distance calculations, applying fuzzy decreasing linear calculations (255-0 in distances from 0 to 2000 meters).

Criterion: Proximity to urban areas

(b) Roads. Considering roads (includes national and provincial routes, paved and dirt roads) and distance calculations, applying fuzzy decreasing linear calculations (255-0 in distances from 0 to 3000 meters)

Criterion: Proximity to roads

(c) Train stations. Considering train stations and distance calculations, applying fuzzy decreasing linear calculations (255-0 in distances from 0 to 2000 meters).

Criterion: Proximity to train stations

(d) Wetlands: Low and wet lands, swampy sections and stretches sometimes flooded by rainwater or by a nearby river or lake. Considering wetlands as 0, applying fuzzy decreasing linear calculations (255-0 in distances from 0 to 10,000 meters from wetlands)

Criterion: Presence of wetlands

(e) Watercourses. Considering watercourses, first calculating a 1000-meter buffer and then, applying fuzzy decreasing linear calculations (255-0 in distances from 0 to 2000 meters considering the buffer).

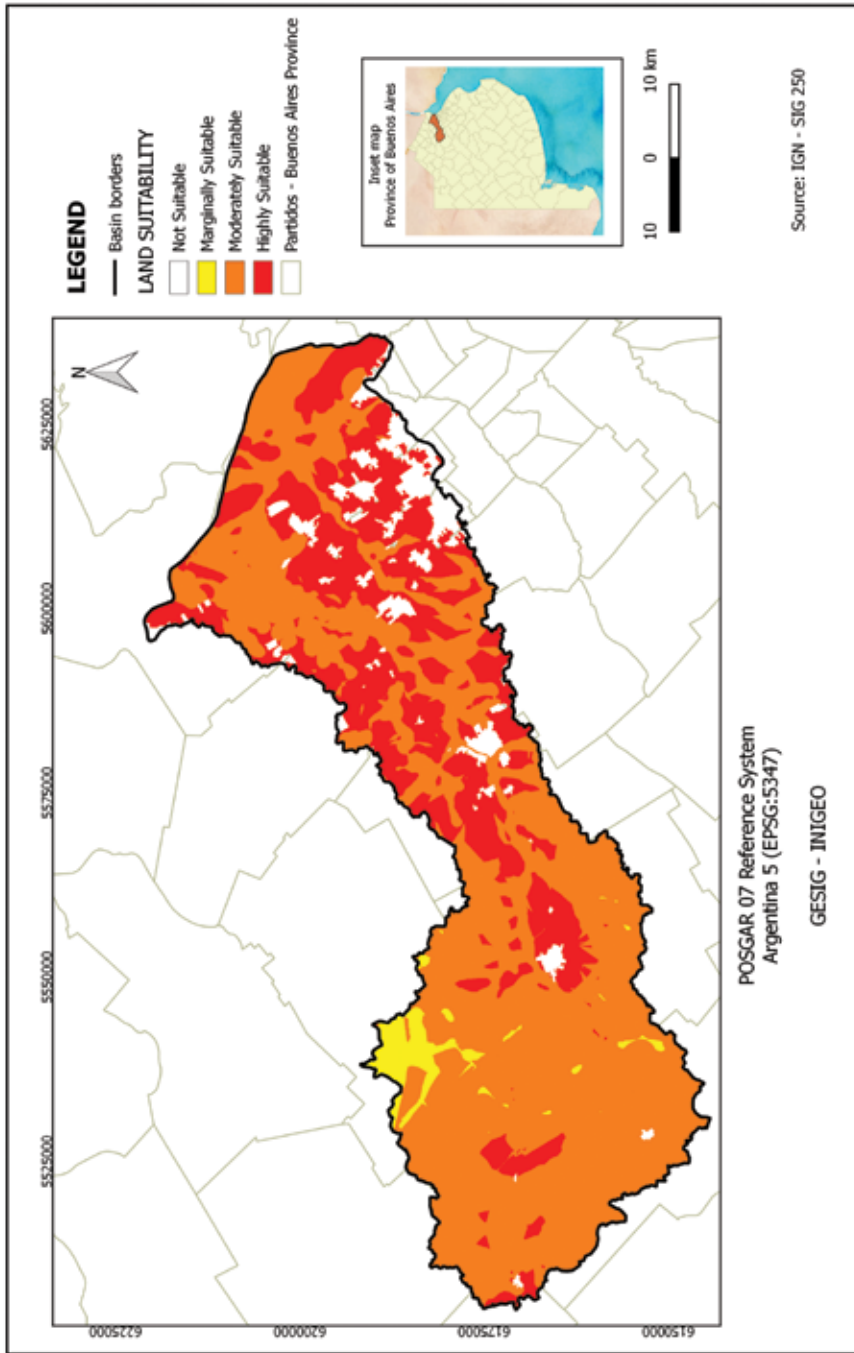
Criterion: Proximity to watercourses

The weighting method took into consideration the following order with respect to the weight of factors: urban areas (1), roads (2), watercourses (3), wetlands (3) and train stations (4), yielding the following values as

result: 0.41; 0.21; 0.14; 0.14 and 0.10, respectively. As for restrictions, the current urban areas map was used.

The urban suitability map shows a reclassification of the result into three categories, which will serve as a basis for later combination, corresponding to objective 1, which occupies axis x in Figure 7.

Figure 8. Urban Suitability Map
Luján River Basin, Urban Land Suitability



Agricultural Suitability

Each location's suitability for the expansion of agricultural activities has been calculated based on 3 thematic layers in which the following factor creation procedures were applied:

(a) Topography (Categories: 0-10m, 10-20m, 20-30m, 30-40m, 40-50m and 50-60m). Application of fuzzy descending linear calculation (255-0 greater suitability coverage in the greater height category)

Criterion: Land height

(b) Soils (Categories: mixed land use, perennial plantations; artificial forest; small valley; wetlands; swamp, quaking bog, quagmire; abandoned channel; curb or small shells accumulation and urban plants). Reclassification in the following order: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9, respectively. Application of fuzzy descending linear calculation (255-0 greater suitability coverage in the first category)

Criterion: Soil coverage

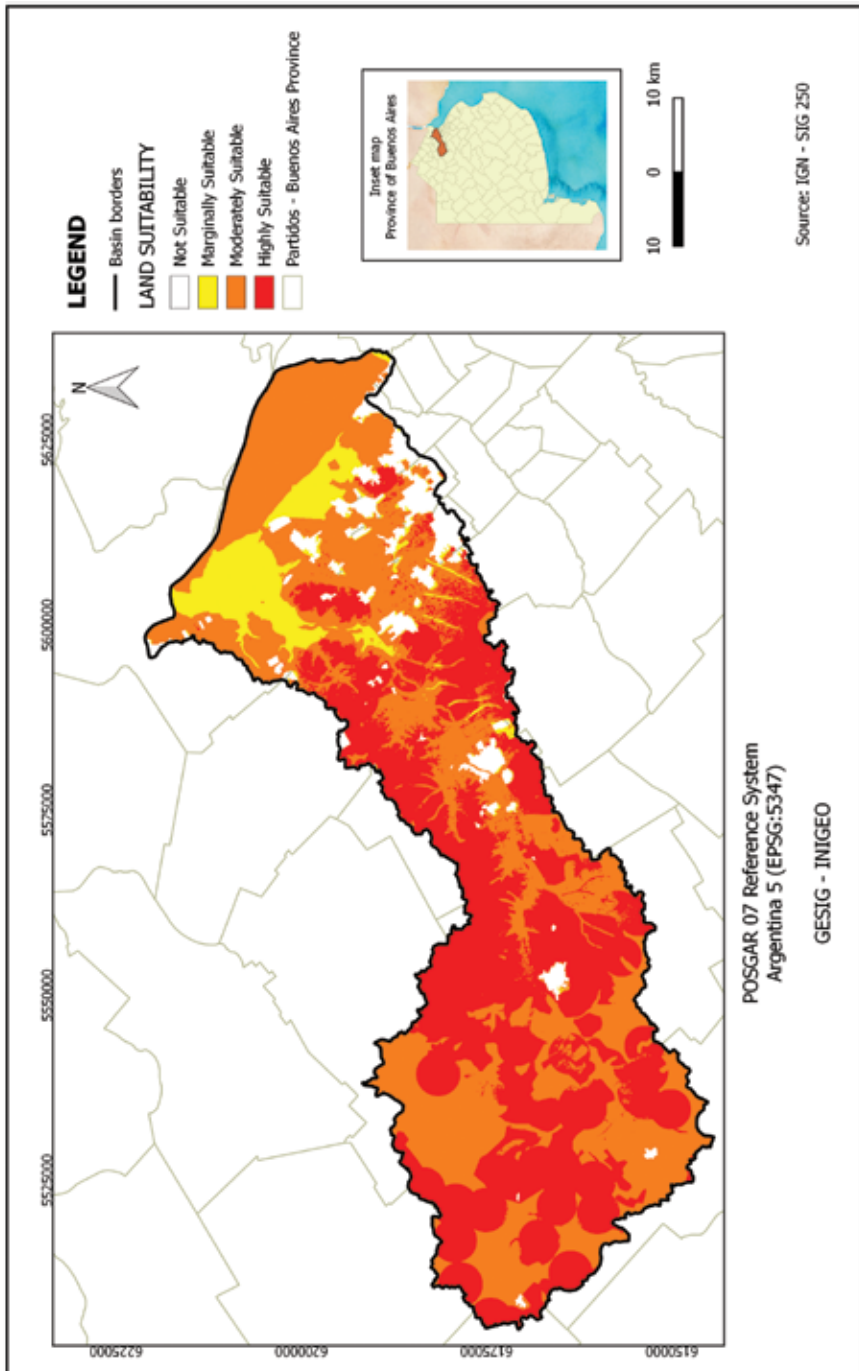
(c) Rural infrastructure. Considering existing rural infrastructure and calculating distances, applying fuzzy decreasing linear calculations (255-0 in distances from 0 to 4000 meters)

Criterion: Proximity to existing rural infrastructure

The application of the weighting method considered the following order with respect to the weight of thematic layers: Topography (1), Soils (1), rural infrastructure (3), yielding the following values as result: 0.43; 0.43 and 0.14, respectively.

The urban suitability map shows a reclassification of the result into three categories, which will serve as a basis for later combination, corresponding to objective 2, which occupies axis y in Figure 7.

Figure 9. Agricultural Suitability Map
Luján River Basin, Agriculture Land Suitability



Conservation Suitability

The suitability of each location for conservation has been calculated based on the use of 3 thematic layers from which 3 factors were derived by applying the following factor creation procedures:

(a) Soils. (Categories: wetlands; small valley; abandoned channel; swamp, quaking bog, quagmire; curb or small shells accumulation; artificial forest; perennial plantations, mixed land use and urban plants). Reclassification in the following order: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 and 9, respectively. Application of fuzzy decreasing linear calculations (255-0 the most suitable coverage, the first category).

Criterion: Soil coverage

(b) Watercourses. Considering watercourses and distance calculations, applying fuzzy decreasing linear calculations (255-0 in distances from 0 to 1000 meters)

Criterion: Proximity to watercourses

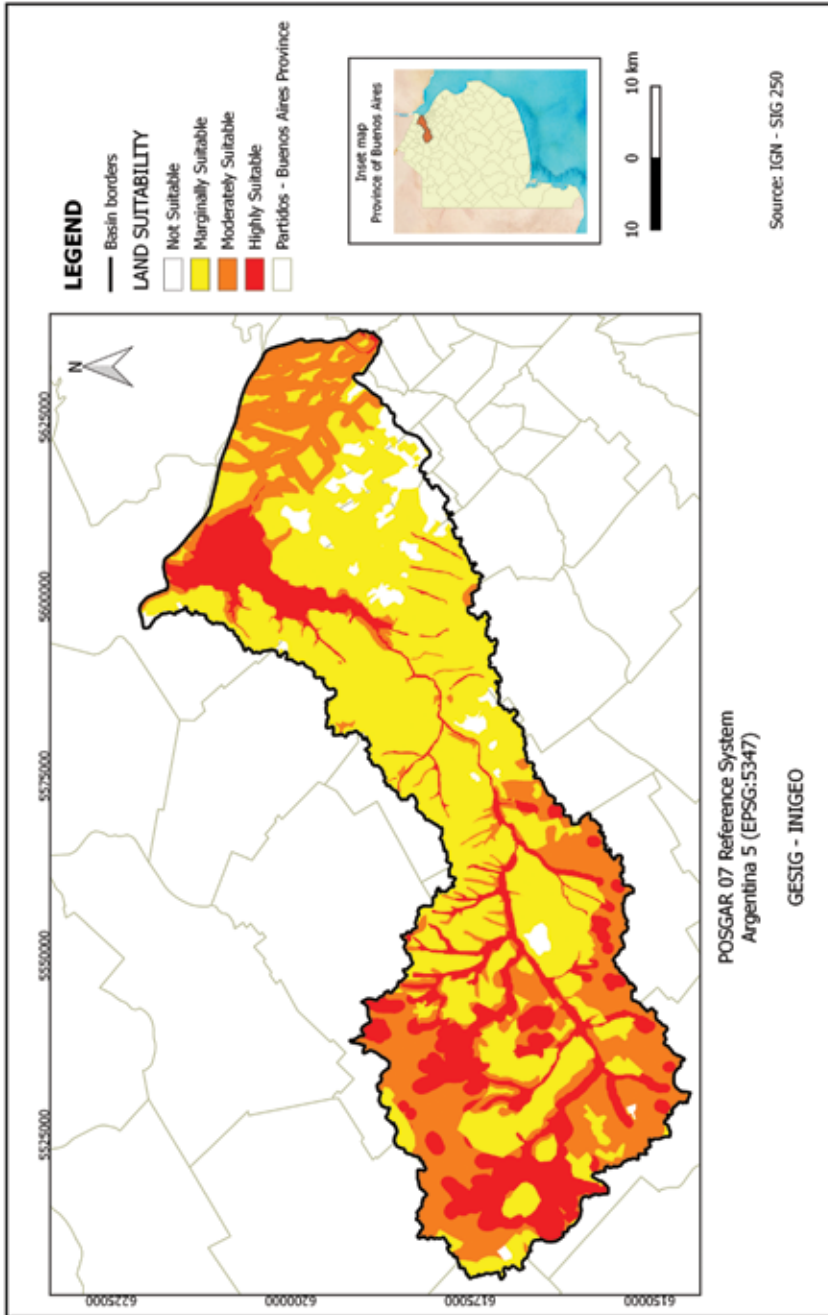
(c) Bodies of water. Considering bodies of water and distance calculations, applying fuzzy decreasing linear calculations (255-0 in distances from 0 to 1000 meters)

Criterion: Proximity to bodies of water

The application of the weighting method considered the following order with respect to the weight of thematic layers: Soils (1), Watercourses (2), Bodies of water (2), yielding the following values as result: 0.50; 0.25 and 0.25, respectively.

The urban suitability map shows a reclassification of the result into three categories, which will serve as a basis for later combination, corresponding to objective 3, which occupies axis z in Figure 7.

Figure 10. Conservation Suitability Map
Luján River Basin, Conservation Land Suitability



Towards obtaining the map of potential land-use conflicts

The synthesis of the methodological work is captured in the solution diagram (Figure 11), which details the sequence that led to the final result of the potential land-use conflict map.

Figure 11. Solution Concept Diagram

MULTICRITERIAL EVALUATION

LUCIS

Criteria to reach objectives

Proximity to urban areas (0,41)
 Proximity to roads (0,21)
 Proximity to traub station (0,14)
 Presence of wetlans (0,14)
 Proximity to watercourses (0,10)

Land height (0,43)
 Soil coverage (0,43)
 Proximity to rural infraestructure (0,14)

Soil coverage (0,50)
 Proximity to watercourses (0,25)
 Proximity to bodies of water (0,25)

Objectives (partial results)

OBJECTIVE 1
 Map of Urban Land Suitability

OBJECTIVE 2
 Map of Agriculral Land Suitability

OBJECTIVE 3
 Map of Conservation Land Suitability

Combination of Objectives (final result)

Map of Potential Conflicts between Land Uses

Fuente: Elaboración propia.

The identification of areas is done through the combination of categories of the above maps as partial objectives (urban, agricultural and conservation).

The urban suitability map was reclassified in hundreds (values from 1 to 100, from 2 to 200, and from 3 to 300), the agricultural suitability map was reclassified in tens (the values went from 1 to 10, from 2 to 3, and from 20 to 30), and the conservation suitability map kept its original values (1, 2 and 3).

By adding the three thematic layers (with three categories each: 1-low, 2-middle, and 3-high) a new thematic layer is produced, and it can

even have a total of 27 combinations. The following are these combinations divided into those that produce areas of potential conflict (12 results) and those that do not (15 results).

The combinations of categories with potential conflict are: (111) Agricultural-urban-conservation* conflict, (122) Agricultural-conservation conflict, (133) Agricultural-conservation conflict, (212) Urban-conservation conflict, (221) Urban-agricultural conflict, (222) Urban-agricultural-conservation* conflict, (233) Agricultural-conservation conflict, (313) Urban-conservation conflict, (323) Urban-conservation conflict, (331) Urban-agricultural conflict, (332) Urban-agricultural conflict, and (333) Urban-agricultural-conservation * conflict ⁶

The combinations of categories with non-potential conflict are: (112) Conservation location, (113) Conservation location, (121) Agricultural location, (123) Conservation location, (131) Agricultural location, (132) Agricultural location, (211) Urban location, (213) Conservation location, (223) Conservation location, (231) Agricultural location, (232) Agricultural location, (311) Urban location, (312) Urban location, (321) Urban location, and (322) Urban Location

The results obtained for the Luján River basin are presented in Table 1 and its aggregation in generic categories in Table 2:

6 The asterisk (*) indicates a major conflict in those locations where there is similar suitability in all three categories. Other conflictive combinations occur between two categories.

Table 1. Combinatorial disaggregated results of areas with potential conflict between land uses in the Luján River basin

Combination	Predominant suitability classes	Area (Km ²)	Area (%)
111	Urban-Agricultural-Conservation	No production	-
122	Agricultural-Conservation	35.02	0.93
133	Agricultural-Conservation	13.67	0.36
212	Urban-Conservation	27.92	0.74
221	Urban-Agricultural	188.43	5.01
222	Urban-Agricultural-Conservation	562.05	14.95
233	Urban-Conservation	203.57	5.41
313	Urban-Conservation	13.33	0.35
323	Urban-Conservation	8.37	0.22
331	Urban-Agricultural	516.19	13.72
332	Urban-Agricultural	7.41	0.20
333	Urban-Agricultural-Conservation	1.98	0.05
Total	Full Conflicts	1577.94	41.95

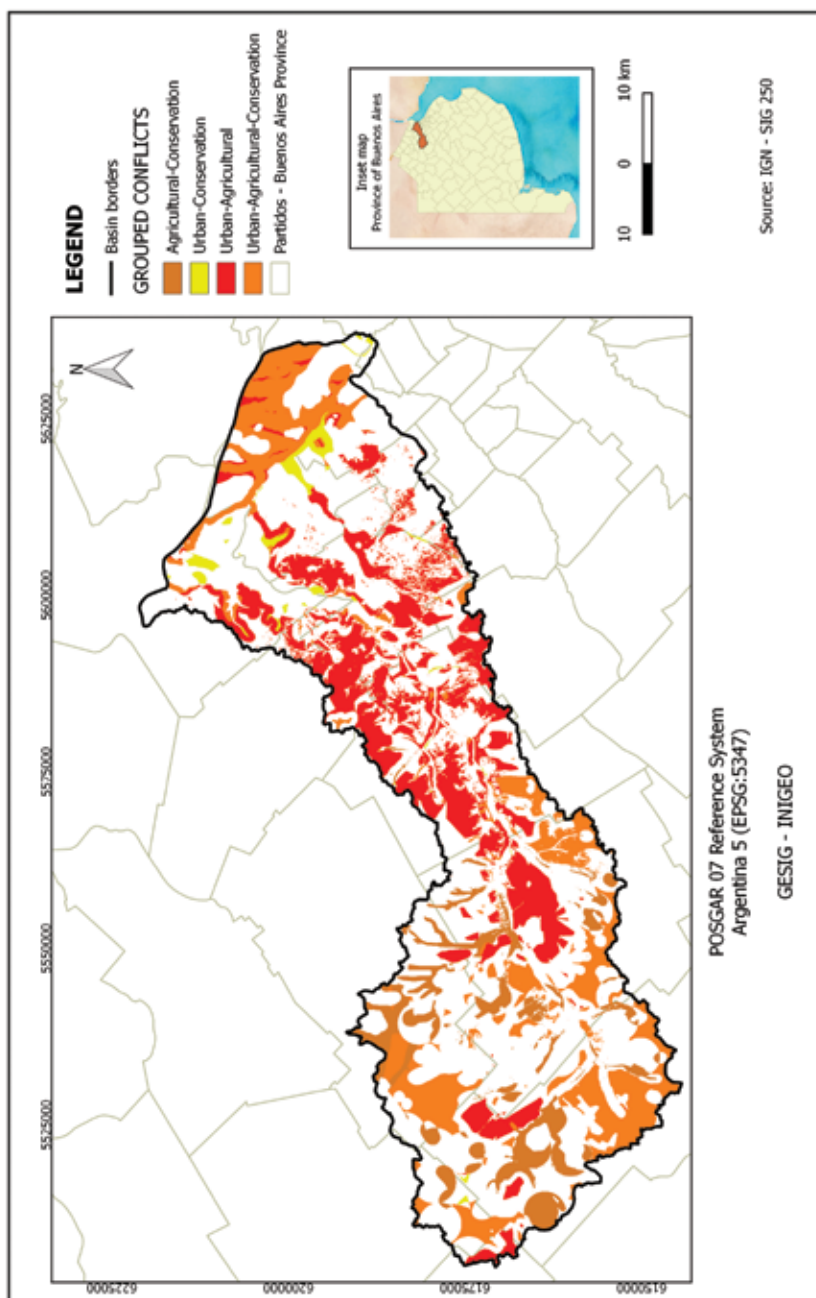
Table 2. Combinatorial grouped results for areas with potential conflict between land uses in the Luján River basin

Combination	Predominant suitability classes	Area (Km ²)	Area (%)
122-133-233	Agricultural-Conservation	252.26	6.71
212-313-323	Urban-Conservation	49.62	1.31
221-331-332	Urban-Agricultural	712.03	18.93
222-333	Urban-Agricultural-Conservation	564.03	14.99
Total	Full Conflicts	1577.94	41.95

The synthesis map, obtained through the LUCIS method, shows the spatial distribution of potential conflicts described in Table 2.

Figure 12. Map of potential conflicts between grouped land uses

Luján River Basin, Grouped Conflicts



Conclusions

The synthesis of the methodological task performed on the basis of the modeling of sequences, adopted in the research, was presented sequentially at different points of this work. The stages correspond to the definition of criteria, the acquisition of suitability maps for each objective, and the final result, with spatial associations that are the basis of interpretation.

The tables presented provide area values of potential conflicts as a quantitative approach to their size.

The aggregate values show the synthesis obtained, and Figure 12 presents the spatial distributions as a base for obtaining it. The urban-agricultural combination turns out to be the largest area of potential conflict with an area of 712.03 km² (274.92 sq mi) covering the whole basin and with predominance in the central sector. It is followed by the combination of the urban-agricultural-conservation suitability with 564.03 km² (217.77 sq mi), mainly distributed in the ends corresponding to the lower basin (delta area) and to the upper one. The potential conflict between agricultural and conservation suitability, with 252.26 km² (97.4 sq mi) is found mainly in the upper basin, and between urban-conservation classes with 49.62 km² (19.16 sq mi) in the lower one.

The total area value of potential conflict is of 1577.94 km² (609.25 sq mi) which corresponds to 41.95% of the Luján River basin that has a total area of 3761 km² (1452.13 sq mi). Of this percentage, the urban-agricultural conflict concentrates 45.12%. The results obtained respond to a situation expected for a region with a great regional dynamics. There are fully urban and rural areas among a large peri-urban system, corresponding to the expansion of the Great Buenos Aires in structure of dispersed urbanization, and to the compact growth of medium-sized cities. Many of the more fertile soils of the country were localized as a support of an important agricultural production. Important bodies of water were also localized in a mosaic of landscapes suitable for the preservation of diversity.

Finally, we can say that the multicriteria evaluation techniques have become one of the most interesting lines of application of GIS technology as a tool for territorial planning, particularly in their ability to perform diagnoses and intervention proposals.

Based on them, the LUCIS method presents a series of procedures that link the quantitative and qualitative aspects, trying to identify areas of

potential conflict in terms of the expansion of land uses. The product obtained for the Luján River basin has shown the theoretical-methodological suitability of the application procedures. The results offer a very useful spatial configuration for decision-making in regional planning, environmental regulation, or in the orientation of the urban growth. The possibilities of transferring these results to the higher levels in the political-administrative management⁷ constitute a later stage with a tendency to present the utility of what was obtained as a contribution of the Applied Geography oriented to the implementation of geographical knowledge aimed at the resolution of socio-spatial problems.

References

- Baxendale, C.A. (2007). Región y estudios regionales. Consideraciones desde los diferentes enfoques de la Geografía [Region and Regional Studies. Considerations from Different Perspectives of Geography]. *Fronteras*. 6(6), 29-36.
- Bertalanffy, L.von. (1968). *General System theory: Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.
- Bunge, M. (2012). *A la caza de la realidad [Hunting the Reality]*. Barcelona: Gedisa.
- Bunge, M. (2014). *Memorias. Entre dos mundos [Memories. Between Two Worlds]*. Buenos Aires: EUDEBA.
- Burrough, P.A., McDonnell, R.A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford: Oxford University Press.
- Buzai, G.D. (Dir.) (2002). *Atlas digital de la cuenca del río Luján [Digital Atlas of Luján River Basin]*. Luján: Universidad Nacional de Luján. (CD version).
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A. (2007). Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo. Identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Primera parte: descripción metodológica) [Areas of Potential Conflict between Land Uses. Identification through the

⁷ The National University of Luján has cooperation and transfer agreements with the Committee of the Luján River Basin (COMILU) and with the municipalities members of the Committee. It is also one of the academic units of the inter-institutional university network, UNIDESARROLLO, whose members are the universities of the Luján River and Reconquista basins. Toward these institutional spheres are directed the results of research projects that take the regional space as an area of study.

- Use of Geographic Information Systems (First Part: Methodological Description)]. *Fronteras*. 6(6), 45-49.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A. (2008). Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo. Identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Segunda parte: aplicación) [Areas of Potential Conflict between Land Uses. Identification through the Use of Geographic Information Systems (Second Part: Application)]. *Fronteras*. 7(7), 33-39.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A. (2010). Método LUCIS [LUCIS Method] – Land Use Conflict Identification Strategy. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica [Geography and Geographic Information Systems]*. (Bibliografía, Software y Metodología). 2(2),1-4.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A. (2011). *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica [Socio-Spatial Analysis with Geographic Information Systems]*. Volume 1: *Perspectiva científica – temáticas de base vectorial [Scientific Perspective—Vectorial Base Topics]*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A., Cacace, G., Dzendoletas, M.A. (2011). *Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica [Analysis of uses of Urban and Regional Soils. Best and Conflictive Localizations studied with Geographic Information Systems]*. PROEG 11. Luján: Universidad Nacional de Luján.
- Buzai, G.D., Cacace, G. (2016). El concepto de espacio [The concept of Space]. In: Buzai, G.D., Baxendale, C.A.; Humacata, L., Cacace, G., Delfino, H., Lanzelotti, S., Principi, N. *Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica [Geography and Spatial Analysis. Urban-Regional Applications with Geographic Information Systems]*. (51-56). Luján: EdUNLu.
- Carr, M.H.; Zwick, P.D. (2006). Using GIS suitability analysis to identify potential future land use conflicts in north central Florida. *Journal of Conservation Planning*. 1(1), 89-105.
- Carr, M.H.; Zwick, P.D. (2007). *Smart Land-Use Analysis. The LUCIS Model*. ESRI Press. Redlands.
- DeMers, M. (2002). *GIS Modeling in Raster*. New York: John Wiley.

- García, R. (Coord) (1997) *La Epistemología Genética y la ciencia contemporánea [Genetic Epistemology and the contemporary Science]*. Barcelona: Gedisa.
- García, R. 2006. *Sistemas Complejos [Complex Systems]*. Barcelona: Gedisa.
- Gómez Delgado, M., Barredo Cano, I. (2006). *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio [Geographic Information Systems and Multicriteria Evaluation in the Spatial Planning]*. México DF: Alfaomega-Ra-Ma..
- Instituto Nacional del Agua [National Institute of Water]. (2007). *Diagnóstico del funcionamiento hidrológico hidráulico de la cuenca del río Luján – provincia de Buenos Aires [Diagnosis of the Hydrological Functioning of Luján River Basin—Buenos Aires Province]*. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda [Ministry of the Interior, Public Works and Housing]. Ezeiza.
- Jankowski, P.; Nyerges, T. (2001). GIS-Supported Collaborative Decision Making: Results of an Experiment. *Annals of the Association of American Geographers*. 91(1),48-70.
- Jiang, H., Eastman, J.R. (2000). Application of fuzzy measures in multicriteria evaluation in GIS. *International Journal of Geographical Information Sciences*. 14(2), 173-184.
- Lanzelotti, S.L.; Buzai, G.D. (2015). *Delimitación de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires Argentina [Delimitation of Luján River basin, Buenos Aires Province, Argentina]*. Informe Técnico N° 1 [Technical Report N° 1]. PICT-2014_1388. GESIG-PRODISIG. Luján: Universidad Nacional de Luján.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and multicriteria decision analysis*. New York: John Wiley & Sons.
- Pacione, M. (1999). *Applied Geography: Principles and Practice*. London: Routledge.
- Paso-Viola, L.F. (2015) *Análisis cronológico documental de la evolución de la cartografía en la alta cuenca del río Luján bajo la óptica de los procesos histórico globales y locales. Diagnóstico cartográfico geonímico, toponímico y geoespacial del Partido de Suipacha como modelo casuístico [Chronological Documentary Analysis of Cartography Evolution in the Luján River High Basin Under the*

- Perspective of Global and Local Historic Processes. Cartographic, Geonimic, Toponimic and Geo-Spatial Diagnose of Suipacha Partido as Casuistic Model*. (Tesis de Licenciatura en Geografía. Universidad Nacional de Luján [Bachelor's degree thesis in Geography. National University of Luján]).
- Paso-Viola, L.F. (2016). Origen del Río Luján en el área imbrífera localizada en los partidos de Chacabuco, Suipacha y Carmen de Areco y su representación cartográfica [Luján River Origins in the Drainage Basin of Chacabuco, Suipacha and Carmen de Areco and their Cartographic Representation]. *Social Networks*. 3(1),17-30.
- Philipponneau, M. (2001). *Geografía Aplicada [Applied Geography]*. Barcelona: Ariel.
- Principi, N. (2013). *Análisis de la estructura espacial regional [Analysis of the Regional Spatial Structure]*. Editorial Académica Española: Saarbrücken.
- Principi, N. (2016). *Evaluación multicriterio para la identificación de áreas con potenciales conflictos entre usos del suelo en la cuenca del río Luján [Multicriteria Evaluation for the Identification of Areas with Potential Conflicts between Land Uses in the Luján River Basin] (Buenos Aires, Argentina)*. (Trabajo final de graduación. Maestría Profesional en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección [Master's Paper. Master Degree in Geographic Information Systems and Remote Sensing]. UCR-UNA. San José, Costa Rica)
- Principi, N., Buzai, G.D. (2016). Análisis especial para la determinación de la estructura socioespacial del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires [Special Analysis for the Determination of the Socio-Spatial Structure of Northwestern Region of Buenos Aires Province]. In: Buzai, G.D., Baxendale, C.A., Humacata, L., Cacace, G., Delfino, H., Lanzelotti, S., Principi, N. *Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica. [Geography and Spatial Analysis. Urban-Regional Applications with Geographic Information Systems]* (197-204). Luján: EdUNLu.
- Tomlin, C.D. (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. New Jersey: Englewood Cliffs – Prentice Hall..
- UF. (2014). *Land Use Conflict Identification Strategy (LUCIS). Technical Report*. LUCIS Technical Report. Heartland 2060. University of Florida..

- Wilson, J.P. & Burrough, P.A. (1999). Dynamic Modeling, Geostatistics, and Fuzzy Classification: New Sneakers for a New Geography? *Annals of the Association of American Geographers*. 89,736-746.
- Zwick, P.D.; Patten, I.E.; Arafat, A. (2016). *Advanced Land-Use Analysis for Georegional Design. Using LUCISplus*. Redlands: ESRI Press.

INDICADOR DE AFECTACIÓN POR EVENTOS NATURALES EN EL CANTÓN DE ALAJUELA, Y SU RELACIÓN CON LA VULNERABILIDAD COMUNAL

AFFECTATION INDICATOR FOR NATURAL EVENTS IN THE CANTÓN OF ALAJUELA, AND ITS RELATION WITH THE COMMUNITY VULNERABILITY

Gustavo Barrantes-Castillo¹

Adolfo Quesada-Román²

Daniela Campos-Durán³

Katherine Padilla-Umaña⁴

Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.6>

RESUMEN

Se construyó un indicador de afectación por amenazas naturales que considera la afectación directa e indirecta con base en las variables incluidas en la base de datos DesInventar y reportes de la CNE para el periodo 1970 - 2015 a nivel distrital. Dicha información permitió obtener la ubicación aproximada de las comunidades que han presentado la mayor afectación por eventos naturales.

-
- 1 Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. Correo electrónico: gbarrantes@una.cr
 - 2 Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. Correo electrónico: adolfo.quesada@gmail.com
 - 3 Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. Correo electrónico: daniela.campos.duran@una.cr
 - 4 Consultora Independiente, Costa Rica. Correo electrónico: kathy.p28@hotmail.com

Fecha de recepción: 17 de enero de 2017

Fecha de aceptación: 19 de abril de 2017

Asimismo, mediante una encuesta a las Asociaciones de Desarrollo Integral y posterior trabajo de campo se logró detallar las condiciones de vulnerabilidad de estas comunidades. Como resultado se identificaron los distritos con mayor afectación por amenazas naturales del cantón de Alajuela, así como las comunidades con mayor afectación histórica, por ende, con mayores condiciones de vulnerabilidad. Esta información será utilizada por la municipalidad de Alajuela para mitigación, prevención y atención de emergencias.

Palabras clave: Amenazas naturales, vulnerabilidad, gestión del riesgo, desastres, municipalidad

ABSTRACT

An affection indicator for natural hazards was created. This indicator considers direct and indirect affection based on variables included in the DesInventar database and the CNE reports between 1970 and 2015 at a district level. This information led to determine the location of the most vulnerable communities of the Alajuela canton. After this process and with the cooperation of Integral Development Associations through interviews and fieldwork, the vulnerability of these populations was identified. As a result, the most affected districts and the most vulnerable communities to natural hazards in the Alajuela canton were identified. This information will be used by the Alajuela Municipality for risk mitigation, prevention, and management.

Keywords: Natural hazards, vulnerability, risk assessment, disasters, municipality

1. Introducción

La ubicación ístmica y tectónica de Costa Rica en un área de subducción provoca que el país presente una alta sismicidad, así como una actividad volcánica activa. Asimismo, su localización en la Zona Intertropical propicia la generación de tormentas, ciclones tropicales y frentes fríos, eventos que asociados a la topografía son generadores de deslizamientos. Esto sumado al crecimiento de la población, especialmente, en áreas de riesgo, y la falta de planificación territorial conllevan al aumento constante de personas, infraestructura y bienes que son afectados por estos eventos naturales. Por su parte, el Valle Central de Costa Rica, localizado en el centro del país, alberga cerca del 60% de la población nacional. De acuerdo con la base de datos de desastres DesInventar, las principales amenazas naturales que han generado afectación en los últimos 30 años en esta región son las inundaciones y los deslizamientos, los cuales representan el 57% y el 31%, respectivamente, de todos los eventos reportados (LA RED, 2015).

Propiamente en el cantón de Alajuela, las condiciones geodinámicas, fisiográficas y sociales, lo hacen susceptible a la ocurrencia de desastres inducidos por eventos naturales, tales como sismicidad, vulcanismo, fuertes lluvias, inundaciones y deslizamientos. Cabe señalar que para el

periodo 1984 – 2011 la población urbana del cantón paso de un 43,7% a un 88%, es decir tuvo un incremento poblacional del 22,5% (CCP-UCR, 2014). Este aumento se asocia con una expansión del área urbana de grupos poblacionales que se asientan en áreas de riesgo, tal como la rivera de los ríos o terrenos de topografía irregular, alterando los sistemas naturales, sumado a ello se da un aumento de aguas de escorrentía y residuales, así como el inadecuado manejo de los desechos sólidos.

Ante este panorama y en relación con la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo No. 8488, en su artículo 27 señala: “En los presupuestos de cada institución pública, deberá incluirse la asignación de recursos para el control del riesgo de los desastres, considerando la prevención como un concepto afin con las prácticas de desarrollo que se promueven y realizan” (s. p.).

En concordancia con lo citado anteriormente, la Municipalidad de Alajuela solicitó un estudio para conocer el tipo de eventos naturales que han afectado históricamente al cantón y su distribución territorial, con la finalidad de planificar las acciones y presupuestos requeridos para disminuir las condiciones de riesgo en su cantón. Este propósito origina el presente estudio, el cual muestra la ubicación y caracterización de los sitios que se han visto afectados por eventos naturales, así como aquellos en condiciones de riesgo.

1. Afectación por eventos naturales en el Valle Central periodo 1985 – 2013

De acuerdo con la base de datos de DesInventar, entre 1985 y 2013, en el Valle Central se contabilizaron 6 705 reportes por afectaciones, los cuales se dieron por distintos tipos de eventos naturales, como se muestran en el cuadro 1.

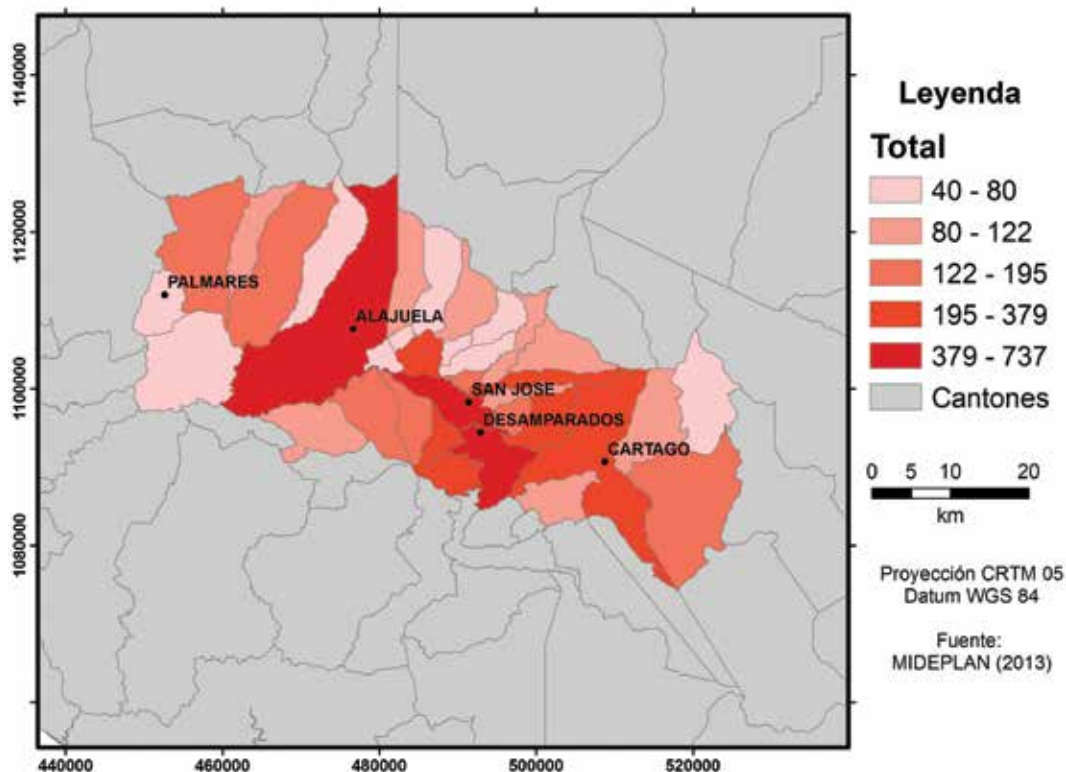
Cuadro 1. Tipos de amenazas naturales y número de eventos en el Valle Central, periodo 1985-2013.

Tipo de amenaza	Número de eventos
Actividad Volcánica	19
Avenida torrencial	64
Deslizamiento	2082
Inundación, lluvias, tempestad, tormenta eléctrica	3829
Sequía	5
Sismo	143
Vendaval	563
Total	6705

Fuente: LA RED, 2015.

Como se aprecia en el cuadro anterior, los deslizamientos y las inundaciones son los eventos que presentan una mayor recurrencia de afectaciones en el Valle Central, cabe señalar que ambos representan el 88% de los incidentes registrados para este periodo. Por su parte, los cantones más afectados fueron Desamparados con 737 eventos, San José con 574, Alajuela con 572, Cartago con 379 y Aserrí con 300, tal como se muestra en la siguiente figura 1.

Figura 1. Cantones con mayor cantidad de reportes de afectaciones por eventos naturales en el Valle Central, periodo 1985 – 2013



Fuente: LA RED, 2015.

De acuerdo con la Figura 1, se puede apreciar que entre los cantones que conforman el Valle Central, el cantón de Alajuela presentó entre 380 y 737 reportes de eventos entre 1985 y el 2013, encontrándose así, entre los tres cantones más afectados para este periodo.

Barrantes & Malavassi (2015) señalan que el cantón de Alajuela, en las laderas SW del volcán Poás, puede verse afectado por caída de ceniza y gases volcánicos, así mismo la CNE (2015) advierte sobre la posibilidad de ocurrencia de lahares, específicamente, en los ríos Ciruelas, Alajuela, Itiquís, Tambor y Poás.

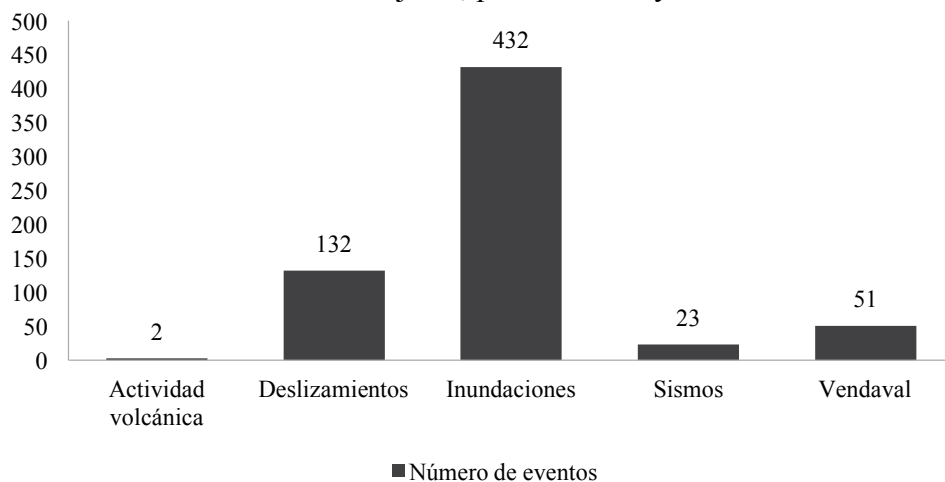
Además, la proximidad con fallas, como las de Viejo-Aguas Zarcas, El Ángel: Alajuela, Sabanilla, San Antonio-Picagres y la falla Víbora, lo hacen

susceptible a la actividad sísmica (Barrantes & Salcedo, 2016). Ejemplo de ello, es el terremoto de Cinchona, ocurrido el 8 de enero de 2009, cuyo epicentro se localizó en Varablanca de Heredia y su magnitud fue de 6,2Mw con una profundidad de 4,6 km (Red Sismológica Nacional, 2009).

Este sismo de acuerdo con la Comisión Nacional de Emergencias (2009), provocó importantes daños en el cantón de Alajuela, específicamente en la comunidad de Poasito en el distrito de Sabanilla y las comunidades de Dulce Nombre y Fraijanes, en el distrito de San Isidro, donde se vieron afectadas 514 familias debido a daños y colapsos en viviendas, así como cortes en el suministro de los servicios de electricidad y agua potable, lo que llevo a declarar alerta roja en el cantón por 96 horas luego de ocurrido el sismo.

El cantón, además, se ha visto afectado por sistemas ciclónicos, como tormentas tropicales provenientes del Caribe y frentes fríos (Alfaro et al., 2010). Cabe señalar que por las diferencias de altitud las mayores precipitaciones se concentran en la zona montañosa de Alajuela, sobre terrenos de fuerte pendiente y ríos con profundos valles o cañones. Una vez que se descende ladera abajo hacia las áreas de topografía relativamente plana y de mayor concentración poblacional del cantón, tal como los distritos de Alajuela, San José, San Isidro, San Antonio y Sabanilla, el cambio de pendiente y la intensidad de los procesos exógenos (meteorización, precipitación) y la alta concentración urbana favorecen la ocurrencia de deslizamientos e inundaciones. Estas últimas, representaron para el periodo 1985 – 2015 el 67% del total de eventos registrados para el municipio, mientras que los deslizamientos corresponden al 21% (Figura 2).

Figura 2. Número de reportes por tipo de amenazas naturales en el cantón de Alajuela, periodo 1985 y 2015



Fuente: LA RED, 2015.

2. Metodología

La primera etapa consistió en la elaboración de un indicador de afectación por amenazas naturales a nivel distrital en el cantón de Alajuela a partir de los registros de DesInventar (LA RED, 2015). En su construcción se utilizaron nueve variables, contenidas en la base de datos en mención (Cuadro 2), cuyo registro de eventos que han afectado al cantón de Alajuela se presentan para el periodo 1970 – 2015, dicha información se sistematizó y georreferenció mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Cuadro 2. Variables utilizadas para generar el indicador de afectación por amenazas naturales

Variables	Indicador
Muertos Desaparecidos Heridos	Afectación directa las personas
Damnificados Afectados Evacuados Reubicados Viviendas destruidas Viviendas afectadas	Afectación indirecta las personas

Fuente: Elaboración propia a partir de DesInventar, 2016.

En esta etapa, el primer paso, consistió en ubicar espacialmente los registros de DesInventar, esto se realizó de manera aproximativa, ya que dichos datos incluyen el cantón, distrito y solo en algunos casos hacen indicación al barrio donde se dio el incidente. El criterio de aproximación utilizado fue la relación entre el tipo de evento, las condiciones del relieve y la hidrografía del área. La imprecisión en la localización no se considera una limitante en el cálculo de indicador distrital de incidencia por desastres, ya que el distrito si está reportado.

El segundo pasó, consistió en el cálculo de un indicador de afectación por tipo evento natural, el algoritmo utilizado se detalla a continuación [Ec 1]:

$$IA = AD + AI \text{ [Ec 1]}$$

Donde:

IA = Indicador de afectación por evento natural

AD = Indicador de Afectación Directa

AI = Indicador de Afectación Indirecta

A su vez:

$$AD = M + D + H \text{ [Ec 2]}$$

Donde:

M = Cantidad de muertos
D = Cantidad de personas desaparecidos
H = Cantidad de personas heridos

Y:

$$AI = (A + E + R + Vd + Va) / 100 \text{ [Ec 3]}$$

Donde:

A = Afectados; se trata de las personas que han sufrido perturbación de sus actividades o medios de sustento, sin que esto representara un evacuación, reubicación, daño o pérdida de sus viviendas.

E = Evacuados; son personas que han tenido que ser movilizadas a albergues

R = Reubicados; es la población que dada la peligrosidad de la localidad donde habitan, han sido trasladados a lugares de menor peligrosidad.

Vd = Viviendas destruidas

Va = Viviendas afectadas

Los datos sobre personas fallecidas (muertos), desaparecidos o heridos, tienen un mayor peso debido a que representan afectación directa a las personas, por lo que constituyen el indicador de Afectación Directa. Por su parte, las variables: damnificados, afectados, evacuados, reubicados, viviendas destruidas y afectadas, se dividen entre 100 a fin de obtener una tasa, que representa el indicador de Afectación Indirecta. Esto se realiza dada la diferencia de magnitud entre este grupo de variable y el anterior, y que las afectaciones son materiales en el segundo indicador.

El tercer paso, se basó en la agrupación de todos los eventos por distrito. Una vez agrupados se sumaron los indicadores individuales y se dividieron por el número total de eventos, de este modo se construye un indicador distrital relativo que considera las frecuencias de los eventos. Una vez obtenido el indicador distrital, este es clasificado en cinco categorías que se representa por medio de un mapa cantonal.

La cuarta etapa, consistió en la caracterización de las áreas prioritarias, es decir, de los cinco distritos con mayor valor del indicador. Como insumos de esta etapa se utilizó la ubicación aproximada de los eventos, el valor del indicador de afectación por evento natural y los reportes de inspecciones realizadas por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE).

Con base en esta información, se contactaron y se llevaron a cabo entrevistas con los integrantes de las Asociaciones Desarrollo de Integral (ADI), ubicadas en las áreas de mayor afectación histórica. Cuya finalidad fue obtener información sobre las áreas de mayor afectación en la comunidad, así como el conocimiento y preparación de la población sobre la prevención y respuesta en caso de desastre.

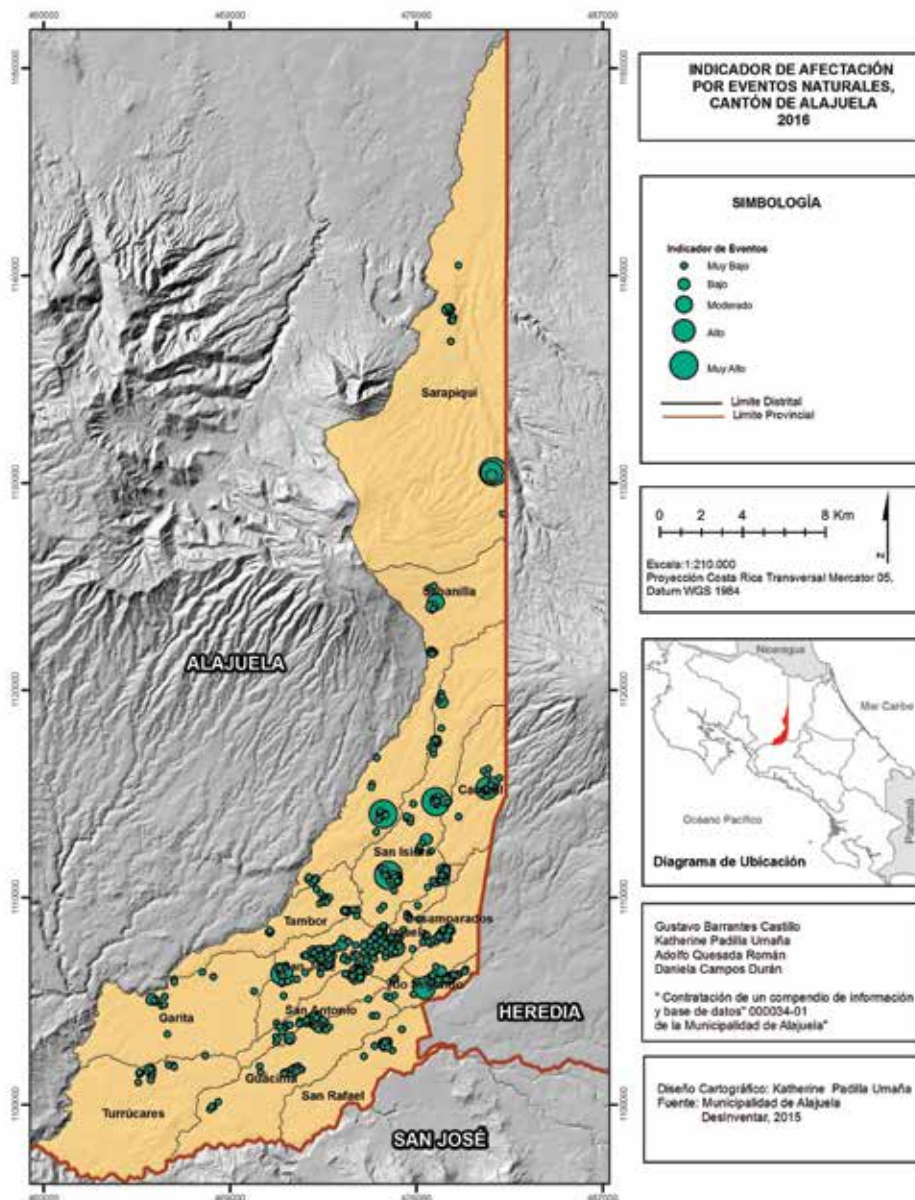
En la última etapa, se procedió a elaborar una ficha de campo que permitió la caracterización de la amenaza y la vulnerabilidad a un nivel preliminar con base en aspectos como: la geomorfología, pendiente, tipo de eventos, percepción de la frecuencia, infraestructura afectada y condición socioeconómica, adicionalmente, se documentó por medio de la toma de fotografías y el uso de GPS. Finalmente, se inspeccionaron los sitios para caracterizar las condiciones de riesgo presentes. Las variables valoradas fueron posteriormente clasificadas en rangos de alto, moderado y bajo, para hacer una estimación sobre la amenaza y sobre la vulnerabilidad, ambos criterios fueron combinados para establecer un listado que permitiera ubicar las comunidades de atención prioritaria.

3. Resultados

3.1. Indicador distrital de afectación por incidencia de eventos naturales para cantón de Alajuela

Los reportes de eventos de la base de datos de DesInventar fueron ubicados de manera aproximada, considerando la ubicación por distrito (y barrio cuando estaba disponible) aportada en la base de datos y el tipo de evento. Posteriormente, se calculó, para cada evento el indicador de afectación por evento (Mapa 1). Estos valores se agruparon en un solo valor para cada distrito, mismo que fue ponderado por el número total de eventos, lo que permitió considerar la frecuencia de los mismos.

Mapa 1. Indicador de afectación por eventos naturales en el cantón de Alajuela



Fuente: Elaboración propia a partir de DesInventar, 2016.

A cada evento individual le fue calculado el Indicador de afectación por evento natural, de acuerdo con las Ecuaciones [1, 2 y 3], posteriormente, se agruparon todos los eventos por distrito y se dividieron entre el número de eventos para tomar en cuenta la frecuencia de los mismos. El indicador agrupado por distrito se puede apreciar en el Cuadro 3 y en el Mapa 2. Los cinco distritos con mayor incidencia por eventos naturales fueron San Isidro, Alajuela, San José, Sabanilla y San Antonio, que corresponden con las categorías de alto y muy alto en el Mapa 2.

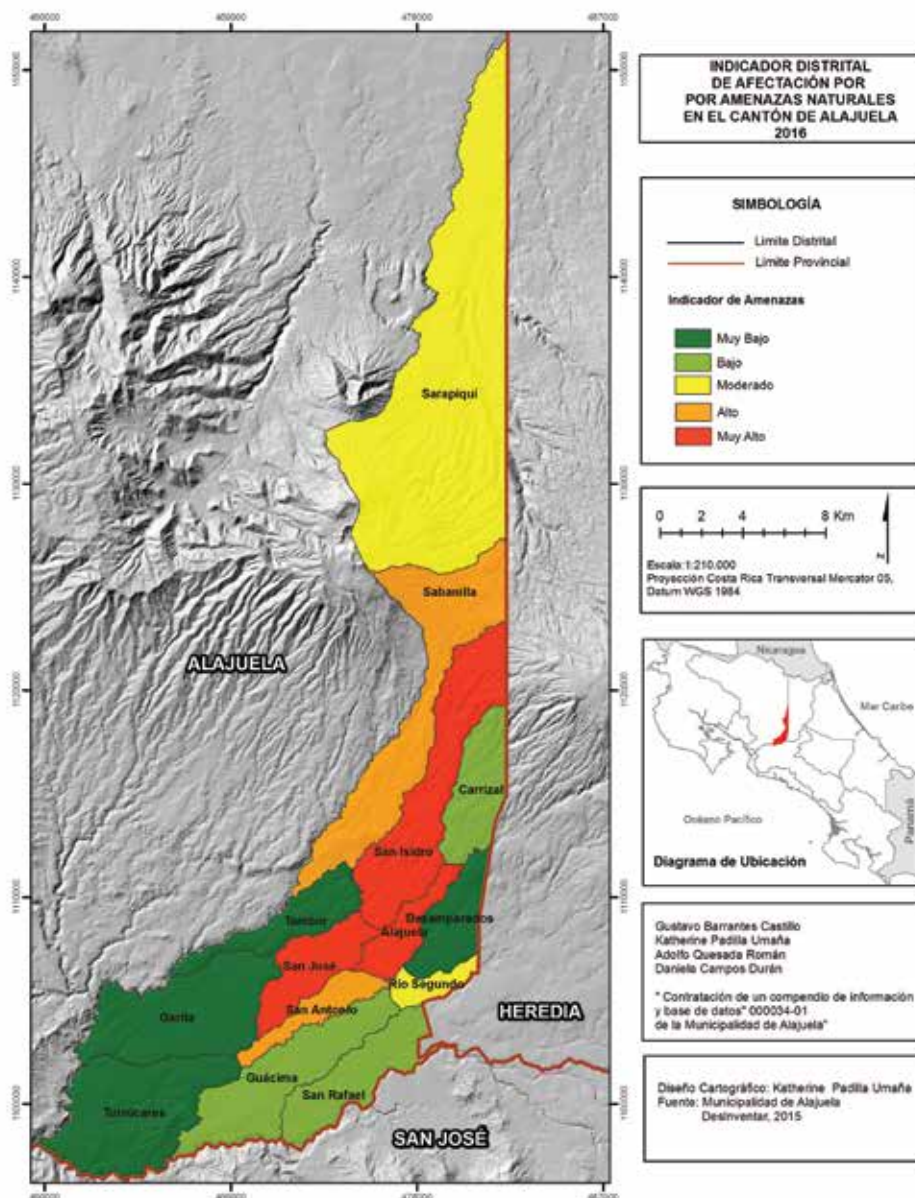
Cuadro 3. Indicador distrital de afectación por amenazas naturales en el cantón de Alajuela, periodo 1970-2015

Distrito	Valor del indicador
San Isidro	3940,6
Alajuela	3053,1
San José	2708,1
Sabanilla	1040,1
San Antonio	999,7
Sarapiquí	668,0
Río Segundo	570,4
Carrizal	188,0
Guácima	163,5
San Rafael	137,7
Desamparados	100,1
Tambor	88,1
Turrúcares	47,5
Garita	33,4

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2016

El indicador de afectación distrital es un valor semi-cuantitativo que permite comparar la afectación acumulada durante todo el periodo de tiempo considerado (1970 – 2015) por distrito, su funcionalidad es ofrecer la posibilidad de clasificar los distritos en cinco rangos de afectación, como se aprecia en el Mapa 2.

Mapa 2. Indicador distrital de afectación por amenazas naturales en el cantón de Alajuela



Fuente: Elaboración propia de los autores, 2016

Con el fin de precisar la información, en términos de localización, se complementaron los datos con los reportes de inspecciones realizados por la CNE en el periodo 2005-2015. Esta información sumada a los datos de DesInventar permitió la planificación de las visitas de campo y la ubicación de las Asociaciones de Desarrollo Integral que serían el punto focal para la obtención de información.

3.2. Caracterización de amenazas y vulnerabilidad en las comunidades de mayor afectación por eventos naturales

Las condiciones de amenaza y vulnerabilidad a nivel local se enfocaron en los cinco distritos que históricamente han presentado mayor afectación por eventos naturales, de acuerdo con el indicador distrital de afectación por eventos naturales, estos distritos fueron Alajuela, San Antonio, San Isidro, Sabanilla y San José. La ubicación precisa de los sitios fue obtenida en las entrevistas realizadas a los miembros de las ADI y de los informes de inspección de la CNE, en el Cuadro 3 se detallan las asociaciones consultadas.

Cuadro 3. Asociaciones de Desarrollo Integral visitadas en los distritos prioritarios

Distrito	Asociación de Desarrollo Integral consultada
Alajuela	ADI Alajuela centro
	ADI Canoas y Guadalupe
	ADI Los Higueros
	ADI Montecillos
San Antonio	ADI Ciruelas y Asociación Ambientalista de Ciruelas
	ADI Montserrat
	ADI Villa Bonita
San José	ADI El Coyol
	ADI Barrio San José
San Isidro	ADI San Isidro
	ADI San Martín
Sabanilla	ADI Poasito
	ADI Fraijanes
	ADI Sabanilla
	ADI San Rafael de Sabanilla

Fuente: Daniela Campos Durán, 2016.

Con base en las entrevistas y las fichas de trabajo de campo, se procedió a realizar una caracterización, sitios con mayor afectación en términos de la amenaza y vulnerabilidad presente. En primera instancia se ubicaron los sitios con mayor afectación por amenazas naturales, según los líderes comunales de las Asociaciones de Desarrollo Integral (ADI) de todos los distritos. Por tanto, se visitaron estos sitios, donde se aplicaron las fichas de trabajo, mediante las cuales se registró la ubicación precisa por medio de la utilización de un navegador (GPS), la caracterización de la geoforma y tipo de pendiente, descripción de la forma de relieve, descripción del sitio y el registro del número o serie de las fotografías tomadas. A continuación, se presenta los resultados por distrito y localidad.

Distrito de Sabanilla

El distrito Sabanilla está ubicado al norte del cantón de Alajuela, colinda con el Parque Nacional Volcán Poás y por ende con la Cordillera Volcánica Central. Presenta, junto con el distrito de San Isidro, las mayores pendientes del cantón, así como una red de drenajes fluviales densa con valles disecados profundos que en ocasiones entallan en cañones o gargantas fluviales, que incluso en algunos casos alcanza los cien metros de profundidad. En este distrito la mayor cantidad de afectaciones se relacionan con crecidas de ríos y quebradas, así como deslizamientos, estos últimos en su mayoría asociados con el terremoto de Cinchona del año 2009. Por ende, el artículo 2 del Diario oficial la Gaceta menciona que este evento provocó daños en los bienes y las personas en forma directa, debido a la caída de estructuras en la zona más cercana al epicentro, tales como casas e infraestructura colapsada, sobre todo en terrenos quebrados o en laderas, daños en la red vial por derrumbes y obstrucciones, con la pérdida inclusive de tramos de carreteras y puentes, así como la ocurrencia de avalanchas en diferentes ríos por deslizamientos, lo cual provocó el aislamiento de las comunidades afectadas, reportándose, incluso, la pérdida de vidas humanas, pérdida de las comunicaciones, la agricultura, los servicios públicos, por tal motivo, la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias declaró en forma inmediata después de producirse el evento, alerta roja para los cantones con impacto directo por el sismo (Artículo 2 del Decreto de Emergencia No. 34993.CNE, 2009)

Las comunidades y los sitios críticos visitados en este distrito se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Comunidades y sitios visitados

Comunidad visitada	Sitios críticos inspeccionados
Poasito	Quebrada Las Minas
	Quebrada El Sabor de la Montaña
Fraijanes	Calle Montenegro
Sabanilla	Calle Tambor
San Rafael de Sabanilla	Acequia frente a iglesia católica
	Calle El Cerro- Calle Vargas
	Calle Potrerillos

Fuente: Daniela Campos Durán, a partir de Asociaciones de Desarrollo Integral de Poasito, Fraijanes, Sabanilla y San Rafael de Sabanilla, 2016.

La comunidad de Poasito, tal como se señaló anteriormente, fue una de las comunidades más afectadas por el terremoto de Cinchona en el año 2009, para ello Barrantes et al, (2013), señalan que parte de las afectaciones que se dieron en la población y el ambiente fueron por deslizamientos de varios tipos y tamaños.

Asimismo, esta comunidad ha sido impactada por otros eventos asociados a dos cauces fluviales correspondientes a Quebrada Minas y la Quebrada ubicada al norte del Restaurante El Sabor de la Montaña, en las cuales se presentaron cabezas de agua (inundaciones rápidas). Para el caso de Quebrada Minas, los eventos se dieron en los años 1998 y 2007 y en la Quebrada al norte del Restaurante El Sabor de la Montaña en el 2009 (luego del terremoto de Cinchona) y en el 2013. En este último punto se encuentra un cauce fluvial entubado, lo cual provoca inundaciones en periodos de lluvia extraordinaria, dada la incapacidad de las tuberías de drenar toda el agua que baja por estos canales.

En el caso de Quebrada Minas, socava varios muros de contención de propiedades privadas sobre la carretera que se dirige hacia el volcán Poás, las crecidas de este afluente se han visto en aumento debido a la modificación de su cauce por parte de la entubación y al aporte de sedimentos por los cambios en el uso de la tierra de fincas ganaderas aguas arriba, lo cual ha transformado su dinámica.

Otro punto crítico en el distrito de Sabanilla se localiza en la comunidad de Fraijanes, específicamente, la Calle Montenegro, la cual está ubicada en un cauce fluvial intermitente, de unos 6 metros de ancho y una profundidad de aproximadamente 8 metros, tal como se muestra en la Figura 3, el cual es activado durante la época lluviosa. Tanto vecinos como la misma municipalidad han construido desagües a ambos lados de la calle con profundidades variables entre 1 y 5 m, con anchos de hasta 2 m a fin de conducir las aguas durante las lluvias.

Figura 3. Cauce fluvial intermitente en Calle Montenegro, Fraijanes



Fuente: Adolfo Quesada Román, 15 de marzo de 2016.

Ambos cauces fueron entubados unos 400 metros antes de que desfoguen en el alcantarillado de la carretera principal, lo que ha provocado pequeños procesos de ladera en el margen derecho, sector donde se entuba el desagüe. Además, en la salida de esta alcantarilla se realizó un muro para la salida de las aguas drenadas, donde se muestran clastos de más de un metro de diámetro, lo que indica la capacidad de carga de este torrente, muy anguloso que muestra que ha recibido poco transporte.

Figura 4. Unión de cauces en calle Montenegro, Fraijanes.



Fuente: Adolfo Quesada Román, 15 de marzo de 2016.

Otros sitios críticos se localizaron en la comunidad de Sabanilla, en la cual se han presentado eventos por inundaciones y deslizamientos. Las inundaciones asociadas al deficiente alcantarillado se dan todos los años en Calle Tambor, las cuales se han intensificado debido al proceso de urbanización en la parte alta de la comunidad de Sabanilla y por la cantidad de basura que se acumula en las alcantarillas.

En la comunidad de San Rafael de Sabanilla también se han presentado eventos asociados a inundaciones, provocadas por el desbordamiento de la acequia que pasa frente a la iglesia católica, la cual recoge aguas de la zona alta del distrito. El último desbordamiento de la acequia se reporta en el 2015, entre los meses de mayo y junio, lo cual afectó cuatro viviendas cercanas. La municipalidad gestionó labores para el entubamiento de la acequia, sin embargo, ello provocó malestar en los vecinos, por lo que la obra no se llevó a cabo.

Otro punto crítico en esta comunidad que se ha visto afectado por deslizamientos es la carretera que comunica El Cerro con el distrito de Tambor, esta vía está trazada sobre la divisoria de aguas y al no existir un sistema de alcantarillado adecuado, las aguas servidas y de escorrentía se filtran y generan inestabilidad en las laderas, lo cual es un factor que se ve favorecido debido a la topografía de altas pendientes. Cabe señalar, que esta carretera se reporta inestable desde el año 2012, la municipalidad colocó obras de gaviones en algunos puntos que se han deslizado.

Se identificó además otra área en condiciones de riesgo, correspondiente a la Calle Potrerillos, la cual va desde la iglesia hasta el tajo. Esta calle presenta una marcada pendiente superior a los 45° , por la cual bajan las aguas de escorrentía en época lluviosa, además de ello las aguas residuales y negras son depositadas en un caño al aire libre, lo cual genera malos olores y brotes de plagas, tal como zancudos y roedores. Las viviendas construidas en esta calle, especialmente las últimas casas, presentan un riesgo a deslizamiento por su cercanía con el tajo, el cual tiene cerca de 200 metros de profundidad.

Distrito San Isidro

El distrito de San Isidro está localizado al centro-norte del cantón de Alajuela. Desde el punto de visto geodinámico, combina pendientes altas en la sección norte del distrito con pendientes bajas al sur, suelos derivados de piroclastos provenientes de los volcanes Poás y Barva, así como marcados valles fluviales que entallan cauces con profundidades que varían desde pocos hasta más de cien metros. La mayor amenaza está representada por los deslizamientos en comunidades como: Laguna, Dulce Nombre, Pilas y San Martín, no obstante, la problemática con las zonas de inundación es ampliamente extendida en la parte baja del distrito correspondiente a la comunidad de San Martín. Los sitios críticos que se identificaron se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Comunidades visitadas y sitios críticos

Comunidad visitada	Sitios críticos o históricamente afectados
San Martín	Puente Alajuela
	Calle Ceiba
	Departamentos frente a Auto Mercado
	Puente de la tenería
San Isidro	Desde El Mirador hasta Calle Bambú
	Hotel La Lomita
	Mirador El Condor
	Carretera principal
	Laguna – Dulce Nombre
	Asentamiento informal – costado río Tambor

Fuente: Daniela Campos Durán, a partir de Asociaciones de Desarrollo Integral de San Isidro y San Martín, 2016.

En la comunidad de San Isidro, el principal evento que ha impactado fue el terremoto de Cinchona del 2009, el cual disparó deslizamientos, principalmente en la comunidad de Laguna, no obstante, históricamente San Isidro se ha visto afectado por deslizamientos, principalmente en época lluviosa. Se constató mediante trabajo de campo que la ladera SE de la carretera que comunica a las comunidades de Laguna y Dulce Nombre presenta procesos de ladera, los cuales se activaron, probablemente, por el Terremoto de Cinchona en el 2009. Cabe resaltar, que todo este sector se compone de suelos andisoles, muy friables e inestables como taludes para sostener construcciones.

Otros sitios críticos con presencia de deslizamientos, asociados con la época lluviosa, se ubican en la comunidad de Pilas, específicamente en El Mirador y calle El Bambú, en Hotel Las Lomitas y algunos tramos a lo largo de la carretera que comunica San Isidro con el distrito de Alajuela, en esta vía la municipalidad y el MOPT (Ministerio de Obras Públicas y Transportes) han colocado, en al menos tres puntos, gaviones para detener los hundimientos en carretera. Pilas se localiza en pendientes francas de más de 45°, el corte de la ladera con la construcción de la carretera provoca desprendimientos por la pérdida del ángulo de reposo de los suelos volcánicos meteorizados, tal como se muestra en la Figura 5. Es importante señalar que su reactivación está asociada con lluvias intensas y procesos sísmicos con intensidades mayores a V IMM.

Figura 5. Terrenos inestables y de marcada pendiente en la comunidad Pilas, distrito San Isidro



Fuente: Adolfo Quesada Román, 8 de abril de 2016.

Otros eventos que se han presentado en este distrito son las inundaciones, específicamente en la parte baja, en la comunidad de San Martín, los sitios críticos en este sector se ubican en los alrededores de la carretera principal desde Calle La Ceiba hasta el puente Alajuela, donde es frecuente que en época lluviosa se inunde por el colapso de la red de alcantarillado, ya que esta recoge las aguas de la parte alta del distrito. Cabe señalar, que la última inundación sobre el puente Alajuela se dio en el mes de octubre del 2015.

Algunos riesgos asociados que se identificaron en este distrito fueron a la altura de Espino, en la parte alta del distrito, a poco más de un kilómetro de la comunidad de Dulce Nombre, donde se encuentra el puente sobre el río Tambor, mismo que muestra socavación de sus bases. Especial atención requiere el caserío informal localizado sobre un cauce fluvial intermitente, el cual en periodos de lluvias extraordinarias podría generar inundaciones súbitas, deslizamientos y flujos de lodo. Otro punto crítico asociado a riesgo por inundación es el sector de puente la Tenería en la

comunidad de San Martín, es una estructura vieja que podría colapsar ante una crecida del río, afectando las viviendas que colindan con el río. Se identificó además un muro inestable en unos departamentos frente al Auto Mercado, el cual está en riesgo de colapsar.

Distrito San José

El distrito San José se localiza al centro-sur del cantón de Alajuela, sobre depósitos aluviales del Plioceno-Cuaternario en relieves semiplanos con inclinaciones menores a 20°, alternando con valles fluviales con pendientes de hasta 60°. Las inundaciones se reportan como recurrentes, principalmente en las comunidades de El Coyol y Barrio San José, los puntos críticos que se identificaron en este distrito se encuentran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Comunidades visitadas y sitios críticos

Comunidad visitada	Sitios críticos o históricamente afectados
Barrio San José	Calle Fraccionamiento
	Calle principal desde La Princesa Marina a la gasolinera
	Puente Mega Súper
	Puente Urbanización Meza
El Coyol	Carretera principal desde El Pacto del Jocote
	Urbanizaciones: Sierra Morena, Bertilia, Villa Rica,
	Calle Murillo
	Calle Santa Cecilia
	Puente sobre Calle El Salto
Puente La Mandarina	

Fuente: Daniela Campos Durán, a partir de Asociaciones de Desarrollo Integral de Coyol y Barrio San José, 2016.

Los eventos que se presentan, principalmente, en época lluviosa, son las inundaciones, las cuales han afectado de manera recurrente sitios específicos en el distrito de San José, tal como Calle Fraccionamiento, que se inunda frecuentemente, solo en el 2015 se reportan 15 inundaciones en este sector, donde el agua ha alcanzado alrededor de un metro de altura. Las inundaciones en este caso se relacionan con el canal de riego que atraviesa esta calle, cuya capacidad es sobrepasada en la parte más lluviosa del año, lo mismo sucede con el alcantarillado pluvial durante lluvias intensas.

Lo mismo sucede con la carretera principal de Barrio San José (Cuadro 6), la cual comunica con otros cantones tal como Poás, Grecia y Atenas, que se inunda como resultado del colapso del sistema de alcantarillado durante aguaceros intensos, a consecuencia de recibir las aguas pluviales de las partes altas del cantón. Este proceso se ha visto agravado debido al aumento del área urbana que reduce la capacidad de infiltración de los suelos. Un aspecto a considerar en esta comunidad son los cuatro puentes ubicados sobre el río Alajuela, donde el proyecto “Pluviales del Este” depositaría parte de las aguas de distrito de Alajuela en este cauce, el aumento en el caudal podría socavar los puentes que no reciben mantenimiento. Estos puentes son el que se ubica frente al Mega Súper, puente de La Arrocería, puente en urbanización Meza y puente El Salto.

Para el caso de la comunidad de El Coyol, se determinó que, unos 3.5 km de distancia a lo largo de la carretera que comunica esta localidad con el centro de Alajuela presentan inundaciones producto de la presencia de una zona semiplana con pendientes menores a 10° , que durante precipitaciones fuertes es común que los canales a ambos lados de dicha calle tienden a desbordarse sobre la carretera. Dichas inundaciones afectan las viviendas y urbanizaciones que se encuentran a orilla de la carretera, tales como Villa Rica Norte y Sur, La Guaria, Los Olivos, entre otras. A esta situación se le debe sumar la cantidad de basura que se deposita en estos desagües, así como la contaminación asociada al mal tratamiento de aguas negras y servidas, lo cual provoca contaminación (Figura 6).

Figura 6. Limpieza de canal frente a la calle principal, El Coyol, distrito San José



Fuente: Adolfo Quesada Román, 9 de abril de 2016.

Sumado al anterior proceso, está el desbordamiento del río Alajuela, el cual inunda las viviendas de las urbanizaciones que colindan con este cauce. Otro sitio crítico, en Barrio San José, es el puente La Mandarina, cuya estructura es vieja y se ve rebalsada por el agua durante periodos de lluvia fuerte. Asimismo, durante una avenida extraordinaria los asentamientos que colindan con el río se podrían ver afectados.

Distrito Alajuela

El distrito de Alajuela fue el que presentó la mayor afectación por inundación, así como afectaciones importantes por deslizamientos. Las comunidades y los sitios críticos que se identificaron se resumen en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Comunidades visitadas y sitios críticos

Comunidad visitada	Sitios críticos o históricamente afectados
Alajuela centro	Calle Real, Avenida 5 y Avenida 3
	Barrio San Luis – El Estero
	Puente a la altura de La Arrocería
	El Arroyo
Montecillos	Puente sobre Quebrada Barro
	Residencial Baviera
Guadalupe y Canoas	Urbanización Monte Cristal
	Puente Negro
	Urbanización Los Ángeles
Los Higuerones	Carretera frente a la Clínica Marcial Rodríguez
	Desde licorera El Bambú a Lotes Guardia y Estadio
	Urbanización Lirios del Valle

Fuente: Daniela Campos Durán, a partir de Asociaciones de Desarrollo Integral de Alajuela Centro, Canoas y Guadalupe, Los Higuerones y Montecillos, 2016.

En el distrito de Alajuela se consultaron cuatro Asociaciones de Desarrollo, de las cuales se obtuvieron once sitios críticos que han sido afectados principalmente por inundaciones o deslizamientos, así como por inundaciones urbanas ligadas a la crecida de los ríos y a la incapacidad del alcantarillado público.

El centro de Alajuela se ha visto afectado con regularidad por inundaciones, principalmente, en Calle Real, Avenida 3 (Figura 7) y Avenida 5; los sitios más críticos son el Parque Central (Farmacia Chavarría), el Mercado Municipal y comercios que se ven afectados por el incapacidad de los sistemas de alcantarillado pluvial durante aguaceros de alta intensidad que se presentan por lo general en los meses de setiembre a noviembre, cabe señalar que este problema se ve agravado por los desechos sólidos acumulados en el sistema de drenaje artificial de estos sectores.

Figura 7. Avenida 3 Alajuela centro



Fuente: Adolfo Quesada Román, 9 de abril de 2016.

Otro sector con problemas recurrentes de inundaciones urbanas es la Urbanización Baviera en Montecillos, asociado también con la inadecuada gestión del sistema de alcantarillados durante eventos extremos, así como con la obstrucción por basura. A consecuencia de este proceso, se identifica un socavamiento de terreno que ha generado daños en la red vial. En el 2013 la Municipalidad de Alajuela mejoró el sistema de alcantarillado y el problema se resolvió, no obstante, este tipo de situaciones son comunes en el cantón y debería ser una línea clara de mejoramiento de la infraestructura municipal.

Otro punto crítico en el distrito de Alajuela por inundaciones es la comunidad de Los Higueros, específicamente, en la carretera frente a la Clínica Marcial Rodríguez y los sectores desde la licorera El Bambú a Lotes Guardia y el Estadio Alejandro Morera Soto. Las inundaciones en este sector se han incrementado a consecuencia del proceso de urbanización en las partes altas del distrito, que contribuye a la impermeabilización del suelo y aumenta el agua de escorrentía, lo anterior sumado a las aguas residuales, pluviales y los desechos sólidos que colapsan la capacidad del sistema de alcantarillado durante lluvias intensas. El desbordamiento de las aguas afecta la vía pública, aceras e incluso viviendas y comercios aledaños.

Así mismo, el desbordamiento de los ríos Alajuela y Ciruelas provoca problemas de inundaciones, el primero se desborda a la altura de La Arrocera y el segundo en los Barrios San Luis y El Estero, contiguo al Plantel de Tuasa. En el sector de la Arrocera, sobre el puente del río Alajuela, se presentan problemas de socavamiento de los márgenes del río, que incluso muestra daños en las obras de estabilización de laderas construidas para proteger un segmento de calle que pasa a un costado del río, por ejemplo, los gaviones ubicados en la margen izquierda del puente. El avance de este proceso podría afectar varios comercios que tienen sus muros de contención limitando con el cauce fluvial, así como el puente mismo, el cual es de alto tránsito.

Este está ubicado en el sector de La Arrocera, y todos los años se ve afectado por el desbordamiento del río, que no solo afecta a comercios contiguos, sino también al tránsito vehicular, por lo cual se han colocado obras de mitigación en ambos márgenes del río. Para el caso del río Ciruelas, a la altura de los barrios San Luis y el Estero, las viviendas se localizan en ambos márgenes del río, incluso confinan el cauce, lo cual representa un peligro ante un escenario de inundación mayor que podría socavar la base de algunos de los muros de las viviendas. Señala, además, que existen otras estructuras expuestas a daños, tal como el puente que comunica Alajuela con el INVU Las Cañas con un alto tránsito vehicular, y próximamente, el paso del tren.

El distrito también se ha visto afectado por deslizamientos, específicamente en Guadalupe, en el sector de Puente Negro, donde hace siete años se activó un deslizamiento por las lluvias, el mismo destruyó una vivienda y provocó la muerte de una persona, actualmente en el sitio existen tres viviendas expuestas, las cuales se han visto afectadas en menor medida por eventos similares. En Los Higueros, específicamente en la Urbanización Lirios del Valle, hace cuatro años ocurrió un colapso de una vivienda, debido a fugas en la alcantarilla que pasaba debajo de la misma; el terreno deslizado es un área de relleno.

Otro de los puntos críticos del distrito de Alajuela está asociado con la desestabilización del terreno que se encuentra en la comunidad de Canoas, específicamente, en la Urbanización Los Ángeles, donde un muro de contención está desestabilizado y podría afectar una propiedad privada, la acera y la carretera. En Urbanización Monte Cristal un muro de contención

de cemento de unos seis metros de longitud está a punto de caer, lo que podría afectar cerca de tres casas de habitación que están siendo soportadas por este muro y otro construido con llantas. En este caso también las viviendas fueron construidas sobre un relleno.

En la comunidad de Guadalupe se encuentra, además, el Puente Negro, estructura inestable que está apoyada en un árbol, se trata de un puente *bayley* antiguo, que da acceso a fincas agrícolas y por el cual transitan vehículos de carga, lo cual podría generar una emergencia en caso que el puente colapse. Otras condiciones de riesgo que se identificaron son las construcciones existentes en las márgenes de los ríos, como el caso de Montecillos donde existen viviendas y comercios al margen de la Quebrada Barro, adicionalmente el río presenta contaminación visible. Finalmente, en la comunidad de Montecillos, se ubica un puente sobre la Quebrada Barro en la Calle Perica. Esta estructura fue construida hace cuatro años, sin embargo, ya presenta socavamiento en sus bases y se evidencia pérdida de un sector de la carretera por erosión lateral de la quebrada.

Distrito San Antonio

En el distrito de San Antonio la mayor cantidad de eventos que han presentado afectación corresponden a inundaciones, los sitios críticos que se identificaron fueron los reportados en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Comunidades visitadas y sitios críticos

Comunidad visitada	Sitios críticos o históricamente afectados
Montserrat	Sobre puente peatonal Molinos de Costa Rica
	Puente a la altura de Casa Proveedora Phillips
	Puente La Arena
	Quebrada Los Molinos
Villa Bonita	Villa Bonita Centro
	Acequia Grande
	Carretera principal: desde UTN a Calle Ancha
Ciruelas	Desbordamiento de márgenes del río Siquiares
	Industria: Amenaza tecnológica
	Residencial Andalucía

Fuente: Daniela Campos Durán, a partir de Asociaciones de Desarrollo Integral de Monserrat, Villa Bonita y Ciruelas y Asociación Ambientalista de Ciruelas, 2016.

En el distrito de San Antonio las amenazas naturales y eventos de desastres que han ocurrido están asociados principalmente con inundaciones, ello debido a sus características geomorfológicas, condiciones pluviométricas y la dinámica urbana que se ha desarrollado en la parte baja del cantón. Las comunidades más afectadas por los eventos de inundación son Ciruelas, Montserrat y Villa Bonita. En la comunidad de Montserrat se identificaron cuatro sitios críticos todos con afectación por inundaciones asociados al desbordamiento del río Ciruelas y el ineficiente sistema de alcantarillado, principalmente en época lluviosa con periodos de intensos aguaceros.

A la altura del puente La Arena, por el cual pasa el río Ciruelas, el último desbordamiento se dio en el año 2014. Los procesos de anegación en este punto están asociados a la estrechez del puente en relación con el caudal durante la época lluviosa y el aporte de aguas residuales e incluso negras que se depositan en este cauce. Cabe señalar que este cause fue dragado por la municipalidad en el año 2014, obra que no recibe mantenimiento, lo que reduce su efectividad para disminuir el impacto de las inundaciones en este punto.

El puente en las proximidades de Casa Provedora Phillips es otro punto crítico, donde se presentan desbordamientos del río Ciruelas, el último evento se presentó en el año 2015 debido a fuertes lluvias, aunado a la cantidad de basura que arrastra el río. Cabe señalar que históricamente este punto se ha visto afectado por importantes inundaciones como lo fue en los años 1990, 1995 y 2006. Actualmente, se está construyendo un nuevo paso vehicular.

Otros puntos que han presentado afectación por inundación son el puente peatonal Molinos de Costa Rica y quebrada Los Molinos, este último presentó un importante evento de inundación en la comunidad de Montserrat en el mes de octubre del año 2015, parece estar relacionado con la construcción del “City Mall”, donde se encausó la quebrada con tuberías que desfoga en el río Ciruelas a la altura de Los Molinos. Es importante señalar que la obra “Cortes Pluviales del Este” aporta parte del caudal de aguas de lluvia, así como pluviales y residuales que recoge de las partes altas del cantón de Alajuela al río Ciruelas, lo que representaría un aumento en el caudal de dicho río y un posible incremento en la frecuencia y magnitud de las inundaciones en sitios como Montserrat, Ciruelas y Villa Bonita.

Por su parte la comunidad de Villa Bonita, afectada también por inundaciones presenta tres puntos críticos, uno de ellos es la quebrada Grande, cuyo último desbordamiento fue en el mes de octubre del año 2015, sin embargo, esta quebrada fue entubada y desviada al río Ciruelas, ello debido a la construcción del “City Mall”. No obstante, esta quebrada recoge las aguas residuales y negras y los desechos de las casas aledañas, lo cual ha generado brotes de plagas y malos olores. La carretera que va desde la UTN hasta Calle Ancha y el centro de Villa Bonita es otro punto crítico que presenta afectación por inundaciones ligadas al ineficiente alcantarillado. Las características morfológicas y el crecimiento urbano han favorecido las inundaciones urbanas en Villa Bonita. En este punto concurre una alta densidad poblacional, rápidos cambios en el uso de la tierra y la falta de planificación, lo que facilitó el aumento del riesgo a lo largo de las últimas décadas (Figura 8).

Figura 8. Centro de Villa Bonita, distrito San Antonio



Fuente: Adolfo Quesada Román, 9 de abril de 2016.

Por su parte, la comunidad de Ciruelas, en la cual se presentan inundaciones frecuentes, se ubica en el parteaguas de dos importantes cuencas hidrográficas; la cuenca del río Ciruelas y la cuenca del río Siquiaries. Este río recoge las aguas residenciales e industriales del sector de El Coyol, se desborda en sus márgenes en la ciudad de Ciruelas, donde el nivel del agua ha alcanzado incluso a los cuatro metros en algunos sectores. Además de ello, en Ciruelas existen otras amenazas de índole tecnológico, como tanques de amoniaco que utilizan las empresas Tropigas, Dos Pinos, Pollo Rey; entre otras. Cabe señalar que en el 2010 se dio una fuga de amoniaco en la empresa Tun a Tun, la cual ya no se encuentra operando en el distrito.

3.3. Caracterización de la vulnerabilidad en distritos prioritarios del cantón de Alajuela

Una vez identificada y caracterizada la amenaza en los sitios críticos, se procede a analizar las condiciones de vulnerabilidad en estas localidades. Cabe resaltar que a pesar de la ocurrencia de eventos que han dejado pérdidas en infraestructura, tales como viviendas, carreteras, puentes e incluso vidas humanas, como el caso del terremoto de Cinchona, no se lleva un registro o recuento histórico de eventos por parte de los entes locales de atención de emergencias ni de la CNE. Esta situación contribuye al aumento de la vulnerabilidad, principalmente, de la población que ha inmigrado recientemente y la población más joven.

Este desconocimiento de los eventos históricos ha contribuido al aumento de la exposición, como es el caso de las construcciones sobre la carretera principal que comunica el distrito de San Isidro con la ciudad de Alajuela, trayecto que ha sido afectado por deslizamientos desde el año 1970, tal como se constató mediante la entrevista realizada en la ADI de San Isidro, o las crecidas sobre Calle Montenegro en Fraijanes que presentan desde el año 1940, sector que actualmente está ocupado por viviendas.

Por otro lado, mediante trabajo de campo se constató que el crecimiento desordenado y las condiciones socio-económicas de sus habitantes han contribuido en la degradación ambiental, principalmente en los sistemas rivereños, donde los ríos se utilizan para el vertido de aguas negras y residuos sólidos. Otro aspecto que se evidencia es la no aplicación de las regulaciones en materia de uso del suelo, así, por ejemplo, en los sitios visitados, la población se ha asentado en áreas que presentan amenazas

naturales importantes irrespetando la distancia a los ríos y construyendo sobre laderas con fuertes pendientes. Otro factor que ha propiciado el incremento y frecuencia de las pérdidas, especialmente en áreas urbanas, ha sido la capacidad de los sistemas de alcantarillado público, que ha sido rebasada con el crecimiento el uso urbano.

Se consideró el factor socioeconómico dentro de este estudio, ya que el mismo repercute en la capacidad de recuperación o resiliencia de un determinado grupo social frente a un evento natural. En este sentido, es de esperar que los sectores empobrecidos se constituyen en las poblaciones más vulnerables. De acuerdo con los datos obtenidos en campo, de los 38 sitios visitados, el 39% posee una condición socioeconómica media, principalmente, en los distritos de Sabanilla, Alajuela y San Antonio, y un 31% poseen una condición socioeconómica media-baja, los cuales se ubican principalmente en los distritos de San Antonio y Alajuela. Por su parte, las áreas con una condición socioeconómica media-alta corresponden al 22% de los sitios, áreas de mayor poder adquisitivo que se localizan en el distrito San José, en el sector de El Coyol. Finalmente, el estrato más bajo representa el 8% de los sitios, y se localizan en los distritos de San Isidro, Sabanilla y Alajuela.

Para caracterizar la vulnerabilidad también se consideró el conocimiento que tienen las comunidades sobre los riesgos a los que están expuestos, las instituciones que han trabajado en ellos y la organización comunal que poseen las comunidades ante la posible afectación por eventos naturales, tal como planes de emergencia, identificación de áreas de riesgo, sitios seguros y la infraestructura con la que cuentan y pueda ser usada como albergue.

De acuerdo con los informantes comunales consultados, de las 15 comunidades que se visitaron, solamente Poasito ha recibido información de amenazas sísmicas y volcánicas, además, han participado en simulacros por parte de la CNE. Con este panorama, las condiciones de vulnerabilidad se agravan ya que los esfuerzos institucionales no han logrado promover un conocimiento y educación en la temática de la gestión del riesgo. Por otro lado, se constató que, en las comunidades visitadas, únicamente Poasito y Laguna cuentan con Comité Local de Emergencias. En éstos últimos dos casos el comité no se encuentra activo, por lo cual la población desconoce de las acciones que deben emprender en caso de emergencia o las actividades que debe realizar tendientes a la prevención.

Además, se identificó que el 40% de las comunidades no cuentan con infraestructura que puedan utilizar como alberges en caso de emergencia. En el caso de Poasito, que ha sido una de las comunidades más impactadas por eventos sísmicos e hidrometeorológicos, y San Isidro, afectada mayormente por sismos y deslizamientos, ni siquiera cuenta con un salón comunal, lo cual dificulta las labores de respuesta ante una emergencia.

Con el fin de orientar la priorización de los recursos destinados a la prevención del riesgo, a continuación, se presenta un instrumento que permitió combinar la información cualitativa sobre la amenaza y la vulnerabilidad obtenida a partir de los insumos aportados en este informe. A partir de las fichas de campo, las entrevistas y las inspecciones realizadas se clasificó la amenaza y la vulnerabilidad en tres categorías que respondían a las variables analizadas para establecer estos aspectos. Si bien la valoración realizada es cualitativa el instrumento que se resume en el Cuadro 9 permitió la clasificación de los poblados de acuerdo con su nivel de riesgo, resultando San Rafael de Sabanilla como el de mayor riesgo, dada la combinación de condiciones de amenaza y vulnerabilidad presentes en dicho poblado. Le siguen en orden de prioridad Poasito, Fraijanes, San Martín, Barrio San José, la ciudad de Alajuela, Montecillos, Guadalupe y Canoas, Los Higuerones, Montserrat y Villa Bonita.

Cuadro 9. Valoración cualitativa del nivel de riesgo para la priorización de los esfuerzos en prevención del riesgo.

Distrito	Poblado	Valoración de la amenaza general	Valoración de la vulnerabilidad socioeconómica	Valoración cualitativa del riesgo
Sabanilla	Poasito	2	2	4
	Fraijanes	2	2	4
	Sabanilla	1	2	3
	San Rafael de Sabanilla	2	3	5
San Isidro	San Martín	2	2	4
	Pilas	2	1	3
	Laguna	1	2	3
San José	Barrio San José	2	2	4
	El Coyol	2	1	3
Alajuela	Alajuela centro	2	2	4
	Montecillos	2	2	4
	Guadalupe y Canoas	2	2	4
	Los Higuerones	2	2	4
San Antonio	Montserrat	2	2	4
	Villa Bonita	2	2	4
	Ciruelas	1	2	3

Fuente: Elaboración propia de los autores.

4. Conclusiones

En el cantón de Alajuela las amenazas naturales más recurrentes son las inundaciones y los deslizamientos; no obstante, los terremotos, peligros volcánicos y vendavales tienen una cuota importante de impactos sobre la población. En cuanto a la relación entre las amenazas naturales y la ubicación de los distritos analizados queda claro que los ubicados al norte presentan una predominancia de amenazas volcánicas y sísmicas, los que se encuentran al pie del monte, por deslizamientos e inundaciones rápidas, y los que se encuentran más al sur, en la zona más plana, por inundaciones, principalmente en zonas urbanas.

De acuerdo con el indicador de afectación por eventos desarrollado en esta investigación, en el cantón de Alajuela los distritos de Tambor, la Garita, Turrúcares, Desamparados, la Guácima y San Rafael presentan un

grado de afectación histórica menor en comparación con los demás distritos. Por su parte, los distritos de Sarapiquí y Río Segundo presentan un grado de moderado; Sabanilla y San Antonio alto, San Isidro, Alajuela y San José muy alto. Los distritos en los que se concentra este estudio, para la identificación de los sitios críticos de afectación por eventos desastrosos son Alajuela, San José, San Isidro, Sabanilla y San Antonio, dado que su grado de afectación resulta de muy alto a alto.

Los distritos de Sabanilla y San Isidro, ubicados en la ladera SW del volcán Poás, son más propensos a la presencia de deslizamientos, en especial asociados con desprendimientos, caídas, deslizamientos y flujos de lodo. Estos territorios también son susceptibles a inundaciones súbitas que se vinculan con lluvias extraordinarias durante la época lluviosa, relacionadas con sistemas de baja presión o frentes fríos. Los distritos de San José, Alajuela y San Antonio, ubicados en partes más bajas sobre planos y mesetas estructurales, se asocian con una dinámica fluvial de erosión y sedimentación sobre el cauce de los ríos, lo que provoca erosión lateral e inestabilización de puentes. A pesar de no encontrarse llanuras de inundación propiamente, el confinamiento de las quebradas, el mal diseño del alcantarillado, la mala disposición de los desechos sólidos, aguas servidas y negras y el aumento de la escorrentía superficial, a consecuencia de la impermeabilización causada por la expansión urbana, provocan en conjunto frecuentes inundaciones urbanas en estos distritos.

La construcción de viviendas y comercios cercanos a los cauces de los ríos presentan importantes condiciones de vulnerabilidad ante las inundaciones y deslizamientos, lo cual deja en evidencia la falta de controles y del acatamiento de las leyes relacionadas con la planificación urbana. La existencia de puentes antiguos y sin mantenimiento, cuyas estructuras en algunos casos ha sobrepasado su vida útil, representan un elemento expuesto a las crecidas de los ríos. Tal es el caso del puente sobre Quebrada Barro en Montecillos, donde la pérdida de la obra representaría una seria disrupción a las comunidades adyacentes. En los cinco distritos que se visitaron se constató que la red vial es uno de los elementos que más se ha visto afectado por eventos, tales como inundaciones o deslizamientos. La infraestructura crítica que ha sido afectada por inundaciones de manera recurrente, tal como escuelas y colegios, se localiza en el distrito de San José, principalmente en la comunidad del mismo nombre.

Las comunidades visitadas en los distritos de Alajuela, Sabanilla y San Isidro se caracterizan por presentar una alta vulnerabilidad ante eventos como inundaciones o deslizamientos, como se comprobó mediante trabajo de campo. Por su parte, la población de El Coyol, en el distrito San José, presenta una menor vulnerabilidad ante inundaciones, ya que las condiciones socioeconómicas de su población son media – alta, lo cual se puede apreciar en el crecimiento urbano asociado a condominios, residenciales y urbanizaciones, por lo que esta comunidad presenta una mayor resiliencia para responder ante daños que se pueden generar a raíz de un evento, tal como una inundación.

De las 15 comunidades que se visitaron, solamente en Poasito, se ha manifestado que recibieron información referente a amenazas sísmicas y volcánicas, inclusive que han participado en simulacros organizados por la CNE. En el resto de puntos críticos hay un desconocimiento de la dinámica de las amenazas y de las acciones a tomar, esto de acuerdo con las entrevistas realizadas, lo cual contribuye a aumentar las condiciones de vulnerabilidad de la población. Aún más, en la mayoría de las comunidades visitadas se indica que no cuentan con Comités Comunales de Emergencia, por lo que no se sienten preparados para actuar adecuadamente durante una emergencia, únicamente, Poasito y Laguna poseen Comités, sin embargo, estos no han tenido un funcionamiento constante. De las 15 comunidades visitadas seis no cuentan con infraestructura que puedan utilizar como alberges en caso de emergencia. En el caso de Poasito que ha sido una de las afectadas por eventos sísmicos e hidrometeorológicos y San Isidro, mayormente por sismos y deslizamientos, no poseen ni siquiera un salón comunal que pueda utilizarse como albergue en caso de emergencia.

El poblado de mayor prioridad de atención en materia de disminución del riesgo, de acuerdo con la evaluación cualitativa realizada, es San Rafael de Sabanilla, dada la combinación particular de las condiciones de amenaza y vulnerabilidad que se encuentran en esta localidad. Le siguen Poasito, Fraijanes, San Martín, Barrio San José, la ciudad de Alajuela, Montecillos, Guadalupe y Canoas, Los Higuerones, Montserrat y Villa Bonita.

Agradecimientos

Los resultados de este trabajo están basados en el convenio entre la Universidad Nacional y la Municipalidad de Alajuela mediante la “Contratación de un compendio de información y la base de datos” 000034-01, ejecutada desde la Escuela de Ciencias Geográficas. Se agradece al Consejo Municipal de Alajuela y a su alcaldía por el financiamiento de este estudio y la autorización para la publicación de los principales resultados. Así mismo, se agradece a los miembros de las Asociaciones de Desarrollo Integral por su colaboración e información brindada para esta investigación, Se aclara que la información utilizada en este artículo es propiedad de la Municipalidad de Alajuela.

Referencias

- Alfaro, E., Quesada-Román, A. y Solano, F. J. (2010). Análisis del impacto en Costa Rica de los ciclones tropicales ocurridos en el Mar Caribe desde 1968 al 2007. *Revista Diálogos*, 11(1), 27-38.
- Barrantes, G., Jiménez, C. y Ocón, M.J. (2013). Deslizamientos provocados por el terremoto de Cinchona de 2009, Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 51: 69-79.
- Barrantes, G. y Malavassi, E. (2015). Mapa de peligros del volcán Poás. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 2(24), 157-172.
- Barrantes, G. y Salcedo, E. (2016). Consideraciones de la amenaza sísmica en el ordenamiento territorial de cantón de Poás, Costa Rica. *Boletín de Geología*, 3(38), 109-127.
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (2009). Evento: sismo 6.2 Richter. Inmediaciones de Cinchona – Poasito - Varablanca Provincia de Alajuela-Heredia. *Informe de situación No. 12*. Recuperado de https://www.cne.go.cr/web_emer_cinchona/doc/Informes_CIA/Informe_N12_14_ene_09.pdf
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias - CNE (2015). *Amenazas de origen natural en el cantón de Alajuela*. Recuperado de www.cne.go.cr
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias - CNE (2009). Decreto N° 34993-MP: Alcance N°2 a la Gaceta N°9. Recuperado de https://www.cne.go.cr/Documentos/planes_grales_emergencia/CINCHONA.pdf

- Centro Centroamericano de Población, Universidad de Costa Rica (CCP-UCR) (2014) *InfoCensos*. (29 de abril de 2016). Recuperado de <http://infocensos.ccp.ucr.ac.cr>
- LA RED (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina) – Corporación OSSO. (2015). *DesInventar: Sistema de inventario de efectos de desastres de Costa Rica entre 1970 y 2015*. Ciudad de Panamá, Panamá.
- Ley de Planificación Urbana, No. 4240, San José, Costa Rica
- Ley Forestal, No 7575.
- Ley de Igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad, No 7600
- Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo, No. 8488
- Red Sismológica Nacional: UCR –ICE. (2009). *El terremoto de Cinchona del 8 de enero de 2009*. Recuperado de http://rsn.ucr.ac.cr/images/Biblioteca/Informes_sismos/terremoto_cinchona.pdf
- Quesada-Román, A. (2015). *Implicaciones en la gestión del riesgo de desastres y ambiente en el Valle Central en los últimos treinta años (1985-2015)*. Vigésimoprimer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (2014).

MORFOTECTÓNICA DE JALISCO Y OAXACA (1), MÉXICO

MORPHOTECTONICS OF JALISCO AND OAXACA (1), MEXICO

Mario Octavio Cotilla-Rodríguez

Diego Córdoba-Barba

Universidad Complutense De Madrid, España¹

Francisco Javier Núñez-Cornú

Adán Gómez-Hernández

Juan Ignacio Pinzón-López

Universidad De Guadalajara, México²

Leonardo Daniel Rivera-Rodríguez

Consultor En Impacto Ambiental, México³

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.7>

-
- 1 Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Físicas, Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I, Ciudad Universitaria s/n, 28040, Madrid. Correos electrónicos: macot@ucm.es; dcordoba@ucm.es
 - 2 Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, México. Correos electrónicos: pacornu@gamil.com, a881965@yahoo.com.mx y juanpvmelak@gmail.com
 - 3 Consultor en Materia de Impacto Ambiental, México. Correo electrónico: mangleo2r@gmail.com

Fecha de recepción: 23 de enero de 2017

Fecha de aceptación: 08 de marzo de 2017

RESUMEN

La transmisión de esfuerzos, desde la zona de interacción convergente de placas en el Pacífico hacia el interior continental, ha determinado la actual configuración del plano morfotectónico del entorno mexicano. Ese proceso ha producido dos importantes zonas de deformación transversales, Puerto Vallarta y Oaxaca. Aplicando la metodología de Rantsman (1979) se ha determinado en el territorio emergido un mismo patrón morfoestructural y morfotectónico con ciertas modificaciones en Puerto Vallarta. Para la zona centro-oeste mexicana se distinguen 6 bloques, 29 microbloques, 6 alineamientos principales y 4 intersecciones principales de alineamientos. Estos elementos se ajustan a las zonas de mayor actividad y deformación neotectónica (~38000 km²), con un eje principal NO-SE. La misma técnica se aplicó a la región de Oaxaca, adyacente a Tehuantepec, donde hay 8 bloques, 25 microbloques, 8 alineamientos principales y 14 intersecciones principales de alineamientos. Este conjunto tiene una zona de deformación (~40000 km²) con eje principal E-O. El análisis de la sismicidad, las fracturas, los alineamientos, los cuerpos volcánicos y las velocidades de convergencia de las placas con los modelos obtenidos, permite considerar un movimiento de rotación anti-horario, vinculado a la microplaca Rivera para Puerto Vallarta; mientras que en Oaxaca existe un ajuste frontal en la convergencia directa de la placa Cocos, donde no hay rotación.

Palabras clave: México, morfotectónica, Oaxaca, Puerto Vallarta, TSUJAL

ABSTRACT

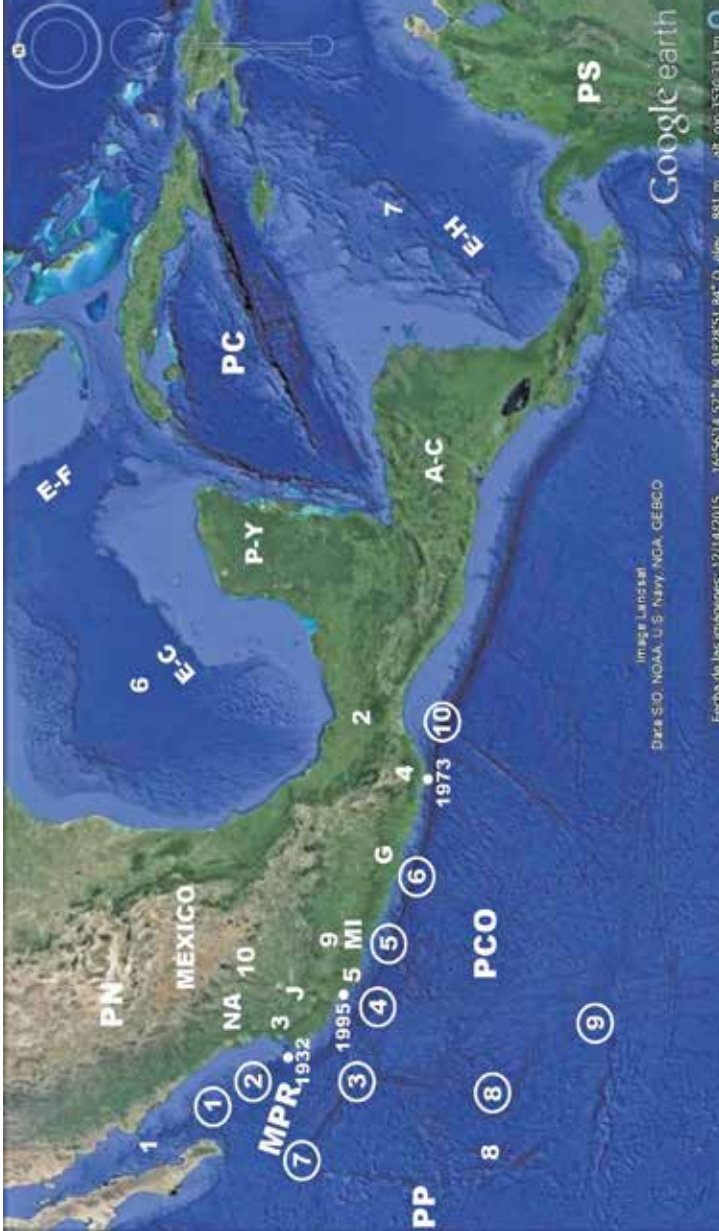
Stress transfer from the subduction zone in the Pacific towards the continental interior has determined the current configuration of the morphotectonic rim for the Mexican environment. This process produced two transverse deformed zones, Puerto Vallarta and Tehuantepec. By using the Rantsman methodology, we found the same morphostructural and morphotectonic pattern with certain changes in Puerto Vallarta. We determined 6 blocks, 29 micro blocks, 6 main lineaments and 4 main intersections of lineaments. These elements are in correspondence with the zones with most significant activity and neotectonic deformation (~38000 km²), with a NW-SE main axis. We used the same technique for the Oaxaca region -adjacent to Tehuantepec, where 8 blocks, 25 micro blocks, 8 main lineaments and 14 major intersections of lineaments were identified. This set delimits a deformation zone (~40000 km²) with an E-W main axis. The analysis of seismicity, focal mechanisms, main active faults, fractures, lineaments, volcanic bodies and speed of plates convergence with the obtained models allows considering a rotation movement linked to Rivera microplate in Puerto Vallarta, while in Oaxaca there is a direct convergence of Cocos Plate -where there is no rotation.

Keywords: Mexico, morphotectonics, Oaxaca, Puerto Vallarta, TSUJAL

Introducción

En el periodo 2014-2016 se realizaron, por el Proyecto TSUJAL, recorridos de campo, con un objetivo, básicamente, morfotectónico, en el segmento continental del Pacífico de México y el Eje Neovolcánico (Figura 1). Este Proyecto incluye el análisis complejo de la estructura de la litosfera (con perfiles sísmicos), la sismicidad y la modelización de zonas para el estudio de los tsunamis. Los modelos que se presentan aquí se emplearon para el trazado de los perfiles.

Figura 1. Marco geográfico de México



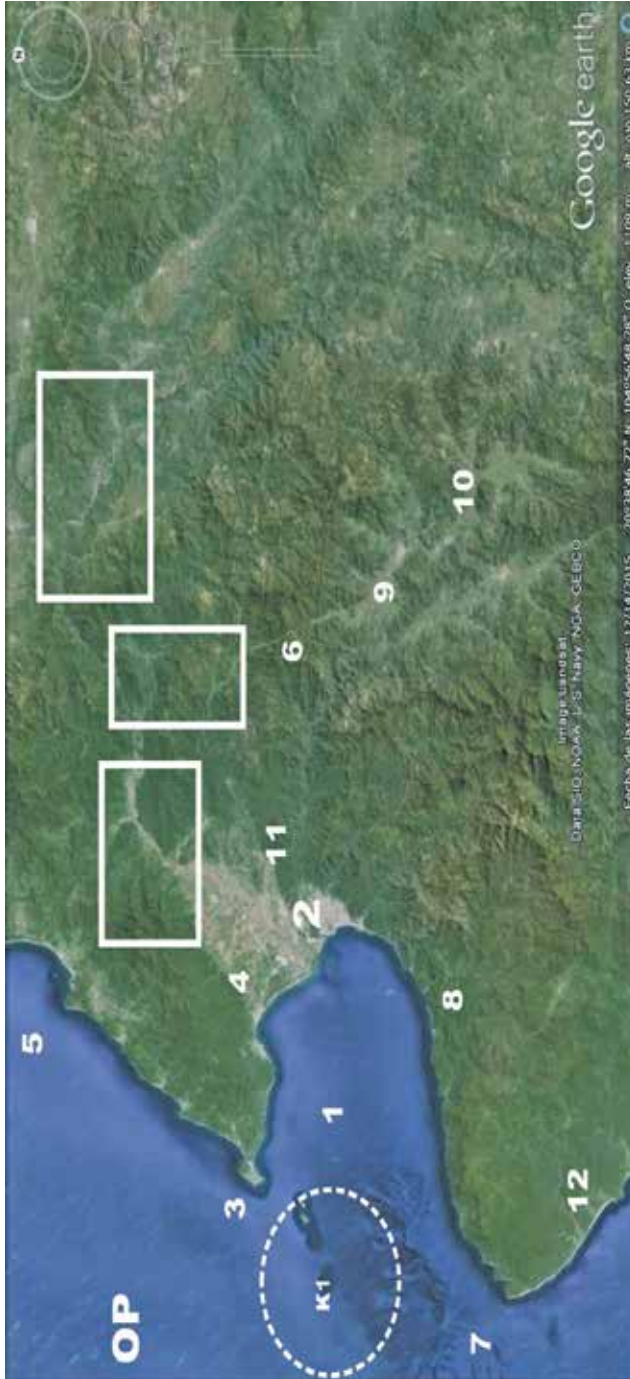
En la imagen destacan los principales rasgos morfológicos de toda la región Pacífico-Golfo de México-Caribe. Sobre el fondo de la zona marina se aprecian las principales alineaciones del relieve (E-C= Escarpe de Campeche, E-F= Escarpe de Florida, E-H= Escarpe de Hess), y las fallas activas (longitudinales y transversales). Aparecen: 1) círculo blanco (1932)= epicentro de terremoto (año de ocurrencia); 2) círculo con número = intersección principal de fallas (ver Tabla 15); 3) Placa (PC= Caribe, PCO= Cocos, PN= Norteamericana, PP= Pacífico, y PS= Suramérica); 4) Microplaca (MPR= Rivera); 5) lugares y estructuras (A-C= América Central, G= Guerrero, J= Jalisco, MI= Michoacán, NA= Nayarit, y P-Y= Península de Yucatán, 1= Golfo de California, 2= Tehuantepec, 3= Puerto Vallarta, 4= Oaxaca, 5= Manzanillo, 6= Golfo de México, 7= Mar Caribe, 8= Océano Pacífico, 9= Sierra Madre del Sur, y 10= Eje Neovolcánico).

El territorio de trabajo comprende 2 regiones: 1) Puerto Vallarta y su entorno [PV], Jalisco; y 2) Oaxaca [OA] (Figura 1). Ambas regiones aparecen en un esquema de 4 bloques activos (Jalisco, Michoacán, Guerrero y OA) de Singh and Mortera (1991). A ellos han asociado varios terremotos fuertes (Jalisco= 1995; Michoacán= 1973, 1985; Guerrero= 1957, 1979, 1985; y OA= 1965, 1978). Todos han sido atribuidos al proceso de subducción en el frente convergente de la Trinchera Mesoamericana y a los sistemas de fallas transversales activas (Rivera, Orozco, O’Gorman y Tehuantepec). Con anterioridad Mooser (1972) determinó 6 bloques cratónicos (Jalisco, Michoacán, Guerrero, OA y Chiapas) que relacionó con la Trinchera de Acapulco y las fallas (E-O): Clarion y Clipperton. Carranza Edwards *et al.* (1975) realizan una clasificación morfotectónica regional de las costas de México, y delimitan un total de 9 segmentos. Los que nos interesan aparecen con los números del 5 al 9, en la costa del Pacífico. El tramo de PV-OA es el 8, del tipo costas de choque. Coney (1983) propone 12 zonas tectónicas, y para nuestro interés serían las denominadas como Guerrero y Xolapa (en OA). Campa Uranda (1984) sostiene que en el territorio de México influyen las placas: Pacífico, Rivera, Cocos, Nazca, Caribe, América del Norte, y América del Sur. Nishenko y Singh (1987) delimitan 13 segmentos (zonas de origen de terremotos fuertes) en la zona de subducción del Pacífico Mexicano. Núñez Cornú y Ponce (1989) consideraron una zonificación sismogénica de 8 áreas para OA. El Atlas Nacional de México (1990) muestra, muy bien, en la figura de hipsometría-batimetría, escala 1:4.000.000, la disposición preferente N-S del relieve emergido, y con la batimetría el contorno de la microplaca Rivera. En Ortega Gutiérrez *et al.* (1992) se representan las 48 Provincias Geológicas de México, interesándonos un total de 10: Batolito de Jalisco, Faja Ignimbrita Mexicana, Faja Volcánica Transmexicana, Complejo Orogénico de Guerrero-Colima, Chatina, Mixteca, Plataforma de Morelos, Zapoteca, Cuicateca y Cuenca de Nayarit. Hernández Santana *et al.* (1995) plantean que la Sierra Madre del Sur es un megabloque que incluye 9 macrobloques (Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero Occidental, Guerrero Oriental, OA Occidental, OA Oriental, Tehuantepec y Chiapas). Pardo y Suárez (1995) aseguran, sobre la base de la actividad sísmica, que el SE de México puede dividirse en 4 segmentos (Jalisco, Michoacán, Guerrero y OA). Zúñiga *et al.* (1997) proponen 16 y 3 zonas sismotectónicas para terremotos profundos e intermedios

para México respectivamente. Garduño Monroy *et al.* (1998) proponen un esquema regional entorno al Punto Triple de las inmediaciones de Colima-Chapala con los siguientes elementos: 1) placas (América del Norte, Rivera y Cocos); 2) bloques (Jalisco, Tumbiscatio, Tuxpan y Mazamitla); y 3) grabens (Manzanillo (en la parte marina), Cotura, Citala y Tepic-Chapala). En el mapa del Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática (2005) hay 3 Provincias Fisiográficas (Sierra Madre Occidental (9 sub-provincias: 289.000 km²), Eje Neovolcánico (15 sub-provincias) y Sierra Madre del Sur). Ellas envuelven a nuestras zonas de trabajo. Pushcharovsky (2006) delimitó un conjunto de estructuras tectónicas activas en el Océano Pacífico, que representó en su figura 1. Entre ellas están: 1) un extenso alineamiento N-S que representa el eje estructural principal con una importante sinuosidad y que diferencia las cuencas abisales al O y al E; 2) esas cuencas abisales son: a) 9 circulares, b) 7 rectangulares; y 3) un sistema de fallas activas transversales E-O (Mendocino, Murray, Molokai, Clarion, Clipperton, Galapagos y Marquesas) en la parte E y que afectan al continente americano. Hernández Santana *et al.* (2009) realizan para OA un análisis similar al del año 1995. Llata Romera (2011) presenta un mapa con las Provincias Geológicas y Neotectónicas de México, entre ellas están: Sierra Madre Occidental, Mesa Central (7 sub-provincias fisiográficas, L= 1.500 km, A= 350 km, Hmed= 2.300 m), Sierra Madre del Sur, Cinturón Volcánico Transmexicano, Sistemas de Grabens (Chapala, Colima y Tepic), Bloque Jalisco, microplaca Rivera, Placa Cocos y Placa Pacífico. Por último, Núñez Cornú (2011) identifica 3 zonas sismogénicas, independientes, con figuras elípticas diferentes (Amatlán de Cañas, Bahía de Banderas y Costa (la de mayor área)).

Entonces, se puede afirmar que otros autores han investigado con objetivos, aproximadamente similares, la región de PV (Figura 2) y OA. Ellos aseguran la existencia de bloques, zonas activas y fallas. En el presente trabajo, se analizan esos resultados; pero en esta investigación se considera que: 1) es la interacción dinámica y diferencial, entre las placas y microplacas oceánicas con la zona continental adyacente, la responsable de los distintos patrones morfográficos, morfoestructurales y morfotectónicos; y 2) existe un sistema jerárquico, y ordenado, de estructuras activas de grandes a pequeñas dimensiones. Así, el resultado final del trabajo, en esta primera parte, son los esquemas morfotectónicos de PV y OA.

Figura 2. Región de Puerto Vallarta



En la imagen se distinguen la morfografía y la zona costera de una parte del territorio de Puerto Vallarta. Aparecen: 1) lugares (OP= Océano Pacífico, 1= Bahía de Banderas, 2= Puerto Vallarta, 3= Punta Mita, 5= Punta Sayulita, 7= Cabo Corrientes, 9= Presa Corrinchis, y 10= C. Paramada); 2) ríos (4= Ameca, 6= Mascota, 8= Tuito, 11= Pitillal, y 12= Seco); 3) tres áreas con importantes inflexiones de la red fluvial (rectángulos); y 4) un círculo discontinuo con la identificación K1 (zona de intersección de alineamientos del relieve submarino, con actividad sísmica asociada).

Características geológicas y de la sismicidad

Para el estudio se han tenido en consideración, además de los trabajos anteriormente mencionados, los siguientes resultados: Aguirre *et al.* (2005); Allan (1986); Álvarez (2007); Barrientos *et al.* (2006); Barrier *et al.* (1998); Blackwell y Richards (2004); Bourgois y Michaud (2004); Campa (1978); Campa y Coney (1983); Chulick Mooney (2002); Courboux *et al.* (1997); Demant (1984); DeMets (2001); DeMets y Traylen (2000); Ego y Anson (2002); Eissler y McNally (1984); Ferrari *et al.* (2012, 1992); Figueroa (1970); García y Suárez (1996); Gutiérrez *et al.* (2015); Guzmán *et al.* (1989); Hubp *et al.* (1985); Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2005A); Kostoglodov y Bandy (1995); Kostoglodov y Pacheco (1999); López Ramos (1983); Hubp (1990); Hubp y Ortiz (1980); Manea *et al.* (2005, 2003, 2002); Medina (1997); Meschede y Barckhausen (2000); Moore y Buffington (1968); Morán (1984); Nieto Samaniego *et al.* (2005, 1995); Nixon (1982); Núñez Cornú *et al.* (2016); Ortiz Pérez y Boceo (1989); Ortiz *et al.* (1998, 1993); Pacheco y Singh (2010); Pardo y Suárez (1993); Pérez Campos *et al.* (2008, 2007); Plattner *et al.* (2009); Ponce *et al.* (1992); Priego Santander *et al.* (2003); Raiby (1964); Reyes Bache (2004); Reyes *et al.* (1979); Rutz López y Núñez Cornú (2004); Rutz López *et al.* (2013); Sedlock *et al.* (1993); Serrano Díaz *et al.* (2004); Singh *et al.* (2011, 2007, 1985, 1985A, 1984); Stein (2007); Stock (1993); Suarez y Albin (2009); Suarez *et al.* (1999, 1990); Suter (1987); Suter *et al.* (2001, 1992); Tolson (2005); Trejo Gómez *et al.* (2015); Udías (1998); UNAM Seismological Group (2010); Verma (1985); e Yamamoto *et al.* (1984).

La placa Pacífico cubre la mayor parte del Océano homónimo (Figura 1). En la parte E limita con las placas de Norteamérica (donde está México) y de Suramérica. Pero, en algunos segmentos se definen microplacas (Juan de Fuca, Gorda y Explorador) asociadas con la falla de San Andrés. Allí se configura la cadena volcánica Cascadia. Más al S aparecen la microplaca Rivera, y la placa Cocos ($3 \cdot 10^6$ km²) y la placa Nazca. Estas 3 últimas son restos de la placa Farallón (de $23 \cdot 10^6$ años) y las 2 primeras subducen bajo la placa norteamericana y se vinculan con la Cadena Volcánica Transmexicana. La microplaca Rivera, ubicada al N de la placa Cocos, se separó de ésta hace 5-10.10⁶ años y se desplaza con una velocidad relativa de unos 2,5 cm/año, y la placa Cocos con 5 y 8 cm/año cerca de Manzanillo y en Tehuantepec, respectivamente; además existe una

importante disminución de la velocidad relativa de convergencia, entorno a la Cuenca de Manzanillo, de 2-6 cm/año.

La zona marina, al S del Golfo y la Península de California y el NO de PV, tiene un importante cambio estructural, donde hay 3 sistemas de fallas del tipo: 1) transcurrente; 2) inverso (subducción asociada a la Trinchera Mesoamericana); y 3) normal (transversal a los anteriores y que se corresponde con el graben de Vallarta) (Figura 1). Esta zona constituye un elemento excepcional y único para la comprensión geodinámica de la región. También en el entorno de México hay otras 2 importantes zonas tectónicas relacionadas con la intersección de estructuras, los Puntos Triples de: 1) las placas Caribe-Cocos-Norteamérica; y 2) Colima-Laguna de Chapala-Tepic-Zacoalco. La primera tiene una categoría y actividad mucho mayor que la segunda; pero esta última es la de nuestro mayor interés, para los autores del presente trabajo.

Resulta muy útil y efectiva la evaluación de los mapas de: 1) Anomalías de Bouguer Total, escala 1:5.000.000 (la figura 4 de Arnaiz Rodríguez y Garzón, 2012), que tienen bien delimitadas las grandes estructuras tectónicas en el entorno 100° / 50°O y 5° / 30° N. La zona continental de América del Norte-México-América del Sur tiene los valores mínimos que se relacionan con la subducción; mientras que la Placa Cocos alcanza un valor máximo de ~279-340 mGal y se asegura que es joven; 2) Flujo de Calor de la Corteza, en el sector de México, que muestra una significativa diferenciación entre la zona Norte-Central, hasta las inmediaciones de Manzanillo y el Eje Neovolcánico Transmexicano, con respecto al S de la mencionada Cadena hasta OA-Chiapas-Yucatán. También en el mapa del espesor continental de Norteamérica se distingue una distribución transversal con incremento al E; y 3) la Regionalización Sísmica de México que indica 4 zonas o categorías bien definidas. Todas tienen un arreglo zonal cuasi-paralelo en el sentido aproximadamente N-S. La zona de mayor nivel ocupa el borde del Pacífico entre PV y OA. Anteriormente, se mencionó que hay otros 2 mapas que muestran una zonación sismotectónica por profundidad de ocurrencia de terremotos (Zúñiga *et al.*, 1997). En ellos aparecen 19 zonas, siendo las de mayor nivel las localizadas en el contacto de las placas.

De forma general y esquemática, los autores coinciden con otros autores en que México tiene los 2 tipos de sismicidad: 1) entreplacas (donde se produce el contacto directo); y 2) intraplaca (o del interior de la placa continental). Esas zonas tienen diferencias en cuanto a magnitud y

frecuencia de ocurrencia. Las regiones de estudio están mayormente en la primera zona, por lo que la actividad sísmica es mayor.

Los más fuertes terremotos ($M > 7,0$) en México están a lo largo de la costa del Pacífico, y son causados por la subducción de las placas oceánicas mencionadas bajo la placa continental de Norteamérica. Se han estimado profundidades de subducción mayores de 100 km. En la Trinchera Mesoamericana se producen tsunamis que han afectado al litoral. En ese contacto se considera que existe una zona límite de placas (Pacífico-Norteamérica) y es donde se libera, a diferentes profundidades, la mayor cantidad de energía. La zona límite de placas resulta ser una banda, relativamente homogénea y de 100-200 km de ancho, donde se localizan además de la falla principal otras de menores dimensiones (transversales y paralelas) asociadas a ella. También ocurren terremotos en el continente (intraplaca), pero no son tan frecuentes como los de tipo entreplacas: 1) con $M > 7,0$, $h \geq 60$ km y frecuente mecanismo de falla normal (Chapala: 27.12.1568 ($M 7,5?$)), aunque hay de falla inversa (Ometepec: 20.03.2012 ($M 7,4$)); y 2) de $M < 7,0$ (Acambay: 19.11.1912 ($M 6,9$); Jalapa: 03.01.1920 ($M 6,4$)). Estos eventos pueden ocasionar daños considerables. También hay sismos con $M < 5,5$ que se consideran como sismicidad de fondo, muy difíciles de asociar con una estructura determinada. Entre los terremotos más importantes de la zona del Pacífico Mexicano, para comprender la diferente interacción de las placas, hay tres: 1) el fuerte terremoto del 15.01.1931 ($M_w 8,0$ y $h 40$ km) con mecanismo focal de tipo falla normal (E-O), aproximadamente en las coordenadas de la ciudad de OA. Es decir, que el foco estuvo, justamente, en la placa que subduce y bajo el continente. Esto define muy bien la amplitud de la capa sismoactiva; 2) los terremotos de 1932 (Figura 1) en Jalisco (03.06 - $M_w 8,2$) y (18.06 - $M_w 7,8$), que tienen una extensa zona de ruptura; y 3) el terremoto del 11.12.1995 ($M_w 6,4$) con un plano de falla tipo deslizamiento lateral derecho ($N87^\circ E$), en la zona de interacción difusa entre la microplaca Rivera y la placa Cocos. Éste es una réplica fuerte del terremoto acontecido días antes (09.10.1995 - $M_w 8,0$), y estarían en la zona límite de placas.

Otros eventos sísmicos que confirman la sismoactividad del territorio de México son: 1) dos terremotos de Veracruz: 1.1) 03.01.1920 ($M 6,4$); y 1.2) 28.08.1973 ($M 8,8$); 2) un sismo en Mexicali (Baja California) 04.04.2016 ($M 7,2$); y 3) la tabla 1 con 22 terremotos ($M \geq 6,4$) determinados por el Grupo de Trabajo del Servicio Sismológico de la UNAM, en el

periodo 2000-2016. Además, como una muestra estadística de esa misma fuente se presenta parte de la sismicidad, registrada, en los años 2015, 2012 y 2011 por cantidad de ocurrencias en los Estados de México (Tabla 2). De esas tablas, se extraen algunas conclusiones como que: 1) ha mejorado, constante y sucesivamente, la detección de sismos; 2) los mayores valores de actividad sísmica están en los Estados de OA, Chiapas y Guerrero; 3) el terremoto más fuerte, de este periodo, ocurrió en Colima (7,6); 4) predomina por cantidad de sismos el rango de M 6,4-6,9 (16) sobre el de 7,0-7,6 (6); 5) la cantidad de terremotos en el intervalo de profundidad 8-60 km supera al de >60-167 km (18 / 4); y 6) sólo 2 eventos tienen h > 100 km.

Tabla 1. Terremotos en México (2000-2016)

Fecha	M	H (km)	Coordenadas (°N / °O)	Región
20.03.2012	7,4	16	16,251 / 98,521	Guerrero
18.04.2014	7,2	10	17,18 / 101,19	
09.08.2000	7,0	9	17,94 / 102,71	
10.12.2011	6,5	58	17,84 / 99,98	
08.05.2014	6,4	17	17,11 / 100,87	
03.08.2009	6,9	10	28,48 / 112,24	Golfo de California
04.01.2006	6,7	10	28,1 / 112,07	
17.12.2015	6,6	90	15,76 / 93,7	
21.10.2010	6,5	8	24,62 / 109,43	
07.11.2012	7,3	16	14,08 / 93,32	Chiapas
07.07.2014	6,9	60	14,75 / 92,63	
13.09.2015	6,7	10	24,96 / 109,49	
16.10.2008	6,6	23	13,87 / 92,5	
21.01.2003	7,6	10	18,22 / 104,6	Colima
19.05.2001	6,5	20	18,27 / 105,72	
23.09.2008	6,4	42	17,16 / 105,16	
07.04.2011	6,7	167	17,2 / 94,34	Veracruz
29.07.2014	6,4	117	17,7 / 95,63	
04.04.2010	7,2	10	32,54 / 115,36	Mexicalli
12.04.2012	6,8	10	28,78 / 113,43	Península de California
12.02.2008	6,6	90	16,19 / 94,54	Oaxaca
11.04.2012	6,4	16	17,9 / 103,06	Michoacán

Tabla 2. Datos de la sismicidad en México

Año (Total)	2015	2012	2011
Estado	(10.946)	(5.081)	(4.168)
Oaxaca	29,3 %	27,3 %	15,9 %
Chiapas	29,3 %	26,4 %	32,2 %
Guerrero	18,8 %	24,5 %	16,6 %
Golfo de California	7,3 %	6,1 %	6,3 %
Michoacán	5,8 %		

Los primeros datos sobre la sismicidad histórica de las 2 regiones de nuestro interés son los eventos de: 1) Jalisco (Cocula)= 1568.12.27; 2) Jalisco= 1601.08.25; 3) OA= 1696.08.23 (M 7,5); 4) OA= 1711.12.25; 5) OA= 28.03.1787 (M 8,6); y 6) Colima= 1711.09.16. Eventos posteriores en OA son: 1) fuertes (1928 (M 8,0), 1931 (M 8,0), 1968 (M 7,3), 1965 (7,4), 1978 (7,6)), y 1999 (M 7,5); y 2) medios (13.04.2007 (Mw 5,9) Atoyac) (22.05.2009 (Mw 5.8), Tulcingo) (27.04.2009 (Mw 5,7) El Limón), y (14.08.2005 (Mw 5,4)).

La sismicidad del periodo 1962-1969 (Navas, 1987) muestra que: 1) la mayor actividad sísmica está en el borde del Pacífico, desde el S de PV y hasta OA; y 2) hay muy pocos epicentros en la zona de interior de la placa. También la figura 1 de DeMets y Traylen (2000) representa la actividad sísmica (1967-1999) para la región 102°-112° O / 17°-24° N. En ella se observa: 1) que en la intersección de las fallas Clarion y Rivera con el Elevado de Rivera hay una importante concentración de terremotos; 2) una significativa densidad de epicentros desde las inmediaciones de Manzanillo hacia el SE; y 3) que el entorno de la parte continental de PV está prácticamente vacío de sismicidad. Los mapas de sismicidad del Grupo de Trabajo del Servicio Sismológico de la UNAM, para los años 2011-2015 recogen los epicentros en el territorio de México, y se corresponden, muy bien, con los 2 antes mencionados.

Resulta indiscutible que las zonas de OA y PV son sísmicamente activas, y tienen asociados importantes tsunamis. Pero, en OA destaca que: 1) tiene una cobertura sísmica instrumental más antigua que PV; 2) la perceptibilidad sísmica es preferente hacia Guerrero y no a Tehuantepec; 3) en la zona sismogénica N° 8 de Cornú y Ponce (1989): 3.1) ocurrió quizás el terremoto más fuerte de México (28.03.1787 (M 8,6)), con un área de ruptura estimada en 10.400 km²; y 3.2) se produjeron, en el periodo 1928-1995, 5 terremotos

(M 7,1-7,6 y h 10-20 km). Todos ellos con epicentros en la zona continental; 4) hay una significativa concentración de epicentros, en forma de círculo, en las figuras 5 y 6 de Pardo y Suárez (1995); y 5) se diferencia desde el punto de vista sismogénico con respecto a PV (Zúñiga *et al.*, 1997).

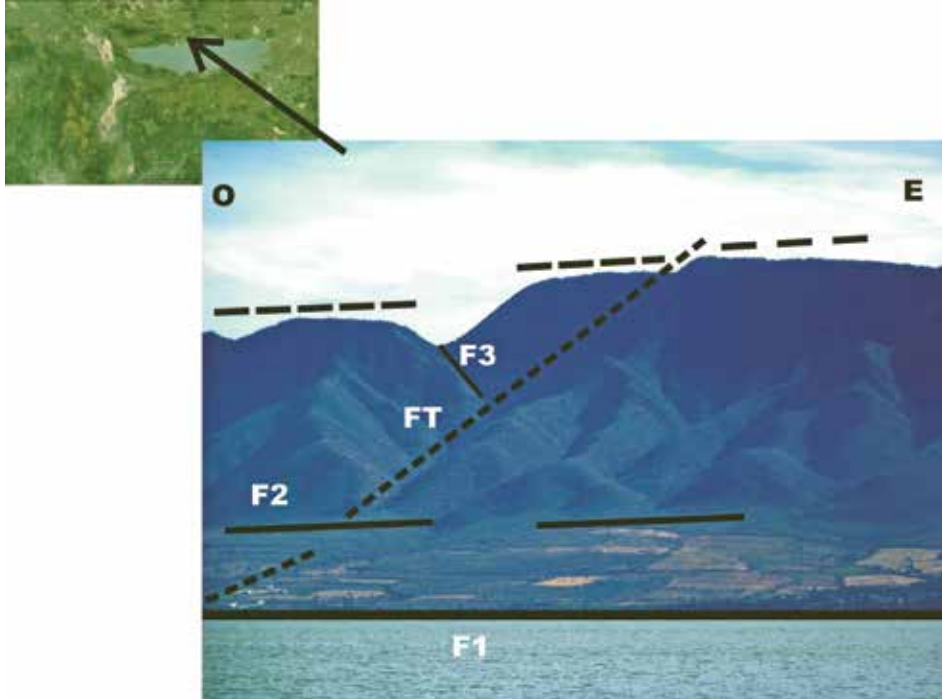
Otro elemento de peligro en México son los volcanes. En este sentido, es conocido que en la zona costera continental americana hay una extensa cadena volcánica, que está asociada directamente con la subducción en la Trinchera Mesoamericana. Así es de interés saber que la placa que subduce lo hace con distinto ángulo, profundidad, actividad en diferentes segmentos de la línea de costa y edad. Existe también otro conjunto volcánico, pero con dirección NO-SE (Eje Neovolcánico), y que no es paralelo a la trinchera, aunque su morfología y disposición espacial puede vincularse a la subducción de la microplaca Rivera. Este Eje Neovolcánico (L= 900 km, A= 120-130 km, Hmed= 2.500 m y 15 sub-provincias fisiográficas) tiene entre sus volcanes activos 3: Ceboruco, Colima y Nevado de Colima. También en la Península de California, en la Sierra homónima (143.600 km² L= 1.400 km, A= 70 km, con 5 sub-provincias fisiográficas), está el volcán Tres Vírgenes.

Dean y Drake (1978) aseguran que: 1) la fractura de Tehuantepec afecta a la Trinchera Mesoamericana, divide a la placa Cocos, y se extiende en la zona continental hacia Chiapas; y 2) la zona de subducción está dividida, sucesiva y lateralmente, en segmentos de 100-300 km. Sandoval (1985) determina que los principales rasgos morfotectónicos del talud interior de la Trinchera Mesoamericana se continúan al interior continental, como la falla Tecpan (en Guerrero), por más de 300 km. También en la zona costera, y en las inmediaciones de la localidad de Manzanillo, está el graben El Gordo (dirección SSO-NNE), que se asocia espacialmente con el graben de Colima (dirección S-N), donde hay 2 volcanes activos (Colima y Nevado Colima). Además, en Manzanillo hay una importante actividad sísmica (09.10.1995) incluidos tsunamis. Todos esos elementos lineales estarían en la zona límite de placas.

Al N de Colima, y en el entorno de la Laguna Chapala (Figura 3), se configura un Punto Triple con 2 estructuras tipo graben, y direcciones NO-SE (Tepic-Zacoalco) y E-O (Chapala). El primer graben tiene 3 volcanes (Sanguanguey, Ceboruco y Tequila). Todas estas estructuras se vinculan con fallas de tipo normal, la mayoría inactivas en la etapa actual de acuerdo con nuestros datos. No obstante, se estima que atendiendo a la estructura y la disposición espacial de los grabens (Tepic-Zacoalco, Chapala y Colima), que configuran

el Punto Triple en las inmediaciones de la laguna de Chapala, un tensor resultante del proceso de interacción con dirección ENE. Esa dirección se corresponde con la correspondiente a la convergencia de las placas.

Figura 3. Vista de la parte septentrional en la Laguna de Chapala



Se aprecian el importante escalonamiento tectónico del relieve y las incisiones tectónico - erosivas asociadas con una falla de tipo normal (F1). La zona es un graben, que ocupa en gran parte la laguna. Se indican tres fracturas asociadas con F1 en tipos de color blanco. La intersección de F2 y FT denota un deslizamiento lateral izquierdo.

Analizamos sobre el terreno una región, tectónicamente irregular y activa, entre Nayarit y la Laguna de Chapala (Figura 3), y con dirección NO-SE. En ese segmento, otros autores, aseguran está el contacto del Bloque Jalisco con las estructuras mencionadas. Este bloque con basamento Pre-Mesozoico, Allan (1986) le denomina Bloque Tepic-Colima. Esto induce a deducir una relación espacio-temporal entre varias estructuras. En la región marina hay 2 zonas de fracturas activas NO-SE: 1) Tamayo; y 2) Rivera. Ellas son paralelas y están situadas al N y S del Bloque Jalisco, respectivamente. Ambas están

vinculadas con la Cresta Rivera. La zona de fallas Tamayo se enlaza con el graben Tepic-Zacoalco; mientras que la Rivera cruza a la Cresta Cocos y probablemente alcanza al graben El Gordo. Para la región continental existe un sistema de fallas de igual dirección, que se denomina Chapala-OA. Podemos decir, que los sistemas Tamayo y Chapala-OA configuran una extensa zona de debilidad tectónica, y que se mantiene aproximadamente paralela a la línea de costa, y es activa. Esto es una zona de alineamientos.

La falla Chapala-OA (NO-SE) limita al N con el bloque Michoacán e intercepta a la falla Chapala-Tula (NE-SO) en las inmediaciones del volcán Parícutín, en un ángulo de 70° - 75° (coordenadas 19° N / 102° O). En la región resaltan para los graben Vallarta y Chapala su: 1) paralelismo; 2) transversalidad con respecto a la costa; y 3) desplazamiento N-S de ~ 150 km. Esas observaciones se corresponden con la presencia, en ese entorno, de varias estructuras pequeñas y activas tipo graben, lo que interpretamos como una región secundaria de transtensión. Ejemplo es el graben Acambay-Tixmadejé ($L = 40$ km y $A = 15$ km), asociado con el sismo de 1912.

La actividad neotectónica vertical se reconoce, muy bien, en la costa de Pacífico Mexicano (Woods, 1980), donde hay diversos y variados conjuntos de terrazas marinas, por ejemplo, el Golfo de California. Aquí Ortlieb (1978) determinó un sistema con altitudes de 3-130 m. En la zona de PV (Punta Mita, Farallón, Tecuán y Manzanillo) y en OA (Punta Maldonado, Brisa Zicatela, Santa Elena y Coyote) ese tipo de estructuras también ha sido identificado y estudiado (Ramírez Herrera, 2011; Ramírez Herrera y Urrutia Fucugauchi, 1999).

Se han utilizado datos de terremotos fuertes ocurridos en otras 3 regiones del Pacífico (1) Chile (Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile, 2016), 2) Perú (Instituto Geofísico de Perú, 2016) y 3) América Central (Montero *et al.*, 1997)) con el propósito de compararles con México (Tabla 3). Esta posición obedece, principalmente, al conocimiento de la situación espacio-temporal de estos sitios con relación a la Trinchera Mesoamericana (México-Chile), la ocurrencia de tsunamis, los importantes contrastes neotectónicos, y los sistemas de fallas transversales a la estructura principal. Así la sismoactividad en orden decreciente es como sigue: 1) Chile; 2) Perú; 3) México; y 4) América Central. Sin embargo, consideramos que la complicación morfotectónica general de México es mayor que la de Chile atendiendo a: 1) la disposición irregular de los niveles hipsométricos

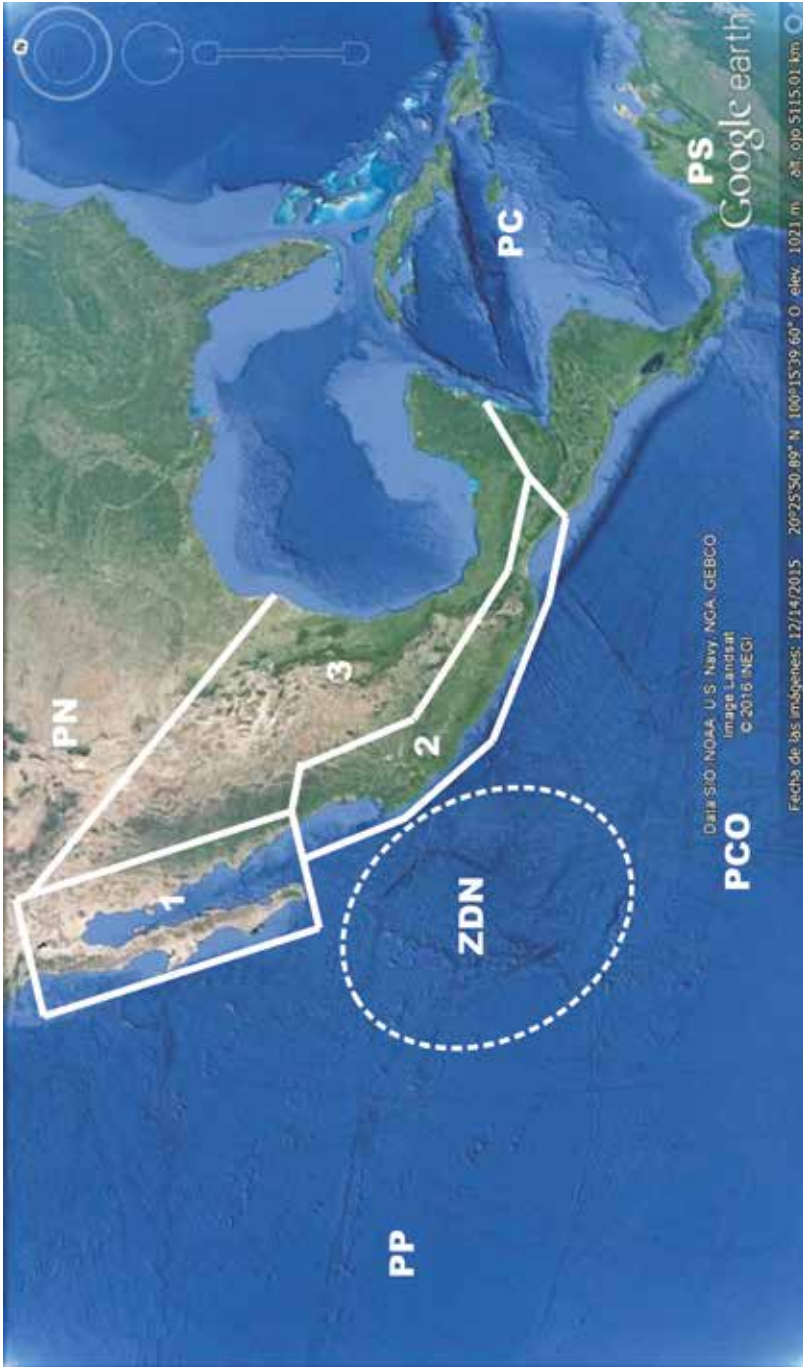
con relación a la trinchera; 2) la heterogeneidad de los ríos y cuencas en cuanto a formas y pendientes; 3) la presencia del Punto Triple en el territorio; y 4) la existencia de una cadena volcánica transversal.

Tabla 3. Selección de terremotos fuertes en tres regiones del Pacífico Americano

Chile / Fecha / M	Chile / Fecha / M	Perú / Fecha / M	América Central / Fecha / M
16.09.1615 / 8,8	10.11.1922 / 8,39	20.10.1687 / 8,5	19.12.1862 / 8,0
08.07.1730 / 8,7	08.02.1570 / 8,3	28.10.1746 /	
16.12.1575 / 8,5	11.04.1819 /	23.06.2001 / 8,4	
24.11.1604 /	01.12.1928 /	13.08.1868 / 8,3	
13.05.1647 /	24.01.1939 /	10.07.1821 / 8,2	
25.05.1751 /	06.04.1943 /	12.12.1908 /	
19.11.1822 /	09.12.1950 /	24.05.1940 /	
20.02.1835 /	16.08.1906 / 8,2	24.08.1942 /	
13.08.1868 /	29.01.1914 /	22.01.1582 / 8,1	
09.05.1877 /	04.12.1918 /	17.10.1966 /	
22.05.1960 /		03.10.1974 /	

La práctica demuestra que en regiones de alta actividad sísmica no siempre es factible relacionar focos (o epicentros) con las fallas conocidas. Así que se utilizan otros elementos como alineamientos y zonas sismotectónicas (Cotilla *et al.*, 1991). Esta hipótesis relaciona la heterogeneidad de la corteza con la distribución espacial de los eventos sísmicos. Además, consideramos que las zonas de debilidad tectónica pre-existentes determinan la ocurrencia espacial de los terremotos en las zonas intraplacas. Sobre esta base y atendiendo, fundamentalmente, a las principales características de: 1) la sismicidad (histórica e instrumental); y 2) la neotectónica; así como a los tipos de mecanismos focales, y la estructura litosférica consideramos que México tiene 3 Provincias Sismotectónicas [PS] (Figura 4). Ellas son: 1) PS Norte-Occidental (Península y Golfo de California); 2) PS Occidental (PV-Tehuantepec); y 3) PS Oriental (Zonas N y Centro-Golfo de México-Yucatán). La de mayor nivel es la PS Occidental, donde están PV y OA. Cada una de esas PS tiene Unidades Sismotectónicas [US], y en éstas están las zonas sismogénicas. En Cotilla y Álvarez (1991) y Cotilla *et al.* (1991A) está el concepto de PS como parte de un mapa sismotectónico.

Figura 4. Esquema de las Provincias Sismotectónicas



Aparecen: 1) las Provincias Sismotectónicas (1= Norte-Occidental; 2= Occidental; y 3= Oriental); 2) la región con la mayor deformación neotectónica y sismicidad asociada (ZDN, círculo de trazos discontinuos) vinculada con la microplaca Rivera; y las placas (PC= Caribe, PCO= Cocos, PN= Norteamérica, PP= Pacífico y PS= Suramérica).

Método morfotectónico

Con el apoyo de imágenes digitales del terreno y hojas topográficas escala 1:50.000 (Tabla 4), se identificaron varios elementos: 1) zonas de drenaje; 2) cantidad, dirección y orden de las corrientes fluviales; 3) tipos de valles; 4) figuras y dimensiones de las cuencas; 5) anomalías fluviales y del relieve; 6) terrazas fluviales; 7) alineaciones, sus direcciones y categorías; 8) intersecciones de alineamientos; 9) formas y tipos de relieve; 10) superficies de cimas (planas y puntiagudas); 11) niveles hipsométricos y morfoisohipsas; 12) pendientes anómalas; y 13) basculamientos.

La metodología morfotectónica se encuentra, principalmente, en los siguientes trabajos: Arsovsky y Hadzievsky (1970); Alekseevskaya *et al.* (1977); Chigariov (1977); Rantsman (1979); Schenckova *et al.* (1995); Gorshkov *et al.* (2000); Simonov (1999); Córdoba (1998); Cotilla y Córdoba (2015, 2013, 2004); Gatinsky y Rundquist (2004); y Espinosa Rodríguez (2016). Con ellos es posible asegurar que este tipo de investigación resulta una tarea compleja, que integra información diversa y conlleva, inicialmente a: 1) la revisión profunda de los resultados sobre la geología, la tectónica, la geomorfología, la geofísica, la sísmica, y la sismicidad; 2) preparar un esquema neotectónico de la región; y 3) recorrer la región de estudio, haciendo énfasis en las áreas más complejas. Así se usan los datos e ideas principales de otros especialistas (epígrafes Introducción y Características Geológicas y Sísmicas) para establecer una base inicial. Esta información hay que contrastarla en el terreno y de ser factible, complementarla; lo que, lógicamente, evita la duplicidad de esfuerzos y permite corregir deficiencias. Ésta es una metodología esencialmente rusa, y se aplicó a Jalisco y OA.

Tabla 4. Datos de la región de Puerto Vallarta

Matriz (12 Filas/10 Columnas)		Orden de los Ríos						
Zonas / Hojas	Cuencas / Alineamientos	3°	4°	5°	6°	7°	8°	Total
1 / 14	170 / 235	964	201	50	9	4	-	1.228
2 / 17	98 / 341	1.371	332	98	15	8	1	1.825
3 / 12	80 / 296	1.289	310	81	12	5	1	1.698
4 / 16	78 / 155	1.175	295	77	9	1	-	1.557
5 / 25	189 / 287	1.237	297	87	10	1	1	1.633
6 / 21	112 / 277	1.244	301	91	13	1	1	1.651
Total= 6 / 104	727 / 1.591	7.280	1.736	484	68	20	4	9.592

Relaciones de Bifurcación				
Rb 4°-3° = 0,24	Rb 5°-4° = 0,28	Rb 6°-5° = 0,14	Rb 7°-6° = 0,29	Rb 8°-7° = 0,2

Las morfoestructuras son cuerpos geológicos tridimensionales resultado de la acción tectónica endógena y que los procesos exógenos modifican. Ellas son formas rocosas, diversas en figura y dimensión, que reflejan, diferentemente, en el relieve la estructura geológica y la actividad tectónica. La distribución y diversidad de estas unidades no es aleatoria ni caótica. Se debe añadir que para el esclarecimiento de los planos morfoestructural y morfotectónico se seleccionan, fundamentalmente: 1) las principales fallas activas y con expresión en el relieve; y 2) las mayores estructuras (placas y sistemas de montañas). Esto permite resaltar aquellos elementos que tienen mayor importancia para la formación del relieve actual. Así determinamos el escalonamiento del relieve y sus distintas categorías básicas (montañas, alturas y llanuras), que evidentemente se corresponden con diferentes intervalos hipsométricos.

El conjunto de métodos, y no uno en particular, facilita distinguir la evolución geotectónica y las morfoestructuras, además valorar los complejos morfoestructurales. En este marco se determinan 4 elementos tectónicos principales: 1) alineamientos; 2) intersecciones de alineamientos; 3) Unidades Territoriales [UT]; y 4) deformaciones de los niveles geomorfológicos. Todos ellos tienen un orden jerárquico y un nivel de actividad específico. En los objetivos también están la determinación de: 1) las zonas con mayor probabilidad de ocurrencia de terremotos; y 2) la relación del sistema con los movimientos tectónicos recientes y la actividad sísmica. La tabla 5 es un ejemplo de las fichas confeccionadas para el análisis morfotectónico.

Los autores consideran que las placas de Norteamérica y del Pacífico, incluyendo en esta última a la placa Cocos y la microplaca Rivera, son morfoestructuras de primer orden que interactúan a través de la Trincheira Mesoamericana. Ellas conforman el principal patrón morfoestructural y morfotectónico del área continental. Las UT derivadas de ese proceso complejo, activo y dinámico, son las morfoestructuras de: 1) 2° orden (megabloques: Sierra Madre Occidental (L= 1.250 km, A= 150 km, Hmed= 2.300 m), Sierra Madre del Sur (L= <1.000 km, A= 150 km, Hmed= 2.000 m), Meseta Central, y Eje Neovolcánico); y 2) menor orden (macrobloques, mesobloques, bloques, microbloques y nanobloques). Todo esto permite sostener la segmentación de las zonas sismogénicas. Además, es factible diferenciar, de forma preliminar, los patrones morfotectónicos: 1) de la zona Pacífico (Península de California)-Tehuantepec; y 2) del Golfo de México-Caribe. En esas regiones hay influencias de la interacción de las placas mencionadas, que se reflejan muy bien en el relieve, incluso en la configuración de las plataformas marinas (Figuras 1 y 4).

Tabla 5. Ejemplo del modelo de datos

Z1/ N°	Nombre/Siglas / Código	Intersecciones Principales	Principales Cuencas /Alineamientos					
3	Puerto Vallarta/ F13C69/2.2	4 (IP1, IP2, IP3, IP4)	13 / 70					
Dirección Principal		Tensor= Compresivo SO	Orden del Río (Total=250)					
Alineamientos / Drenaje		Cambios de Dirección de las Divisorias	3°	4°	5°	6°	7°	8°
N-S, NO / E-O, NO		5	62	18	4	1	1	1
Zonas de Ascenso /Cimas		Valles “V” / “U”	Asimetría de Valles / Basculamiento			Hmáx (m)		
2 / 17		38 / 21	2 / E-O			1.400		
Características								
1) IP1 (en los ríos Mascota y Ameca) en la misma longitud que el IP4; IP2 en el río Mascota (hay aguas termales) y en la misma longitud que el IP3; IP3 (en el río Yuntal); IP4 (en el río Cuale); 2) Segmento rectilíneo de dirección E-O entre los ríos Mascota y El Realito, hacia Bahía Banderas; 3) Río Mascota (1er tramo con Ks= 0,91 donde IP2 con los ríos de 5° y 6° órdenes; 2° tramo con Ks= 0,75 donde IP1 con los ríos de 5° y 7° órdenes); 4) Deformación con forma de anillo en PV (incluye a IP1-IP2-IP3-IP4) y abierto hacia la Bahía Banderas; 5) Más al SE hay 3 alineamientos SE-NO asociados con los ríos Cuale y Yuntal; 6) Hay un sistema escalonado de ríos y divisorias de aguas; 7) Zonas con procesos activos de pendientes; 8) Movimiento anti-horario.								

Discusión y conclusiones

El territorio de Jalisco se subdividió, para los recorridos del terreno, en 6 zonas cubiertas por 104 hojas topográficas. En la tabla 4 se han incluido algunos datos sobre las cantidades de cuencas fluviales, los órdenes de ríos, las relaciones de bifurcación de ríos con diferente orden, y los alineamientos.

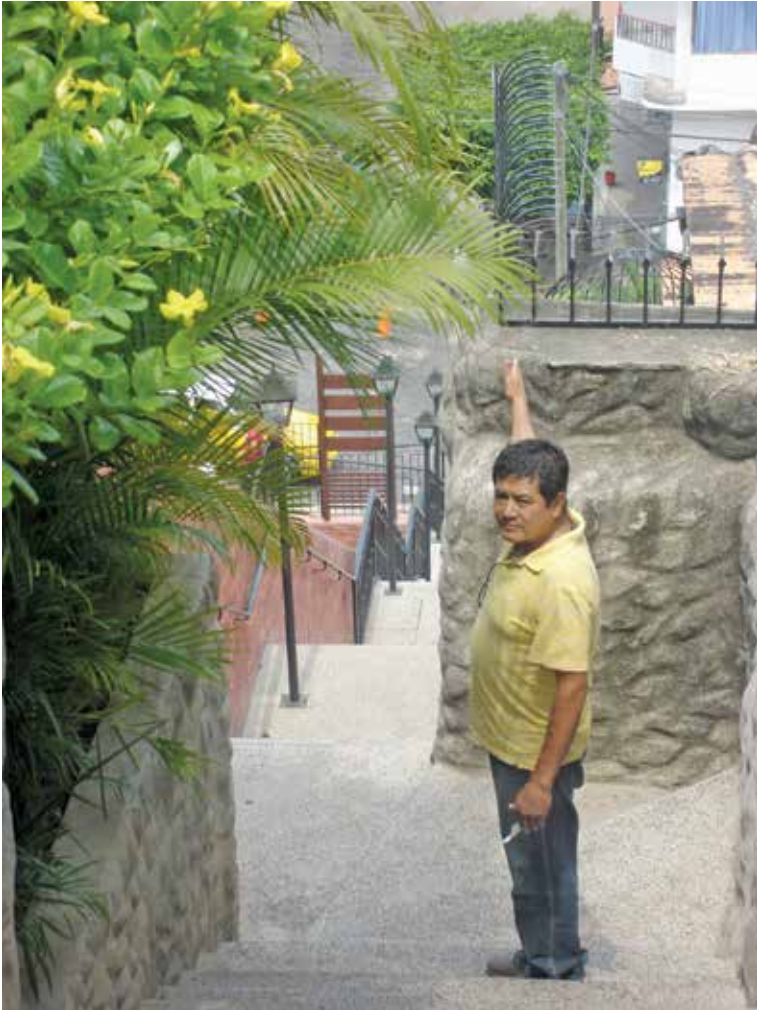
Se comprobó que en las regiones de Jalisco y OA existen varios saltos de agua (cascadas) de diversa magnitud y características litológicas. Ellos son elementos y formas del relieve que se vinculan con la evolución de las redes hidrológicas y la tectónica vertical. En Jalisco hay alrededor de 7, y entre ellos está uno en la cuenca del Ameca (afluente Tacote), a 10 km de Mascota. OA posee una mayor cantidad (> 15), y el más espectacular es Hierve el Agua (70 km de OA) en San Isidro Roaguía.

La costa del Pacífico de México tiene una longitud de ~ 8.500 km. De acuerdo con Lanza Espino *et al.* (2013) hay 9 segmentos atendiendo a la presencia de: 1) lagunas, 2) estuarios, 3) esteros, 4) bahías, y 5) ríos. En la zona de la Península y el Golfo de California hay 5 segmentos, y al S 4. El tramo de PV-OA tiene 33 lagunas, 2 estuarios, 37 esteros, 12 bahías y 56 ríos. Esto, evidentemente, es una diferenciación que se puede corresponder con las estructuras emergidas (área $\sim 2.10^6$ km²). De otra parte, la costa del Pacífico y la Divisoria Principal de Primer Orden de las Aguas Superficiales (Parte Continental), desde el N del Golfo de California a OA, son aproximadamente paralelas y mantienen orientación NO-SE. Sin embargo, difieren en el coeficiente de sinuosidad [Ks]. Sus valores son 0,79 y 0,87, respectivamente. Esos datos indican que hay una deformación tectónica mayor en las inmediaciones de la costa con relación a la zona interior. Esto también hay que considerarlo para la diferenciación de las estructuras; ya que, las inflexiones se vinculan con fallas transversales.

Otra diferenciación del relieve se encuentra en el mapa de la red fluvial de México. En él hay 3 zonas principales de drenaje, pero es la del Pacífico la de interés en este trabajo. En ella la dirección del escurrimiento principal es al SO. Determinamos que la inmensa mayoría de los ríos son de corto recorrido, con la excepción de dos: Lerma-Grande de Santiago y Grande-Balsas. Concretamente, y con mayor detalle se aprecia que en la región de PV hay 6 zonas de drenaje al Pacífico, con dirección principal NE-SO: 1) Sinaloa-Nayarit; 2) Bahía Matanchen-Punta Mita; 3) Bahía de Banderas; 4) Cabo Corrientes-Bahía de Navidad; 5) Bahía de

Navidad-Boca Los Pascuales; y 6) Boca Los Pascuales-Ixtapa. En ellas se distinguen muy bien, a partir de morfología e hipsometría, los segmentos de costa con playas estrechas, terrazas marinas en escalera (Figura 5) y los nichos costeros, desprendimientos de bloques y acumulaciones de cantos, y la importante influencia de la actividad neotectónica vertical, y la acción marina para su configuración (Figura 6).

Figura 5. Terrazas marinas enmascaradas en Puerto Vallarta



En la imagen, con uno de los autores, tomada desde el nivel 5 en dirección a la costa, se aprecian las terrazas en escaleras. Ellas están entre las edificaciones en la parte SO de la ciudad.

Relacionada con la costa, similar a la representada en la figura 6, pero hacia al interior, determinamos, para la zona de Michoacán-Guerrero (Sierra Madre del Sur), que la cuenca del río Grande-Balsas es asimétrica y de figura aproximadamente rectangular (200 km (N-S) y 600 km (NO-SE)), y limitada por fallas normales. La cuenca está situada al SE de la laguna Chapala y sus 2 principales ramas fluviales tienen longitudes y K_s diferentes y confluyen en la Presa Infiernillo; así la rama del: 1) NO hacia la localidad de Tepalcatepec ($L=200$ km y $K_s=0,57$); y 2) SE ($L=400$ km y $K_s=0,61$). Esos ríos están encajados, asimétricamente, en la parte S de la cuenca y mantienen la dirección NO, igual que el cercano tramo costero. En ellas hay terrazas deformadas, y basculadas al S. Esta zona evidentemente tiene una importante actividad neotectónica.

Figura 6. Típica costa del Pacífico mexicano en Puerto Vallarta.



Este segmento de costa es del tipo tectónico-abrasivo. En él la tendencia es a los levantamientos neotectónicos (relieve emergido y energético, adyacente a una zona de aguas profundas (Fosa Mesoamericana), con un escarpe submarino pronunciado, una estrecha plataforma, y diversidad de cantos rocosos en la primera terraza). Las corrientes fluviales cortan la barrera de montañas y alturas costeras y muestran perfiles tipo “V”). Se indica con: 1) líneas de puntos horizontales algunos niveles altimétricos; 2) una flecha la dirección de un perfil sísmico al S de Puerto Vallarta (cerca del N° 12 de la Figura 2).

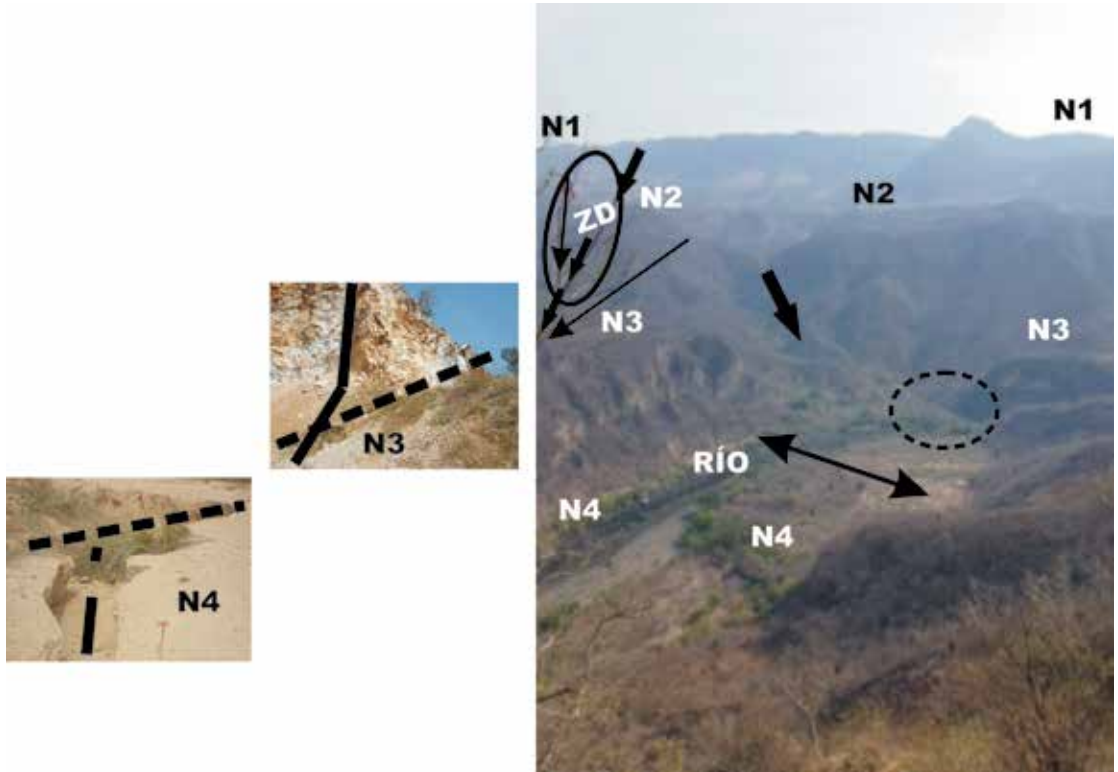
Con un propósito similar al caso anterior, se escogieron 3 ríos (Co-yula ($L= 65$ km, $K_s= 0,74$), Copalita ($L= 144$ km, $K_s= 0,58$) y Zimatán ($L= 80$, $K_s= 0,95$)) en la región de OA. Ellos conforman 3 cuencas de figura y dimensión diferentes, pero que drenan, aproximadamente de N-S y de forma paralela hacia el Océano Pacífico. Estos ríos están localizados en un mismo bloque de dirección E-O, y están afectados por la actividad neotectónica y la convergencia frontal de las placas.

Determinamos que los ríos Grande de Santiago (Figura 7) y Ameca tienen en el plano: 1) aproximadamente la misma figura cóncava al S, entre la longitud de 104° y la costa del Pacífico, y mantienen la misma dirección; y 2) diferentes valores de K_s 0,73 y 0,61, respectivamente. Además, el segmento del río Grande de Santiago, entre la Presa Santa Rosa y la localidad de Cinco Minas, tiene una dirección predominante al NO y demuestra actividad. Mientras que el segmento del río Ameca, entre las localidades de Ameca-Amatlán de Cañas-Sierra Guamuchil, mantiene dirección NNO y es activo. En la figura 2 se han indicado, con rectángulos, 3 áreas con importantes inflexiones de la red fluvial que drena hacia la Bahía de Banderas. Esas áreas se pueden explicar por el fallamiento activo. También sostenemos que las principales cuencas fluviales de PV y OA tienen figuras geométricas irregulares y diversas, y están tectónicamente afectadas.

De interés morfoestructural resulta que: 1) el río San Pedro tiene una definida dirección N-S, con brusca inflexión al SO en las inmediaciones de la localidad El Zopilote, y un $K_s= 0,71$; y 2) el río Atengo, afluente del río Grande de Santiago, también discurre N-S y tiene un $K_s= 0,75$, y es paralelo al San Pedro. Ambos drenan al N de Punta Mita y de la latitud de Tepic. Para esa región al N de PV hemos diferenciado las direcciones principales de la red de alineamientos (Figura 8). Así, al E del río San Pedro en las localidades Escuinapa, Acaponeta, San Pedro, El Zopilote, Aguamilpa, Tepic, y Santa M^a del Oro hay un predominio de alineaciones NNO-SSE (Figura 9). En la región entre los ríos San Pedro y Atengo, donde están las localidades Jesús M^a, Mesa del Nayar y Santa M^a del Oro, las alineaciones son principalmente N-S. Al E del río Atengo hasta la localidad de Aguascalientes persiste la dirección N-S. En las inmediaciones de la mencionada localidad Santa M^a, se produce una intersección de alineamientos NO-SE y N-S, sobre el río Grande de Santiago. En este segmento del Grande de Santiago interpretamos que la dirección NO-SE es activa y puede ser el

límite del denominado Bloque Jalisco. Esa dirección se corresponde con el Eje Neovolcánico donde el volcán Ceboruco (Figura 10). Todo esto confirma que el entorno de PV es una región de cambios estructurales.

Figura 7. Imagen del río Grande de Santiago



Se aprecian para la imagen mayor: 1) la asimetría del valle fluvial tipo “V” (flecha doble); 2) los niveles de planación (N1-N4); 3) el corte vertical (tectónico y erosivo); 4) el área de inflexión de la corriente principal (circulo con líneas discontinuas); 5) con una elipse aparece un área de desprendimientos (ZD) relacionada con una zona de debilidad y de cambios litológicos en los niveles N3 y N4 (dos imágenes laterales). En esa zona hay un poblado que se ve afectado sistemáticamente por los desprendimientos.

Se analizó la figura 10 de Rutz López *et al.* (2013) obtenida a partir de un modelo digital del terreno. En ella hay un conjunto de alineamientos con 3 direcciones preferentes (N-S, ONO-ESE y NE-SO) que asociaron con varios eventos sísmicos, determinados con un complejo de 3 redes locales en el año 2003. Ellos consideraron 96 terremotos de $M < 3,6$. Aquí se realizaron comparaciones automáticas (supervisada y no supervisada),

con un nivel de confianza del 94%, en el SIG de Córdoba (1998) para estructuras lineales, entre esa figura 10 y nuestra figura 8. Se determinó que: 1) el área de la figura 10 es 1/5 de la figura 8; 2) la densidad de alineamientos es muy superior en la figura 8; 3) todos los alineamientos de la figura 10 están en la figura 8; 4) hay una intersección de alineamientos inmediata a la Bahía de Banderas en ambas figuras y que, por primera vez, indicamos. Esa zona sísmoactiva se representa con un círculo y la letra K (Figura 8). También se reinterpretó la figura 7 de Núñez Cornú *et al.* (2016), determinándose un área de intersección de varios alineamientos (NE, NO y E-O) en la parte marítima frente a PV; y se representó en la figura 2 con un círculo y la letra K1. Tal elemento se relaciona, espacial y temporalmente, con el equivalente situado en la parte continental (círculo K) de la figura 8. Ambos conforman un sistema de zonas de deformación neotectónica en la zona de interacción directa de la microplaca Rivera, y que tienen actividad sísmica (círculo con la identificación ZDN de la figura 4).

Para localizar las zonas de ascenso neotectónico (Tablas 5 y 6) se han utilizado principalmente: 1) los recorridos del terreno; 2) los tipos de valles fluviales; 3) las anomalías fluviales; y 4) las morfoisohipsas. Las tablas tienen elementos que facilitan la identificación de las zonas activas, entre ellas están las áreas de Manzanillo, Presa Santa Rosa (Figura 11) y Amatlán de Cañas (en Ameca). Además, identificamos 2 áreas con ascensos neotectónicos muy intensos asociadas con el río Cuitzmala donde hay: 1) 5 zonas con anomalías fluviales (IP13, IP13A, IP14, IP15 e IP16) que configuran un anillo (~4.000 m²) e incluye a las siguientes cimas: de Jcotlán, de Tzacuatale, del Ocotillo, el Tapanco, la Calabaza, de Engibre, y la Ocotera (coordenadas= 19°45'-19°58'N /104°43'-105°00'O); y 2) 2 anomalías fluviales (IP19 e IP20) que configuran una estructura cóncava al O (~450 m²) con las siguientes cimas: el cerro Guaguantón, el Palito, las Gordas, la Cebadilla, el Cercado, y el Montoso (coordenadas: 19°30'-19°45'N / 104°45'-105°00'O). La estructura activa está abierta hacia el O.

Tabla 6. Características de los ríos en Puerto Vallarta

Zona	Valles de Ríos	“V” / “U” (Totales)	Cuencas / Cimas	Divisorias anómalas/ Intersecciones fluviales
1	1.228	321 / 241 (562)	95 / 173	23 / 28
2	1.825	269 / 173 (442)	82 / 301	45 / 29
3	1.698	295 / 188 (483)	93 / 415	47 / 31
4	1.557	215 / 180 (395)	81 / 375	33 / 35
5	1.633	386 / 288 (674)	97 / 424	58 / 47
6	1.692	317 / 255 (572)	90 / 432	55 / 40
Totales	9.592	1.803 / 1.325 (3.128)	538 / 2.120	261 / 210

En PV destacan las cantidades de los valles de río tipo “V” (1.803) y las superficies de cimas (2.120). Estos datos confirman la actividad neotectónica más reciente de la región. Mientras que la utilización de imágenes digitales y mapas topográficos permiten delimitar los alineamientos y establecer los principales (Tabla 7). Algunos alineamientos o segmentos de ellos pueden coincidir con fallas delimitadas o propuestas por otros autores. Además, en la tabla 8 aparecen los datos sobre las intersecciones principales de esos alineamientos. Desde nuestra perspectiva, esas son las áreas de mayor actividad. También se han determinado: 1) un extenso escarpe (21 km) NE-SO de dirección en el margen NO del río Ameca (Figura 12), siendo el margen SE muy irregular y con dirección N-S; 2) un alineamiento SSE-NNO con las anomalías fluviales (IP9, IP9A, e IP7A); y 3) varios ríos con drenaje N-S y arqueamiento cóncavo al O (hacia Bahía Chamela). Ese arqueamiento mantiene, en la parte N, dirección NO-SE, igual que la localizada en la costa.

Los ejes principales (NO-SE) de la Sierra Madre Occidental (Durango-Aguascalientes) y la Sierra Madre del Sur (Playa Azul-Guerrero), aunque paralelos a la costa, están desplazados lateralmente entre sí ~150 km. Los autores interpretan que esto se ha producido por la influencia al E de la falla Orozco y se corresponde, muy bien, con la figura 1 de Stock (1993), donde aparecen frente al bloque Michoacán, las microplacas Cocos Norte y Orozco, limitadas por la zona de fracturas Orozco.

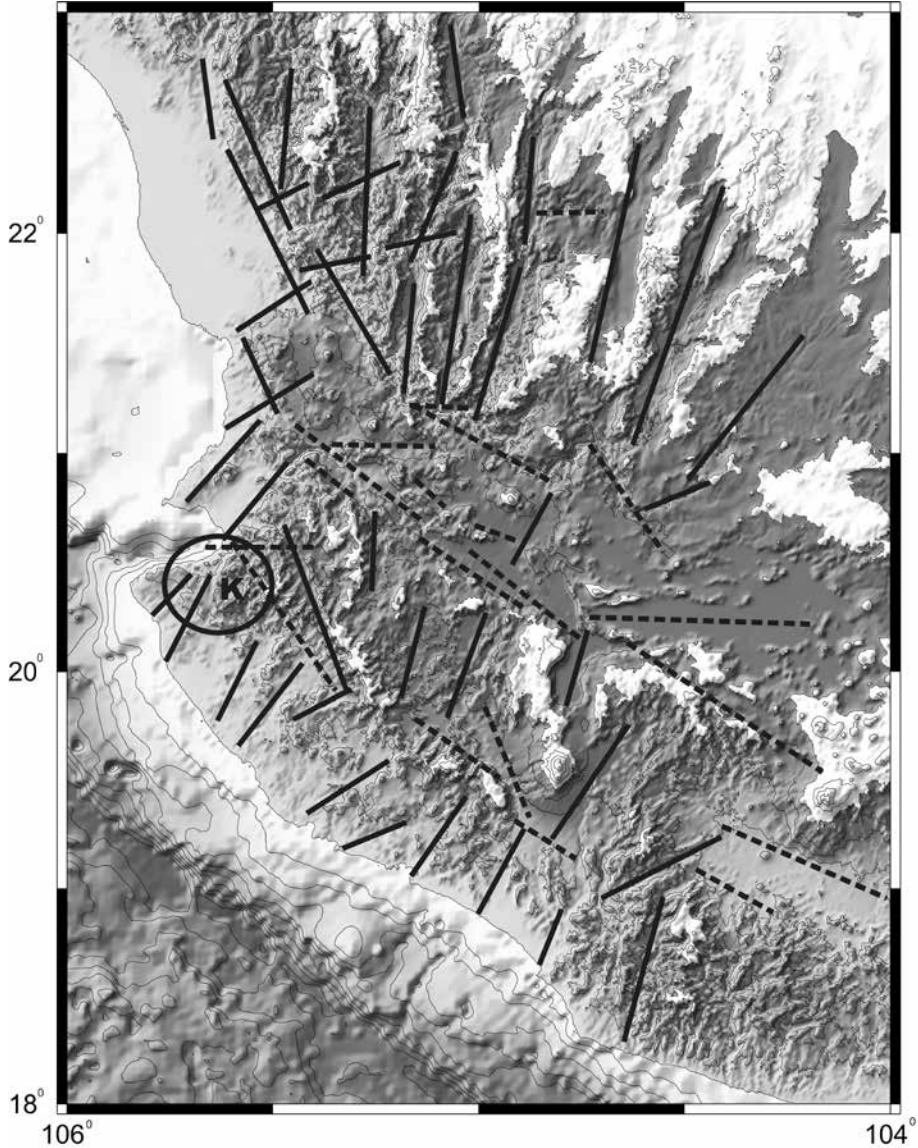
Tabla 7. Alineamientos principales de Puerto Vallarta

Alineamientos/ Longitud (km)	Denominación	Dirección	Intersecciones (Total)
L1 / 300	Aguascalientes-Tuxpan	E-O	B, C, D, E, F, G, H, I (8)
L2 / 285	León-Compostela-Banderas	E-O-SO	J, K, L, M, N, O (6)
L3 / 70	Minatitlán	E-O	AB, AC, AD (3)
L4 / 165	Navidad-Banderas	SO-NE	AA, AB, V, S, P, K, J (7)
L5 / 247	Chacalapa-Guadalajara	N-S	AG, AC, Z, T, Q, I (6)
L6 / 110	Lázaro Cárdenas-Chapala	SE-NO	AD (1)
Total= 6			

Tabla 8. Intersecciones principales de Puerto Vallarta

Sigla	Denominación	Alineamientos	Microbloques (Total)
K	Sierra de Zapotán	L2 / L4	8 / 9 / 13 / 14 / 15 (5)
AB	Ayunquilla	L3 / L4	20 / 21 / 22 / 25 (4)
AC	Tamazula	L3 / L5	22 / 23 / 26 / 28 (4)
AD	San Juanico	L3 / L6	23 / 28 / 31 (3)
Total= 4			

Figura 8. Selección de alineamientos en Puerto Vallarta



Aparece una selección de los alineamientos determinados en la región de Puerto Vallarta. Ellos permiten distinguir las deformaciones neotectónicas de esta parte del Occidente Mexicano. Se indican: 1) alineamientos con líneas (A) continua (aquellos con dirección N-S, NNO-SSE y NNE-SSO), y B) discontinua (los de dirección E-O y ESE-ONO)); 2) una zona de intersección principal de alineamientos con actividad sísmica con un círculo y la letra K.

Al analizar las direcciones medias de las siguientes 6 estructuras: 1) Trinchera Mesoamericana; 2) Eje Neovolcánico; 3) Laguna Chapala; 4) Sierra Madre Occidental; 5) Sierra Madre del Sur; y 6) conjunto de corrientes fluviales, se puede distinguir que, con la excepción de la número 3, todas ellas reflejan una definida alineación NO-SE o dependiente de ella como la número 6. Esto lo interpretamos como resultado de la interacción convergente de las placas. Además, la diversidad de direcciones en las estructuras principales se reconoce también en otras estructuras de menor orden, como las mencionadas en el epígrafe Características Geológicas y Sismicidad.

La transmisión de esfuerzos tectónicos se identifica en lugares muy alejados de la línea de costa del Pacífico como en el entorno del volcán Nevado-Toluca, y el NE de MX. El análisis realizado para el volcán prueba la presencia de un conjunto de fallas activas E-O y la influencia extensiva N-S. Esto ha sido reconocido con anterioridad por otros especialistas. También en la figura 1 (Khutorskoy *et al.*, 1994) se muestran 2 rosa-diagramas asociadas con el Bloque Jalisco y la zona de Tecpan (Zihuatanejo-Acapulco). Ellas tienen diferente cantidad de alineamientos, 539 y 489, respectivamente. En el Bloque Jalisco predominan las direcciones N y NE, y para Tecpan las NE y E-O, y se corresponden con los resultados de los autores.

Tabla 9. Bloques de Puerto Vallarta

Bloques / Área (km ²)	Denominación	Dirección	Microbloques (Total)
B1 (232)	Colotlán	E-O	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (7)
B2 (176)	Tepic	E-O	8, 9, 10, 11, 12, 13 (6)
B3 (161)	Puerto Vallarta	NO-SE	14, 17, 18, 19, 20 (5)
B4 (196)	Chapala	E-O	15, 16, 21, 22, 23, 24 (6)
B5 (114)	Colima	NE-SO	25, 26, 27 (3)
B6 (147)	Tamazula	NO-SE	28, 29 (2)
Total= 6			Total= 29

Consideramos que PV y OA son 2 mesobloques activos de la placa norteamericana, cada uno de ellos tiene un sistema de UT menores (bloques, microbloques y nanobloques), que están espacialmente relacionados con la zona límite de placas. El conjunto de bloques y microbloques delimitados para PV están resumidos en las tablas 9 y 10. Atendiendo a la

configuración, la disposición espacial, la altitud, los tipos y órdenes de ríos y sus cuencas, y de los bloques es posible estimar sus movimientos predominantes, tanto de tipo vertical como en el plano. En PV el movimiento es anti-horario. La figura 13 contiene el sistema de bloques de forma esquemática y que se utilizó en el trazado de los perfiles sísmicos.

Figura 9. Alineamiento NNO del relieve en Puerto Vallarta



El primer autor indica un extenso alineamiento, que está relacionado con un valle tipo “V” que cruza un sistema de altitudes E-O, hacia el graben de PV. El alineamiento está en la Figura 8 y está en el círculo K. En éste hay: 1) varias terrazas fluviales alteradas y afluentes truncados con pendientes anómalas; 2) áreas de hundimiento; y 3) sistemas de cárcavas y deslizamientos de ladera.

Las 2 zonas con intensos ascensos neotectónicos están en el B3 y el microbloque 19. El microbloque 13 incluye al Cerro La Tortilla (2.640 m). En el B1 están el sistema de alineamientos N-S y las áreas de levantamientos neotectónicos localizados al N de PV (hacia Nayarit y el río Grande de Santiago). Las zonas de PV-Laguna Chapala se enmarcan en el B4. El Cerro García de 2.750 m de altitud está al SO de la Laguna Chapala. En el

microbloque 8 se localizan los volcanes Sangangüey y San Juan. En éste hay varias zonas de ascenso neotectónico y zonas activas. El microbloque 15 incluye al volcán Ceboruco (2.280 m). Además el microbloque 16 contiene un conjunto de lagunas alineadas NO-SE (La Colorada, La Vega, Hurtado, de Atortillo, y San Marcos) y la Presa Santa Rosa, que demuestra actividad en su entorno. El microbloque 22 tiene a la Laguna Sayula, donde se asume la configuración del Punto Triple. El bloque 5 se distingue por tener los volcanes Nevado Colima (4.240 m) y Colima (3.820 m), y el Cerro de la Elisea (2.900 m). En el bloque 6 destacan las altitudes del Cerro Tancitaro (3.860 m) y la Mesa de los Caballos (2.720 m). Comprobamos la existencia de un sistema de terrazas marinas muy bien definidas en Punta Farallón y El Tecuán. Ellas se encuentran en el B3. En el B2 están unas terrazas bajas, hasta 2 niveles, entre Punta Mita-Punta Sayulita-Punta Raza. Éstas se localizan exactamente al N de la Bahía de Banderas y están relacionadas con un alineamiento NE-SO de la costa ($K_s = 0,91$). También en la Bahía de Manzanillo hay otra escalera de terrazas (con más de 5 niveles) y que asociamos al B5.

Tabla 10. Microbloques de Puerto Vallarta

Microbloques / Denominación	Dirección	Microbloques/ Denominación	Dirección
1 / Tuxpan	N-S	16 / Tequila	E-O / NE-SO
2 / Santa Teresa	N-S	17 / Sierra El Tirito	NE-SO / NO-SE
3 / Sierra de Huicholes	N-S	18 / Sierra Jolalla	N-S / NE-SO
4 / Colotlán	N-S	19 / Chamela	NE-SO / NO-SE
5 / Villanueva	N-S / NO-SE	20 / Santa Rosalia	NO-SE
6 / Sierra Fría	N-S / NO-SE	21 / Juchitlán	NE-SO / NO-SE
7 / Rosamorada	N-S / NO-SE	22 / Laguna de Sayula	N-S
8 / Tepic-Xalisco	N-S / NO-SE	23 / Laguna Chapala	E-O
9 / Sierra Alica	N-S / NO-SE	24 / Tepatitlan	E-O / NE-SO
10 / Potrerillo	N-S / NO-SE	25 / Sierra Manatlán	NE-SO / NO-SE
11 / Sierra Moroaes	N-S / NO-SE	26 / Colima	N-S
12 / Sierra Nochistlán	N-S / NO-SE	27 / Minatitlán	N-S
13 / Valle de Banderas	E-O / NE-SO	28 / Tamazula	NO-SE / N-S
14 / Puerto Vallarta	E-O / NE-SO	29 / Sierra Lalo	NO-SE / N-S
15 / Ceboruco	E-O / NE-SO		

De las figuras 13 y 14 destaca que los sistemas de bloques, alineamientos e intersecciones principales son diferentes; aunque tienen: 1) un mismo marco tectónico regional; y 2) se asientan en la misma placa continental. Esto permite considerar que sus patrones morfotectónicos tienen algunas diferencias, y que el sistema de OA mantiene una definida orientación SE-NO (hacia Guerrero). En las tablas 11, 12 y 13 están los datos morfotectónicos determinados para OA (~95.300 km²) igual que para PV. En OA se encuentran las siguientes altitudes: Cerro Yucuyama (3.380 m), Cerro Quiexobra (3.750 m), Cerro Piedra de Olla (3.350 m), y Cerro Zempaltépil (3.100 m).

Figura 10. Vista al SO desde el volcán Ceboruco



El volcán Ceboruco es una estructura activa del Eje Neovolcánico Transversal. En la base de una de sus laderas está la población Ixtlán del Río. Se aprecian en la ladera importantes acumulaciones de materiales por él expulsados, los distintos planos alimétricos de la región y las fracturas y alineaciones secundarias del relieve.

El valor de 0,24 (Rb 6°-5°) (Tabla 1) en PV es una anomalía. Este dato se corresponde con una importante actividad neotectónica de la etapa más antigua. Mientras que el valor 0,19 de la Rb 4°-3° en OA lo consideramos anómalo para la etapa más joven de la actividad neotectónica. Las figuras 13 y 14 tienen, cada una de ellas, una extensa zona de debilidad neotectónica L3-L4 y L1, respectivamente. La L3-L4 de PV es irregular y contiene 4 intersecciones principales (AD, AC, AB y K); mientras que la L1 de OA incluye 5 intersecciones (A, B, C, D y Z) y es paralela a la línea de costa. La tabla 14 recoge 20 características de las regiones de PV y OA. De ella se puede decir que: 1) ambas regiones son tectónicamente activas; y 2) la región de PV es relativamente más activa que OA. Además, la zona sismogénica N° 8 (Pinoteca Nacional-Jamiltepec) mencionada anteriormente está en los B1 y B2, que incluyen 4 intersecciones principales (A, B, E y T).

Tabla 11. Alineamientos principales de Oaxaca

Alineamiento/ Longitud(km)	Denominación	Dirección	Intersecciones (Total)
L1 / 440	San Mateo del Mar	E-O	A, B, C, D, Z (5)
L2 / 325	Coatlán-Ayutla	NO-SE	B, E, T (3)
L3 / 331	Oaxaca	N-S / NO-SE	B, G, K, V (4)
L4 / 248	Arista-Tezonapan	NO-SE / E-O	N, R, S, Z (4)
L5 / 160	Agua Zarca-Xochitlán	NE-SO	T, V (2)
L6 / 264	Mata Espina-Tlapa	NE-SO	E, G, S (3)
L7 / 104	Tlacotalpan-Chiltopec	NE-SO	J, R (2)
L8 / 96	Minatitlán-Santiago Yaveo	NE-SO	N (1)
Total= 8			

Tabla 12. Intersecciones principales de Oaxaca

Siglas	Denominación	Alineamientos	Microbloques (Total)
A	San Pedro	L1 / 11	1 / 2 / 10 (3)
B	San Vicente	L1 / L2 / L3	3 / 5 / 10 (3)
C	Magdalena	L1 / 13	5 / 6 / 11 (3)
D	San Blas	L1 / 14	5 / 6 / 11 (3)
E	San Agustín	L2 / L6 / 11	1 / 13 / 14 / 15 (4)
K	Oaxaca	L3 / 13	4 / 5 / 15 / 16 (4)
T	Agua Zarca	L2 / L5	13 / 14 / 19 (3)
J	Macojalpan	L7 / 17	17 / 21 / 22 (3)
V	Xochitlán	L5 / L3	14 / 19 / 20 (3)
N	Carranza	L8 / L4	17 / 18 (2)
G	Ajalpan	L6 / L3	14 / 15 / 16 / 20 (4)
R	Tezonapal	L4 / L7	17 / 20 / 21 / 22 (4)
S	San José	L4 / L6	17 / 19 / 21 / 22 (4)
Z	Arriaga	L1 / L4	23 / 24 / 25 (3)
Total= 11			

En la figura 1 aparecen 10 intersecciones principales de fallas activas en la zona del Océano Pacífico (Tabla 15). Esas estructuras están indicadas por círculos con un número en el interior. En ese conjunto entendemos: 1) existe una zona de deformación activa (Figura 4); 2) destacan las 7 intersecciones en las inmediaciones de PV (Nº: 1, 2, 3, 4, 5, 7, y 8) y 3 (Nº: 6, 9, y 10) en OA. Así al comparar el entorno de PV con respecto a OA, vemos que hay mayor: 1) cantidad de fracturas; 2) número de zonas de articulación; 3) diversidad de direcciones; y 4) actividad neotectónica. Además, existe una relación inversa en cuanto a las intersecciones y alineamientos entre las partes marina y continental respectiva (PV= 7 / 4; OA= 3 / 14). Esto interpretamos se debe, principalmente, al diferente ángulo de convergencia de las placas.

Figura 11. Corte de la estructura en la Presa de Santa Rosa



En las inmediaciones del Eje Neovolcánico Transversal (inmediaciones de la Presa de Santa Rosa) se distinguen, en diversos sitios y litologías, los sistemas de fracturas y las deformaciones asociadas dentro un campo de compresión regional, con valles fluviales encajados tipo “V”.

Figura 12. Vista del valle asimétrico y deformado del río Ameca



En el corte vertical (cercano a Puerto Vallarta) se observa: 1) la diferenciación de la sedimentación; y en el perfil horizontal la diferente composición de los sedimentos y granulometría hasta el cauce principal; y 2) la asimetría altitudinal de las márgenes.

Aguayo y Marín (1987) sostienen que: 1) las provincias morfotectónicas de México resultan de la interacción de las 3 mayores placas (Norteamérica, Pacífico y Caribe) que han interactuado de forma simultánea durante el Cr Superior Tardío-Q; y 2) los rasgos morfotectónicos observados en el continente y el margen Pacífico se asocian con fallas y fracturas (SO-NE). Ellas son consecuencia de la convergencia de esas placas y consecuente son activas.

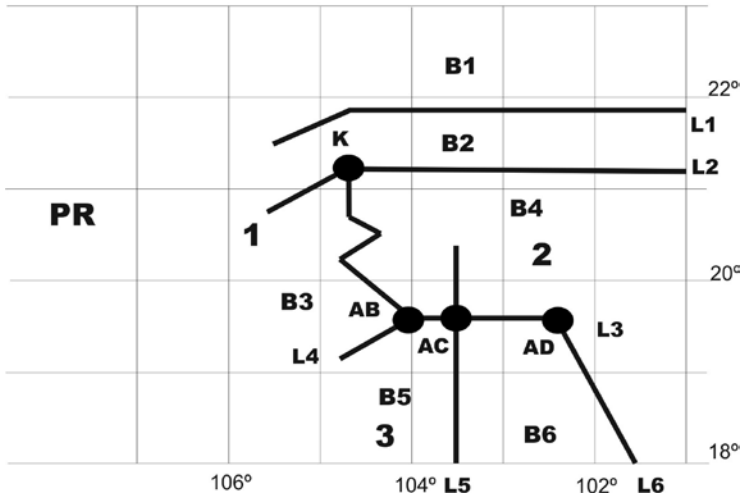
Con las figuras 15 y 16 se representa un modelo que explica, con la información que disponemos, la geodinámica de los bloques entorno a PV bajo la influencia de la microplaca Rivera y la placa de Norteamérica. En la primera de esas figuras aparece una selección del conjunto de las principales estructuras, que han sido estudiadas por otros autores, y que por su disposición y distribución espacial contemporánea, que los autores interpretan que son la clave para la comprensión de la neotectónica territorial.

Tabla 13. Bloques de Oaxaca

Bloques / Área (km²)	Denominación	Dirección	Microbloques (Total)
B1 (310)	San Sebastián	N-S	1, 2, 3, 13 (4)
B2 (251)	Galera	E-O	10, 11, 12 (3)
B3 (270)	Santo Domingo	NO-SE / N-S	4, 14, 15 (3)
B4 (319)	Yaganiza	NO-SE / N-S	5, 6, 7, 8, 16, 21 (6)
B5 (187)	San Andrés	E-O / NE-SO	17, 22 (2)
B6 (247)	Nezahualcogoti	N-S / NE-SO / E-O	9, 18, 23, 24, 25 (5)
B7 (285)	Telupa	N-S	19 (1)
B8 (91)	Tehuacén	N-S	20 (1)
Total= 8			Total= 25

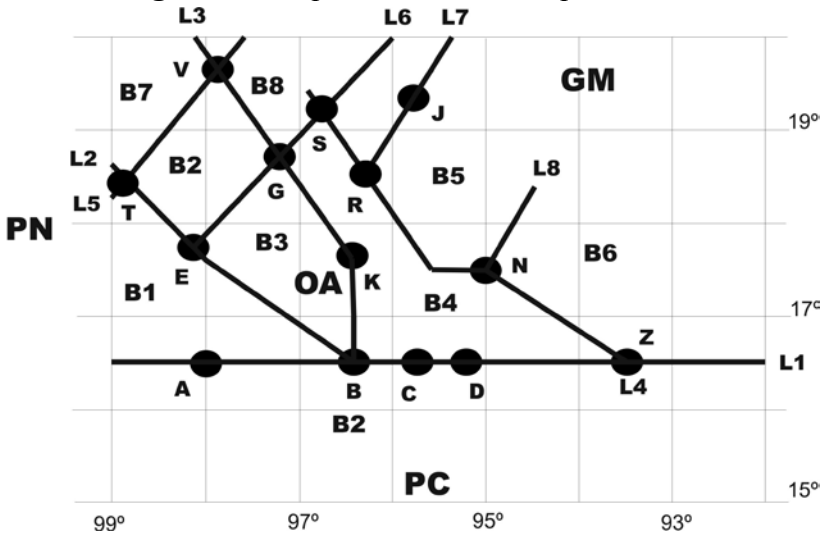
Los autores sostienen que: 1) la transmisión de esfuerzos, desde la zona de interacción convergente de placas en el Pacífico hacia el interior continental, ha determinado la actual configuración del plano morfotectónico del entorno mexicano; 2) Hay 2 importantes zonas de deformación transversales, PV y OA; 3) Existe, en el territorio emergido, un mismo patrón morfoestructural y morfotectónico con ciertas modificaciones en PV (6 bloques, 29 microbloques, 6 alineamientos principales y 4 intersecciones principales de alineamientos); 4) La región de OA, adyacente a Tehuantepec, tiene: 8 bloques, 25 microbloques, 8 alineamientos principales y 14 intersecciones principales de alineamientos; y 5) El análisis de la sismicidad, las fracturas, los alineamientos, los cuerpos volcánicos y las velocidades de convergencia de las placas con los modelos obtenidos permite considerar un movimiento de rotación anti-horario, vinculado a la microplaca Rivera para PV; mientras que en OA existe un ajuste frontal en la convergencia directa de la placa Cocos, donde no hay rotación.

**Figura 13. Esquema del mesobloque Puerto Vallarta
PN**



Aparecen: 1) bloques (B1); 2) alineamientos (L1 con líneas gruesas); 3) intersecciones (círculos K); 4) placas (PN= Norteamérica; PR= Rivera); y 5) localidades (1= Puerto Vallarta, 2= Laguna de Chapala, 3= Manzanillo). Ver tablas 8, 9 y 10.

Figura 14. Esquema del mesobloque Oaxaca



Aparecen: 1) bloques (B1); 2) alineamientos (L1 con líneas gruesas); 3) intersecciones (círculos K); 4) placas (PC= Cocos, PN= Norteamérica); y 5) localidades (GM= Golfo de México, OA= Oaxaca). Ver tablas 11, 12 y 13.

Tabla 14. Resumen de los mesobloques Puerto Vallarta y Oaxaca

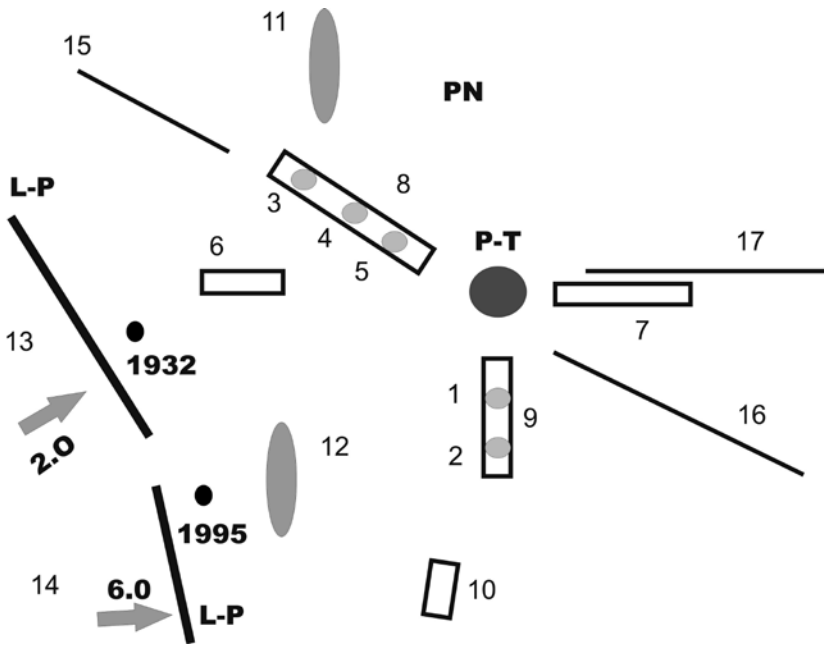
Nº	Características	Puerto Vallarta	Oaxaca
1	Localización de la zona del Pacífico Mexicano	NO	SO
2	Convergencia de las placas	Oblicua	Frontal
3	Bloques / Microbloques / Nanobloques	6 / 29 / 111	8 / 25 / 87
4	Alineamientos / Intersecciones	1.591 / 210	968 / 157
5	Principales (Alineamientos / Intersecciones)	6 / 4	8 / 14
6	Cuencas fluviales	727	545
7	Anomalías fluviales	261	147
8	Superficie de cimas	2.120	1.433
9	Ascensos neotectónicos / muy intensos	30 / 2	23 / -
10	Estructuras circulares	Sí	No
11	Basculamiento	Sí	No
12	Densidad relativa de fracturas	0,70	0,53
13	Coefficiente de sinuosidad de la costa	0,67	0,89
14	Área (km ²) de actividad neotectónica	38.000	40.000
15	Terrazas marinas	Sí	Sí
16	Cadena volcánica asociada a la subducción	No	Sí
17	Terremotos fuertes	Sí	Sí
18	Año y M _{máx} de los terremotos	1932 (8,2)	1931 (8,0)
19	Espesor de la capa sismoactiva (km)	10-20	40
20	Volcanes activos	Sí	No

Por último, las regiones de PV y OA son 2 US en la PS Occidental. Ellas tienen características comunes por su relación espacio-temporal con la Trinchera Mesoamericana y los sistemas de placas del Pacífico, en una región convergente, pero se distinguen y diferencian por características neotectónicas y morfotectónicas en la placa de Norteamérica. Así la US de OA tiene con relación a la de PV un mayor nivel de actividad sísmica, pero inferior en cuanto a actividad neotectónica, con el método aquí empleado.

Tabla 15. Intersecciones principales de la zona marina

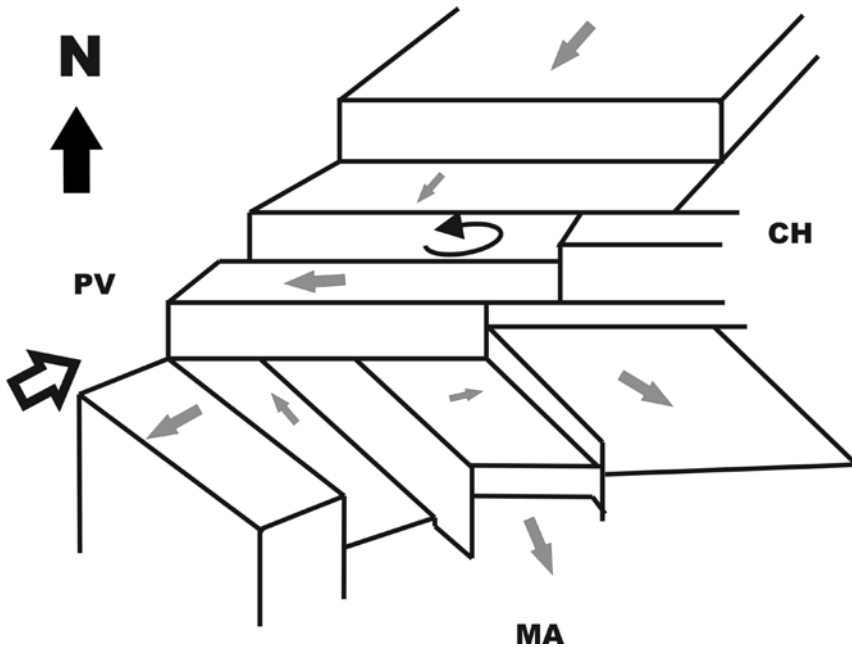
N°	Fallas-Estructuras	Coordenadas (°N / °O)	N°	Fallas-Estructuras	Coordenadas (°N / °O)
1	Tamayo/Elevado Pacífico-Rivera	22 / 109	6	O`Gorman/Fosa Mesoamericana	16 / 99
2	Tamayo/Fosa Mesoamericana	21 / 107	7	Rivera/Elevado del Pacífico E	21 / 110
3	Rivera/Elevado del Pacífico E/Clarion	18 / 106	8	Orozco/Elevado del Pacífico E	15 / 106
4	El Gordo/Fosa Mesoamericana	18 / 105	9	O`Gorman/Elevado del Pacífico E	12 / 104
5	Orozco/Balsas	17 / 103	10	Tehuantepec/Fosa Mesoamericana	15 / 95

Figura 15. Esquema de las principales estructuras del entorno de Puerto Vallarta



Aparecen: círculo negro= epicentro de terremoto (año= 1932); círculos grises= volcanes (1= Nevado Colima, 2= Colima, 3= Las Navajas, 4= Sanguaguey, 5= Ceboenco); elipses grises= sierras (11= Madre Occidental, 12= del Sur); flechas grises= vectores de convergencia (velocidad (cm/año)= 2.0); líneas negras= fallas (15= Tamayo, 16= Chapala-Oaxaca, 17= Chapala-Tula); L-P= Límite convergente de placa (línea negra gruesa); P-T= Punto Triple (círculo grande gris oscuro); placas (PN= Norteamérica, 13= Rivera, 14= Cocos); y rectángulos= grabens (6= Puerto Vallarta, 7= Chapala, 8= Tepic-Zacoalco, 9= Colima, 10= El Gordo).

Figura 16. Modelo geodinámico del entorno de Puerto Vallarta.



Aparecen: 1) Conjunto de bloques; 2) sentido del basculamiento (flechas grises); 3) sentido del movimiento del conjunto (flecha negra curva); 4) sentido del movimiento de la microplaca de Rivera (flecha gruesa negro-blanca); y 5) lugares: CH= Laguna de Chapala, MA= Manzanillo y PV= Puerto Vallarta.

Agradecimientos

Al Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, del Centro Universitario de la Costa, de la Universidad de Guadalajara por los vehículos, el combustible, la coordinación del personal, y el material auxiliar. En México a: Diana Núñez Escribano por el apoyo para la ejecución del último recorrido, y a Leslie Alejandra Bernal López por la preparación de mapas e imágenes. En España a Salvador Crespillo Maristegui por la preparación de los medios y programas informáticos para el tratamiento de la información. A la Hemeroteca de la Facultad de Ciencias Físicas, de la Universidad Complutense de Madrid por las numerosas búsquedas bibliográficas. Al Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica 1, por el uso de las instalaciones y medios. Los fondos económicos fueron, en la mayor parte, del proyecto TSUJAL (CGL2011-29474-C02-01). El Revisor anónimo facilitó la mejor exposición del trabajo.

Referencias

- Aguayo, C.J.E. y Marín, C.E. (1987). Origen y evolución de los rasgos morfotectónicos de México. *Bol.Soc.Geol. Mexicana*, 48(2), 15-39.
- Aguirre G.J., Nieto Obregón J. y Zúñiga F.R. (2005). Seismogenic basin and range and intra-arc normal faulting in the Central Mexican Volcanic Belt, Querétaro, México. *Geol. Journal*, 40, 215-243.
- Allan, J.F. (1986). Geology of the northern Colima and Zocoalco graben southwest Mexico: Late Cenozoic rifting in the Mexican Volcanic Belt. *Geol.Soc.Am.Bull.*, 97, 473-485.
- Alekseevskaya, M., Gabrielov, A., Gelfand, I., Gvishiani, A. y Rantsman, E. (1977). Formal morphostructural zoning in mountain territories. *J.Geophys.Res.*, 43, 227-233.
- Álvarez, R. (2007). Submarine topography and faulting of the Bahía de Banderas, México. *Geofísica Internacional*, 46(2), 93-116.
- Arnaiz Rodríguez, M.S. y Garzón, Y. (2012). Nuevos mapas de anomalías gravimétricas del Caribe. *INTERCIENCIA*, 37(3), 176-182.
- Arsovsky, M. y Hadzievsky, D. (1970). Correlation between neotectonics and the seismicity of Macedonia. *Tectonophysics*, 9, 129-142.
- Atlas Nacional de México. Hipsometría y Batimetría, escala 1:4.000.000. Tomo 1, Sección I, 1.1. Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática, 1990.
- Barrientos, L., Fernández, J.J. y Rivero, F.J. (2006). Análisis geográfico y estadístico de la sismicidad en la costa mexicana del Pacífico. *Boletín de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica*, 3, 3-26.
- Barrier, E., Velasquillo, L., Chavez, M. y Gauylon, R. (1998). Neotectonic evolution of the Isthmus of Tehuantepec (southeastern Mexico). *Tectonophysics*, 287, 77-96.
- Blackwell, D.D. y Richards, M. (2004). Geothermal Map of North America, scale 1:6.500.000. Product CODE 423. *American Petroleum Geologist*.
- Bourgois, J. y Michaud, F. (1991). Active fragmentation of the North America Plate at the Mexican Triple Junction area of Manzanillo. *Geo-Marine Letters*, 11, 59-65.
- Campa, M.F. (1978). La evolución tectónica de Tierras Calientes, Guerrero. *Bol.Soc.Geol. Mexicana*, 39, 52-64.

- Campa Uranda M.F. (1984). Interpretación tectónica de la región mixteca. *Bol.Soc.Geol. Mexicana*, 45(1-2), 1-113.
- Campa M.F. y Coney P.J. (1983). Tectono-stratigraphic terranes and mineral resources distributions in Mexico. *Can.J. Earth Sci.*, 20, 1.040-1.051.
- Carranza Edwards A., Gutiérrez Estrada M. y Rodríguez Torres R. (1975). Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*, 1(2), 81-88.
- Chigariov V.P. Aspectos teóricos y regionales del análisis morfoestructural. En: Compendio de la Sociedad Moscovita de Experimentadores de la Naturaleza, Editorial de la Universidad de Moscú, 12, 85-95, 1977.
- Chulick G.S. y Mooney W.D. (2002). Seismic structure of the crust and uppermost mantle beneath of North America and adjacent oceanic basins: A synthesis. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 92, 2.478-2.492.
- Coney P.J. (1983). Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte, América del Sur y el Caribe. *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, 15(1), 6-15.
- Córdoba D. Sismicidad y estructura de la corteza de Lugo. Memoria final y resultados. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Físicas, Departamento de Geofísica y Meteorología, 125 p., 1998.
- Cotilla M.O. y Álvarez J.L. (1991). Principios del mapa sismotectónico de Cuba. *Revista Geofísica*, 35, 113-124.
- Cotilla M.O. y Córdoba D. (2015). Morfotectónica del segmento Cádiz-Málaga, Sur de España. *Revista Geográfica de América Central*, 55, 169-198.
- Cotilla M.O. y Córdoba D. (2013). Delimitación de unidades morfotectónicas en el sector Almería-Jaén, España. *Geología Colombiana*, 38, 99-135.
- Cotilla M.O. y Córdoba D. (2004). Morphotectonics of the Iberian Peninsula. *Pure appl.geophys.*, 42(4), 589-602.
- Cotilla M., Franzke H.J., Pilarski J., Portuondo O., Pilarski M. y Álvarez L. (1991). Mapa de alineamientos y nudos tectónicos principales de Cuba, a escala 1:1.000.000. *Revista Geofísica*, 35, 53-112.

- Cotilla M.O., Bankwitz P., Álvarez L., Franzke H.J., González E., Grünthal G., Pilarski J., Díaz J. y Arteaga F. (1991A). Mapa sismotectónico de Cuba, escala 1:1.000.000. *Comunicaciones Científicas sobre Geofísica y Astronomía*, 3, 25 p.
- Courboux F., Singh S.K., Pacheco J.F. y Ammon C.J. (1997). The 1995 Colima-Jalisco, Mexico, earthquake (Mw 8): A study of the rupture process. *Geophys.Res.Lett.*, 24, 1.019-1.022.
- Dean B.W. y Drake C.L. (1978): Focal mechanism solutions and tectonic of the Middle American arc. *J. Geology*, 86(1), 111-128.
- Demant A. (1984). Interpretación geodinámica de volcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano. U.N.A.M., *Revista del Instituto de Geología*, 5, 217-222.
- DeMets Ch. (2001). A new structure for present-day Cocos-Caribbean plate motion: Implications for slip along the Central American Volcanic Arc. *Geophys.Res.Lett.*, 28, 4.043-4.046.
- DeMets Ch. y Traylen S. (2000). Motion of the Rivera plate since 10 Ma relative to the Pacific and North American plates and the mantle. *Tectonophysics*, 318, 119-159.
- Ego F. y Anson V.D. (2002). Why is the Central Trans-Mexican Volcanic Belt (102°-99°W) in transtensive deformation. *Bol.Soc.Geol. Mexicana*, 63, 323-332.
- Eissler H.K. y McNally K.C. (1984). Seismicity and tectonics of the Rivera Plate and implications for the 1932 Jalisco, Mexico, earthquake. *J.Geophys.Res.*, 89, 4.520-4.530.
- Espinosa Rodríguez L.M., Hernández Santana J.R. y Méndez Linares A.P. (2016). Evidencia geodésica de movimientos verticales recientes en la zona sismogeneradora de Acambay, México. *Minería y Geología*, 32 (4), 91-109.
- Ferrari L., Orozco Esquivel T., Manea V.C. y Manea M. (2012). The dynamic history of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone. *Tectonophysics*, 522-523, 122-149.
- Ferrari L., Pasquare Venegas S., Castillo D. y Romero D. (1992). Regional tectonics of western Mexico and its implications for the northern boundary of the Jalisco block. *Geofísica Internacional.*, 33(1), 139-151.

- Figuroa J. (1970). Catálogo de sismos ocurridos en la República Mexicana. *Reporte N° 272, Serie Investigaciones y Desarrollo (azul)*. Coordinación: Sismología e Instrumentación Sísmica. Inst. de Geología, UNAM.
- García Acosta V. y Suárez G. (1996). Los sismos en la historia de México. Vol. 1. Ediciones Científicas Universitarias: *Serie Texto Científico Universitario*, UNAM.
- Garduño Monroy V.H., Saucedo Girón R., Jiménez Z., Gavilanes Ruiz J.C., Cortés Cortés A. y Uribe Cifuentes R.M^a (1998). La falla Tamazula, límite suroriental del bloque Jalisco, y sus relaciones con el complejo volcánico de Colima, México. *Revista Volcánica de Ciencias Geológicas*, 15(3), 132-144.
- Gatinsky Yu.G. y Rundquist D.V. (2004). Geodynamics of Eurasia: Plate tectonics and block tectonics. *Geotectonics*, 38(1), 1-16.
- Gorshkov A.I., Kuznetsov I.V., Panza G.F. y Soloviev A.A. (2000). Identification of future earthquake sources in the Carpatho-Balkan orogenic belt using morphostructural criteria. *Pure appl.geophys.*, 157, 79-95.
- Gutiérrez Q.J., Escudero Ch.R. y Núñez Cornú F.J. (2015). Geometry of the Rivera-Cocos subduction zone inferred from local seismicity. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 105(6), 3.104-3.113.
- Guzmán M., Pennington W.D. y Matsumoto T. (1989). The triple junction of the North America, Cocos and Caribbean plates: Seismicity and tectonics. *Tectonics*, 8, 981-997.
- Hernández Santana J.R., Ortiz Pérez M.A. y Figuroa M. (2009). Análisis morfoestructural del Estado de Oaxaca, México: Un enfoque de clasificación tipológica del relieve. *Investigaciones Geográficas*, 68, 7-24.
- Hernández Santana J.R., Ortiz Pérez M.A. y Zamorano Orozco J.J. (1995). Regionalización morfoestructural de la Sierra Madre del Sur, México. *Investigaciones Geográficas*, 31, 45-67.
- Hubp J.L. (1990). El relieve de la República Mexicana. *Revista del Instituto de Geología*, 9(1), 82-111.
- Hubp J.L. y Ortiz M.A. (1980). Análisis geomorfológico-estructural del conjunto montañoso de la región de Cabo Corrientes, Jalisco. *Bol. Soc.Geol. Mexicana*, 48(1-2), 1-14.
- Hubp L.J., Ortiz P.M.A., Palacio P.J.L. y Bocco V.G. (1985). Las zonas más activas en el Cinturón Volcánico Mexicano (entre Michoacán y Tlaxcala). *Geofísica Internacional.*, 24(1), 83-96.

- Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática. Provincias fisiográficas de México. Dirección General de Geografía, 2005.
- Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática. Zonas sísmicas y principales volcánicas de México. Dirección General de Geografía, 2005A.
- Khutorskoy M.D., Delgado-Argote L.A., Fernández R., Kononov V.I. y Polyak B.G. (1994). Tectonics of the offshore Manzanillo and Tepcan basins, Mexican Pacific, from heat flow, bathymetric and seismic data. *Geofísica Internacional*, 33(1), 161-185.
- Kostoglodov V. y Bandy W. (1995). Seismotectonic constraints on the convergence rate between the Rivera and North American plates. *J. Geophys. Res.*, 100, 17.977-17.989.
- Kostoglodov V. y Pacheco J.F. (1999). Cien años de Sismología en México. Póster del Instituto de Geofísica, UNAM.
- Lanza Espino G de la, Ortiz Pérez M.A. y Carbajal Pérez J.L. (2013). Diferenciación hidrogeomorfología de los ambientes costeros del Pacífico, del Golfo de México y del Mar Caribe. *Investigaciones Geográficas*, 81, 33-50.
- Llata Romera R. de la (2011). Síntesis de la geología de México. UNAM, 1-22 p.
- López Ramos E. Geología de México. CONACYT, 357 p., 1983.
- Manea M., Manea V.C., Kostoglodov V. y Guzmán Speziale M. (2005). Elastic thickness of the oceanic lithosphere beneath Tehuantepec ridge. *Geofísica Internacional*, 44(2), 157-168.
- Medina F. Sismicidad y volcanes en México. 106 pp., ISBN 9789681668761, 1997.
- Meschede M. y Barckhausen U. (2000). Plate tectonic evolution of the Cocos-Nazca spreading center. En: Silver E.A., Kimura G., y Shipley T.H. (Eds.) *Proceedings ODP Sci. Results*, 170, 1-10. College Station, Tx. USA.
- Montero P.W., Penaldo H.G. y Rojas Q.W. Informe final del Proyecto de Amenaza Sísmica de América Central. Universidad de Costa Rica, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, y Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales de América Central. 43 p., 1997.

- Moore D.G. y Buffington E.C. (1968). Transform faulting and growth of the Gulf of California since late Pliocene. *Science*, 161, 1.238-1.241.
- Mooser F. (1972). The mexican volcanic belt: Structure and tectonics. *Geofísica Internacional*, 12, 55-70.
- Morán D.Z. Geología de la República Mexicana. Instituto Nacional de Estadísticas, Geografía e Informática, 1984.
- Nava A. Terremotos. Fondo de Cultura Económica. La Ciencia desde México, 34, 157 pp., 1987.
- Nieto Samaniego A.F., Alainz Álvarez S.A. y Camprubi i Cano A. (2005). La Mesa Central de México: Estratigrafía, estructura y evolución tectónica. *Bol.Soc.Geol. Mexicana*, 57(3), 285-318.
- Nieto Samaniego A.F., Alainz Álvarez S.A. y Ortega Gutiérrez F. (1995). Estructura interna de la falla de Oaxaca (México) e influencia de las anisotropías litológicas durante su actividad Cenozoica. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 12(1), 1-8.
- Nishenko S.P. y Singh S.K. (1987). Conditional probabilities for the recurrence of large and great interplate earthquake along the Mexican subduction zone. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 77(6), 2.095-2.114.
- Nixon G.T. (1982). The relationship between Quaternary volcanism in Central Mexico and the seismicity and structure of subducted ocean lithosphere. *Geol.Soc.Am.Bull.*, 93, 514-523.
- Núñez Cornú. F.J. (2011). Peligro sísmico en el Bloque de Jalisco, México. *Revista Física de la Tierra*, 23, 199-229.
- Núñez Cornú. F. y Ponce L. (1989). Zonas sísmicas de Oaxaca, México: Sismos máximos y tiempos de ocurrencia para el periodo 1542-1988. *Geofísica Internacional*, 28, 587-641.
- Núñez Cornú F.J., Rutz M., Nava F.A., Reyes Dávila G. y Suárez Plascencia C. (2003). Characteristics of the seismicity in the coast and North of Bahia of Banderas, MEXICO. *Phys. Earth Planet.Int.*, 132, 141-155.
- Núñez Cornú F.J., Reyes Dávila G.A., Rutz M., Trejo Gómez E., Carmena García M.A. y Ramírez Vázquez C.A. (2004). The 2003 Armería, México earthquake (Mw 7,4): Mainland and early aftershocks. *Seism.Res.Lett.*, 75, 734-743.
- Núñez Cornú F.J., Cordoba Barba D., Dañobeitia Canales J.J. y TsuJal Team (2016). Geophysical studies across Rivera plate and Jalisco

- block, Mexico: TSUJAL Project. *Seismological Research Letters*, 87(1), 59-72.
- Ortega Gutiérrez F., Mitre Salazar L.M., Roldán Quintana J., Aranda Gómez J.L., Morán Zenteno D., Alainz Álvarez S.S. y Nieto Samaniego A.F. (1992). Texto explicativo de la 5ª edición de la Carta Geológica de la República Mexicana, escala 1:2.000.000. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México y el Consejo de Recursos Minerales, de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal.
- Ortiz Pérez M.A. y Boceo G. (1989). Análisis morfotectónico de las depresiones de Ixtlahuaca y Toluca, México. *Geofísica Internacional*, 28(3), 507-530.
- Ortiz M.A., Zamorano J.J. y Bonifaz R. (1993). Reconocimiento morfotectónico de una falla transcurrente en Colima. *Geofísica Internacional*, 32(4), 569-574.
- Ortiz M., Singh, S.K., Pacheco J. y Kostoglodov, V. (1998). Rupture length of the October 9, 1995 Colima-Jalisco earthquake (Mw 8) estimated from tsunami data. *Geophys.Res.Lett.*, 25, 2.857-2.860.
- Ortlieb L. (1978). Reconocimiento de las terrazas marinas cuaternarias en la parte central de Baja California. *Revista del Instituto de Geología de la UNAM*, 2(2), 200-211.
- Pacheco J.F. y Singh S.K. (2010). Seismicity and state of stress in Guerrero segment of the Mexican subduction zone. *J.Geophys.Res.*, 115, *J.Geophys.Res.*, B01303, 1-14.
- Pardo M. y Suárez G. (1995). Shape of the subducted Rivera and Cocos plates in southern Mexico: Seismic and tectonic implications. *J.Geophys.Res.*, 100, 12.357-12.373.
- Pardo M. y Suárez G. (1993). Steep subduction geometry of the Rivera plate beneath the Jalisco block in western Mexico. *Geophys.Res. Lett.*, 20(21), 2.391-2.394.
- Pérez Campos X., Kim Y., Husker A., Davis P.M., Clayton R.W., Iglesias A., Pacheco J.F., Singh S.K., Manea V.C. y Gurnis M. (2008). Horizontal subduction and truncation of the Cocos plate beneath Central Mexico. *Geophys.Res.Lett.*, 35, pL18303.
- Plattner C., Malsewiso R. y Govers R. (2009). On the plate boundary forces that drive and resist Baja California motion. *Geology*, 37, 359-362.

- Ponce L., Gaulon R., Suárez G. y Lomas L. (1992). Geometry and state of stress of the downgoing Cocos plate in the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. *Geophys.Res.Lett.*, 19, 773-776.
- Priego Santander A., Isunza E., Luna G.N. y Pérez J.L. Cuencas hidrográficas escala 1:250.000 (metadato). Dirección del Manejo Inst. de Cuencas Hidrográficas. Dirección General de Investigaciones en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas – Instituto Nacional de Ecología, 2003.
- Pushcharovsky Yu.V. (2006). Tectonic types of the Pacific abyssal basins. *Geotectonics*, 5, 25-38.
- Raiby E. Landforms of Mexico. Cambridge, Mass, 2nd Edition, 1964.
- Ramírez Herrera M^a T. (2011). Evidencias ambientales de cambios de nivel de la costa del Pacífico de México: Terremotos y tsunamis. *Revista de Geografía Norte Grande*, 49, 99-124.
- Ramírez Herrera M^a T. y Urrutia Fucugauchi J. (1999). Morphotectonic zones along the coast of the Pacific continental margin, southern Mexico. *Geomorphology*, 28, 237-250.
- Rantsman E.Ya. Lugares de terremotos y morfoestructuras de países montañosos. Editorial Nauka, Moscú, 1979, 171 p.
- Reyes Bache G. (2004). Estudio morfotectónico del sur de México. *GEOS*, 24(2), 194 p.
- Reyes A., Brune J.N. y Lomnitz C. (1979). Source mechanism and after-shock study of the Colima, Mexico, earthquake of January 10, 1973. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 69, 1.819-1.840.
- Rutz López M. y Núñez Cornú F.J. (2004). Sismotectónica del norte y oeste del bloque de Jalisco usando datos sísmicos regionales. *GEOS*, 2(1), 2-13.
- Rutz López M., Núñez Cornú F.J. y Suárez Plascencia C. (2013). Study of seismic clusters at Bahía de Banderas region, Mexico. *Geofísica Internacional*, 52-1, 59-72.
- Sandoval, O.J.H. (1985). The Tecpan regional fault: Evidence for major NE lineaments. *Geofísica Internacional*, 24, 193-205.
- Schenckova Z., Schenck V., Pospissil C. y Kottnauer P. (1995). Seismogeological pattern of transition area between the eastern Alps and the western Carpathians. *Tectonophysics*, 248, 235-245.

- Sedlock, R.L., Ortega Gutiérrez F., Speed C., Talavera Mendoza D., Ruiz J., Gehrels G., Valencia V. y Centeno Gracia (1993). Tectonstratigraphic terranes and tectonic evolution of Mexico. GSSA, Special Paper, 278, 153 p.
- Serrano Díaz, G.S., Bandy W.L. y Mortera Guitérrez C.A. (2004). Active rifting and crustal thinning along the Rivera-Cocos plate boundary as inferred from Mantle Bouguer gravity anomalies. *Geofísica Internacional*, 43(3), 361-381.
- Simonov, Y.G. Interpretación morfotectónica del relieve. Universidad Estatal Lomonosov, Moscú, Rusia, 1999, 262 p.
- Singh, S.K. y Mortera F. (1991). Source time functions of large Mexican subduction earthquakes, morphology of the Benioff zone, age of the plate, and their tectonic implications. *J.Geophys.Res.*, 96, 21.487-21.502.
- Singh S.K., Ponce L. y Nishenko S.P. (1985). The great Jalisco, Mexico, earthquakes of 1932: subduction of the Rivera plate. *Bull.Seism.Soc. Am.*, 75, 1.301-1.313.
- Singh S.K., Rodríguez M. y Espíndola J.M. (1984). A catalogue of shallow earthquakes of Mexico from 1900 to 1981. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 74, 267-279.
- Singh, S.K., Suárez G. y Domínguez T. (1985A). The Oaxaca, México earthquake of 1931: Lithospheric normal faulting in the subducted Cocos plate. *Nature*, 317, 56-58.
- Singh, S.K., Iglesias A., Ordaz M., Pérez Campos X. y Quintana L. (2011). Estimation of ground motion in Mexico City from a repeat of M ~7.0 Acambay earthquake of 1912. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 101(5), 2.015-2.028.
- Singh, S.K., Ordaz M., Pacheco J.F., Alcántara L., Iglesias A., Alcocer S., García D., Pérez Campos X., Vladés C. y Almora D. (2007). A report on the Atayac, Mexico, earthquake of 13 April 2007 (M 5,9). *Seismological Research Letters*, 78, 635-645.
- Stein, S. (2007). Approaches to continental intraplate earthquakes issues. Continental Intraplate Earthquakes: Science, Hazard and Policy Issues. GSSA, Special Paper, 425, 1-16.
- Stock, J.M. (1993). Tectónica de placas y evolución del bloque Jalisco, México. *GEOS*, 13(3), 3-9.

- Suarez, G. y Albin, P. (2009). Evidence for great tsunamigenic earthquake (M 8.6) along the Mexican subduction zone. *Bull.Seism.Soc.Am.*, 90, 892-896.
- Suarez, G., Escobedo, D., Bandy W. y Pacheco J.F. (1999). The 11 December, 1995 earthquake (Mw 6.4): Implications for the present-day relative motion on the Rivera - Cocos plate boundary. *Geophys.Res. Lett.*, 26, 1.957-1.960.
- Suarez, G., Monfret, T., Wittlinger, G. y David, C. (1990). Geometry of subduction and depth of the seismic zone in Guerrero gap, Mexico. *Nature*, 345, 336-338.
- Suter, M. (1987). Orientational data on the state of stress in Northeastern Mexico as inferred from stress-induced borehole elongations. *J.Geophys.Res.*, 92, 2.617-2.626.
- Suter, M., López Martínez, M. y Quintero Legorreta, O. (2001). Quaternary intra-arc extension in the Central Trans-Mexican Volcanic Belt. *Geol.Soc.Am.Bull.*, 113, 693-703.
- Suter, M., Quintero, O. y Hohnson, C.A. (1992). Active fault and stress in the central part of the Trans-Mexican Volcanic Belt Mexico (1). The Venta-Bravo fault. *J.Geophys.Res.*, 97, 11.983-11.993.
- Tolson, G. (2005). La falla Chacalapa en el sur de Oaxaca. *Bol.Soc.Geol. Mexicana*, 57(1), 111-123.
- Trejo Gómez, E., Ortiz, M. y Núñez Cornú, F.J. (2015). Source model of the October 9, 1995 Jalisco-Colima tsunami as constrained by field survey reports, and on the numerical simulation of the tsunami. *Geofísica Internacional*, 54(2), 153-162.
- Udías, A. (1998). Introducción: Sismicidad y sismotectónica de América Central y del Sur. *Revista Física de la Tierra*, 10, 11-17.
- UNAM Seismological Group (2010). Intraslab Mexican earthquake of 27 April 2009 (Mw 5,8) and 29 May 2009 (Mw 5,6): A source and group motion study. *Geofísica Internacional*, 49, 153-163.
- Verma, S.P. (1985). Mexican Volcanic Belt. *Boletín Geofísico Internacional*, 24(1), 83-96.
- Woods, J.A. (1980). Geomorphology, deformation and chronology of marine terraces along the Pacific coast of central Baja California. *Quaternary Research*, 13, 346-364.

Mario Octavio Cotilla-Rodríguez, Diego Córdoba-Barba, Francisco Javier Núñez-Cornú,
Adán Gómez-Hernández, Juan Ignacio Pinzón-López, Leonardo Daniel Rivera-Rodríguez.
Morphotectonics of Jalisco and Oaxaca (1), Mexico

Yamamoto, J., Jiménez, Z. y Mota, R. (1984). El temblor de Huajuapán de León, Oaxaca México del 24 de noviembre de 1980. *Geofísica Internacional*, 23(1), 83-110.

Zúñiga, F.R., Suárez, G., Ordaz, M. y García Acosta, V. (1997). Proyecto Peligro Sísmico en Norteamérica y el Caribe. Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Proyecto 89-0190.

ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DA PRODUÇÃO DE GOIABA DO MUNICÍPIO DE CARIÚS (CE), BRASIL

SOCIO-ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF GUAVA PRODUCTION IN THE MUNICIPALITY OF CARIÚS (CE), BRAZIL

*Sostenes Gomes de Sousa*¹

*Girlaine Souza da Silva Alencar*²

*Francisco Hugo Hermógenes de Alencar*³

*Celme Torres Ferreira da Costa*⁴

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.8>

RESUMO

A “revolução verde”, disseminada a partir da segunda metade do Século XX, difundiu o uso de agentes químicos e máquinas pesadas na agricultura. No Brasil, os agricultores tiveram que se adequar a esta nova política de massificação do uso de agrotóxicos e fertilizantes, devido à obrigatoriedade de aplicações sucessivas destes produtos nas culturas que tinham financiamento bancário. Estudos têm demonstrado que a falta de informação por parte dos trabalhadores no uso e manuseio frequente destes venenos, causa graves problemas a sua saúde, contamina a biota e os

- 1 Graduando em Engenharia Ambiental (Instituto Federal do Ceará – IFCE/ Juazeiro do Norte). E-mail: sostenes-sousa@hotmail.com.
- 2 Professora Titular em Ciências Ambientais do Instituto Federal do Ceará. Av. Plácido Aderaldo Castelo, 1646 – Planalto, Juazeiro do Norte. E-mail: girlainealencar@gmail.com.
- 3 Professor Titular em Zootecnia do Instituto Federal do Ceará. Av. Plácido Aderaldo Castelo, 1646 – Planalto, Juazeiro do Norte. E-mail: hugohermogenes@gmail.com.
- 4 Doutora em Engenharia Civil (Universidade Federal do Ceará). Rua Tenente Raimundo Rocha, S/N - Bairro Cidade Universitária, Juazeiro do Norte-CE. E-mail: celme.torres@ufca.edu.br

Fecha de recepción: 23 de noviembre de 2016
Fecha de aceptación: 9 de mayo de 2017

consumidores. Atualmente o estado do Ceará tem se destacado como um importante produtor de frutas. Neste contexto, o município de Cariús-CE, Brasil, se destaca com uma produção anual de 200t de goiaba. Entretanto, há poucos estudos acerca dos impactos gerados por esta atividade. O objetivo deste estudo foi levantar os aspectos socioambientais da produção de goiaba do município de Cariús – CE, Brasil, com vistas a identificar os problemas socioambientais gerados.

Palavras-chave: Fruticultura; Trabalhadores; Agrotóxicos.

ABSTRACT

The “green revolution”, spread from the second half of the 20th century, disseminated the use of chemical agents and heavy machinery in agriculture. In Brazil, farmers had to adapt to this new policy for the widespread use of pesticides and fertilizers, due to the mandatory subsequent applications of these products in crops with bank financing. Studies have shown that the lack of information on the part of the workers in the frequent use and handling of these poisons causes serious problems to their health, contaminates the biota, and consumers. Currently, the state of Ceará has stood out as an important fruit producer. In this context, the municipality of Cariús-CE, Brazil, stands out with an annual production of 200t of guava. However, there are few studies regarding the impacts generated by this activity. The purpose of this study was to assess the socioenvironmental aspects of guava production in the city of Cariús - CE, Brazil, in order to identify the socioenvironmental problems generated.

Keywords: Fruits; Workers; Pesticides.

Introdução

A partir de meados do Século XX a produção agrícola sofreu grandes transformações com o objetivo de aumentar a produção e a produtividade. Entretanto, esta “revolução” incluiu o uso intensivo de agrotóxicos, fertilizantes e maquinários no campo, causando muitos impactos ambientais como a contaminação do solo, da água e comprometendo a saúde dos trabalhadores.

Agrotóxicos são compostos tóxicos e altamente prejudiciais ao meio ambiente, utilizados para eliminar pragas e doenças das culturas. Entretanto, a utilização indiscriminada contamina o solo, o ar, águas subterrâneas e superficiais, causando sérios danos ao meio ambiente.

A contaminação do solo intensifica o processo de desertificação e a contaminação da água inviabiliza a produção e é especialmente preocupante no Semiárido brasileiro devido sua tendência natural à restrição hídrica.

O uso excessivo de água por grandes produtores agrícolas e industriais, aliado ao mau uso deste recurso pode acarretar a diminuição do volume disponível, além de causar a contaminação por esgoto, metais pesados, agrotóxicos e fertilizantes dos aquíferos superficiais e subterrâneos pela lixiviação.

Dentre as formas de contaminação dos trabalhadores, há uma multiplicidade de processos através dos quais as populações humanas estão expostas aos produtos, desde as mais comuns como pela ingestão, via dérmica e inalatória até formas mais complexas como pelo ambiente ou pela biota. Em relação aos impactos à saúde dos trabalhadores, pode causar desde dor de cabeça, tontura, desmaio e convulsões até abortos espontâneos e má formações congênitas, dentre outros (OPAS/OMS, 1996; Boccolini, 2010).

O uso crescente de agrotóxicos no Brasil tem sido motivo de preocupação, pois desde 2008 o país é campeão mundial no consumo destes produtos. O Ceará tem se destacado nos últimos anos como um importante produtor de frutas, entretanto, há poucas pesquisas sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde dos trabalhadores. Neste contexto, identifica-se a necessidade de estudos locais que envolvam o ambiente da fruticultura tendo como ponto chave a contaminação que está sendo causada pelo uso indevido de agroquímicos.

O destaque para o estado é a produção de goiaba que em 2013 alcançou a produção de 3.415 toneladas. O município de Cariús localizado na região Centro Sul do estado, tem uma produção de 200 t/ano. Entretanto, há poucos estudos sobre os impactos socioambientais causados por esta atividade (Adece, 2013).

Nesse contexto, identifica-se a necessidade de estudos locais para avaliar os problemas socioambientais na cultura da goiabeira no município de Cariús.

O efeito do uso de agrotóxico sobre a saúde humana

De acordo com Geremia (2011), os agrotóxicos foram criados pela indústria bélica e utilizado amplamente na Segunda Guerra Mundial para destruir as culturas do “inimigo” (grifo nosso), através de pulverizações aéreas. No âmbito nacional, a autora afirma que o governo “... incentivava o agricultor a comprar veneno, através de Crédito Rural, ao instituir a inclusão de uma cota definida de agrotóxicos para cada financiamento requerido”.

Carson (2010) compara o uso de agrotóxicos a um “... constante gotejar da água que, pouco a pouco, desgasta a pedra mais dura, esse contato do nascimento até a morte com produtos químicos perigosos, pode no fim, revelar-se desastroso”. A autora acrescenta as exposições recorrentes,

mesmo que em quantidades pequenas, contribui para a acumulação progressiva de produtos químicos em nosso corpo e, assim, para o envenenamento cumulativo.

A despeito de não haver dados concretos sobre a contaminação dos trabalhadores por agrotóxicos no âmbito nacional, Araújo (2010) estima que de 150 a 200 mil trabalhadores rurais brasileiros sofrem intoxicação anualmente. Entretanto, enfatiza que os dados relativos a esta temática não reflete a realidade do país devido à insuficiência de informações.

Embora a pesquisa brasileira no que se refere ao impacto do uso de agrotóxicos na saúde humana também tenha crescido nos últimos anos, ainda é insuficiente para conhecer a extensão da carga química de exposição ocupacional e a dimensão dos danos à saúde, decorrentes do uso intensivo de agrotóxicos. Um dos problemas apontados é a falta de informações sobre o consumo de agrotóxicos e a insuficiência dos dados sobre intoxicações por estes produtos (Araújo, 2010, p. 10).

Peres et al., (2003) acrescentam que no meio rural brasileiro o uso inadequado dos agrotóxicos tem causado graves e complexos problemas à saúde dos trabalhadores, desde dor de cabeça e tontura até desmaios e convulsões. E que a contaminação se dá não somente por contato direto com os produtos, mas, também, por meio do contato com ambiente ou objetos contaminados e da contaminação da biota de áreas próximas às plantações agrícolas. Entretanto, ressaltam que os processos através dos quais as populações humanas estão expostas aos produtos, constituem-se verdadeiros mistérios, dada a multiplicidade de fatores que estão envolvidos, por este motivo, muitas vezes não atribuem o problema ao uso de agrotóxicos.

Outro problema decorrente ao uso de agrotóxicos são os resíduos deixados nos alimentos. De acordo com Pedroza (2013) estudo feito pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (Para) realizado no ano de 2010 em amostras coletadas nas 26 Unidades Federais, demonstrou que um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros está contaminado por agrotóxicos. Sendo que 63% das amostras analisadas apresentaram contaminação por agrotóxicos e destas, 35% apresentaram ingredientes ativos não autorizados (NA) para aquele cultivo e/ou ultrapassou os limites máximos de resíduos (LMR).

De acordo com a Anvisa (2010) os ingredientes encontrados (Indosulfan, Metamiclofós e Acefato) têm elevado grau de toxicidade aguda comprovada e causam problemas neurológicos, reprodutivos, desregulação hormonal e até câncer. A despeito de serem proibidos em vários locais do mundo, como União Europeia e Estados Unidos, ainda são comercializados no Brasil.

Trabalhos realizados por Alencar (2006; 2013) com floricultores do Cariri cearense, constatou que os principais problemas em relação aos agrotóxicos, é a falta de informações técnicas, uso inadequado ou não uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) durante a aplicação dos produtos, dosagens inadequadas (acima ou a baixo da recomendada), uso de venenos não indicados para as culturas e descarte inadequado das embalagens vazias.

Fruticultura no Brasil e Ceará

A produção mundial de frutas é superior a 800 milhões de t/ano e o Brasil é o terceiro maior produtor. Em 2014 exportou frutas frescas para 58 países. A diversidade de bioclimas contribui para a ampla variedade de espécies produzidas, o incremento da produtividade, as formas de apresentação e de industrialização colocam as frutas em destaque no agronegócio brasileiro (Reetz et al., 2015).

A produção de frutas no Ceará em 2010 foi de 1.061.305 toneladas, representando R\$ 752,4 milhões. Esse bom desempenho faz com que o estado seja o maior exportador de frutas da região Nordeste (Ipece, 2010). Segundo a Agência de Desenvolvimento do Ceará (Adece), o Ceará produziu 20 milhões e 49 mil toneladas de frutas, representando 5,2% da produção no país, destacando-se como o 1º lugar na produção de caju, 2º maior produtor de coco, maracujá e melão e o 3º na produção de mamão.

No que se refere às frutas regionais, o estado se destacou no mercado com a produção em larga escala de cajá, cajarana, jaca, ata, graviola, banana, entre outros. Ainda em 2013, o Ceará exportou 146,2 mil toneladas de outros produtos de fruticultura, representando 21,3% do total nacional e o ocupou o 3º lugar em exportações de frutas, garantindo US\$ 108,1 milhão.

Como destaque na fruticultura dentre todos estados brasileiros o Ceará teve um aumento significativo da comercialização de goiaba, que alcançou 3.415 toneladas com um lucro total de R\$ 3.262.400 só no ano

de 2013. O município de Cariús, localizado na região Centro Sul, é o 4º produtor de goiaba do estado, produzindo 200 t/ano (Adece, 2013).

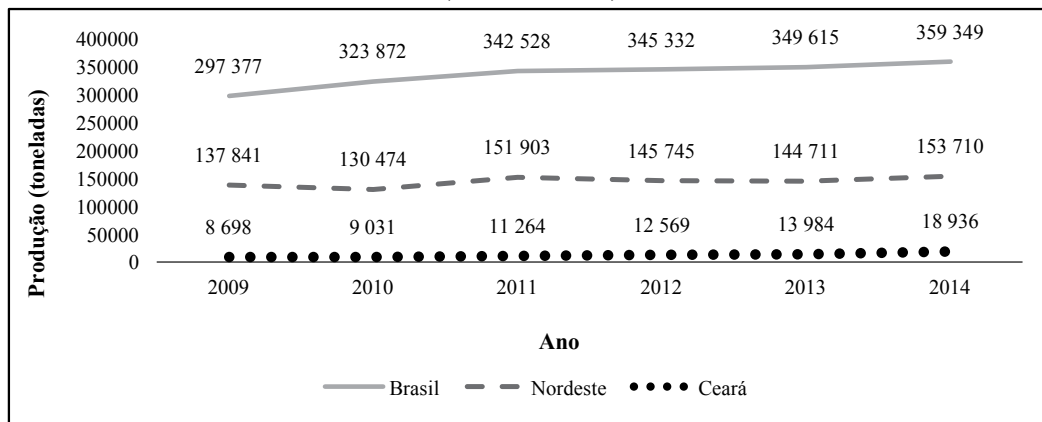
Evolução da cultura da goiaba no Brasil e no Ceará, Brasil

A goiaba (*Pisidium guajava L*) é uma fruta tropical originária das Américas Central e do Sul, porém é altamente adaptável a vários tipos de clima (Freitas, 2010). Atualmente, pode ser encontrada em diversas regiões do Brasil. Sua produção teve início na década de 1970, quando grandes áreas com pequenos polos industriais foram implantadas no território brasileiro (Choudhury et al, 2001), com isso a produção sofreu grandes modificações de mercado, com o surgimento de produtos industrializados na forma de sucos e doces.

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (2016) os principais problemas enfrentados pelos produtores de goiaba são decorrentes de pragas como as moscas da goiaba (*Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha obliqua* e *Ceratitis capitata*), o psilídeo (*Trizoida sp.*) e o gorgulho (*Cosnotrachelus psiddi*). As culturas também podem ser afetadas por doenças causadas por fungos como a ferrugem (*Puccinia psiddi*), verrugose (*Elsione pitangae*) e antracnose (*Sphacelona psidi*).

As técnicas de ensacamento dos frutos e uso de agrotóxicos foram utilizadas pelos agricultores para o controle destas pragas e doenças, com isso a cultura da goiaba se expandiu rapidamente em todo o território brasileiro. Nos anos de 2009 a 2014 a produção de goiaba teve um aumento de 20,8% gerando um lucro acumulado de R\$ 1.504.719 reais. Neste período, a região Nordeste teve um aumento de produção de 11,5% e o estado do Ceará destacou-se como o maior produtor, com um aumento de produção de 17,75, conforme é demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Evolução da produção de goiaba no Brasil, Nordeste e Ceará (2009 – 2014)

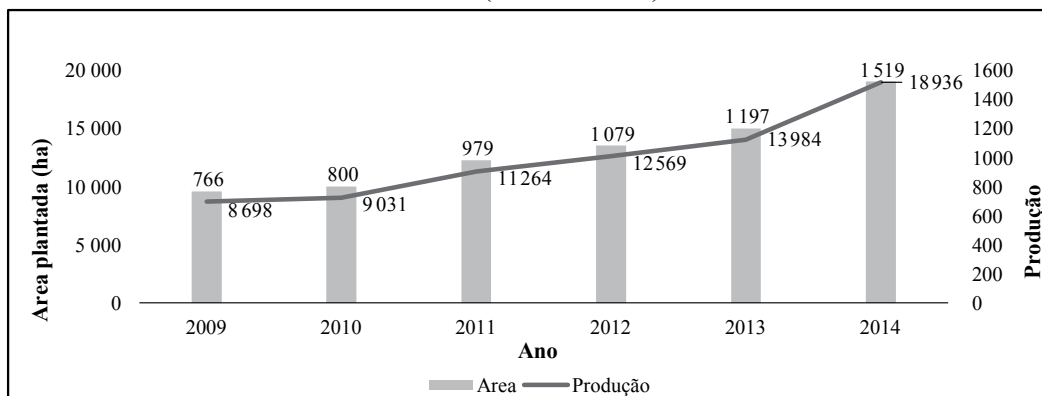


Fonte: IBGE, 2016.

Organização: Sousa, 2016.

Em contrapartida, a área plantada em hectares no estado do Ceará sofreu um acréscimo de 98,3% no decorrer desses seis anos, evidenciando que os produtores da região estão buscando elevar as suas produções de goiaba (Figura 2).

Figura 2: Evolução da produção de goiaba em relação a área planta no Ceará (2009 – 2014)



Fonte: IBGE (2016).

Organização: Sousa, 2016.

Caracterização da área de estudo

O semiárido brasileiro engloba 1.133 municípios, ocupando uma área de 982.563,3 km² e uma população de aproximadamente 47 milhões de habitantes. Cerca de 89,5% concentra-se na região Nordeste (Ibge, 2015). As regiões semiáridas têm um significativo déficit hídrico, apresentando médias pluviométricas anuais iguais ou inferiores a 800 mm e índice de insolação média de 2.800 h/ano (Funceme, 2015).

Segundo Aldo (1997) o Semiárido brasileiro tem algumas características como:

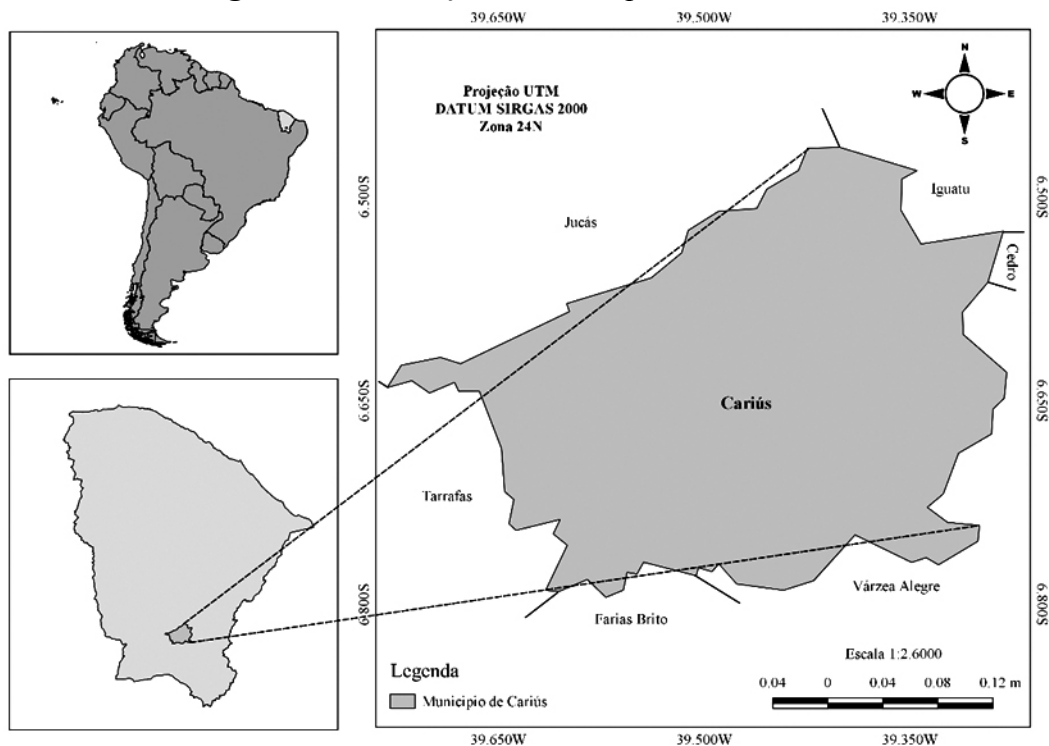
“[...] ter quase oito meses de ausência de chuvas que ocorrem anualmente, secas periódicas e cheias frequentes dos rios intermitentes, solos arenosos, rasos, salinos e pobres em nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. A vegetação básica do Sertão é a caatinga, que apresenta grande variedade de formações, todas adaptadas à prolongada estação seca” (p.9).

Nas regiões semiáridas a chuva ainda representa a única fonte de realimentação dos cursos dos rios e dos aquíferos, principalmente os localizados na região Nordeste. Além da grande perda de água causada devido os solos serem em sua maioria rasos e arenosos, há também um grande fluxo de evaporação da água ocasionada pelas elevadas temperaturas da região (Albeiro et al, 2015).

Visando a diminuição desses problemas naturais a população do Semiárido, começou em 1890 por meio dos órgãos governamentais, a construir açudes públicos, barragens, barreiros, reservatórios de pequeno porte e poços a fim de armazenar a água que seria utilizada posteriormente para o abastecimento das populações, rebanhos e plantio (Assunção, Livingstone, 1993).

A região em estudo localiza-se no Semiárido nordestino, centro sul do estado do Ceará no município de Cariús (Figura 3). Compreende os distritos de Bela Vista, Caipu, São Bartolomeu e São Sebastião. Está região está localizada na bacia do Alto Jaguaribe e abrange uma área total de 1061,73 km² a uma altitude de 240,6 metros, com uma população estimada em 18.567 habitantes (Ipece, 2015). O município apresenta um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,597 e um PIB per capita de 3.787,19 reais (Ibge, 2010).

Figura 3: Localização do município de Cariús/CE



Fonte: IBGE, 2016.

Organização: Sousa, 2016.

Em relação ao relevo, a área em estudo apresenta uma feição de Depressões Sertanejas e Maciços Residuais. O solo bem definido e bastante diversificado, com predominância de Neossolos, Luvisolos e Nitossolos. Os três tipos de solo apresentam uma boa fertilidade natural e permeabilidade (Quadro 1), entretanto estas características podem variar de acordo com as localidades e interferências antrópicas (Embrapa (2006); Alencar (2013); Ipece (2015)).

Quadro 1 - Descrição dos tipos de solos que ocorrem no município de Cariús/CE

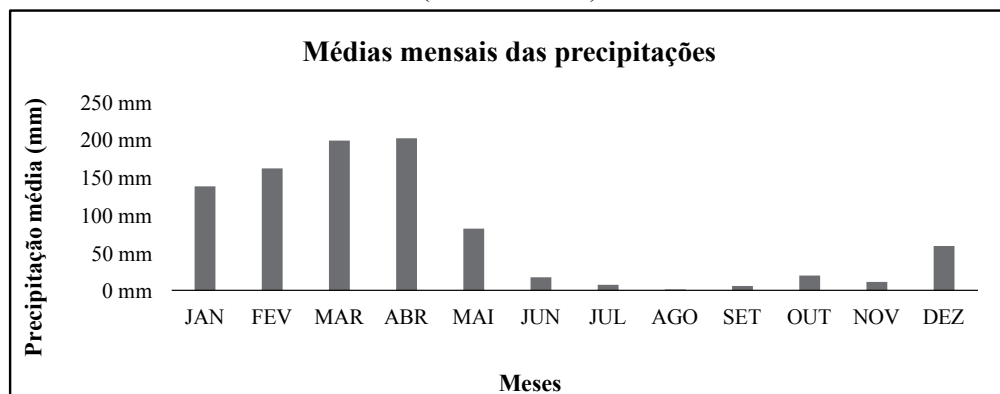
IPECE	Solos Aluviais e Solos Litólicos	Podzólico Vermelho – Amarelo	Terra Roxa Estrutura Similar
EMBRAPA	Neossolos	Luvisolos	Nitossolos
Características	Constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espeço. Com predominância de solos poucos evoluídos.	Solos minerais não hidromórficos, com alto gradiente textural e de atividade de argila.	Apresentam baixa atividade de argila e apresentarem boa drenagem.
Profundidade	Pouco a muito profundos.	Pouco profundos (60 a 120 cm).	Profundos.
Fertilidade	Maior fertilidade natural em áreas planas e menor em áreas de planícies.	Alta fertilidade natural.	Alta a baixa fertilidade natural.
Limitações para o uso agrícola	Podem apresentar pouca permeabilidade. Em zonas distróficas necessitam de calagem para correção da acidez.	Em relevos declivosos é necessário mecanização.	Em relevos acidentados o solo tem suscetibilidade a erosão.

Fonte: EMBRAPA (2006); Alencar (2013); IPECE (2015); Santos e Zaroni (2015).

Organização: Sousa, 2016.

O tipo de clima predominante é o Tropical Quente Semiárido com temperaturas anuais variando entre 26° a 28° e pluviosidade anuais que podem chegar a 856,6 mm (Funceme, Ipece, 2015). O período chuvoso estende-se entre os meses janeiro a abril e o período seco de maio a dezembro. Porém as chuvas são irregulares em curto espaço de tempo (Figura 4).

Figura 4: Médias mensais das precipitações do município de Cariús/CE (1979 – 2014)



Fonte: FUNCEME, 2014.

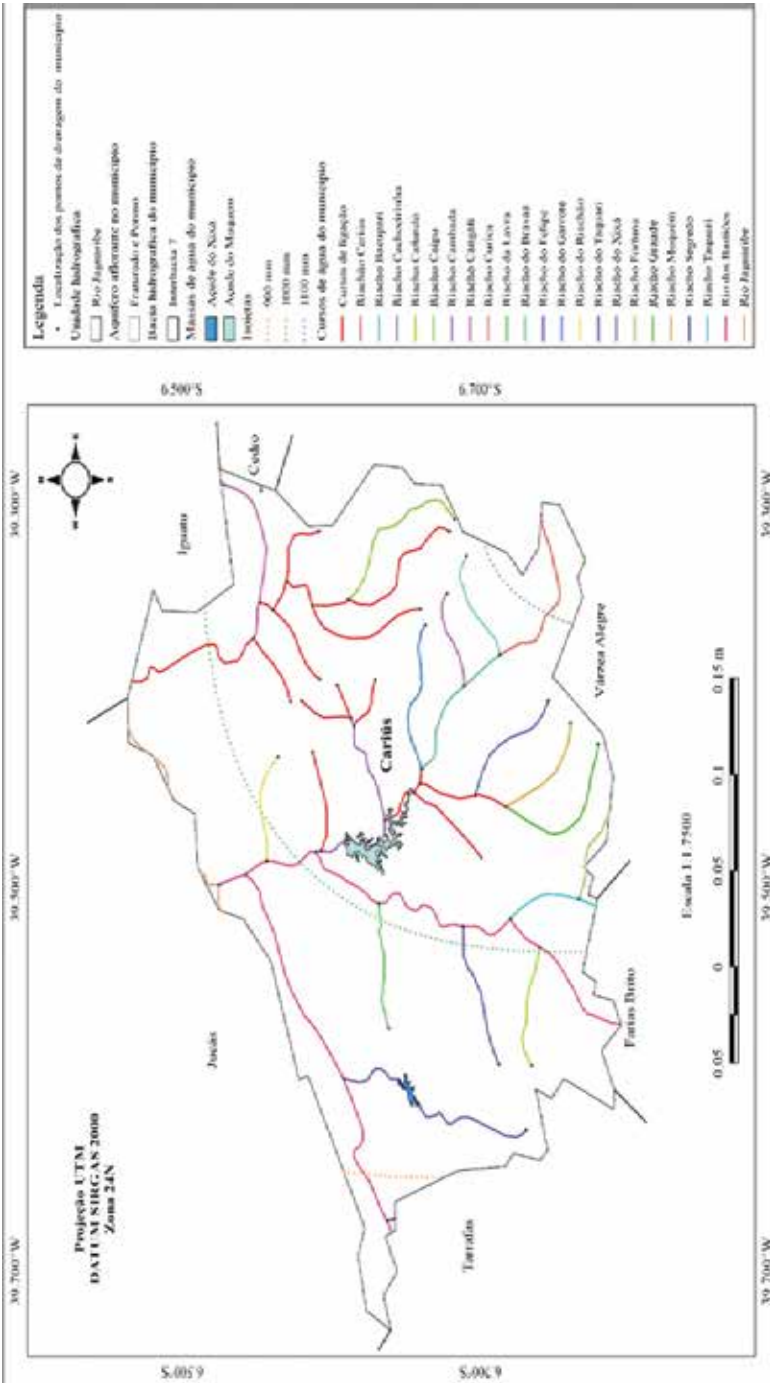
Organização: Sousa, 2016.

Pelo exposto, a região apresenta limitações e características das regiões Semiáridas como alta evaporação potencial, déficit hídrico significativo e baixa precipitação pluvial (Molion; Bernardo, 2012).

Entretanto, possui diversas características que favorecem a prática da fruticultura como abundância de água subterrânea, boa fertilidade natural, temperaturas médias constantes, que favorecem o bom desenvolvimento das plantas e frutos, além de contar com reservatórios e açudes como o do Muquém (Figura 5).

Sostenes Gomes de Sousa, Girlaine Souza da Silva Alencar,
Francisco Hugo Hermógenes de Alencar, Celme Torres Ferreira da Costa.
Socio-environmental analysis of guava production in the municipality of Cariús (CE), Brazil

Figura 5: Águas superficiais do município de Cariús/CE

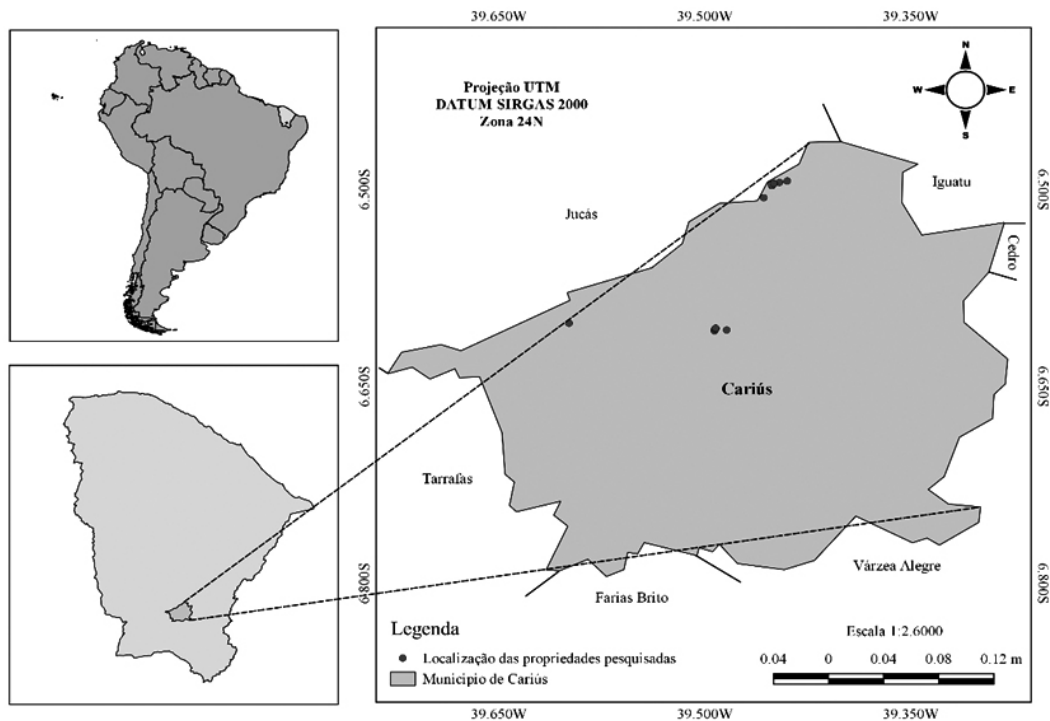


Fonte: ANA, 2016.
Organização: SOUSA, 2016.

Metodologia

Entre os meses de outubro de 2015 a janeiro de 2016, foi realizada uma pesquisa junto aos órgãos de extensão (Empresa de Assistência Técnica e Extensão do Ceará - EMATERCE e Instituto Agropolos) e um levantamento das Associações de produtores para localização das propriedades que cultivam goiaba no Município de Cariús – CE (Figura 6).

Figura 6: Localização das propriedades pesquisadas



Base de dados: IBGE, 2016.

Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

Posteriormente foram levantados junto ao Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, entre outros, dados relativos à população rural e a produção de goiaba do município. Após estes estudos preliminares, foram feitas expedições aos locais identificados sendo possível o levantamento dos aspectos relevantes, identificados através de registro fotográfico.

Posteriormente foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os agentes envolvidos baseado em Alencar (2006). Nesta oportunidade, todas as propriedades foram georreferenciadas para a elaboração de mapas.

As entrevistas semiestruturadas abordaram aspectos como: características das propriedades, perfil socioeconômico dos trabalhadores e produtores, mercados consumidores das goiabas produzidas no município, saúde, segurança e bem estar dos trabalhadores, gestão ambiental desenvolvida nas propriedades e levantamento dos agrotóxicos utilizados nas propriedades.

A análise dos dados foi feita mediante a organização dos dados coletados em quadros e tabelas de maneira a tornar possível a obtenção das informações para a análise socioambiental dos produtores de goiaba do Município de Cariús. Após o levantamento dos agrotóxicos, foi realizada consultas junto ao Agrofitec para verificação das recomendações técnicas e dosagens na cultura da goiabeira.

Baseado nestas informações foi possível conhecer os problemas socioambientais causados pelo cultivo da goiabeira no município de Cariús – CE, Brasil.

Resultados e discussões

O polo de produção de goiaba de Cariús possui quatorze propriedades: seis no Sítio Canabrava, uma no Sítio Santo André, uma no distrito de São Sebastião e seis no Sítio Agrovila. Ocupa vinte e quatro trabalhadores, dos quais quatorze são proprietários.

Os produtores do Sítio Agrovila estão organizados em uma única Associação: Instituição Sócio comunitária da Agrovila do Açude Muquém de Cariús - ISCA. Todos os associados têm área de produção comum, e produzem em áreas independentes, mas reúnem-se periodicamente para traçar metas para o setor. Os demais produtores são independentes, ou seja, não participam de nenhuma associação.

A diária dos trabalhadores das propriedades é R\$ 40,00 reais diários, cada trabalhador é responsável por 1ha de goiabeira. Entretanto, há propriedades sem trabalhadores e o proprietário é responsável pelo manejo da cultura.

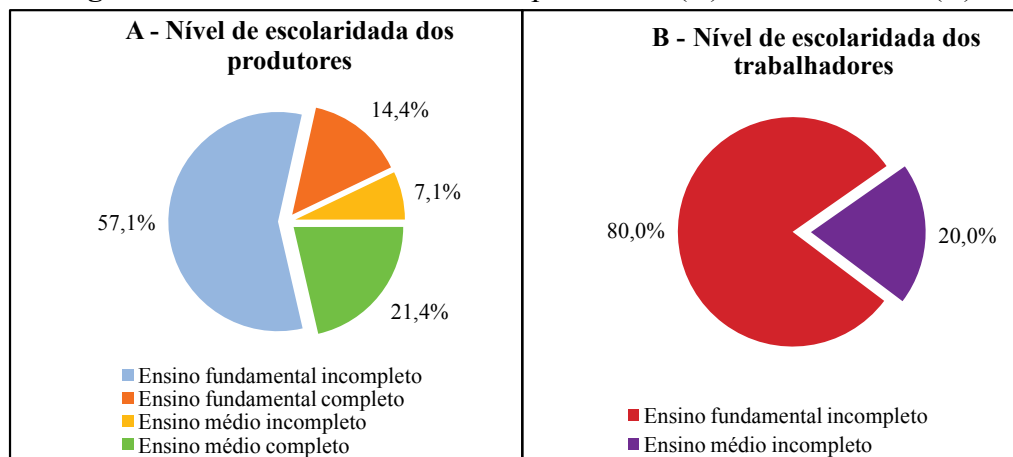
O setor não dispõe de grandes avanços tecnológicos e as propriedades são bastante homogêneas, todas dispõem de uma relativa estrutura

física e tecnológica (irrigação com microaspersão, motores, caixas de água e boa encanação).

Na região não existe posto de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos e tudo que os produtores necessitam é oferecido pelo comércio local, vale ressaltar que os principais insumos comprados são agrotóxicos e fertilizantes químicos.

Os dados coletados mostraram que todos os proprietários e todos trabalhadores do setor são do sexo masculino. Em relação ao nível de escolaridade dos agentes envolvidos, o maior nível de escolaridade dos produtores é o ensino médio completo com apenas 21,4%, porém a maioria (57,1%) tem Ensino Fundamental incompleto. Já os trabalhadores apresentam índices de escolaridades baixos, apenas 20% concluíram o ensino fundamental (Figura 7).

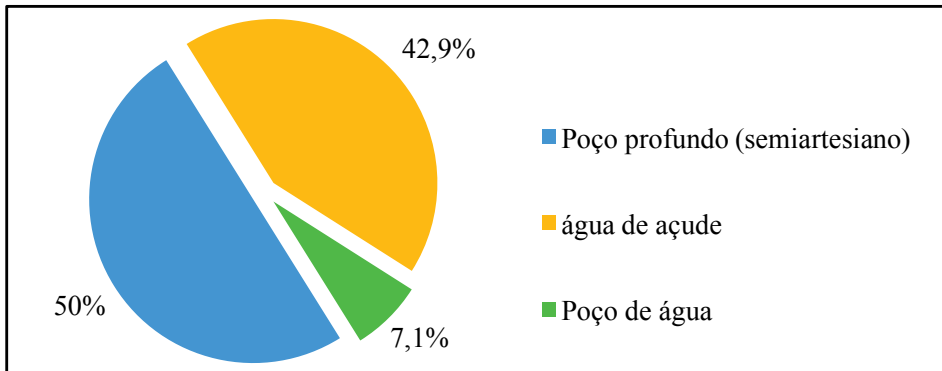
Figura 7: Nível de escolaridade dos produtores (A) e trabalhadores (B)



Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

A técnica utilizada para o cultivo na região é o campo aberto. Em 50% das propriedades, utiliza-se água de poço profundo (semiartesiano) que utiliza bomba para retirar água para a irrigação das culturas (Figura 8) e em nenhuma delas há hidrômetro ou outro tipo de controle eficiente no uso da água. Vale salientar que nas propriedades que utilizam água poço profundo é mantido um controle mínimo do uso desse recurso, irrigando mais no período da noite, devido os custos com energia elétrica para a captação da água.

Figura 8: Fonte de água para irrigação

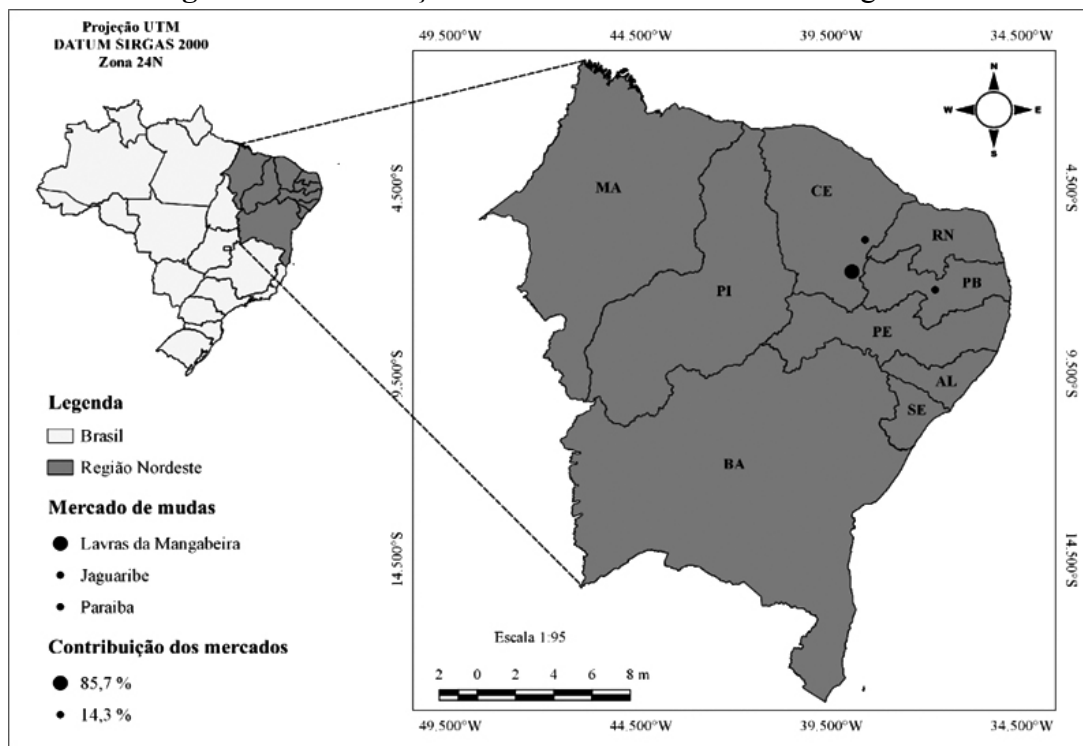


Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

A tecnologia utilizada para a irrigação em todas as propriedades analisadas é a microaspersão. As propriedades tem um gasto médio diário estimado em 1.688.400 l/ha em 6 horas de irrigação, que corresponde a 280 m³/h, que ocorre sempre no período noturno devido ao baixo custo da tarifa de energia elétrica, onde o custo mensal varia de R\$ 1.400,00 a 1.500,00.

Quanto ao material vegetativo (mudas), a maioria é produzida pelos próprios produtores e parte deste material é adquirida nos municípios cearenses como Lavras da mangabeira, Jaguaribe e Paraíba (Figura 9).

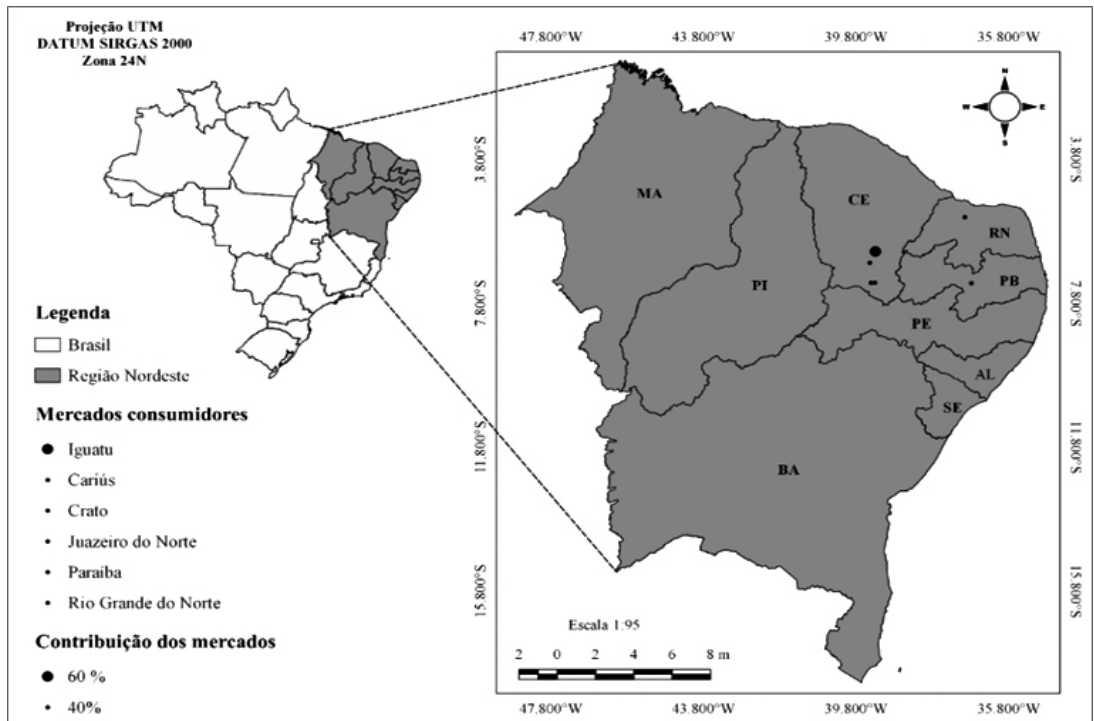
Figura 09: Localização dos fornecedores de mudas de goiaba



Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

Os principais mercados consumidores dos produtos da fruticultura do município de Cariús/CE, são os municípios de Iguatu, Cariús, Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. São abastecidas também outras regiões estados circunvizinhos como Paraíba e Rio Grande do Norte (Figura 10).

Figura 10: Localização dos principais mercados consumidores de goiaba



Base de dados: IBGE, 2016

Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

A maioria dos trabalhadores (78,6%) não utiliza os equipamentos de segurança indispensáveis para o trabalho diário (luvas, máscaras e botas). Nenhuma propriedade dispõe de caixas de primeiros socorros acessíveis. Em caso de acidente, não existe pessoas com treinamento de primeiros socorros.

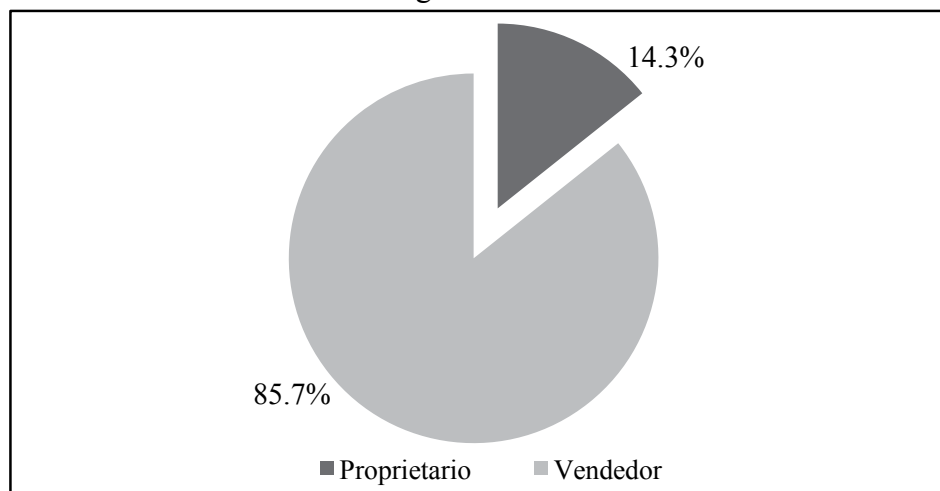
Nenhuma das propriedades possui sanitários e pias para higienização dos trabalhadores. Em relação aos equipamentos de proteção individual (EPI's) necessários ao manuseio e aplicação de agrotóxicos, treze propriedades têm equipamentos disponíveis, entretanto, os trabalhadores não os utilizam alegando o “desconforto pelo calor”. A pulverização é feita com o Aplicador Costal

Apesar da maioria dos aplicadores de agrotóxicos não usarem EPI's, em apenas quatro propriedades os trabalhadores alegaram já ter sentido dores de cabeça, tonturas, mal estar, irritação nos olhos e sensação de queimação

na pele durante e após a atividade. Em dez propriedades, os aplicadores de agrotóxicos reconheceram que nunca leram a bula de um produto.

Em dez propriedades, os aplicadores de agrotóxicos reconheceram que nunca leram a bula de um produto. Quanto às dosagens de agrotóxicos, na maioria das propriedades (85,7%) é feita pelo vendedor, lendo a bula dos produtos e em apenas 14,3% dos casos é feita pelo proprietário (Figura 11).

Figura 11: Responsáveis pela recomendação das dosagens de agrotóxicos.



Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

O transporte desses produtos geralmente é feito em carro com camba, junto com outros produtos, inclusive junto com alimentos e pessoas. Quanto ao armazenamento, todos os agrotóxicos são mantidos nas embalagens originais, porém, o local não é sinalizado e nem apresenta estrutura segura, conforme determina a NBR 9.843 de abril de 2004.

Em nenhuma propriedade há inventário disponível e atualizado dos produtos existentes e não são colocados avisos nos locais de aplicação, para evitar a circulação de pessoas. Os trabalhadores e produtores não realizam e nem conhecem a tríplice lavagem das embalagens vazias e o destino delas quase sempre é o armazenamento em sacos e/ou a incineração, ao invés de serem entregues nas unidades de recebimento, mesmo porque em Cariús e nenhuma cidade próxima dispõe deste serviço.

A maioria dos produtores aplicam agrotóxicos nas propriedades com frequência quinzenal (78,6%) e os demais aplicam mensalmente (14,3%). Constatou-se que os mesmos não recebem nenhum tipo de treinamento e não respeitam o período de carência. Outro agravante é que a grande maioria 42,8% faz a colheita das frutas antes do período de carência dos venenos utilizados, expondo trabalhadores e consumidores à contaminação direta, uma vez que o fruto é frequentemente consumido in natura e com casca.

A produção anual total de todas as propriedades pesquisadas é de 415.000 kg de goiaba em 13,4 ha, aproximadamente 41,5 toneladas e um rendimento médio de R\$ 482.400,00. Os dados de produção separados das 14 propriedades podem ser observados no Apêndice C.

Quanto à utilização dos agrotóxicos, as 14 propriedades usam 10 tipos diferentes de veneno, mas apenas uma utiliza o produto indicado para a cultura da goiaba, conforme a recomendação do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. As demais propriedades utilizam agrotóxicos recomendados para outras culturas, conforme demonstrado no Quadro Quadro 2.

Quadro 2 - Descrição dos tipos de agrotóxicos utilizados nas plantações de goiabeira do município de Cariús/CE

Produto	Uso na propriedade	Indicação para goiaba	Dosagem utilizada	Dosagem recomendada	Classificação toxicologia	Classificação ambiental
Provado	Inseticida	Sim	50ml/100L de água	25ml/100L de água	III	III
Lannate	Inseticida	Não	100ml/100L de água	-	I	II
Marshal	Acaricida/ Inseticida	Não	150ml/100L de água	-	I	I
Karate	Inseticida	Não	50ml/100L de água	-	III	I
Connect	Inseticida	Não	100ml/100L de água	-	II	II
Mustang	Inseticida	Não	50ml/100L de água	-	II	II
Kraft	Acaricida/ Inseticida	Não	25ml/100L de água	-	I	II
Klorpan	Inseticida	Não	150ml/100L de água	-	I	II
Mospilan	Inseticida	Não	50ml/100L de água	-	III	I
Actara	Inseticida	Não	50ml/100L de água	-	III	III

Legenda: Classificação toxicológica: I – Extremamente tóxico; II – Moderadamente tóxico; III – Pouco Tóxico
Classificação ambiental: I – Produto altamente perigoso ao meio ambiente; II – Produto muito perigoso ao meio ambiente; III – Produto perigoso ao meio ambiente. **Base de dados:** Agrofiti, 2016.

Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

Ao analisar os danos à saúde provocados pelos agrotóxicos segundo dados do AGROFITE (2016), em sua maioria, afetam diretamente o sistema nervoso central. Os principais sintomas clínicos apresentados são: náusea, vômitos, diarreia, debilidade, enjoo e alguns casos irritação nos olhos e na pele. No sistema nervoso central têm-se os efeitos agudos como tremores, ataxia e midríase. Na ocorrência de casos mais graves há relatos de coma, aspição com insuficiência respiratória, hipotensão, falha múltipla de órgãos e morte.

Em quatro propriedades visitadas os trabalhadores alegaram já ter sentido dores de cabeça, tonturas, mal-estar, irritação nos olhos e sensação de queimação na pele durante e/ou após a atividade.

Outro ponto importante encontrado refere-se ao uso de agrotóxicos não indicados para a cultura da goiaba que ficou evidenciado em 13 propriedades. A utilização inadequada, traz graves consequências para a produção do fruto como má-formação e contaminação das goiabas, resistências das pragas encontradas na lavoura e gastos excessivos com outros agrotóxicos.

Considerações finais

Identificou-se vários problemas ligados à saúde e segurança dos trabalhadores das plantações como: falta de treinamento para os trabalhadores desempenharem as atividades ligadas ao uso e manuseio de agrotóxicos com conhecimento e segurança, desconhecimento dos procedimentos necessários em caso de emergência, falta de material para prestação de primeiros socorros, ausência de pessoal treinado para assistência ao trabalhador acidentado, não utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI) e o transporte inadequado de agrotóxicos.

Identificaram-se vários problemas ligados à saúde e segurança dos trabalhadores das plantações como: falta de treinamento para os trabalhadores desempenharem as atividades ligadas ao uso e manuseio de agrotóxicos com conhecimento e segurança, desconhecimento dos procedimentos necessários em caso de emergência, falta de material para prestação de primeiros socorros, ausência de pessoal treinado para assistência ao trabalhador acidentado, não utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI) e o transporte inadequado de agrotóxicos.

Constatou-se que os produtores e trabalhadores tem pouco conhecimento sobre os perigos que os agrotóxicos podem causar a sua saúde dos

consumidores. O uso abusivo destes produtos ligados ao gasto excessivo de água nas propriedades poderá levar a contaminação ambiental, dos trabalhadores e área circunvizinha.

Vale ressaltar que a contaminação causada pelo uso de agrotóxicos sem respeito ao período de carência, traz riscos que afetam a saúde e bem-estar dos trabalhadores e principalmente dos consumidores de goiabas, pois os resíduos dos defensivos agrícolas por meio do processo de bioacumulação ficam retidos na superfície da fruta

Entretanto, pontos negativos também foram evidenciados como: o uso indevido dos agrotóxicos seja em relação a sua dosagem (alta), indicação para o uso e falta de treinamento para os aplicadores. O armazenamento incorreto de agrotóxicos e falta de unidades de recebimento de embalagens vazias certamente ocasionará a contaminação ambiental.

Neste contexto, a fruticultura irrigada da goiabeira se configura como uma prática de grande importância socioeconômica para a geração de emprego e renda para o produtor rural do município de Cariús/CE, Brasil. Porém, ela pode gerar impactos socioambientais relevantes como contaminação do solo, da água, do ar e afetar a saúde dos trabalhadores, desta forma, são necessárias medidas urgentes para minimizar os impactos gerados.

Dentre as recomendações para trabalhos futuros, sugere-se que esta metodologia seja aplicada em outras regiões produtoras de frutos para identificação dos impactos socioambientais gerados e conscientização dos agentes envolvidos.

Referências

- Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (Adece). (2013). *Perfil da produção de frutas Brasil Ceará 2013*. Fortaleza, (Pp. 1-31). Recuperado: http://www.adece.ce.gov.br/phoca_download/Agronegocio/perfil_da_producao_de_frutas_brasil_ceara_2013_frutal.pdf.
- Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (Agrofit). *Informações do registro de agrotóxicos e afins*. Recuperado: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principais_agrofit_cons.
- Albiero, Daniel. et al. (2015). *Tecnologias agroecológicas para o Semiárido*. Fortaleza: Edição do Autor. (Pp 216). Recuperado: <http://www.ppgea.ufc.br/images/diversos/TecnologiasAgroecologicas.pdf>.

- Aldo, C. R. (1997). Água na região Nordeste: desperdício e escassez. *Revista Scielo*. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v11n29/v11n29a07>>. Acesso em: 05 jul. 2015.
- Alencar, G. S. S. (2006). *A produção de flores e o certificado EUREPGAP: o caso do Agropolo Cariri – Ceará*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. Brasil. (Pp 153).
- Alencar, G.S.S. (2013). *Código de conduta: uma potencialidade para o desenvolvimento sustentável da floricultura do Agropolo Cariri/CE*. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro – SP. (Pp 161).
- Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2016). Resíduos de agrotóxicos em alimentos. Informe Técnico. *Revista Saúde Pública*, Brasília, v.40, n.2 (Pp 361-363). Recuperado: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v40n2/28547.pdf>>.
- Araújo, F. V. (2010). *Intoxicação por agrotóxico em trabalhadores rurais: uma revisão Bibliográfica*. Monografia de especialização em Enfermagem. Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, (Pp 67).
- Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2004). *NBR 9843: agrotóxicos e afins: armazenamento, movimentação e gerenciamento em armazéns, depósitos e laboratórios*. Rio de Janeiro. Brasil. Recuperado: http://www.ecoagencia.com.br/docum.entos/norma_agrotoxicos_afins.pdf.
- Assunção, L. M.; Livingstone, I. (1993). Desenvolvimento inadequado: construção de açudes e secas no sertão do Nordeste. *Revista Brasileira de Economia*, v. 47, n. 3. (Pp. 2-24). Recuperado: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/artic le/ view / 582/7932>.
- Boccolini, P. M. M. (2010). *Exposição a agrotóxicos, atividade agrícola e mortalidade por linfoma do tipo não-Hodgkin no Brasil*. Dissertação de mestrado. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. Brasil. (Pp 70). Recuperado: <http://www.saudepublica.ufc.br/imagens/uploads/dissertacoes/172def51d4ce042df50c8bfd178f2ba6.pdf>.
- Carson, R. (2010). *Primavera Silenciosa*. 1. ed. São Paulo: Gaia. (Pp 328).
- Choudhury, M.M., Araújo, J.L.P., Gonzaga Neto, L., Resende, J.M., Costa, T.S., Scaggiante, G. (2001). *Goiaba: Pós-colheita*. Brasília: *Embrapa Informação Tecnológica*. (Pp 45).

- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). (2006). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro, Brasil
- Freitas, George Alberto de. (2010). Produção e área colhida de goiaba no Nordeste. Bando do Nordeste. *INFORME RURAL ETENE*, nº 24. Recuperado: http://www.bnb.gov.br/documents/88765/89729/ire_ano4_n24.pdf/76fb9166-aed9-4813-8137-e6d_d8b2b37b6.
- Fundação Cearense De Meteorologia E Recursos Hídricos (FUNCEME). *Dados dos postos pluviométricos do estado do Ceará*. Recuperado: http://www.fun_ceme.br/app/calendario/produto/municipios/maxima/diario?data=hoje.
- Geremia, B. (2011). *Agrotóxicos: O emprego indiscriminado de produtos químicos no ambiente de trabalho rural e a responsabilização por danos à saúde*. Dissertação de estrado. Caxias do Sul, Brasil. (Pp 147). Recuperado: http://tede.uces.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=471.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Base de dados*. Recuperado: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Sistema de recuperação de dados automáticos*. Recuperado: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp? t=4&z =t& o=11&u1 =1&u2=1&u3 =1& u 4=19& u5= 1&u6=1>.
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Ceará ocupa 1ª posição nas exportações de frutas no Brasil. *IPECE informe nº 11*. Recuperado: <http://www.ipece.ce.gov.br/news/ceara-ocupa-1a-posicao-nas-exportacoesde-frutas>.
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. (IPECE). *Perfil básico municipal de Cariús 2015*. Recuperado: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2015/Carius.pdf.
- Molion, L.C.B.; Bernardo, S.O. *Dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro*. Recuperado: <http://www.cbmet.com/cbm-files/12-7ea5f-627d14a9f9a88cc694cf707236f.pdf>.
- Pedroza, E. H. O. (2013). O uso indiscriminado de agrotóxicos e a violação dos direitos fundamentais à alimentação saudável, à saúde e ao meio ambiente equilibrado e suas consequências ao cofre da seguridade

- social. *Justiça do direito*. v. 27, n. 1. (Pp 220-233). Recuperado: www.u pf.br/seer/index.php/rjd/article/download/4566/3135.
- Peres, F.; Moreira, J. C. (2003). *É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ. (Pp 384). Recuperado: <http://static.scielo.org/scielobooks/sg3mt/pdf/peres-9788575413173.pdf>.
- Reetz, E. R. et al. *Anuário brasileiro da Fruticultura 2014*. Santa Cruz do Sul, ed. Gazeta Santa Cruz. (Pp 104). Recuperado: <http://www.grupogaz.com.br/editora/anuarios/show/4718.html>.
- Santos, H.G.; Zaroni, M.J.; *Solos tropicais*. Recuperado: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_16_2212200611542.html.
- SEBRAE. *O cultivo e o mercado da goiaba*. Recuperado: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-goiaba,d3aa9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD>.

PROPUESTA METODOLÓGICA DE GESTIÓN DE CUENCA PARA EL SANAMIENTO, EL CASO DE LA MICROCUENCA DE EL MUERTO

METHODOLOGICAL PROPOSAL OF WATERSHED MANAGEMENT FOR SANITATION, EL MUERTO WATERSHED CASE

Magaly Mendoza Guadarrama¹
Universidad Autónoma del Estado de México
Alejandro Rafael Alvarado Granados²
Universidad. Toluca, México

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.9>

RESUMEN

El arroyo El Muerto, estado de México, presenta contaminación generada por las actividades humanas dentro de su microcuenca. La atención del problema de contaminación puede desarrollarse a través de las particularidades del manejo del líquido. Ante esta situación, se planteó el estudio del proceso de manejo del agua para comprenderlo a partir del análisis de cinco núcleos: biofísico, sociocultural, económico, tecnológico y político-administrativo, con la finalidad de encontrar una alternativa a las visiones simples del aprovechamiento del recurso y lograr una propuesta metodológica de gestión.

-
- 1 Ingeniero Civil y estudiante de posgrado de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Facultad de Planeación Urbana y Regional, Calle Mariano Matamoros casi esquina Paseo Tollocan s/n, Colonia Universidad. Toluca, Estado de México, C.P. 50130. Correo electrónico: magly_sanz@hotmail.com
 - 2 Doctor en Ciencias Ambientales por la UAEM. Facultad de Planeación Urbana y Regional, Calle Mariano Matamoros casi esquina Paseo Tollocan s/n, Colonia Universidad. Toluca, Estado de México, C.P. 50130. Correo electrónico: alex13_bum@hotmail.com

Fecha de recepción: 14 de octubre de 2016
Fecha de aceptación: 21 de marzo de 2017

Palabras clave: gestión integral de agua y cuenca, manejo, metodología, actores.

ABSTRACT

El Muerto stream, in the State of Mexico, presents pollution generated by human activities within its micro-watershed. The management of the contamination problem can be developed through the characteristics of water management. Because of this situation, the study of the water management process was undertaken to understand it from a five-core analysis: biophysical, socio-cultural, economic, technological and political-administrative, in order to find an alternative to simple visions regarding water use, and achieve a methodological management proposal.

Keywords: integrated water and watershed management, handling, methodology, stakeholders.

Introducción

El agua es un elemento vital para la supervivencia de los ecosistemas y de cualquier sociedad humana; con sus características de elemento integrador, así como, de bien necesario para el desarrollo y la estabilidad económica. Esta imperiosa necesidad ha conducido a la apropiación del líquido hasta límites insostenibles mediante un modelo que Falkenmark (2003), Chávez y Chávez (2009) y Aboites (2009), denominaron aprovechamiento basado en la demanda.

En este sentido, la sobreexplotación y la mala calidad del agua pronostican, que los problemas relacionados con ella crecerán si las formas de su manejo no cambian. Es por ello, que el estudio de los temas relacionados con el manejo y gestión del vital líquido toma gran relevancia para las administraciones gubernamentales como para las sociedades en general.

La microcuenca del arroyo El Muerto (MM) manifiesta esta problemática por el proceso de eutrofización que padece el cuerpo de agua donde descarga el caudal del mencionado arroyo, que es contaminado por las actividades humanas en su cuenca de captación. Cabe destacar, que esta investigación es la continuación del proyecto titulado “Programa de Saneamiento de la Cuenca del Arroyo El Muerto” (Alvarado y otros, 2013a), del cual surgió una propuesta para el saneamiento de la MM a partir de distintas acciones, vislumbradas desde la descripción analítica y el diagnóstico sintético, que dio por resultado la presentación de cuatro proyectos que son: “Educación para el manejo del agua en la cuenca”, “El Potrero”, “Agro-ecosistemas” y “Tubos y plantas de tratamiento”.

De estos cuatro proyectos, los resultados que aquí se presentan se encuentran en el denominado “Tubos y plantas de tratamiento”, mismo que se pretende impulsar a partir de la tecnología desarrollada por Xochicalli

A.C.³, la cual consiste en la instalación de una planta de tratamiento en la localidad de San Pedro Atlapulco, para el saneamiento de la microcuenca.

Lo anterior, no deja de lado que todos los proyectos son importantes y se complementan por estar interrelacionados, y forman la totalidad de la propuesta de manejo integral de la microcuenca. En este sentido, es importante conocer a los entes relacionados con la gestión del agua en la cuenca y, cuál es su postura ante la problemática y la tecnología propuesta para el saneamiento del arroyo, con el fin de implementar el proyecto de saneamiento y desarrollar la propuesta metodológica de gestión para mejorar las condiciones ecológicas y, además, contribuir a las actividades económicas y de habitación en la zona de estudio.

En ese sentido, este trabajo presenta la metodología de gestión, basada en el proceso de manejo del agua con el estudio del caso de MM, en el estado de México, cuyo ámbito rural y características sociopolíticas facilitan la generación de un proyecto de gestión social del agua; además, se presenta el resultado del análisis de los actores, el cuál define el rumbo y las pautas que hay que seguir para la implementación del proyecto.

La microcuenca del arroyo El Muerto

La MM, se encuentra dentro de la subcuenca Almoloya-Otzolotepec, por lo que forma parte de la región hidrológica número 12 Lerma-Santiago y pertenece a la cuenca Lerma-Toluca y la subcuenca Almoloya Otzolotepec (INEGI, 2014). Se encuentra inscrita en la vertiente occidental de la sierra de Las Cruces, en la región conocida como el Valle de Toluca; tiene una extensión de 2 121 ha y la ocupan parcialmente tres municipios del estado de México: Tianguistenco (2.2%), Capulhuac (22.9%) y Ocoyoacac (75%), como se ilustra en la figura 1.

3 La tecnología Xochicalli A.C. pretende la recuperación de los materiales contenidos en las aguas residuales, para su aprovechamiento, y así conseguir la depuración del agua, obtener los nutrientes y energía contenidos en las aguas residuales domésticas

Figura 1. Cuenca del arroyo El Muerto



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2016.

Una visión global para una problemática compleja

Los fundamentos teórico-conceptuales del trabajo de investigación comprenden la Teoría General de los Sistemas y el pensamiento holístico, los cuales dan cuenta de la organización de los elementos de la cuenca incluidos para la gestión integral y los del proceso de manejo del agua como un sistema.

De esta manera, el proceso de manejo del agua es una herramienta cognitiva para comprender el funcionamiento de una cuenca en particular, con fines a la gestión de recursos hídricos, en el marco de la gestión integral de cuencas hidrológicas. Por lo anterior, se partió de la visión holística para explicar la plataforma sistémica en que se circunscribe la gestión de los recursos naturales dentro de la cuenca, a partir de la complejidad y su comprensión; el manejo y la gestión; la expresión espacial de la cuenca como zona de estudio y los actores que la conducen.

Sistemas y Complejidad

Para comprender la complejidad de las relaciones hombre-naturaleza, así como las que involucran al hombre y su sociedad, se recurrió a los fundamentos teóricos propuestos por Von Bertalanffy (1976) y Savory (2005).

Ambos trabajos facilitaron la comprensión y definición de la cuenca como un sistema no sólo en el sentido hídrico, sino también en el social, económico, territorial y político, puesto que está conformada por un conjunto de elementos diversos, tales como población, viviendas, uso de suelo, orografía, precipitación, producción, consumo, expectativas, decisiones, etcétera, los cuales en conjunto interactúan con otros sistemas.

La comprensión y aplicación de estos fundamentos teóricos constituye una base para el conocimiento complejo, el cual se manifiesta de manera específica en la comprensión y explicación holística del funcionamiento espacial para la gestión integral de recursos naturales.

El uso de la Teoría General de los Sistemas (Von Bertalanffy, 1976) se aplica para comprender las actuaciones sociales que satisfacen sus necesidades hídricas a partir de la apropiación del recurso hídrico que es intervenido en algunas partes de su ciclo natural. Se precisa identificar las interdependencias entre los elementos de tres sistemas que comparten un mismo territorio: el proceso de manejo del agua, la gestión integral de cuenca y la cuenca hidrológica; los tres como sistemas complejos interdependientes e interrelacionados.

Este enfoque integrador permite incluir diversas dimensiones de análisis para entender las pertinencias, interrelaciones, causalidades y ponderaciones de los constituyentes de la gestión de la cuenca hidrológica. Basado en esta idea, las dimensiones que permiten dar cuenta del manejo y de la gestión del agua son: económica, tecnológica, biofísica, sociocultural y política-administrativa, como lo plantean Vega y otros (2008), Freitas (2006) y Alvarado y otros (2013a).

En el caso de la gestión integral de cuenca, los diferentes actores y sus actividades inciden de manera importante en el proceso de manejo, de ahí que la cuenca se considere como un sistema abierto con fenómenos naturales y sociales particulares. Así mismo, el manejo del agua da la pauta para los lineamientos de gestión, los cuales dirigirán el proyecto planteado para el saneamiento.

El enfoque holístico propuesto por Allan Savory (2005) asevera que el deterioro ambiental se relaciona con el modo en que son tomadas las decisiones en el manejo de los recursos naturales. Es decir, que la actividad humana genera impactos positivos y negativos de gran envergadura o de poca extensión, pero siempre como consecuencia de su intervención en los procesos naturales de los ecosistemas.

El manejo holístico como herramienta cognitiva intenta integrar los procesos y objetos de diversa índole en una unidad que le denomina “un todo”, para asegurar la sustentabilidad de las decisiones, y que de este modo se ejecuten proyectos con viabilidad y éxito.

El enfoque holístico, como base para la gestión integral, fomenta la visión de la realidad como un universo formado por unidades de diversos elementos, con características y formas propias, los cuales se relacionan intrínsecamente. Además, reconoce que el entorno está formado por patrones (de materia, energía y vida) que también participan en el todo, que no es transparente al análisis.

De esta manera, el enfoque holístico está fuertemente ligado a la toma de decisiones, pues representa una herramienta para comprender y entrever las posibles relaciones causales de un suceso. En ese orden de ideas, la gestión integral de cuencas hidrológicas queda seccionada, para fines de análisis, por los aspectos biofísicos, económicos, políticos, sociales, tecnológicos y ambientales; es decir, distintas manifestaciones de una realidad específica que la definen en conjuntaaaaa, así como a su entorno circundante.

Manejo y gestión de cuenca

El manejo del agua es el proceso social que incluye su apropiación, uso, aprovechamiento y desecho, con el objetivo de satisfacer diferentes necesidades hídricas. De acuerdo con Dourojeanni y otros (2002), el concepto de “manejo”, en el ámbito de las cuencas hidrológicas, proviene de las escuelas forestales de Estados Unidos de Norteamérica por medio de la castellanización del término “management”, en el sentido de manejar o manipular los aportes de agua con el fin de regular la escorrentía en calidad, cantidad y oportunidad.

Una forma en que los elementos y actividades realizadas en la cuenca están interrelacionadas, es a través del proceso de manejo del agua (Alvarado, González y Díaz, 2013), el cual implica las tres fases:

apropiación-distribución, uso o aprovechamiento y descarga, que son intervenidas mediante acciones de gestión hídrica y realizadas a partir del proceso natural del ciclo hidrológico (figura 2)

Figura 2. Fases del manejo del agua



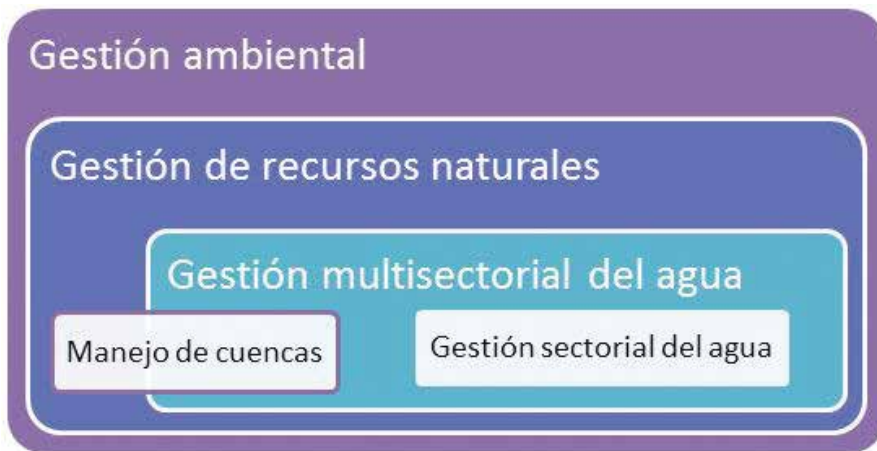
Fuente: Elaboración propia con base en Alvarado y otros (2013a)

Este proceso de manera idealizada constituye un ciclo social del recurso, cuando las aguas servidas son trasladadas a un nuevo uso, como el riego agrícola, sean o no sometidas a algún tratamiento que elimine o disminuya la cantidad de sus contaminantes; o bien, que se reincorporan al medio físico en algún cuerpo de agua.

Por tanto, las actividades de manejo de agua están destinadas al uso o aprovechamiento del recurso; sin embargo, es necesario un ente de control que administre y dirija estas actividades, y por ello el manejo queda inscrito en la gestión del recurso, para el caso de estudio, a nivel de cuenca.

Por su parte, la “gestión” deriva etimológicamente del vocablo latín *gestio*, referido a la acción y efecto de administrar algo (RAE, 2014), lo que implica hacer todas las diligencias necesarias para llegar a una meta deseada. Por ello, al gestionar se realizan de todos los trámites, negociaciones y convenios entre las partes involucradas para lograr un determinado objetivo. En la figura 3 se presentan diversas formas de gestión de acuerdo al nivel de desagregación que reconocen Dourojeanni y otros (2002).

Figura 3. Jerarquización de acciones de gestión a nivel de cuencas



Fuente: Dourojeanni y otros, 2002.

En estos términos, la gestión ambiental involucra a todos los recursos naturales y la infraestructura presente en la cuenca (Dourojeanni, 2002) con todas las decisiones sociales que se ejecutan en ella. Esta forma de gestión contempla la creación, desarrollo y puesta en marcha de proyectos para el desarrollo regional con base en el aprovechamiento de los recursos naturales de la cuenca; además, contempla el mantenimiento, manejo y conservación de las obras de infraestructura.

El siguiente nivel está dado por la gestión de los recursos naturales, como el conjunto de acciones orientadas al ordenamiento, conservación y aprovechamiento de dichos recursos. Posteriormente, se encuentra la gestión del recurso hídrico y las diversas modalidades que éste tiene.

La gestión multisectorial del agua se refiere a la consideración conjunta de todas las acciones de todos los sectores, directa o indirectamente

relacionados, en torno al recurso hídrico de manera coordinada. Implica la toma de decisiones en relación con los usos, la distribución y las metas: sociales y económicas (RIDCGIRH, 2005). La integralidad de la gestión significa la participación coordinada de todos los sectores participantes en conjunto (Dourojeanni, 2008), tomando en cuenta la influencia que cada uno tiene sobre otro y el involucramiento de los usuarios en la toma de decisiones.

En este sentido, la FAO (2007) sostiene que para realizar cualquier proceso de gestión es importante comprender la situación a gestionar como un conjunto de múltiples elementos y procesos interrelacionados. Las interrelaciones entre los subsistemas biofísicos y sociales son de gran importancia, ya que la gestión social es el camino a un desarrollo sostenible (FAO, 2007), toda vez que es la variable independiente que genera las consecuencias en los procesos sociales y naturales, que además es factible de manipular mediante la gestión.

De esta manera, el manejo y gestión del agua y de los recursos inherentes a ella, interfieren en la respuesta hidrológica de la cuenca; de ahí, la importancia de regular dichas intervenciones para obtener el desarrollo sustentable deseado en la cuenca.

De acuerdo con la Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (2005), la gestión integral debe alcanzar la equidad social y la eficiencia económica, haciendo partícipes a los actores y usuarios, así como a los interesados en el proceso de gestión. En este sentido, la gestión del recurso hídrico deja de ser sólo un asunto gubernamental para integrar al sector social en la toma de decisiones.

Por ello, en la conformación de un plan de gestión es importante definir el manejo que se plantea tener de cada uno de los elementos que participan en el proceso de manejo del agua, a fin de gestionar estrategias de intervención, para que las acciones que se ejecutaren cumplan con los objetivos deseados. La inclusión de la población local en el proceso de gestión facilita no sólo el diagnóstico de la problemática y de las potencialidades, sino también de la consecuente planeación de la gestión.

En ese sentido, de acuerdo a lo expuesto por Chávez y Chávez (2009), el contexto histórico del manejo hídrico, reconoce al menos tres modelos de planeación para la gestión del agua:

- a) Orientado a la oferta; supone que el volumen de agua al que se tiene acceso es suficiente y basto para cumplir con los requerimientos de la población.
- b) Basado en la demanda. Tiene como único fin cubrir el requerimiento de agua de la población. No se contemplan acciones de recuperación, preservación y protección del recurso hídrico, se recurre a la explotación de nuevas fuentes de difícil y costoso acceso.
- c) Integrador u holístico. Tiene como objetivo lograr la sustentabilidad en el manejo del agua y los recursos naturales, mediante el aumento de su productividad e involucra a los diferentes grupos y sectores para la toma de decisiones.

El modelo de gestión desarrollo y crecimiento económico que prevalece en México, orienta la gestión del líquido hacia la satisfacción social, y lleva cada vez mayores caudales desde sitios lejanos; deja de lado el aprovechamiento local de la precipitación, la depuración y la reutilización del agua (GEM, 2010). Ejemplo de ello es la Ciudad de México, con el trasvase de agua a través de los acueductos: Chapultepec, Xochimilco, Lerma y Cutzamala, que ha generado conflictos sociales que han resultado en la creación de grupos de defensa y protección de sus recursos naturales; mismos que se están presentando en los proyectos como Acueducto Independencia para Hermosillo, el trasvase de la cuenca del Pánuco para Monterrey, el acueducto de Chapultepec para Acapulco o las actividades de fracking y las presas que se pretenden construir en el estado de Guerrero, por mencionar algunos casos reportados por la prensa nacional y local.

De esta manera, entender, explicar y reflejar una gestión integral de los recursos hídricos y el proceso de manejo del agua, requiere identificar y categorizar la parte humana que interviene en los procesos del ciclo hidrológico, que frecuentemente son alterados, afectando al recurso como manifestaciones ambientales. Por consiguiente, conocer el manejo del agua ayuda a entender las relaciones socio-ambientales surgidas en torno a su uso y aprovechamiento.

La cuenca hidrológica como unidad de gestión

Para realizar la gestión de recursos naturales es indispensable dar una delimitación. La cuenca es una zona de la superficie terrestre, donde

el agua, lluvia o nieve, se precipitan sobre ella y es drenada por un sistema de corrientes hacia un punto de salida en común (Aparicio, 2006, Díaz, Esteller y López-Vera, 2006). En este sentido, la cuenca es la unidad básica de estudio para el ciclo hidrológico y por esta razón la hace la unidad básica para la gestión de recursos hídricos (García, 2015; GFM, 2014, Balairón, 2002, Dourojeanni, Jouravlev y Chávez, 2002), puesto que se pueden compatibilizar el ciclo natural y el ciclo social del agua.

De este modo, la cuenca hidrológica es enfocada como un sistema complejo cuya función es brindar recursos para el sustento de los ecosistemas y de las sociedades humanas que se asienten en su territorio. Dentro de este último aspecto, la cuenca funge también como vertedero de los residuos líquidos que, idealmente, deberían ser saneados antes de disponernos en los cuerpos de agua.

Como sistema, la cuenca posee entradas, procesos y salidas. La precipitación, radiación solar, las actividades humanas, el crecimiento urbano, el clima, las normas, leyes y políticas para la organización, control y regulación de los procesos sociales desarrollados en la cuenca constituyen las entradas (UNAD, 2015).

Las salidas del sistema corresponden a la respuesta que se obtiene a partir de los procesos en la cuenca, como el abastecimiento de agua para uso humano, la generación de energía hidroeléctrica, la producción de alimentos, el coeficiente de escurrimiento, los arroyos, lagos y acuíferos, la contaminación, sobreexplotación y merma del agua superficial y subterránea, la pérdida de humedales, inundaciones, escasez del recurso hídrico, desertificación, pobreza y marginación social, entre otras (UNAD, 2015; Coronado, 2008).

Las salidas negativas del sistema cuenca son consecuencia de la falta de un proyecto de manejo adecuado que contemple las interrelaciones que existen entre todos los elementos y sus funciones (UNAD, 2015; Díez, 2012; Dourojeanni, 2010b). Es por ello, que el proceso de manejo del agua es un abordaje sistémico que contribuye a entender cómo la sociedad obtiene el recurso hídrico, hace uso de él y lo desecha, con una serie de consecuencias que se manifiestan como problemas ambientales y desastres no naturales.

Los Actores

En la gestión de cuenca se considera como actor a toda persona, grupo u organización que tenga relación directa o indirecta con la administración, manejo o uso del recurso hídrico (CONAGUA, 2012). La relación que tenga el actor con el recurso y con el resto de los actores, define la forma de aprovechamiento o uso del recurso, la toma de decisiones en torno a él y el futuro del mismo. De acuerdo con esto, los actores pueden tener poder político, económico o social, de manera que puedan estar a favor o en contra de propuestas, y así intervenir en cualquier sociedad o territorio.

De esta manera, para el caso de estudio se distinguen dos tipos de actores: los sociales y los políticos. Es importante diferenciar al actor social del actor político, puesto que sus atribuciones y funciones son desarrolladas en un ambiente normativo específico definido por el conjunto de normas y leyes concretas. Las limitantes que enfrentan cada uno de los actores, establecen la forma en que estos afrontan una problemática en particular, tales como lo son el poder político y social, los recursos con que cuentan, e incluso el territorio de su injerencia.

Actores sociales

Los actores sociales son los grupos organizados que en gran medida están conformados por los usuarios (Oré y Geng, 2010) para el caso del agua. Emergen en el contexto de derecho a la participación social, cuyo objetivo es modificar su realidad sin la necesidad de pertenecer a un aparato gubernamental; en algunos casos buscan mediante su iniciativa el mejoramiento de las condiciones socio-económicas de la población (Dávila, 1996,1993).

Las organizaciones comunales son actores sociales con mayor peso en el ámbito municipal; también existen las organizaciones de vecinos o de colonia, los líderes de manzana, los delegados municipales, etc., quienes externan las necesidades de algún sector de la población a la autoridad municipal para buscar una solución. Este sector comprende a las organizaciones no gubernamentales, cuyos propósitos y actuación dependerán de los intereses de la fundación.

Actores políticos

Los actores políticos se encuentran representados en los organismos gubernamentales, las instituciones públicas y los partidos políticos (Oré y Geng, 2010). Un actor político es toda persona u organización pública con la capacidad de administrar, manejar e impulsar algún plan, programa o proyecto por parte de cualquier orden de gobierno.

Se consideran como actores políticos a las autoridades y dirigentes políticos que forman parte de un ente de gobierno, así como el personal especializado y técnico que labora con ellos. Están relacionados directamente con las decisiones político-administrativas de su jurisdicción; su poder es variable, algunos poseen facultades legales y sociales para ejercer sus atribuciones como administradores de los bienes públicos, por lo que sus decisiones marcan el rumbo en el desarrollo social, económico y político.

En un sistema democrático, los líderes sociales se pueden convertir en actores políticos mediante su elección para ocupar un cargo gubernamental; de este modo, las necesidades y problemas de la comunidad pueden ser fácilmente entendidos y atendidos. Sin embargo, la corrupción y los intereses propios de los políticos empañan esta situación, lo que ocasiona rezago social.

Los actores políticos y sociales se encuentran en una dinámica en la que ambos conocen sus funciones y el entorno en el que coexisten. Por esta razón, ambos deben estar involucrados en la toma de decisiones para la gestión de los recursos naturales, con el fin de realizar acuerdos que favorezcan el desarrollo sustentable del territorio (Oré y Geng, 2010).

Marco metodológico

Para plantear una propuesta metodológica para la gestión de la MM se procedió en dos modalidades: el trabajo de gabinete y el trabajo de campo. La investigación inicia con la delimitación y descripción de la zona de estudio a partir de cada una de las cinco dimensiones o subsistemas, con la finalidad de comprender el proceso de manejo del agua en la microcuenca. Las cinco dimensiones del proceso de manejo del agua son: Biofísica, Económica, Sociocultural, Tecnológica y Político-Administrativa.

Se recurrió a los métodos de análisis y síntesis, el primero de los cuales tiene la finalidad de segmentar y estudiar individualmente cada subsistema y sus componentes, a fin de conocer los elementos de cada uno de

ellos y caracterizarlos, de manera que con el método de síntesis se pueda entender en conjunto el sistema cuenca y el sistema de gestión.

Posteriormente, a partir de una serie de programas gubernamentales para el saneamiento del agua, se profundizó en la dimensión político administrativa, con el fin de centrarse en la metodología de gestión que se propone para el proyecto “Tubos y plantas de tratamiento”. En este sentido, se realizó la búsqueda y recopilación de información bibliográfica sobre normatividad y legalidad en materia de saneamiento de agua, y trabajo de campo, basado en las metodologías propuestas por Cano (2004), Pozo (2007), Tapella (2007), para la identificación y análisis de actores.

A partir del conocimiento de la zona de estudio y en base a la propuesta de solución se consultaron leyes y programas de los tres órdenes de gobierno, en los que se pudiera inscribir el proyecto de saneamiento; además, de acuerdo a las metodologías estudiadas, se conformó una propuesta de gestión de recursos hídricos a nivel de cuenca para el caso de la MM.

Posteriormente, de acuerdo a base a la legislación mexicana, se identificaron a los actores políticos que participan en el saneamiento del agua. En cambio, los actores sociales se identificaron a través del trabajo de campo por medio de la entrevista a autoridades municipales y locales. Con los actores identificados, se realizaron entrevistas no estructuradas para conocer la percepción de cada actor frente al proyecto de “Tubos y plantas de tratamiento” (a favor, en contra o indiferente), y algunas características de su organización (intereses, cooperación, recursos, dependencia, objetivos, influencia). Con la información registrada se identificaron las posibles afectaciones, resistencias, metas e intereses de los actores, y a partir de estos diseñar una estrategia que se acerque a la implementación del proyecto “Tubos y plantas de tratamiento”.

Con los resultados se elaboró el mapa de actores mediante el método MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones) propuesto por Cano (2004) y que consiste en la representación gráfica de la dinámica de actores, el cual contribuyó al planteamiento de la propuesta de gestión en el proyecto “Tubos y Plantas de Tratamiento” para el saneamiento de la MM.

Resultados

El marco en el que suceden los procesos de contaminación y de gestión del agua queda definido por la cuenca hidrológica, la cual se describe mediante los subsistemas que la conforman; además, esta es parte integrante del proceso de manejo del agua y es el espacio donde se desenvuelven los actores, centrados de manera particular en el subsistema político-administrativo, en conjunto con los lineamientos de gestión y la propuesta metodológica para la gestión integral de microcuencas.

1. Los subsistemas de la Microcuenca del Muerto

Subsistema Biofísico

La MM se encuentra en la vertiente Occidental de la sierra de Las Cruces, tiene como corriente principal a El Muerto, que es una corriente de tercer orden. Dicho arroyo tiene su inicio en el cerro El Muñeco a 3,750 msnm y desemboca en la laguna de Almaya a los 2720 msnm, con presencia de montañas, lomeríos y pequeños valles intermontanos.

Son tres los asentamientos humanos que realizan su proceso de manejo del agua dentro de la microcuenca, al menos parcialmente, los cuales son, en orden descendente altitudinal: San Pedro Atlapulco, perteneciente al municipio de Ocoyoacac; el paraje conocido como Valle de El Potrero, el cual forma parte de la zona turística La Marquesa; y Guadalupe Victoria, que se ubica en el municipio de Capulhuac.

La MM es parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, por lo que destacan los materiales de esta formación geológica y su trascendencia en la geohidrología regional. La precipitación anual en la zona se encuentra entre 858 y 1307mm, según la altitud, presentando una distribución temporal que la concentra en un promedio del 82% durante el semestre de mayo a octubre (Alvarado y otros 2013b).

Dentro de los usos del suelo, destaca principalmente el boscoso (46.24%) seguido por el agrícola (35.10 %), con amplia presencia de bosque en más de la tercera parte, sobre todo en las cimas de las montañas. En estas condiciones, la respuesta hidrológica superficial de la microcuenca es un caudal permanente, que fluctúa entre los 100 a 150m³/s (Alvarado y otros 2013b) y es alimentado por manantiales y aguas residuales domésticas, generadas por las viviendas y el Valle de El Potrero. Dicho caudal cruza una zona con un coeficiente de escurrimiento del 15% (INEGI, 2016).

Esta característica contribuye a la recarga del acuífero del Valle de Toluca, que abastece al valle del mismo nombre, y parcialmente al Valle de México (Alvarado y otros 2013b). Es por ello, que el manejo del territorio en la zona trasciende el interés local.

Subsistema Económico

Entre las actividades económicas que se realizan en la MM destaca la venta de los servicios turísticos en los valles intermontanos, pero también existe la agricultura de temporada, la cosecha de champiñones, la producción de trucha, la ganadería, la forestería comunitaria como herramienta en el manejo sustentable del bosque, y la producción de artefactos pirotécnicos.

Las actividades agrícolas que se realizan son en su mayoría para el autoconsumo, el resto son comercializados en la zona turística o en los poblados cercanos. Los principales cultivos son de maíz, avena, haba, zanahoria y papa, para los cuales los pobladores recurren principalmente al uso de agroquímicos y fertilizantes naturales como el estiércol.

El comercio de mercancías manufacturadas fuera de la zona es una actividad relevante en los pueblos que antes fueron arrieros; sin embargo, la principal actividad que se relaciona con el manejo del agua es el uso doméstico con el empleo combinado de diversos productos para el aseo y la cocción de alimentos, los cuales contienen sustancias químicas que contaminan al agua por las actividades humanas.

Subsistema Tecnológico

En el proceso de manejo del agua es importante considerar la accesibilidad de la población al adquirir el recurso y la forma en que éstos disponen sus desechos. En este sentido, la tecnología con que cuenta una comunidad define los hábitos de los usuarios, los cuales reinciden en la cantidad, calidad y disponibilidad del agua y su saneamiento.

La MM es abastecida con agua proveniente de los manantiales perenes a través de la instalación de tubos de polietileno de alta densidad, de diámetro variable. Después de su uso en las viviendas, centros de venta de alimentos y estanques acuícolas, principalmente, el agua es descargada al cauce del arroyo y a la red hidrológica de la microcuenca sin tratamiento; las aguas que no se infiltran en el trayecto son conducidas hacia la laguna de Almaya.

Otra actividad que hace uso del agua, pero sin infraestructura, es la agricultura, la cual genera traslado de agroquímicos por las prácticas productivas; estas prácticas contribuyen a la eutrofización del cuerpo de agua.

Por su parte, la red de distribución de agua en San Pedro Atlapulco presenta fugas en varios puntos, reduce la eficiencia del sistema y provoca pérdidas de volumen disponible en su trayecto. Además, ninguna autoridad da seguimiento al estado de las redes de agua y alcantarillado, no tienen registro de los caudales de cada red para detectar fugas y, en general, desconocen el estado del sistema por lo que el mantenimiento sólo es correctivo.

Al problema de contaminación del agua, por cualquiera de sus usos, se suma su contaminación por manejo de residuos sólidos, ya que se encontraron tiraderos clandestinos, al aire libre, que provocan su traslado y el de lixiviados.

Subsistema Sociocultural

Se tiene el registro que desde el año 650 d.C. existieron asentamientos humanos en la parte alta de la MM, formados por grupos indígenas de otomíes y matlatzincas (Ocoyoacac, 2013). Uno de esos asentamientos desapareció por la fuerza del agua; los sobrevivientes fundaron nuevamente el poblado en el lugar donde se encuentra San Pedro Atlapulco, conservando hasta el día de hoy rasgos de su cultura prehispánica (mayo, 2007), que se manifiesta por los usos y costumbres de la población de la zona. En este contexto, los pobladores preservan el bosque de oyamel y son favorecidos con los bienes ambientales que produce.

En contraste, la comunidad de Guadalupe Victoria es un poblado sin raíces prehispánicas, pero tienen un fuerte sentido de identidad con el pueblo. La autoridad local está representada por los delegados municipales.

Con base en el censo de población y vivienda del año 2010, Guadalupe Victoria, se considera un asentamiento rural, ya que no rebasa los 2,500 habitantes; San Pedro Atlapulco contó con 4,288 habitantes (INEGI, 2010). Los servicios básicos de agua potable, drenaje y electricidad cubren casi la totalidad de las viviendas en la microcuenca y la ocupación es de 4 habitantes en promedio por cada hogar (INEGI, 2010).

El nivel de estudios de la población en ambas localidades es de un promedio de 9 años para las personas con al menos 18 años cumplidos, lo que equivale a la educación básica en México. Esto da una idea de las

capacidades derivadas del nivel de escolaridad de la población para enfrentar diversas problemáticas. Además, existe un nivel de analfabetismo de 4.32%, similar al del estado de México que es de 4.38% (INEGI, 2010).

Además del bajo nivel de escolaridad, que en general existe en la microcuenca, y de los antecedentes prehispánicos con los que cuenta, la educación ambiental es precaria, puesto que la información con que cuentan los pobladores hace difícil que los niños y jóvenes aprendan y adopten las herramientas necesarias para el manejo de los recursos naturales.

Subsistema Político-Administrativo

Este subsistema es el componente principal de la investigación, ya que en él se encuentran los actores para la gestión de la microcuenca y el marco normativo que rige los alcances de los lineamientos de gestión. Por tanto, es en este subsistema donde se gestan las decisiones y acciones en materia de saneamiento del arroyo El Muerto y su cuenca.

En la MM se encuentran dos localidades, cuyos orígenes y forma de administración son diferentes, donde conviven los usos y costumbres prehispánicos de los pueblos indígenas con la estructura administrativa municipal y las autoridades cívico-religiosas. Sin embargo, cada una tiene identidad y autoridad que les permite ser parte de la gestión de sus recursos.

La presencia de diferentes autoridades provoca una composición, en la que coexisten las estructuras sociales y políticas que funcionan gracias a la aceptación y reconocimiento de la población civil. En este sentido, es posible establecer una propuesta de gestión participativa para dar solución al problema de contaminación del agua en la microcuenca de El Muerto.

2. Los actores de la microcuenca del arroyo El Muerto

Para el caso de la MM se identificaron diversos actores, los cuales se clasificaron de acuerdo a la escala geográfica en la que interceden y la tipología social o política en la que se encuentran inscritos:

a. Actores Políticos

A partir de la revisión del marco jurídico, se identificaron los actores políticos que establece la normatividad. A partir de las asignaciones que

cada orden de gobierno tiene en relación con el saneamiento del agua, se identificaron a los siguientes:

a) A nivel federal

Le compete al Ejecutivo Federal la concesión para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Sus atribuciones las realizará mediante la Secretaría de Marina y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), acatando lo que establece el Gobierno Federal Mexicano (2014a, 2014c) como cabeza del sector hidráulico nacional. Entre sus atribuciones destaca regular la explotación, uso, aprovechamiento, distribución, control, preservación en calidad y cantidad de las aguas nacionales, para lograr su desarrollo integral sustentable, toda vez que el agua es propiedad de la Nación (GFM, 2014a: art. 27).

b) A nivel Regional

Con el fin de cumplir con sus atribuciones, la CONAGUA creó trece Organismos de Cuenca como unidades autónomas, técnicas, administrativas y jurídicas especializadas, que vinculan directamente al titular de CONAGUA con los Consejos de Cuenca para desarrollar sus funciones de manera conjunta (García y Galindo, 2015; GFM, 2014b). Los Consejos de Cuenca son órganos consultivos coordinados donde intervienen representantes gubernamentales y de la sociedad, es decir, son de integración mixta. Cuentan con diversos comités, según las características de la cuenca hidrológica en cuestión, los cuales no se encuentra subordinados a la CONAGUA o al Organismo de Cuenca correspondiente.

Entre el Consejo y el Organismo de la Cuenca del Balsas desarrollan acuerdos sobre manejo y gestión en la región donde se ubica la MM. Además, el Organismo de cuenca está relacionado con la Comisión para la Recuperación de la Cuenca del Río Lerma. Éste último organismo tiene a su cargo a la Comisión para la Recuperación Ecológica de la Cuenca Alta del Río Lerma, fracción correspondiente a la zona de la MM, quien colabora con el gobierno estatal.

Por otra parte, el Gobierno del Distrito Federal interviene a través del pago de servicios ecosistémicos por el agua que la microcuenca suministra a la capital del país. Entre los trabajos que ha realizado con los pobladores se encuentra la construcción del sistema de drenaje, separado

en parte de la población de Atapulco; sin embargo, la falta de instrucción sobre su funcionamiento ocasionó que la obra fuera ineficaz.

c) A nivel estatal

La Secretaría del Agua y Obra Pública SAOP del Gobierno del Estado de México, a través de la Comisión de Agua del Estado de México CAEM y de la Comisión Coordinadora para la Restauración Ecológica de la Cuenca del Río Lerma CCRCRL, coordinan la administración de los recursos hídricos del Estado de México. De manera análoga a la CONAGUA, la Comisión del Agua del Estado de México CAEM es el organismo público descentralizado de la Secretaría del Agua y Obra Pública del Estado, quien cuenta con personalidad jurídica y patrimonio propios en materia de agua (CAEM, 2001).

Le corresponde a la CAEM planear, programar, presupuestar, diseñar, construir, conservar, mantener, operar y administrar los sistemas de suministro de agua potable, desinfección, drenaje, alcantarillado, saneamiento, tratamiento y reúso de aguas tratadas, así como la disposición final de sus productos resultantes; impone las sanciones que correspondan en caso de incumplimiento de la normatividad en materia de agua (GEM, 2011).

Actualmente la CAEM tiene entre sus proyectos la “Planeación General de Actualización del Proyecto Ejecutivo del Sistema de Alcantarillado Intermunicipal Jalatlaco, Capulhuac y Tianguistenco, Estado de México”, inédito y sin fecha, en el que se marcan los colectores de los municipios mencionados, sin ningún beneficio a la laguna de Almaya y a los pobladores aguas arriba de la misma.

d) A nivel municipal

San Pedro Atapulco y Guadalupe Victoria están regidas bajo el esquema municipal político representado por el Delegado de la localidad como autoridades auxiliares del municipio correspondiente. Entre sus funciones se encuentra vigilar el estado de los canales, colectores, barrancas, canales de alcantarillado y desagües, además de informar al ayuntamiento sobre las acciones necesarias para la funcionalidad de los mismos (GEM, 2015). Los trabajos realizados por los delegados no son retribuidos por la ley, por lo que su tiempo está destinado a obtener recursos para su propia manutención; el tiempo libre del que disponen lo destinan para sus funciones.

Además del delegado, San Pedro Atlapulco, cuenta con el Consejo de Participación Ciudadana (COPACI), otra autoridad auxiliar del municipio reconocida por la ley estatal (GEM, 2015). Este Consejo está conformado por tres titulares (un presidente, un secretario y un tesorero) y dos suplentes, los cuales son electos por la población mediante sufragio.

El COPACI colabora con el delegado para atender las necesidades de la población referente a los servicios públicos municipales que incluyen: agua potable, alcantarillado y saneamiento hídrico. Sus funciones las desempeña con apoyo de la organización de los ciudadanos para involucrarlos mediante faenas, las cuales se realizan por convocatoria abierta y su fin es mantener en el mejor estado posible las instalaciones de los servicios públicos de la comunidad. Este tipo de trabajo comunitario ha dado buenos resultados, puesto que la población responde activamente; sin embargo, la falta de recursos económicos limita el alcance de los trabajos tanto en cantidad como en calidad.

b. Actores sociales

a) En el poblado de San Pedro Atlapulco

El poblado de Atlapulco adquirió la restitución de sus tierras y agua gracias a la Reforma Agraria en 1946, por lo que los dominios están bajo el esquema de tierras comunales. Esta característica produce grandes beneficios a la comunidad, como el control para el aprovechamiento de sus suelos y manantiales, puesto que las decisiones se toman de manera conjunta entre los pobladores en la Asamblea General del Pueblo.

En contraste, Guadalupe Victoria no se encuentra en tierras ejidales o comunales. En tal sentido, la tenencia de la tierra en la zona es particular y significativa al definir la estructura de gobierno y del poder político y social.

b) En la comunidad agraria

El Comisariado de Bienes Comunales de San Pedro Atlapulco es la autoridad agraria que tiene control sobre las tierras y está formado por un presidente, un secretario, un tesorero, sus respectivos suplentes, y propietarios. Dichos cargos son elegidos por la comunidad y entre sus funciones está la gestión de las tierras y los recursos que en ella se encuentran.

El territorio comunal fue distribuido básicamente en dos secciones: el área agrícola y el área boscosa (4600 ha aprox.). La estructura de las

tierras agrarias la forman: tierras parceladas de uso común y el casco urbano. El bosque se encuentra bajo el régimen de manejo forestal sustentable y se realizan actividades de protección, restauración, conservación, cultivo y aprovechamiento de recursos forestales maderables.

Los acuerdos y decisiones son tomados en reunión plenaria, de la cual surgen las actividades designadas al Comisariado de Bienes Comunales en lo que respecta al manejo de los bienes comunales. Para realizar dichas actividades y cumplir sus funciones, el Comisariado obtiene ingresos económicos del pago que realizan los visitantes a los centros recreativos de los valles, del cobro por explotación minera y del pago de los servicios ambientales generados, como la explotación forestal y del agua de los manantiales.

c) A nivel del Valle del Potrero

El Valle del Potrero es una zona de turismo campestre, la cual es administrada por el consejo del mismo nombre. Conformado por comuneros, es una organización formada por un presidente, un secretario, un tesorero, de cuatro a seis vocales y sus suplentes, quienes tienen algún tipo de comercio dentro del valle.

El Consejo tiene entre sus responsabilidades cuidar y mantener el sistema ecológico de todo el valle, prestar los servicios turísticos, así como el cobro de los mismos. Con quien colabora y a quien entrega cuentas de sus labores, es al Comisariado de Bienes Comunales, el cual se manifiesta sobre las actividades prioritarias a realizar en el valle en consenso con el Consejo.

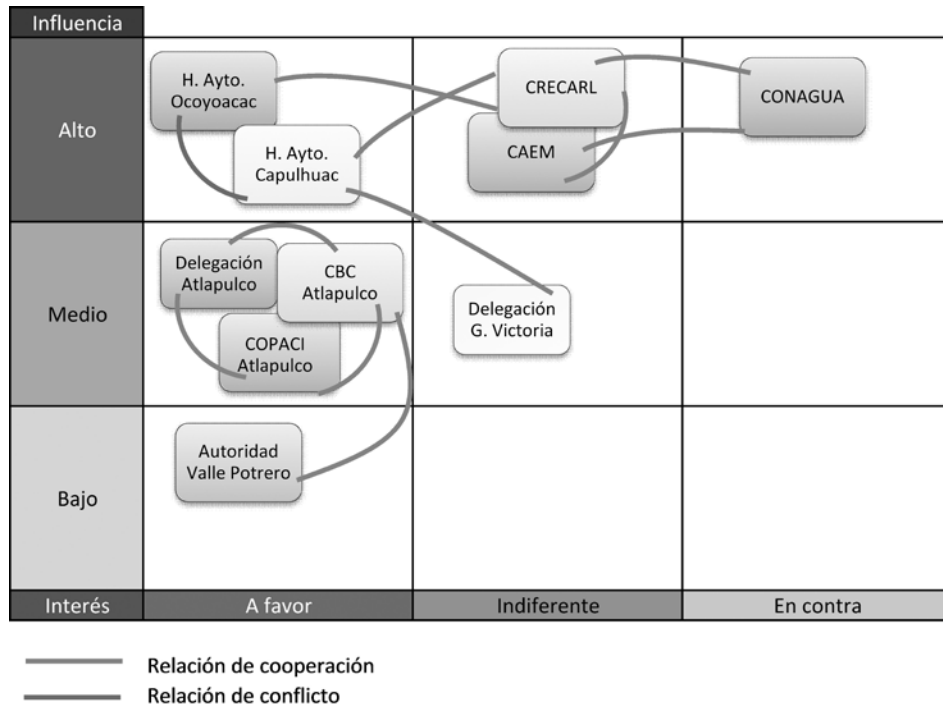
Los recursos económicos con los que cuenta el valle son destinados prioritariamente al mantenimiento e imagen de la zona, ya que representa el ingreso de muchas familias. En este sentido, el proyecto que se planea implementar, el cual consiste en un sistema de tratamiento de aguas residuales de uno o varios humedales artificiales, contribuirá al mejoramiento de los arroyos y a la economía de las personas, pues está diseñado como un proyecto sustentable, del cual se pueden obtener beneficios económicos.

c. Análisis de los actores

A través de las entrevistas no estructuradas que se realizaron a los actores, se pudieron conocer sus intereses en el proyecto de saneamiento, los recursos con los que cuentan, los problemas que perciben para actuar

o no en el proyecto, el nivel de prioridad que catalogan para dar solución al problema de contaminación de los arroyos, entre otros. En la figura 3 se presentan el mapa de actores.

Figura 3. Mapa de actores para el saneamiento de la microcuenca del arroyo El Muerto



La influencia alta, media o baja, representa las capacidades con que cuenta el actor para llevar a cabo el proyecto de saneamiento propuesto. Se consideraron sus atribuciones legales, sus recursos económicos y la capacidad de afectar a otros actores.

A pesar de que las autoridades auxiliares municipales y los actores sociales locales expresan gran interés en el proyecto de saneamiento, cuentan con pocos recursos económicos para dar marcha a los trabajos; sin embargo, poseen otros insumos como la propiedad de la tierra y mano de obra para participar en el proyecto.

Existen relaciones de conflicto entre comunidades de los municipios de Ocoyoacac y Santiago Tianguistenco (donde se encuentra la laguna de Almaya) por el arrastre de contaminantes de aguas arriba de la cuenca, además, existen reclamos de los habitantes para regular el sistema de drenaje por temor a desbordes e inundaciones. Por ello, la gestión a nivel de la MM a través del programa de saneamiento pretende disminuir este tipo de conflictos, a partir de sus planteamientos basados en un enfoque holístico.

A pesar de ser los responsables, en relación a proporcionar un ambiente sano para el ser humano, los planes y proyectos de gobierno estatal y federal destinan sus esfuerzos a proyectos de gran extensión, por lo que las microcuencas y los poblados rurales muchas veces quedan fuera de ellos. El poder económico y político con el que cuentan es enorme, lo que los coloca como actores con gran influencia en el proyecto.

Por ello, es importante incumbir a estos actores políticos en proyectos de iniciativa social, y así contar con los recursos necesarios para su cumplimiento, lo que además podría generar más iniciativas por parte de la sociedad civil. Es por esta razón que el poder de influencia de los actores locales se encuentra en el nivel medio, ya que pueden intervenir con la población, pero la falta de dinero puede hacer que el proyecto no se realice.

Para enfrentar la falta de recursos financieros es importante incluir a las autoridades municipales, estatales y federales, ya sea en especies con materiales para construcción, con personal especializado para asesoramiento o con recursos económicos.

En el mapa de actores se puede observar que las autoridades estatales y federales se encuentran en la parte baja de interés ya que, aunque expresan interés en el saneamiento, no contemplan entre sus trabajos proyectos como el que se intenta implementar en la microcuenca; de igual manera, expresan que es importante incluir en la planeación y gestión de los recursos naturales a los actores sociales, pero esto sólo se queda en el discurso, pues la forma en que atienden las necesidades de las comunidades es enfocado a la oferta.

En el caso particular de la CAEM, se han llevado conversaciones entre ésta y el grupo de delegados de las localidades y sus autoridades agrarias para exponer su interés en el mejorar las condiciones ambientales de la zona.

El delegado de Atlapulco expresa que no percibe interés en los representantes de la CAEM y que sólo postergan la revisión y la observancia de las propuestas realizadas, lo que ocasiona que las intenciones de las autoridades locales y las organizaciones sociales se diluyan.

A pesar del panorama complicado que las autoridades de los gobiernos federal y estatal presentan para el desarrollo de proyectos sociales, el trabajo con las autoridades locales es el camino que se deberá seguir para la implementación de la propuesta de la UAEM y con ello demostrar que la gestión social del agua es una opción a la privatización de los recursos hídricos.

Otra fuente de recursos económicos se encuentra en el sector privado; la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) ha expresado que está interesada en participar en proyectos sociales, por lo que hay una oportunidad de encontrar financiamiento con esta organización.

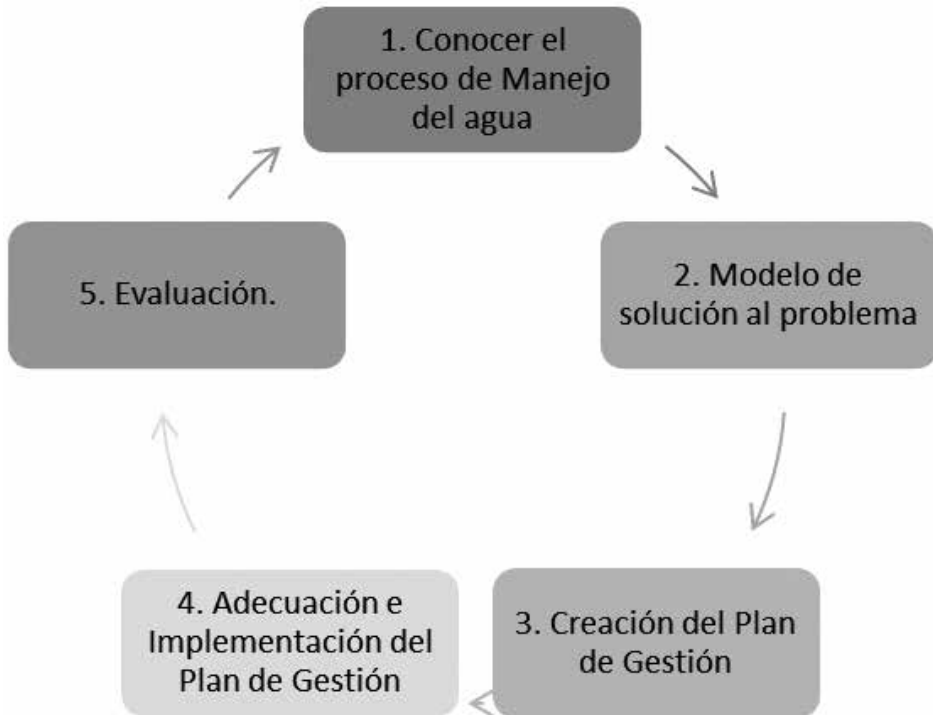
3. Propuesta de metodología de gestión para la implementación de un proyecto técnico de saneamiento.

La metodología que se propone está basada en 5 etapas. Las decisiones que se tomen y acciones que se realicen en cada una de ellas afectarán a todo el modelo de gestión.

El proceso de la metodología

En la figura 4 se presenta de manera esquemática la propuesta metodológica de gestión, donde resalta el conocimiento del proceso de manejo del agua en la microcuenca como un aspecto esencial. En cada una de las etapas se debe dar continuidad a la generación de información, la participación de los interesados, y no se pueden perder de vista todos los entornos en los que se puede trabajar.

Figura 4. Propuesta metodológica para la gestión del agua en la MM



Fuente: Elaboración propia

1. Conocer el proceso de manejo. El conocimiento y comprensión del proceso de manejo del agua llevado a cabo en la cuenca servirá para distinguir el origen del problema, cuya solución es el propósito del plan de gestión. En este paso se concentran los estudios y el diagnóstico de la cuenca respecto al proceso de manejo del agua.

2. Modelo de solución al problema. Después de conocer y comprender el proceso de manejo del agua en la cuenca, es posible identificar cuál es el origen del problema, y de ese modo aportar una solución.

3. Creación del plan de gestión. Deberá contemplar la participación de todos los interesados y los que de alguna manera puedan aportar a la solución del problema. Antes se debe determinar quiénes serán y cómo será su participación. Por ello, es importante identificar a los actores y los programas existentes que puedan apoyar la implementación del proyecto. Conocer el marco legal y normativo proporcionará en una primera instancia quienes son los

actores involucrados en el manejo del recurso hídrico, y en segunda instancia dará cuenta de las competencias y atribuciones de cada actor. El acercamiento a ellos mediante entrevistas dará una idea de qué tan (involucrados o comprometidos) están con sus facultades, derechos, obligaciones y actividades; incluso, podrán dar a conocer otros actores con los que se relacionan.

Es importante definir quienes conformarán el grupo de control y vigilancia del proceso del plan de gestión, además de asignar a cada actor su rol de participación.

4. Adecuación e Implementación del plan de gestión. Esta etapa involucra la acción de todos los actores, cuyas labores darán rumbo al proyecto. En este paso se podrá evaluar y adecuar el plan de gestión planteado, de acuerdo a los comentarios de los participantes en las reuniones que se convoquen. El objetivo es la aprobación y admisión del proyecto por parte de todos los actores.

5. Evaluación. Aunque parezca el último paso, la evaluación y vigilancia del proceso de gestión se debe hacer de manera continua desde su implementación, puesto que es importante no perder el control sobre el plan de gestión y hacer las adecuaciones necesarias para llegar al objetivo planteado.

Los pasos del uno al tres han sido realizados por el grupo de investigadores mencionado en este artículo. La siguiente etapa consiste en llevar a ejecución los dos pasos restantes, con el fin de contribuir con el saneamiento de la MM.

Lineamientos de gestión para la MM

De la investigación realizada, surgieron los lineamientos a seguir con el proyecto de saneamiento de la microcuenca. En primer término, ya que los comuneros, el delegado de San Pedro Atlapulco y el de Guadalupe Victoria han expresado su interés en la implementación del proyecto, es importante que el resto de la población lo acepte también, y así continuar con la generación del proyecto ejecutivo de las obras necesarias. En este sentido, es importante mantener comunicación con los actores sociales para dar continuidad al proyecto.

El convocar a reunión a todos los actores participantes en el saneamiento del agua de la microcuenca es de vital importancia, pues de esta manera se establece de manera cercana y directa la comunicación entre ellos, y se comienza a plantear una estrategia de gestión.

Así mismo, es importante comenzar con el proyecto ejecutivo de las obras necesarias para el saneamiento, por lo que se deberá iniciar con definir el lugar donde se instalará la planta, o las plantas, de tratamiento. Para tal fin, se deberá considerar el régimen de suelo y hacer las diligencias necesarias para el desplante del proyecto.

De las reuniones que se realicen entre los actores, se deberá establecer a la persona o grupo responsable de la gestión de los trabajos, del mismo modo, plantear los trabajos que cada uno tendrá a su cargo y la forma en que éstos se realizarán.

En este sentido, la Universidad Autónoma del Estado de México, por medio del programa mencionado al principio de este artículo y a través del cuerpo académico “Desarrollo, ambiente y procesos de configuración territorial”, trabajará para dar apoyo técnico y educativo, principalmente, para trabajar con la población sobre educación ambiental y técnicas sustentables de manejo de residuos sólidos y líquidos.

Además de estas actividades, es importante recurrir a otros actores de la iniciativa privada para fortalecer el proyecto.

Conclusiones

El proceso de gestión de recursos hídricos ha cambiado durante el paso de varias décadas. Entre sus etapas, comenzó con la necesidad de abastecer de agua a la población, luego pasó por los planes formulados por ingenieros forestales, hasta llegar a involucrar a numerosos grupos sociales y políticos en la búsqueda de una gestión integral.

La gestión de recursos hídricos se ha convertido en un proceso complejo tanto desde la perspectiva ecosistémico como desde la particularidad que cada cuenca representa. Estudiar y entender los procesos que se entrelazan entre las diferentes esferas (socio-ambientales, político-sociales, etc.), forma parte del pedestal de la gestión integral de cuencas hidrológicas y de recursos hídricos.

De manera particular, el caso de estudio de MM implicó no sólo el conocimiento de los procesos hídricos de la microcuenca, sino también de las diferentes formas de uso y administración que constituyen el componente sociocultural; de ésta última, destaca que existe otra forma de realizar gestión además de la gubernamental: la gestión social.

De esta manera, la participación activa de la población local es un brazo que sirve de soporte para la generación y puesta en marcha de proyectos sustentables; sin embargo, en muchos casos se tiene en el olvido y hasta relegada por parte del sector gubernamental, que no cuenta con proyectos para el saneamiento de la microcuenca. A pesar de esto, las autoridades agrarias que padecen el problema, demuestran interés en darle solución con sus propios medios, si es necesario, puesto que el turismo en la zona de estudio es el sustento de la población en general y es estímulo para el saneamiento hídrico por parte de los actores locales.

Con la aceptación del proyecto de saneamiento por parte de los actores sociales locales se da inicio a una nueva etapa en el desarrollo del proyecto planteado por el cuerpo académico de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAEM, el cual busca la implementación del proyecto, y ser ejemplo para otras comunidades.

Ante esta situación, es importante contemplar que las personas responsables de los servicios urbanos tengan documentadas las condiciones de diseño e instalación de las infraestructuras hidro-sanitarias, ya que con frecuencia no existen registros de la descripción y los cálculos realizados para las mismas, como tampoco manuales de operación para los ejecutores ni recomendaciones para los usuarios, lo que dificulta su funcionalidad a través del tiempo, sobre todo cuando se trata de tecnologías no familiares, en consecuencia, se pretende el uso de tecnologías sencillas, acompañadas de educación y capacitación permanentes que logren la apropiación tecnológica con posibilidades de adecuación *in situ*

Referencias

- Aboites Aguilar, L. (2009). *La decadencia del agua de la nación: estudio sobre desigualdad social y cambio político en México, segunda mitad del siglo XX*. México, D.F: Colegio de México, Centro de Estudios Históricos.
- Alvarado Granados, A. R., González Carmona, E., Díaz Cuenca, E. (2013). *Los componentes del sistema del manejo del agua en una cuenca rural: aproximación metodológica*. México.
- Alvarado Granados, A. R., Díaz Cuenca, E., Peñuelas Guerrero, A. G. (2013). *Reporte de investigación: programa de saneamiento de la cuenca del Arroyo El Muerto*. Mimeo.

- Aparicio Mijares, F. J. (2006). *Fundamentos de hidrología de superficie*. México: Limusa.
- Arias Chávez, J. (2014). Xochicalli A.C. *Tecnologías inteligentes para sustentar el desarrollo*. Recuperado de: <http://www.xochicalli.org.mx/>
- Balairón Pérez, L. (2002). *Gestión de recursos hídricos*. Barcelona, España: Edición UPC.
- CAEM Comisión del Agua del Estado de México (2001). Reglamento Interior de la Comisión del Agua del Estado de México. *Periódico Oficial del Estado Libre y Soberano de México*. 21 de diciembre de 2001. Toluca de Lerdo, México: Gaceta de Gobierno.
- Cano Alvarán, O. L. (2004). Metodología para la concertación con los actores en la gestión de proyectos de desarrollo. *Serie de Documentos: Pensamiento Administrativo Público. Escuela Superior de Administración Pública*. Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Coronado X. (2008). El análisis de sistemas como procedimiento estratégico para elaborar un modelo de evaluación institucional. *Revista Entretemas*. 10(5), 15-32.
- Chávez Cortés, M. M. y Chávez Cortés J. M. (2009). El enfoque de estudios en la planeación de la conservación del agua. *Innovación tecnológica, cultura y gestión del agua. Nuevos retos del agua en el Valle de México*. (195-210). México D.F.: UAM-Porrúa.
- Dávila León, O. (1996). Actores sociales y derechos ciudadanos. *Revista Última Década, Centro de Estudios Sociales, Universidad de Valparaíso, Chile*. (5), 1-5.
- Dávila León, O. (1993). Los dilemas de la constitución de actores sociales. *Revista Última Década. Centro de Estudios Sociales, Universidad de Valparaíso, Chile*. (1), 1-11
- Díaz Delgado, C., Esteller Alberich, M. V., López-Vera, F. (2006). *Recursos Hídricos. Conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamérica*. México: CIRA, UAEMex y RIPDA.
- Díez Pérez, J. A. (2012). Diagnóstico Geohidrológico del Acuífero del Valle de Toluca. *Experiencias en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el Estado de México*. Toluca. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Dourojeanni, A. C. (2010). *Redefinición de los alcances de las acciones de manejo de cuencas*. Santiago de Chile: Fundación Chile.

- Dourojeanni, A. C. (2008). *Los enfoques de gestión integrada de recursos hídricos y de cuencas*. Wageningen UR.
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A., Chávez, G. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. *Recursos naturales e infraestructura*. Santiago de Chile. Chile: CEPAL Naciones Unidas.
- Falkenmark, M. (2003). *Water management and ecosystems: living with change*. Vol. 9. Estocolmo, Suecia: Global Water Partnership, Back Ground Papers.
- FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007: *La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas*. Roma, Italia: Estudio FAO, Montes.
- Freitas, M. (2006) De las (¿exageradamente?) controvertidas relaciones entre la EDS y la EA hasta su contribución para lo que la década de las naciones unidas debe y puede ser. *Environment and intercultural education for sustainability. Foundations and Praxis*. México. Recuperado de: <http://www.reseau-amerique-latine.fr/ceisal-bruxelles/CyT-MA/CyT-MA-2-VEGA-PEDRO-&-AL.pdf>
- García Charria, W. (2015). *El sistema complejo de la cuenca hidrográfica*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Sistema%20CuencaHidrogr%Elfica.pdf.
- García, A. O., Galindo Sosa, J. A. (2015). Los Consejos de Cuenca y la participación social en la gestión del agua. *Revista Cuencas de México* (1), Año 1, abril-junio 2015, 26-31, GEM Gobierno del Estado de México (2015). *Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México*. *Gaceta de Gobierno*. México.
- GEM Gobierno del Estado de México (2011). *Ley del Agua del Estado de México*. *Gaceta del Gobierno del Estado de México*. Decreto Número 52, 2013. México. Recuperado de: <http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/gct/2011/jul223.PDF>.
- GEM Gobierno del Estado de México (2010). Conservación y rehabilitación de los recursos suelo ya agua de Cuenca Alta del Río Lerma Región 2 Lerma. *Plan Maestro para la restauración ambiental de la Cuenca Alta del Río Lerma*. México: Gobierno del Estado de México.

- GFM Gobierno Federal Mexicano (2014a). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Constitución publicada en Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917. Última reforma publicada DOF 07-07-2014*. México, Distrito Federal: Diario Oficial de la Federación
- GFM Gobierno Federal Mexicano, (2014b). *Ley de Aguas Nacionales*. México: Diario Oficial de la Federación.
- GFM Gobierno Federal Mexicano (2014c). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1988*. México, D. F.: Diario Oficial de la Federación.
- INEGI Instituto Nacional de estadística e Informática (2010). *Censo de Población y Vivienda*. México: INEGI
- Ocoyoacac, H. Ayuntamiento (2013). *Plan de Desarrollo Municipal 2013-2015*. Ocoyoacac, México.
- Oré, M. T.; Geng, D. (2010). *Políticas públicas del agua en el ámbito regional: Las vicisitudes en la conformación del consejo de cuecas Ica-Huancavelica*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Pozo Solís, Antonio (2007). Mapeo de Actores Sociales. *Documento de trabajo PREVAL-FIDA*. Lima Perú: PREVAL-FIDA.
- RAE Real Academia Española (2014) *Diccionario de la lengua española, 23ª edición*. España.
- RIDCGIRH Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (2005). Planes de gestión del recurso hídrico. *Manual de capacitación y guía operacional*. Marzo. Cap-Net, Global Water Paternship, UNDP.
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Dirección General de Geografía y Medio Ambiente. (2014). *Documento Técnico Descriptivo de la Red Hidrográfica 12Aa. [Hoja topográfica]. Escala 1:50,000*. Edición 2.0. México: INEGI.
- Manning, E. C. (1967). *Political Realignment: A Challenge to Thoughtful Canadian*. USA: McClelland and Stewart, Universidad de California.
- Mayo, B. (2007) *Los pueblos otomianos del Valle de Toluca. San Pedro Atlapulco, historia prehispánica y colonial*. México D.F: Grupo Jaguar Impresiones
- Savory, A. (2005). *Manejo holístico. Un nuevo marco metodológico para la toma de decisiones*. México, DF: SEMARNAT, INE, FMCN.

- Tapella, Esteban (2007). El mapeo de actores claves (versión preliminar). *Documento de trabajo del proyecto "Efectos de la biodiversidad funcional sobre procesos ecosistémicos, servicios ecosistémicos y sustentabilidad en las Américas: un abordaje interdisciplinario"*. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, Inter-American Institute for Global Change Research (IAI).
- UNAD Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2015). *La cuenca hidrográfica como sistema*. Bogotá, Colombia. Recuperado de: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201520/TGSexe/leccin_25_la_cuenca_hidrogrfica_como_sistema.html.
- Vega Marcote, P., Freitas, M., Álvarez Suárez, P., Fleuri, R. (2008). *Educación Ambiental e Intercultural para un Desarrollo Sostenible: aportaciones conceptuales y metodológicas para su fundamentación*. México. Recuperado de: <http://www.reseau-amerique-latine.fr/ceisal-bruxelles/CyT-MA/CyT-MA-2-VEGA-PEDRO-&-AL.pdf>
- Von Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.

VIOLÊNCIA URBANA EM UMA METRÓPOLE AMAZÔNICA: A PRODUÇÃO DO ESPAÇO E DOS AGLOMERADOS DE EXECUÇÃO NO MUNICÍPIO DE MARITUBA/PARA (2011-2013)

URBAN VIOLENCE IN AN AMAZONIAN METROPOLIS: THE PRODUCTION OF SPACE AND ENFORCEMENT CLUSTERS IN THE MUNICIPALITY OF MARITUBA/ PARA (2011-2013)

Wellington de Pinho Alvarez¹

João Marcio Palheta da Silva²

Christian Nunes da Silva³

Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil

Ricardo Ângelo Pereira de Lima⁴

Universidade Federal do Amapá, Brasil

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.10>

-
- 1 Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Pará. Professor Assistente I da Universidade Federal do Pará (UFPA). Pesquisador do Grupo Acadêmico Produção do Território e Meio Ambiente na Amazônia (GAPTA/CNPq). E-mail: walvarez@ufpa.br
 - 2 Doutor em Geografia. Pesquisador em Produtividade do CNPq. Professor Associado III da Universidade Federal do Pará. Líder do GAPTA/CNPq. Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO/UFPA). Sócio efetivo do Instituto Histórico e Geográfico do Pará. E-mail: jmpalheta@ufpa.br.
 - 3 Doutor em Ecologia. Pós-Doutorando em Desenvolvimento Regional no PPGMDR/UNIFAP. Bolsista FAPESP/CAPEF. Professor Adjunto II da Universidade Federal do Pará. Pesquisador do GAPTA/CNPq. Docente do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGEO/UFPA). Sócio efetivo do Instituto Histórico e Geográfico do Pará. E-mail: cnunes@ufpa.com.br
 - 4 Professor Associado II – Universidade Federal do Amapá - UNIFAP. Pós-doutor em Geografia PPGEO/UFPA. Bolsista FAPESP/CAPEF. Pesquisador do GAPTA/CNPq. Email: ricardoangelo_pereira@yahoo.es

Fecha de recepción: 14 de noviembre de 2016

Fecha de aceptación: 13 de marzo de 2017

RESUMO

A violência homicida está presente e espacializada por todo o território municipal de Marituba, especialmente nos aglomerados subnormais, onde – no período de 2011 a 2013 – mais de 200 execuções foram registradas. Por efeito, os conflitos marcados pela ação violenta e a extinção da vida indicam um problema territorial, em seu sentido complexo, na organização e estruturação da vida em coletivo. Neste sentido, a questão que alinha a (des)ordem e a violência é a mesma que conecta o empoderamento local, a conquista da qualidade de vida e o desenvolvimento social. Por efeito, a violência homicida é um dos reflexos da fragilidade sociopolítica das comunidades que evidenciam os aglomerados de execução. Este artigo procura demonstrar, por meio da análise de dados oficiais e das pesquisas bibliográficas e de campo, como estão territorializados os aglomerados de exclusão e de execução no município de Marituba e como as instituições de segurança manifestam e onde a violência se concentra e/ou se manifestam mais veementemente.

Palavras-chave: Violência Homicida, Aglomerado de Execução, (Des)ordem, Território.

ABSTRACT

Homicidal violence is present and spatialized throughout the municipality of Marituba, especially in subnormal clusters –where, in the 2011-2013 period, more than 200 murders were recorded. Consequently, the conflicts marked by violent actions and deaths show a territorial problem, -in its complex meaning, in the organization and structuring of collective life. In this regards, the question that aligns the (dis)order and violence is the same that connects local empowerment, the achievement of quality of life and social development. Consequently, homicidal violence is a reflection of the socio-political weakness of communities that demonstrate the performance of enforcement clusters. This article aims at demonstrating, through the analysis of official data, bibliographical and field research, how the exclusion and enforcement clusters are territorialized in the municipality of Marituba, how security institutions are evident, and where violence is concentrated and /or is most vehemently evident.

Keywords: Homicidal Violence, Enforcement Clusters, (Dis)order, Territory.

Introdução

O espaço segregado da periferia urbana abre campo para diferentes formas de territorialidade – ou melhor, possibilita inúmeras formas de territorialização, seja de cunho econômico, cultural e político, – bem como possibilita a territorialidade pelo laço da identificação com um determinado grupo e sua particular estratégia de sobrevivência, ou de hegemonização. Este vetor, com sentido e direção, aponta para a periferia urbana como área reprodutora de mão de obra e da (des) ordem⁵.

É no espaço periférico urbano que ocorrem as principais violências: a exploração econômica, social e política. Dessa forma, o processo de

5 Essa “des”ordem está intimamente relacionada à fragilização coletiva, em sentido amplo, com a perda articulativa do grupo social, ausência ou fraco empoderamento coletivo que permita ampliação das conquistas sociais e qualidade de vida de forma local.

sobreposição dos poderes, ou melhor, sua manifestação em face da territorialização cria espaços dicotômicos, que se manifestam como um dos artifícios provenientes das relações de hegemonização social, indicando a gênese particular dos territórios. Neste sentido, o “território é o produto de uma relação desigual de forças, envolvem o domínio ou o controle político-econômico do espaço e sua apropriação simbólica, ora conjugados e mutuamente reforçados, ora desconectados e contraditoriamente articulados” (Haesbaert, 2004, p.121).

No espaço periférico, toda variedade de violência, estabelecida como crime pela moral dominante, toda ação aplicada que desafie os princípios sociais já estabelecidos, positivados e materializados no corpo legal que caracteriza-se como crime, é vigiada e punida. Isto então é umas das formas de coagir ações que cominem em desordem. No entanto, mesmo com o estabelecimento do crime e sua constituição punitiva evidenciam-se nestes espaços, principalmente nos periféricos urbanos, a grande ocorrência da violência, principalmente os crimes contra o patrimônio e contra a vida, este último o de maior clamor público.

Este artigo tem como objetivo demonstrar, por meio da análise de dados oficiais e das pesquisas bibliográficas e de campo, como estão territorializados os aglomerados de exclusão e de execução no município de Marituba. O debate teórico-conceitual necessário para essa discussão aborda os conceitos e categorias de território, criminalidade e violência, essenciais para o esclarecimento da temática proposta. As pesquisas de campo no município estudado atestam o que os dados das instituições de segurança manifestam, a ratificação de territorialidades onde a violência se concentra e/ou se manifestam mais veementemente.

Em definitivo, este artigo procura demonstrar, como estão territorializados os aglomerados de exclusão e de execução no município de Marituba e como as instituições de segurança manifestam e onde a violência se concentra e/ou se manifestam mais veementemente, que passaremos expor na continuação deste trabalho.

Área de Estudo

O espaço urbano na Região Metropolitana de Belém (RMB) é uma composição de conjuntos habitacionais elitizados ou não, e áreas de invasão, ou seja, é uma conjunção de áreas de excelente infraestrutura e áreas

insalubres e precárias, que lhe faz da RMB típico representante do espaço periférico metropolitano no Brasil.

A fragmentação urbana cominou com a formação de uma rede espacial dispersa e precária em toda região metropolitana, dando origens a diversos núcleos de ocupação principalmente nos municípios de Ananindeua e Marituba.

Assim inicia-se a construção de uma morfologia metropolitana, cuja característica principal é a ocupação extensiva de novas áreas, espaços insalubres, cujo movimento tornar-se-á maior nas áreas de conurbação entre os municípios de Belém, Ananindeua, e Marituba, espaço constituinte da região urbana³ (Penteado, 1968).

A região metropolitana que apresenta a maior concentração de aglomerados subnormais em relação ao total de domicílios ocupados entre todas as regiões metropolitanas do Brasil, 52,5%, o que corresponde a maioria dos domicílios em toda grande Belém (IBGE, 2010), o que corresponde as áreas de habitação nos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Barbara,

Segundo o IBGE (2010) a população de Marituba era de 108.246 habitantes, distribuídas em uma área de 103.243 km² que reflete uma densidade demográfica de 1.047.44 hab/km².

2. (Des) ordem e a materialização do espaço periférico

A evolução dos sistemas sociais há muito vem engendrando modificações nos sistemas produtivos, estes derivam em novas modificações, as quais tornam determinante o refazer como elemento constante. Este refazer incuti variações de ações e sua consequente materialização, que se verificam na heterogeneidade do espaço social.

A heterogeneidade do espaço é manifesto e medido na estruturação, aparelhamento e oportunização, e não por acaso, a periferia representa a negatividade. Logo, a periferia é vista como um aglomerado, espaço subdesenvolvido⁶ e com caráter específico (Santos, 1980), apresentando exclusiva organização local, que é socialmente conhecida como: favela, baixada, periferia, aglomerado, entre outros nomes/noções/conceitos. O

⁶ Espaço onde as forças de modernização e desenvolvimento alcançam ao mesmo tempo que no centro, por efeito é impactado pelas forças do centro para máxima produtividade, estas quando emitidas dos centros mudam à medida que alcançam a periferia (Santos, 1980).

surgimento ou a concentração destas aglomerações denuncia a forma e a ordem de ocupação do espaço citadino, tal que o espraiamento do povoamento dos núcleos pioneiros e até das áreas longínquas, atesta a ocupação pela necessidade e oportunidade, a qual define o caos da insalubre moradia na cidade, principalmente na periferia urbana.

Dessa forma, o avanço das atividades produtivas na periferia do sistema capitalista, ou melhor, a dinamização e desenvolvimento industrial nos países em desenvolvimento, como no caso brasileiro, bem como o reflexo do desenvolvimento dos países centrais, fizeram com que as cidades mudassem drasticamente para abrigar a dinâmica produtiva, principalmente industrial. Esta, pois, reuni expectativa e esperança, contraditoriamente, tornar-se-á pólo concentrador e reprodutor de pobreza, destarte o espaço periférico urbano emerge como espaço de ocupação dos pobres, mesmo que em condições sub-humanas (SANTOS, 2009). Além disso, a urbanização – ligada às determinações sociais arroladas nos processos produtivos – ratificou a polarização econômica existente, bem como consolidou os grandes centros regionais como áreas de maior verticalização econômica, que influenciou a imigração e consequentemente o crescimento populacional.

Por efeito, a grande cidade segue um caminho de ocupação e povoamento duradouro, verificado principalmente no século anterior, a saber, é neste que a periferia e centro emergem juntos. Centro e periferia, pares, elementos desconexos de uma dialética complexa, pois a periferia é necessária, sua manutenção conecta-se à permanência da classe pobre; sua reprodução, colabora, decisivamente, para o desenvolvimento e permanência de atividades múltiplas, qual a produção, o comércio e serviços necessários. Assim, a ocupação do espaço citadino descreve um processo dialético e corrosivo, verificado na constituição e na manutenção da aviltante realidade, isto porque:

A cidade em si, como relação social e como materialidade, torna-se criadora de pobreza, tanto pelo modelo socioeconômico, de que é o suporte, como por sua estrutura física, que faz dos habitantes das periferias (cortiços) pessoas ainda mais pobres. A pobreza não é apenas o fato do modelo socioeconômico vigente, mas, também, do modelo espacial (Santos, 2009, p. 10).

A lógica de mercado instalada na cidade direciona o acesso e, por isso, os usos do espaço urbano e o custo do centro empurram grande parte dos habitantes antigos e também os novos para outros espaços, geralmente nas redondezas. Devido à necessidade, instalam-se nos limites da infraestrutura urbana, geralmente em movimentos populares conhecidos como invasão e/ou ocupação, as quais ocupam áreas particulares ou públicas, geralmente com fins de moradia e, muitas vezes, não abrigam condições urbanas adequadas, porém, são fundamentais para manutenção da ordem social.

É, pois, evidente que há pobres no centro e ricos na periferia, essas exceções se explicam pela relutância do primeiro e a busca de amenidades ambientais e econômicas do segundo. Sobre o processo de ocupação da periferia pela classe hegemônica, qual apoia-se principalmente nas intervenções públicas, verifica-se que:

Enquanto os imóveis não têm valor como mercadoria, ou têm valor irrisório, a ocupação ilegal se desenvolve sem interferências do Estado. A partir do momento em que os imóveis adquirem valor de mercado (hegemônico) por sua localização, as relações passam a ser regidas pela legislação e pelo direito oficial (Maricato, 1995, p. 12).

O desenvolvimento da periferia, ou a descoberta de amenidades ambientais socialmente valiosas (CORREA, 1989), torna a periferia abrigo de ações de diversos agentes sociais, principalmente o Estado e a iniciativa privada, ambos tentando ocupar a periferia urbana, ordená-la e, por conseguinte, torná-la um “novo centro”⁷.

A ação empreendedora do Estado e da iniciativa privada visa homogeneizar materialmente seu poder, transformando grande parte da cidade de acordo com suas prioridades e, é neste contexto que a cidade ilegal passa a ser palco de ações vertiginosas de transformações materiais e de novas ocupações sociais (Maricato, 1995). Isto ocorre porque o espaço periférico é também um espaço de valor largamente requisitado no contexto das novas necessidades sociais, estando à mercê das determinações dos hegemônicos.

Nesse sentido, o urbano “(...) poderia, portanto, ser definido como lugar da expressão dos conflitos, invertendo a separação dos lugares onde

7 Ornar um “novo centro” não no sentido apenas locacional, mas, principalmente, na oferta de serviços e de (re) produção socioeconômica.

a expressão desaparece, onde reina o silêncio, onde se estabelecem os signos da separação” (Levebvre, 1999, p. 158). Assim, a dissimulação do real faz a cidade ilegal, que mesmo nascida de espoliação, fica sob a densa névoa que somente é rompida quando o caos instala-se e se deflagra para além de seus limites.

Constata-se que as lutas e as determinações sociais são responsáveis pela produção e reprodução do espaço, nas variações existentes, isto porque, as ações que culminam com a desestabilização social e política favorecem a perda articulativa. Nesse processo, ocorrem ações que relacionam as necessidades locais aos elementos territorializadores de predação, que surgem como intervenções urbanísticas de caráter exógeno, que não representam e não se articulam à realidade e às necessidades locais de desenvolvimento, mas que são associados à conquista local e que materializam a “des”ordem.

Sobre a violência, centro e periferia se conectam na necessidade de vigilância e proteção, por isso, a violência urbana é um dos focos centrais das políticas públicas. Na periferia será incutida a maioria das ações para a “manutenção da ordem”. É, pois, a periferia, visualizada como espaço do temor, da atividade criminosa e da “desordem social”, em que a sua continuidade se dará segundo determinações sociais provindas da ordem e das estratégias sociais de sobrevivência e adaptação, as quais alinham-se a manutenção da vida e o enfraquecimento do poder coletivo, o que necessariamente promoverá a rearticulação da vida social.

3. (Des) ordem e a anomalia espacial em Marituba

Os aglomerados urbanos, em geral, cumprem o papel que justificam sua constituição e forma. A gênese desse processo fundamenta a organização e a manutenção do sistema social, pois as conjecturas que mantêm esta marginalização congelam e fazem das populações, figuras da segregação. Por efeito, o espaço periférico metropolitano de Belém, em especial o município de Marituba, destaca-se pela propulsão das necessidades gerais e das carências sociais.

Isto porque, neste município, prevalece a ocupação ilegal do solo, formando grandes áreas utilizadas com fins de habitação, quais são, em primeira instância, áreas invadidas/ocupadas ou construídas em terrenos impróprios para habitação. Isto reflete as condições de vida da população,

pois nestes lugares prevalece a ineficiência dos principais serviços públicos: saúde, saneamento básico, educação, mobilidade e segurança pública.

A partir deste pressuposto, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, declarou que mais de 70% das áreas ocupadas para habitação são aglomerados subnormais⁸. Isto se verifica na quantificação destes aglomerados por bairro no referido município, como exposto na tabela 1, onde é possível visualizar o total da população residindo em aglomerados subnormais:

8 O setor especial de aglomerado subnormal é um conjunto constituído de, no mínimo, 51(cinquenta e uma) unidades habitacionais (barracos, casas...) carentes, em sua maioria de serviços públicos essenciais, ocupando ou tendo ocupado, até período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) e estando dispostas, em geral, de forma desordenada e densa, caracterizando-se da seguinte forma:

a) Ocupação ilegal da terra, ou seja, construção em terrenos de propriedade alheia (pública ou particular) no momento atual ou em período recente (obtenção do título de propriedade do terreno há dez anos ou menos) e; b) Possuírem pelo menos uma das seguintes características: urbanização fora dos padrões vigentes – refletido por vias de circulação estreitas e de alinhamento irregular, lotes de tamanhos e formas desiguais e construções não regularizadas por órgãos públicos; além da precariedade de serviços públicos essenciais (IBGE, 2010, p. 19).

Tabela 1. População residente em domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais, município de Marituba (RMB) – 2010

AGLOMERADO SUBNORMAL	POPULAÇÃO
Agrovila Riacho Doce	456
Agrovila São Pedro	846
Almir Gabriel	12.512
Bairro Novo	6.605
Beija-Flor	4.862
Centro	2.195
Conjunto Jardim Imperial	2.672
Conjunto Nova Marituba	3.531
Dom Aristides	6.372
Invasão do Decouville	903
Invasão Guara-Suco	3005
Invasão Vida Nova	350
Invasão Santa Clara	3.245
Invasão Santa Lúcia I e II	438
Invasão Uriboça	1.969
Mario Couto	2.698
Marituba I	2.924
Nova União	15.525
Novo Horizonte	2.273
Parque das Palmeiras	2.674
Pedreirinha	4.278
São Francisco	3.035
Total	83.368

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), organizado pelos autores.

Na tabela 1, os aglomerados subnormais em sua maioria, são também circunscrições de bairros, estes apresentam quantidade considerável de indivíduos que vivem em condições inadequadas de sobrevivência. A degradação dos espaços é uma co-manifestação da participação deste grupo nas atividades diretivas, de forma que os sujeitos nos aglomerados subnormais estão às margens de políticas públicas de desenvolvimento social.

De sorte, a realidade, destes grupos, configura um relacionamento entre as necessidades dos grupos viventes e sua manutenção. Os espaços

marcados pela desorganização urbana são extremamente insalubres, a qual também é responsável pela instável permanência dos moradores. A tabela 1 descreve o real cenário da infraestrutura, da marginalização do espaço e sua população. Segundo o IBGE (2010), mais de 77% da área urbana de Marituba é composta por aglomerados subnormais, estas áreas abrigam 83.368 habitantes, ou seja, mais de 77% da população do município vive em áreas sem infraestrutura e em ocupações ilegais.

Tal representatividade é ainda mais constrangedora, pois a adjetivação de um aglomerado subnormal é a “precariedade de serviços públicos essenciais” (IBGE, 2010, p. 19), significando a ineficácia de ações públicas com vista à recondução destes grupos a uma realidade socialmente favorável e que possa reorganizar a vida de seus habitantes. Ao que parece, a institucionalização deste espaço em aglomerados subnormais, reinventa termos e reconstitui baixadas e favelas em termo anormal, manifestando a anormalidade e a ilegalidade que os produziu. Assim, a ação de ocupação do espaço e a organização deste é a manifestação de um movimento anormal e ilegal de seus habitantes.

O raciocínio conduz a percepção de que estes amontoados desorganizados urbanos, com inúmeros adjetivos, são por si mesmo explicados, tal que sua desorganização reflete a desconsideração das normativas legais constituindo este em prova irrefutável do descontrole geral, principalmente de uma antipatia com as regulações sociais, tal que “a ocorrência de um grande número de ocupações de terra, fruto de ações coletivas que faz surgir novas favelas da noite para o dia.” (Maricato, 1995, p. 11), isto quase sempre vem acompanhada da culpabilidade de seus habitantes.

Realidade Mariuara⁹, formada por uma composição de áreas ilegais, antigas ou novas, como os bairros Centro e Santa Clara, que têm na precariedade seu laço e nó, a materialidade e justaposição do termo ilegal, manifesta-se em um espaço urbano ilegal, enfim, uma parte ilegal da cidade.

A cidade ilegal (Maricato, 1995) é um fato real, palpável, materialmente estampada, com código e relações sociais particulares, não obstante, apresenta-se virtualmente, ou é ignorada diariamente. Neste sentido, a cidade ilegal, segundo a ordem hegemônica, é uma representação espacial da ilegalidade de seus criadores – leiam-se moradores, assim, o espaço ilegal é homólogo a uma população que age de maneira ilegal.

9 Como se reconhece o nativo de Marituba.

A ilegalidade social reforça a segregação e reinventa constantemente os mecanismos de desorganização política e social que justificam a manutenção destes espaços seguindo o mesmo princípio: a (des) ordem geral. Isto porque, a desorganização é instrumento de ordem e de manifestação do poder, onde os problemas sociais sejam causas em si e não relacionados à incongruente organização e relação social.

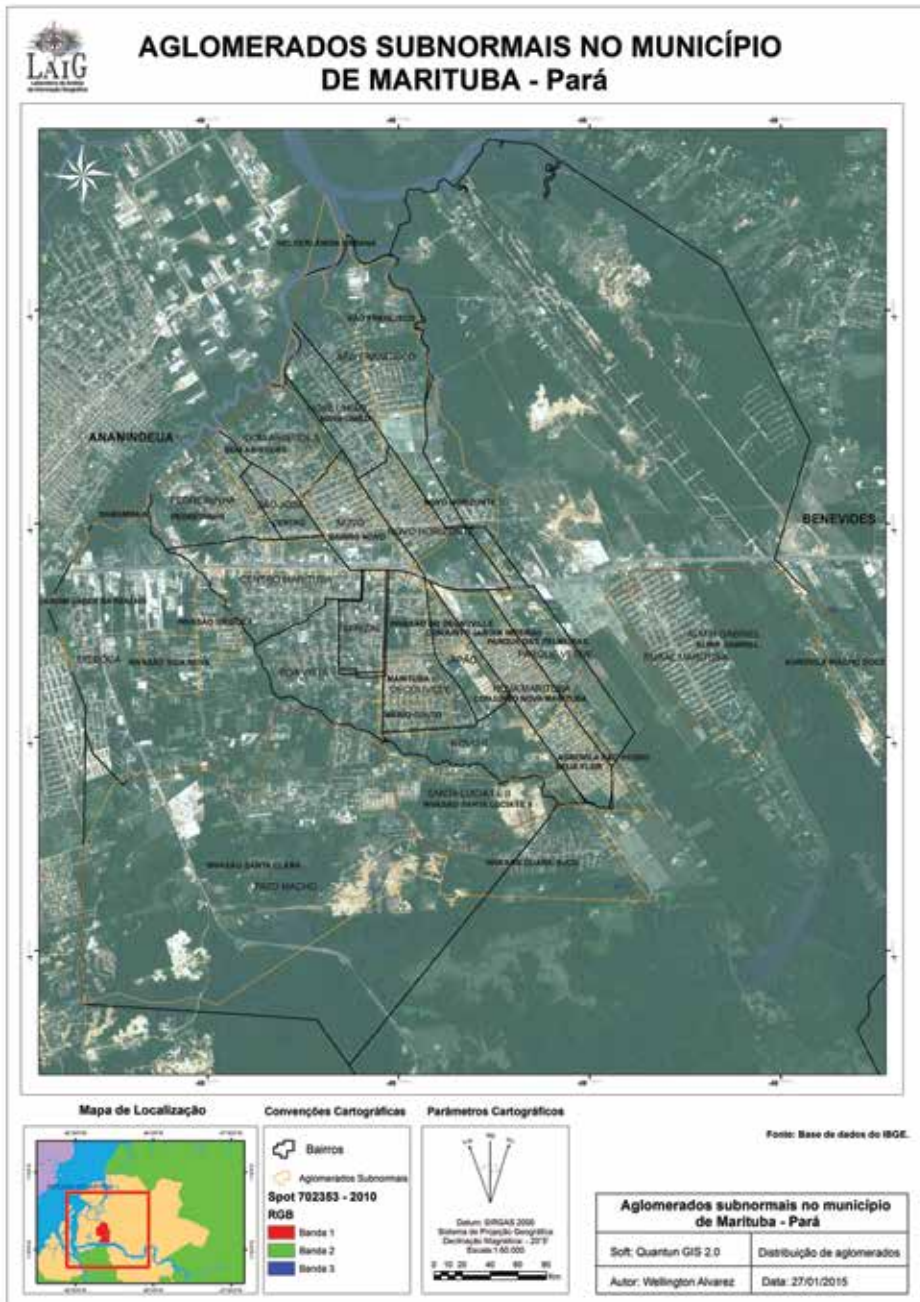
O respaldo deste argumento é a própria manutenção, principalmente no que se refere as intervenções do Estado, pois não se verifica a constituição de uma organização estruturante, que este possa conduzir a um desenvolvimento espacial com justiça social (Souza, 2008), pois, na cidade ilegal:

Enquanto os imóveis não têm valor como mercadoria, ou têm valor irrisório, a ocupação ilegal se desenvolve sem interferências do Estado. A partir do momento em que os imóveis adquirem valor de mercado (hegemônico) por sua localização, as relações passam a ser regidas pela legislação e pelo direito oficial (Maricato, 1995, p. 12).

Em geral, a cidade ilegal continua viva até a promoção pública ou privada de ações de reorganização e estruturação, pois em grande medida estas ações colaboram decisivamente com sua valorização. Consequentemente, promovem a inserção de novos serviços e a contundente valorização do solo, isto, compassadamente, ajustará a realidade ao custo de vida. Logo, estas tornam-se excludentes aos mais pobres, pois “uma das razões pelos quais os pobres tendem a não se fixar, sendo levados para localizações sempre mais periféricas, vem do custo dos serviços” (Santos, 2009, p. 56). Isto promove a manutenção do ciclo de ocupação irregular, o surgimento de novas invasões e por assim dizer a reinvenção da cidade ilegal. Expandida por todo sítio urbano, a ocupação ilegal, apresentada como aglomerado subnormal (IBGE, 2010), pode ser vista em seu caso particular, como se vê no mapa 1:

Wellington de Pinho Alvarez, João Marcio Palheta da Silva, Christian Nunes da Silva, Ricardo Angelo Pereira de Lima. Urban violence in an amazonian metropolis: the production of space and enforcement clusters in the municipality of Marituba/para (2011-2013)

Mapa 1: Aglomerados subnormais no município de Marituba (Pará).



Conforme se observa no mapa 1, grande parte do solo urbano do município de Marituba está em aglomerados subnormais, sendo 77,4% das moradias, e 77,2% de sua população vive nos espaços denominados como aglomerados subnormais (IBGE, 2010), isto demonstra que a cidade, em si, representa e se manifesta como um grande espaço construído e organizado de forma ilegal.

Sendo os dados do IBGE (2010) para os municípios com domicílios particulares ocupados com 20% ou mais, caracterizados como aglomerados, o município de Marituba desponta como o primeiro colocado, acompanhado de outros municípios da Região Metropolitana de Belém (RMB), como destaca a tabela 2:

Tabela 2: Domicílios particulares ocupados total e em aglomerados subnormais e população residente em domicílios particulares ocupados total e em aglomerados subnormais nos municípios com 20% ou mais de domicílios ocupados em aglomerados subnormais – 2010.

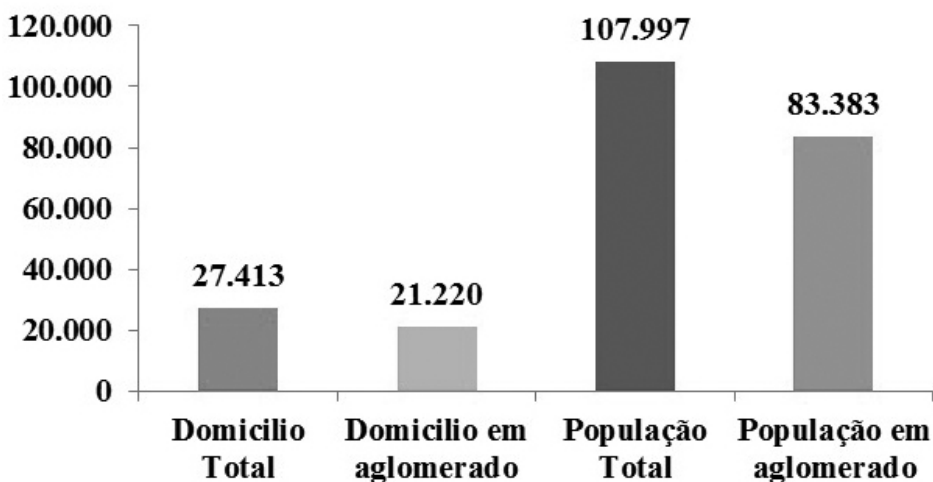
Municípios com 20% ou mais de domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais	Domicílios particulares ocupados		Proporção de domicílios particulares ocupados em aglomerados subnormais (%)	População residente em domicílios particulares ocupados		Proporção da população em áreas de aglomerados subnormais (%)
	Total	Em aglomerados subnormais		Total	Em aglomerados subnormais	
Marituba – PA	27.413	21.220	77,4	107.997	83.383	77,2
Ananindeua – PA	125.922	76.770	61	471.604	288.611	61
Belém – PA	369.177	193.557	52,4	1.392,332	758.524	55
Total RMB	522.512	291.547	55,79	1.971.933	1.130.518	57,33

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Organizado pelos autores.

Com total populacional de 107.997 habitantes (IBGE, 2010), somente 24.629 não vivem em aglomerados subnormais, isso quer dizer que

somente 22,8% dos moradores deste município vivem em espaços regularizados e com disposição de serviços, tal como educação, saneamento, saúde e regulação da organização dos usos do solo urbano. A existência majoritativa de espaços insalubres e ilegais representa de forma contundente a segregação socioterritorial, como é visível no gráfico 1:

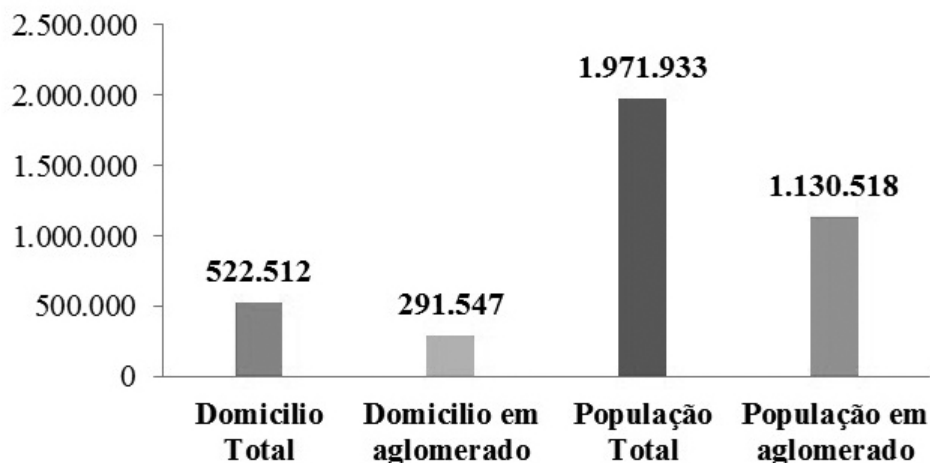
Gráfico 1. Domicílios particulares ocupados total, em aglomerados subnormais e população residente em domicílios particulares ocupados total e em aglomerados subnormais no município de Marituba – 2010



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Organizado pelos autores.

Assim, o gráfico 1, mostra que quase a totalidade dos domicílios está em aglomerados subnormais, desta forma, não é complexo entender que 77% da população vive em espaços insalubres e ilegais, o que não difere da Região Metropolitana de Belém, visto no gráfico 2, que demonstra o problema de ordem e “des” ordem na formação do espaço metropolitano.

Gráfico 2: Domicílios particulares ocupados total, em aglomerados subnormais e população residente em domicílios particulares ocupados total e em aglomerados subnormais na região metropolitana de Belém/PA – 2010



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Organizado pelos autores.

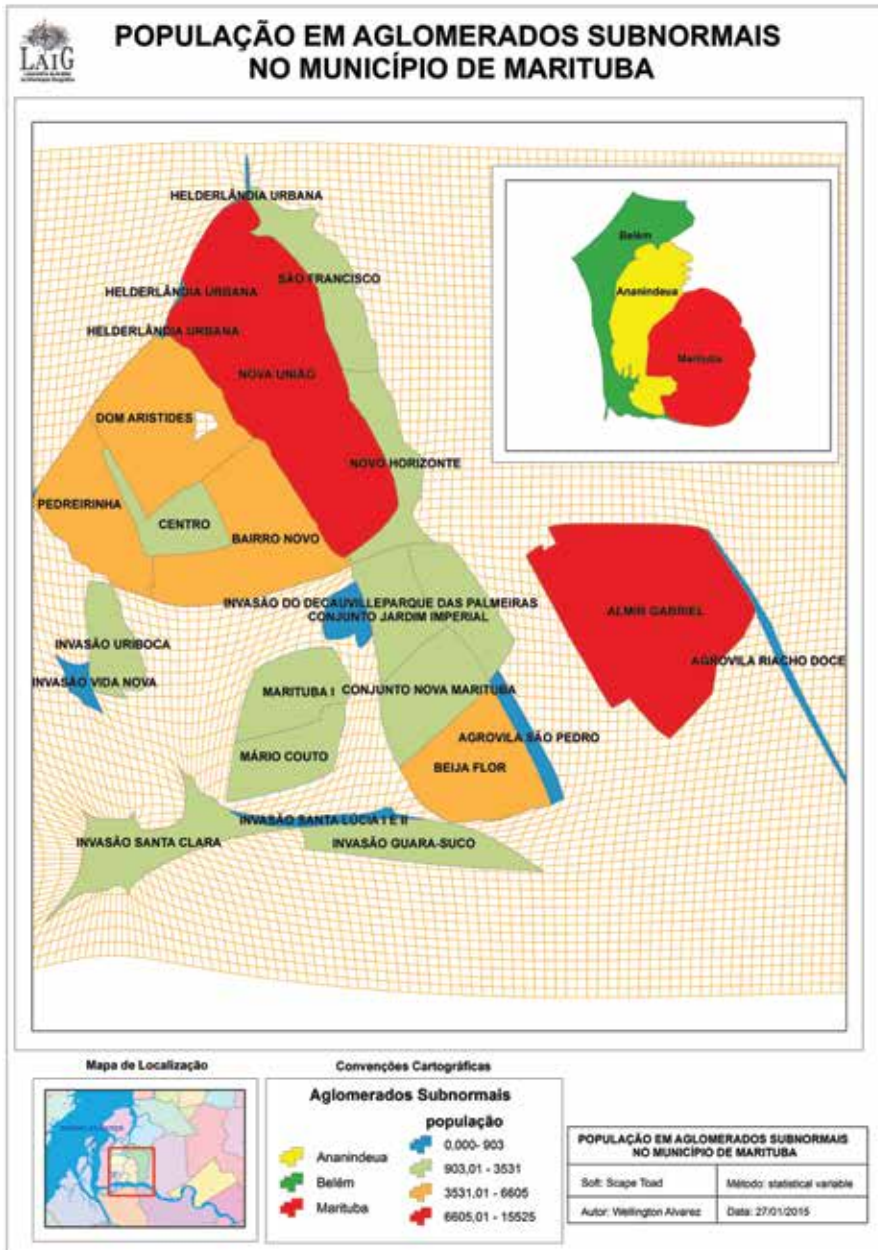
A grande quantidade de áreas descritas como aglomerados subnormais, seja em Marituba ou na RMB, pressupõe a existência de uma população local desfavorecida, e desorganizada politicamente, que dentro da lógica territorial, subutiliza sua energia articulativa como grupo social e político, e que em decorrência disso, fragiliza-se, e sofre em grande medida influência e ações de um ordenamento exógeno, em que o poder se aplica e se manifesta na cristalização de ações de fiscalização, desapropriação e vigilância. Nesse sentido, o espaço materializa a disputa e os conflitos nas diferentes escalas de uso do poder; não por acaso, os territórios, representam-se no espaço e são lidos de forma multiescalar (Haesbaert, 2004), logo, “o espaço é fundamental em todo exercício do poder” (Rabinow; Dreyfus, 1995, p. 219).

Dessa forma, a “des”ordem estabelecida pela ocupação ilegal e a falta de acessos constituem um tipo de violência social, que tolhe o desenvolvimento e que favorece localmente a existência de estratégias de sobrevivência, criadas como adaptação às particularidades locais. Por efeito,

A relação entre habitat e a violência é dada pela segregação territorial. Regiões inteiras são ocupadas ilegalmente. Ilegalidade urbanística convive com a ilegalidade na resolução de conflitos: não há lei, não há julgamentos formais, não há Estado. À dificuldade de acesso aos serviços de infraestrutura urbana (transporte precário, saneamento deficiente, drenagem inexistente, difícil acesso aos serviços de saúde, educação, cultura e creches, maior exposição à ocorrência de enchentes e desabamentos) somam-se menores oportunidades de emprego, maior exposição à violência (marginal ou policial), difícil acesso à justiça oficial, difícil acesso ao lazer, discriminação racial. A exclusão é um todo: social, econômica, ambiental, jurídica e cultural (Maricato, 2014, p. 1 – 2).

Assim um aglomerado subnormal e sua manutenção, no que tange a sua desagregação e desorganização, caracteriza uma ação coordenada de hegemonização e empoderamento, que se manifesta em desordem política e em variados conflitos sociais. Desse modo, a violência que se manifesta na periferia será em parte produto da ordem hegemônica, pois o subdesenvolvimento favorece a existência e a contínua ratificação do circuito ilegal, principalmente da economia da droga, do comércio de armas de fogo e das rixas locais. Elementos que, em geral, se manifestam em desordem e que favorecem o ciclo de subdesenvolvimento, por isso, a manutenção deste é, por assim dizer, uma estratégia de desorganização social e política, a qual sem dúvida promove diversos tipos de relacionamento que ratificaram a ilegalidade e a vida na marginalidade. Desta feita, os aglomerados são projeções espaciais da lógica ordenadora. Referente a isto, a anamorfose 1, que destaca os bairros com maior quantidade de população vivendo em aglomerados subnormais em Marituba:

Anamorfose 1. População em aglomerados subnormais no município de Marituba.



Segundo a anamorfose 1, os bairros com maior quantidade de população vivendo em aglomerados subnormais são União e Almir Gabriel, os quais somam mais de 20.000 pessoas habitando em áreas ilegais e sem infraestrutura. Não por acaso, estes também serão os espaços marcados como os mais violentos do município e da região metropolitana de Belém.

Os aglomerados subnormais são, em linhas gerais, espaços marginalizados, criados e mantidos para ocupação dos mais pobres, bem como para reprodução da força de trabalho e manutenção das atividades econômicas e políticas entre o centro hegemônico e a periferia. Assim, a ratificação do espaço marginal é a própria marginalização social de seus habitantes, pois a degradação humana está intimamente ligada às intempéries que os espaços subdesenvolvidos sofrem, por efeito, a cidade é feita de “vidas em contraste” (Kowarick, 2009, p. 13).

A materialização de espaços subdesenvolvidos é a marca da ilegalidade; conectados à marginalização, seu principal expoente, de forma que relaciona-se o aglomerado à subnormalidade. Isto se alinha à anormalidade do comportamento social e não ao viés territorial, no que tange ao empoderamento político e social transformador da sociedade. Por isso, o espaço desagregado é a materialização da “des”ordem social, que na lógica geral se incuti a insalubre realidade, a causa e consequência das ações anormais de seus habitantes, transformando e obscurecendo a ordem geral.

4. (Des) ordem territorial e os aglomerados de execução em Marituba

Marituba está inserida em um complexo contexto de subdesenvolvimento, onde os espaços marcam a reprodução da pobreza, na eficiente estratégia de redução organizativa das populações em luta pela sobrevivência. Tem-se neste contexto, um dos problemas mais emblemáticos do espaço periférico, a violência homicida, sobre isso, faz relevo às informações da realidade criminológica no município de Marituba oriundos do Sistema Integrado de Segurança Pública (SISP), em uma compilação de informações de 2011 a 2013, que possibilita apontar de forma clara, objetiva e qualificada a violência letal.

Em escala nacional, o município é um dos mais violentos do país (BRASIL, 2014), pois em sua circunscrição territorial verifica-se a continuidade e contiguidade da violência letal, esses espaços marcados de

forma periódica pela violência homicida são chamados de aglomerados de execuções.

Como é visível no mapa 1, dos Aglomerados Subnormais no município de Marituba, em que a área urbana em quase sua totalidade constitui aglomerados subnormais IBGE (2010), este município segundo o Observatório das Metrópoles (2013) tem o pior indicador de qualidade de vida dos municípios pesquisados no Brasil. Por isso, a existência de certa homogeneidade em termos das carências e necessidades entre os bairros, sendo que esta similaridade também descreve a homogeneidade das ocorrências de violência.

Por isso, os casos de violência não são particularidades de uma área. As similitudes entre os espaços relegam certa homogeneidade no medo e na intolerância presentes nas relações sociais estabelecidas, de maneira que a espacialidade da violência seja a manifestação mais aguda da complexa organização e do relacionamento social e, principalmente, da fragilidade organizativa das comunidades. Sobre as vítimas de execuções no município é apresentado na tabela 3, que mostra o registro de vítimas de homicídio por bairro no município de Marituba no período de 2011 a 2013.

Tabela 3. Registro de vítimas de homicídio por bairro no município de Marituba de 2011 a 2013.

Bairro	2011	2012	2013	Total Geral
Almir Gabriel	12	7	2	21
Bairro Novo	5	6	3	14
Centro de Marituba	20	12	12	44
Comunidade Japão	1	0	1	2
Comunidade Santa Lúcia I	0	2	1	3
Comunidade Santa Lúcia II	5	0	2	7
Comunidade São Pedro	1	1	0	2
Decouville	17	27	29	73
Dom Aristides	4	2	7	13
Mirizal	2	2	3	7
Nova União	10	13	5	28
Novo Horizonte	6	7	3	16
Parque Verde	2	0	1	3
Pato Macho	0	0	2	2
Pedreirinha	2	1	3	6
Santa Clara	1	0	1	2
São Francisco	20	9	11	40
São João	1	1	2	4
Uriboca	0	1	1	2
Total	109	91	89	289

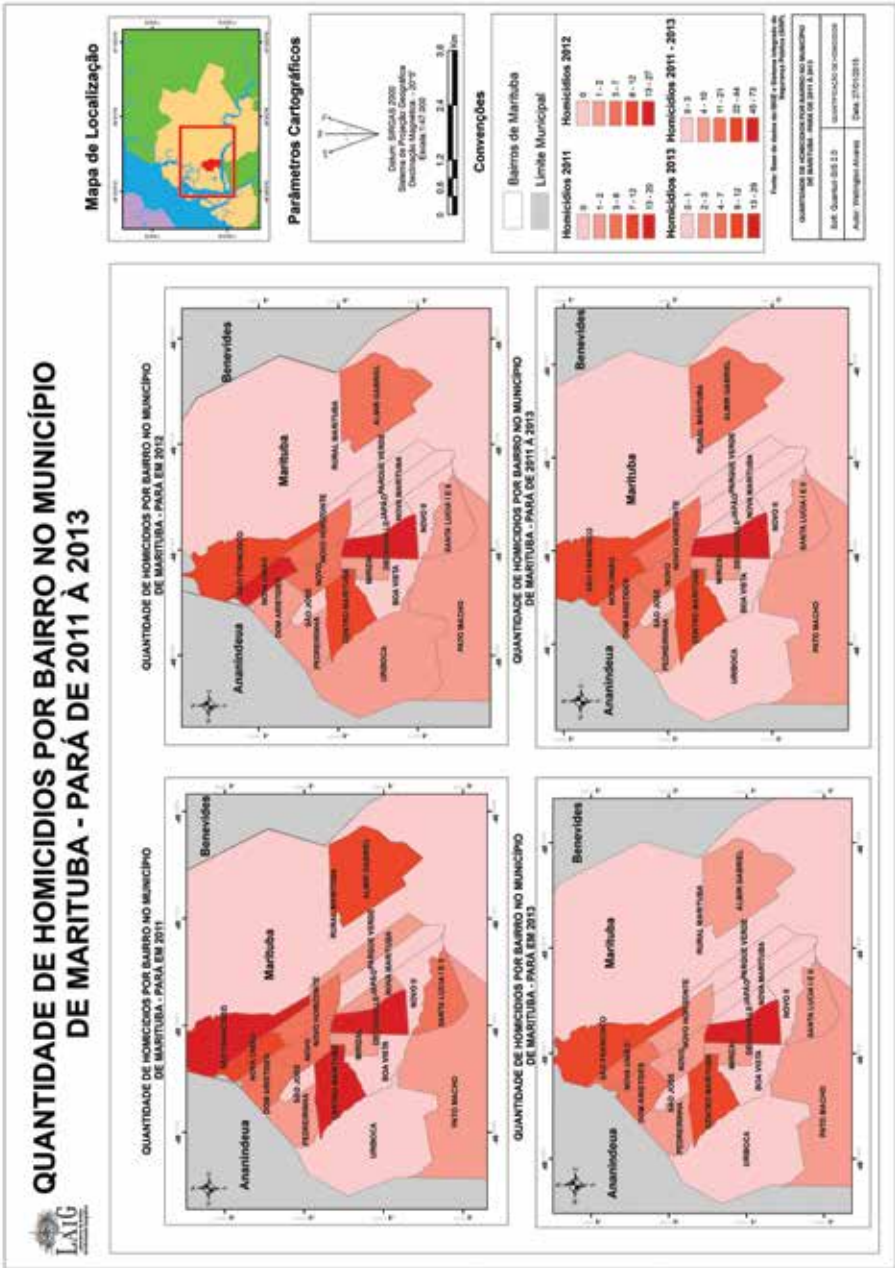
Fonte: Sistema Integrado de Segurança Pública (SISP) – Pará (2014), organizado pelos autores.

Verifica-se, segundo a tabela 3, que há uma diferenciação na quantificação de vítimas de execução nos bairros Decouville 77 (setenta e sete), Centro 44 (quarenta e quatro), União 28 (vinte e oito) e Almir Gabriel 21 (vinte e um), em que todos apresentam mais de 20 (vinte) registros de homicídios com características de execução e concentraram mais da metade dos registros de homicídios no município, 58,82 % dos casos. Estes bairros são reconhecidos como áreas impróprias, basicamente, são espaços onde “a lei do silêncio reina sobre os atos cometidos, não obstante, a vingança privada nestas áreas suplanta a sanção pública” (Kowarick *apud* Murad, 1995, p. 217).

Tem-se então a violência como produto da ação ilegal, de certo “natural”, plenamente conectado à sociedade local que age e tende à ilegalidade. Estes argumentos crepitam as relações sociais, da mesma forma como escamoteia a problemática territorial de empoderamento do grupo local. Para quantificar e temporalizar os homicídios nos bairros apresenta-se a mapa 2.

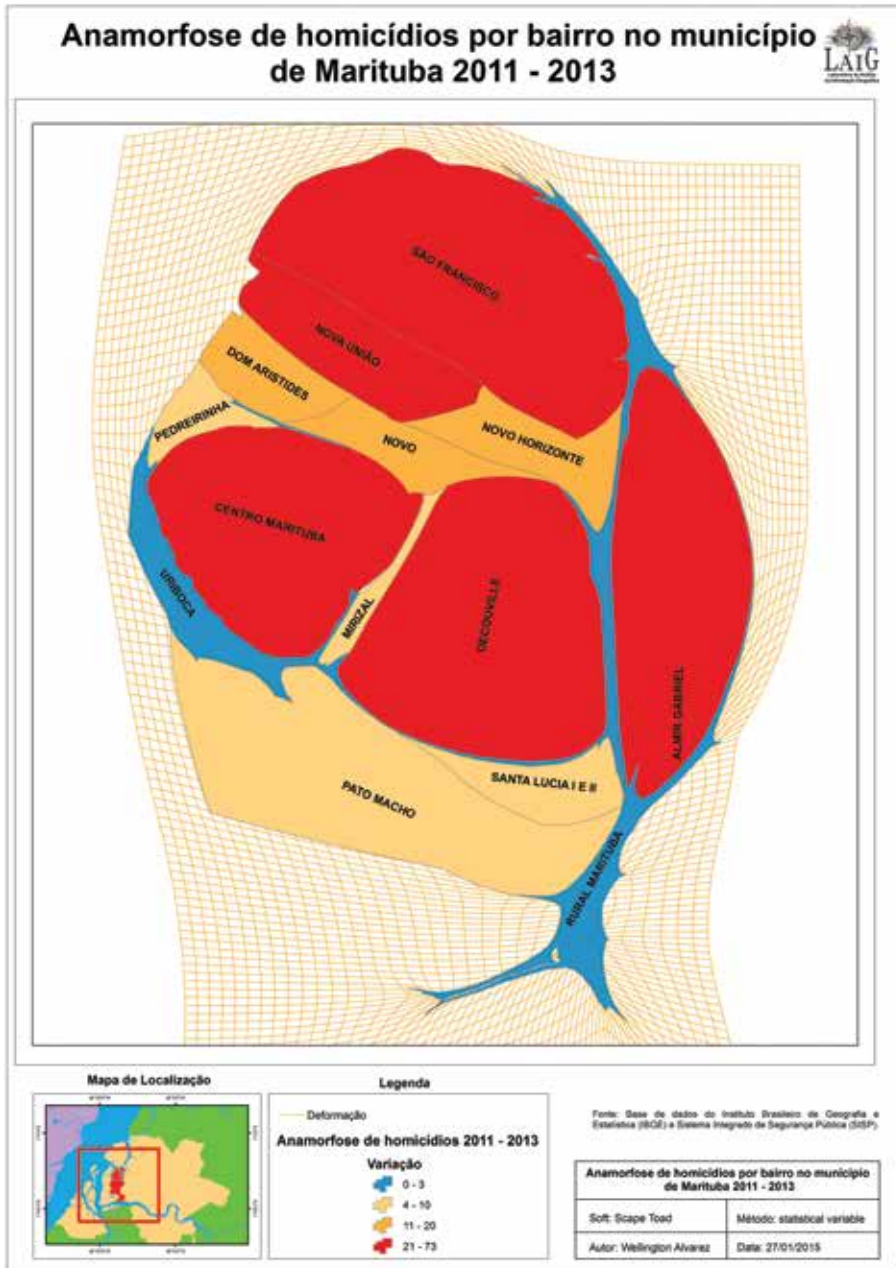
Wellington de Pinho Alvarez, João Marcio Palheta da Silva, Christian Nunes da Silva, Ricardo Angelo Pereira de Lima. Urban violence in an amazonian metropolis: the production of space and enforcement clusters in the municipality of Marituba/para (2011-2013)

Mapa 2. Quantidade de homicídios por bairro em Marituba – Pará de 2011 a 2013



O mapa 3, novamente, destaca concentrações de ocorrências nos Bairros de São Francisco, União, Centro, Decouville e Almir Gabriel, todos com mais 10 (dez) ocorrências nos anos 2011, 2012 e 2013. Ressalta-se também que estes bairros são em sua totalidade aglomerados sub-normais, a exceção do bairro Centro que é parcialmente. Para ampliar a noção de totalidade dos homicídios nos bairros, apresenta-se a anamorfose 2, que deforma a geometria dos bairros em decorrência da maior quantidade de homicídios.

Anamorfose 2. Homicídios por bairro no município de Marituba/Pará, de 2011 a 2013



A anamorfose 2 destaca a concentração de execuções, formando uma grande área com elevada concentração do crime de homicídios. Por conseguinte, os Bairros União, Novo, Centro, União e Almir Gabriel ganham em suas áreas maior representatividade, formando um centro contínuo de ocorrências e vitimização.

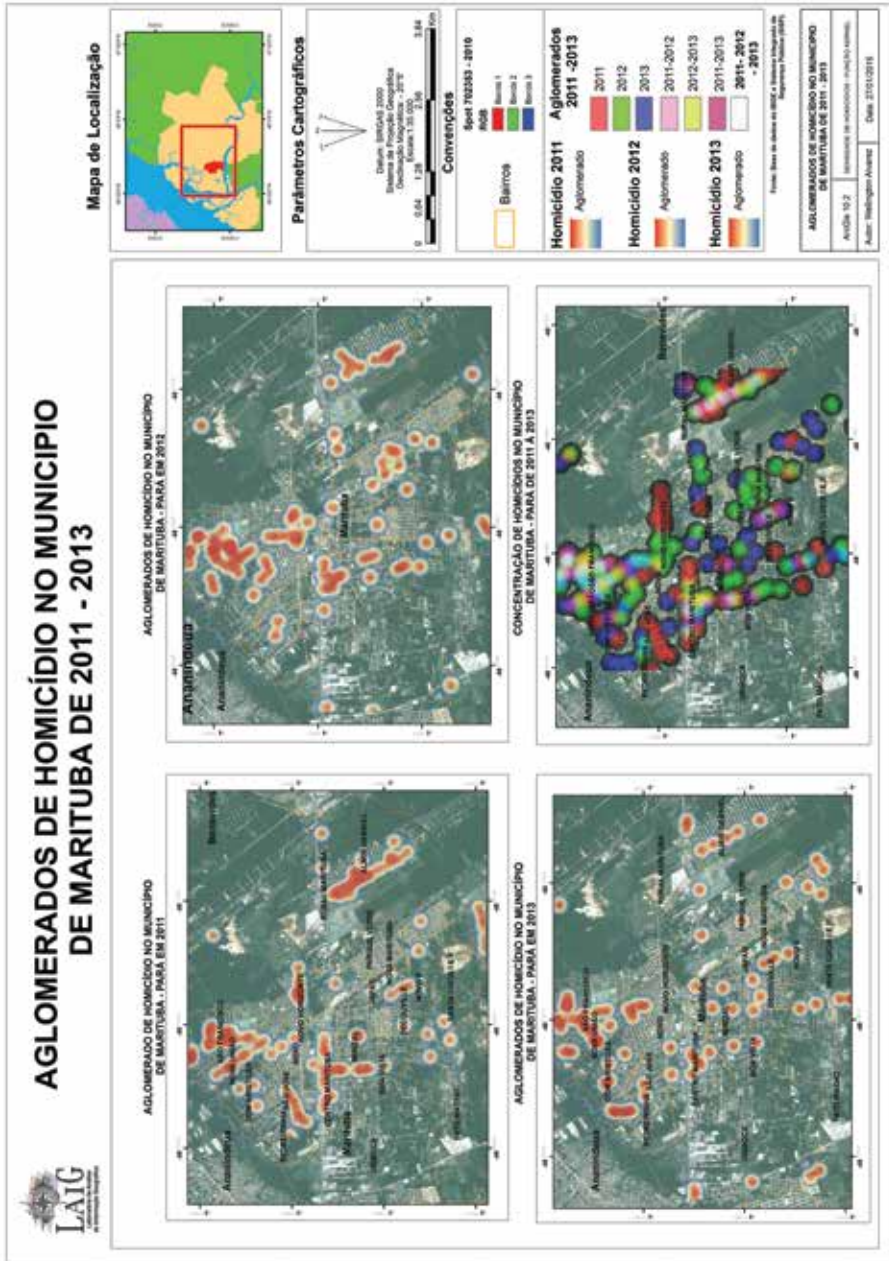
Com efeito, a crescente violência letal faz com que as áreas de maior densidade de homicídios tornem-se ainda mais concentradoras, pois uma execução geralmente é motivação para outra, consecutivamente elevam-se conflitos e rixas. Nesse sentido, a expansão da violência letal provoca a formação de um espaço contíguo de ocorrências e elevada vitimização.

A continuidade de homicídios nos bairros é visível na anamorfose 2, porém esta não possibilita a visualização dos principais locais de execução, ou melhor, não permite espacializar a agregação dos casos de violência letal em um grande e contínuo espaço de vitimização, ou seja, os aglomerados de execução.

Para uma visualização dos aglomerados de execução nos anos de pesquisas (2011 a 2013), bem como a constatação da existência de espaços marcados contínua e contiguamente pela violência letal, apresenta-se o mapa 3, o qual permite a análise da espacialização e concentração dos homicídios na cidade em questão.

Wellington de Pinho Alvarez, João Marcio Palheta da Silva, Christian Nunes da Silva, Ricardo Angelo Pereira de Lima. Urban violence in an amazonian metropolis: the production of space and enforcement clusters in the municipality of Marituba/para (2011-2013)

Mapa 3. Aglomerados de execução no município de Marituba - Pará, 2011 a 2013



A concentração de homicídios ocorre em todo espaço urbano do município, entretanto, nos bairros Centro, São Francisco, União e Almir a violência letal é mais intensa, tanto que os locais de ocorrências praticamente não se modificam. Isto ratifica a manutenção do crime e proporciona a renovação dos conflitos, facilitando a manutenção do ciclo de execuções.

Os maiores números de homicídios em 2011, são manifestos nos bairros Centro, União, São Francisco e Almir Gabriel, formando uma grande mancha de homicídios, onde os bairros São Francisco e União se destacam pela contiguidade de ocorrências, que formam um conglomerado. Já em 2012, novamente, as maiores concentrações continuam nos bairros União, São Francisco, Centro, Almir Gabriel e Novo Horizonte. Este último se destaca quanto ao tamanho do aglomerado e sua área. Isto, porque este bairro não tem grandes proporções, mas apresenta grande concentração de homicídios.

Quanto a 2013, verifica-se uma dispersão das ocorrências, a isso relacionase a diminuição do número de homicídios, porém, os bairros São Francisco e União continuam com número elevado de registros de homicídio, somado a estes, o bairro Almir Gabriel também apresenta concentração de homicídios, ambos demonstram a continuidade da violência.

De forma agregada, a concentração de homicídios de 2011 a 2013, clarifica a concentração de vítimas de homicídios em Marituba, tanto que existem espaços onde persistem os casos de violência letal, que particulariza em um mesmo território diversas execuções. A composição dos aglomerados de 2011 a 2013, revela em última instância, a continuidade e contiguidade deste tipo de violência. Isto, porque as manchas em coloração vermelho são homicídios em 2011, as em verde são homicídios em 2012, os de cor azul são homicídios em 2013. A partir de então a combinação das manchas permite a visualização do rosa para áreas onde ocorreram homicídios em 2011 e 2012; o amarelo para os casos em 2012 e 2013; lilás para ocorrências em 2011 e 2013 e principalmente o branco para a concentração de homicídios nos anos de pesquisa. Isto quer dizer que nas áreas onde o branco predomina estão localizados os aglomerados de execução no município de Marituba de 2011 a 2013.

Os aglomerados de execução são referências espaciais da “des”ordem estabelecida, “des”ordem que se comunica na manifestação socioespacial da anormalidade. Também por isso, estas são áreas segregadas,

relegadas ao abandono e à desorganização política e social, pois as marcas de sangue inculcadas no espaço social revelam a fragilidade social de seus habitantes, bem como descrevem a impossibilidade da comunidade local em estabelecer ações que culminem com o fim da violência letal.

A expressão espacial do aglomerado de execução alinha ao vetor de exclusão e precariedade que as populações locais, viventes em aglomerados subnormais estão imersas e, exatamente por isso, o aglomerado de execução é mais uma forma espacial inscrita em um ambiente de fragilização do poder local, pois “a violência aparece onde o poder está em risco” (Arendt, 2009, p. 74).

A questão territorial para compreender a violência é fundamental, pois o território se lê e se determina pelo uso do poder – que ratifica que as execuções e principalmente os aglomerados de execução, são fenômenos sócioespaciais oriundos da fragilidade sociopolítica, da sociedade vivente nos aglomerados subnormais. A ausência efetiva do uso do poder em caráter coletivo favorece o retorno às armas, financiando o aparelho coercitivo da violência com seus implementos, permitindo a ampliação do ciclo de homicídios (Arendt, 2004).

Por isso, em âmbito coletivo, a constituição territorial tende ao empoderamento coletivo, ampliando a rede de territórios ao embate político e às conquistas sociais. Isto favorece as lutas de classe, em especial aos desfavorecidos economicamente, fortalecendo a sociedade local, a ampliação da qualidade de vida e ao desenvolvimento socioespacial. De sorte, o empoderamento e a articulação dos territórios permitem a revitalização espacial aos moldes locais, manifestando a coalisão territorial em prol do bem comum. Porém, a fragmentação predatória dos territórios no espaço partilhado, a desconexão inicial das microrrelações de poder (Foucault, 2012), e principalmente sua ausência, expõem todos à violência, ao uso da força e das armas.

Considerações finais

A questão da violência homicida e sua incessante manifestação em aglomerados de execução representa a conectividade entre o esfacelamento das organizações locais de luta pela efetivação dos direitos já positivados, e a predatória forma de desorganizar as comunidades viventes em espaços periféricos. Este processo culmina com a redução do papel e da força

das comunidades locais na geração das decisões sobre as ações em seus espaços, e marca a desvalorização da luta e das conquistas. Nesse sentido, os territórios e suas manifestações atitudinais remetem-se ao grupo social que lhes dá uso e função, de modo que, o território em precariedade de uso dilacera-se e com ele o poder que o organizou. Desse fato, desprende-se a problemática da insalubridade local e da péssima qualidade de vida.

Desse modo, o problema da (des) ordem e sua consequente manifestação em problemáticas sociais é vivo e constante, fazendo emergir nos espaços, a cada dia, mais conflitos e novas ações de “des”ordem. Por isso, a violência homicida cresce à medida que expande a fragilidade local, da mesma forma que o território em sentido coletivo e articulado desfigura-se, impulsionando, então, a utilização da violência e sua manutenção em um ciclo por meio dos implementos que lhes afirma.

Nesse caso, a questão territorial é o cerne dos embates que envolvem o ciclo de reprodução da pobreza, da qualidade de vida e do desenvolvimento social, pois sendo o território marca e manifestação de um poder consolidado e em constante consolidação, sua depreciação, somado ao arranjo coletivo de desestabilização, desfavorece as articulações locais, engendrando intensas e finas rupturas com o tecido social no todo. Isto particulariza a vida, intimida relações de resistência e de valoração, bem como submete a organização social ao mínimo de existência de manifestações temporais.

Desse modo, os aglomerados subnormais tais quais os aglomerados de execução são representações espaciais manifestantes da (des)ordem, que precariza e subverte a racionalidade local, favorecendo de maneira contumaz a desestabilização política e a perda do fôlego de luta e de empatia coletiva. Enfim, o problema da (des) ordem territorial na periferia socialmente produzida é a manutenção do ciclo de reprodução dos aglomerados subnormais, a cidade ilegal e, principalmente, a contundente espacialização dos aglomerados de execução no município de Marituba.

Referências

- Arendt, H. (2009). *Sobre a Violência*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Brasil. (2015). *Mapa da violência 2014: os jovens do Brasil*. Disponível em: http://www.mapadaviolencia.org.br/pdf2014/Mapa2014_JovensBrasil.pdf. Acesso em 16 jan. 2015.
- Corrêa, R. (1989). *O Espaço Urbano*. São Paulo: Editora Ática,
- Foucault, M. (2012). *Micro Física do Poder*. São Paulo: Graal.
- Haesbaert, R. (2004). *O Mito da Desterritorialização: Do fim dos territórios à multiterritorialidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2010). *Censo 2010: Aglomerados subnormais – informações territoriais*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000015164811202013480105748802.pdf>
- Observatório das Metrópoles (2013). *Índice de bem-estar urbano - IBEU*. In: RIBEIRO, L. C Q; RIBEIRO, M. G. (org.). Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.observatoriodasmetropoles.net/images/abook_file/ibeu_livro.pdf. Acesso em: 01 nov. 2014.
- Kowarick, L. (2009). *Viver em risco: sobre a vulnerabilidade socioeconômica e civil*. São Paulo: Editora 34
- Maricato, E. (1995). *Metrópole na Periferia do Capitalismo: Ilegalidade Desigualdade e Violência*. São Paulo Disponível em http://www.fau.usp.br/deprojeto/labhab/biblioteca/textos/maricato_metrperif.pdf. Acesso em: 25 abr. 2013.
- Penteadó, A. R. (1968). *Belém - Estudo de geografia urbana*. Belém: Universidade Federal do Pará. Disponível: http://issuu.com/ufpadois-pontozero/docs/bel_m_estudo_de_geografia_urbana.?workerAddress=ec2-54-234-92-20.compute-1.amazonaws.com. Acesso
- Rabinow, P.; Dreyfys, H. (1995). *Foucault, uma trajetória filosófica: (para além do estruturalismo e da hermenêutica)*. São Paulo: Forense Universitária.
- Santos, M. (1980). *A urbanização desigual: a especificidade do fenômeno urbano em países subdesenvolvidos*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Santos, M. (2008). *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4ªed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Santos, M. (2009). *A urbanização brasileira*. São Paulo: Edusp.

Wellington de Pinho Alvarez, João Marcio Palheta da Silva, Christian Nunes da Silva,
Ricardo Ângelo Pereira de Lima. Violência urbana em uma metrópole amazônica: a produção
do espaço e dos aglomerados de execução no município de Marituba/para (2011-2013)

Secretaria de Estado de Segurança Pública e Defesa Social do Estado do
Pará (SEGUP). (2014). *Relatório descritivo de homicídios no município de Marituba: 2011 – 2013*. Belém, 10p.

Souza, M. L. (2008). *Mudar a cidade: Uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS CARTOGRÁFICAS Y CENSALES EN UN ESTUDIO HISTORIOGRÁFICO DEL DISTRITO CENTRAL DE BARVA, 1945-2014

APPLICATION OF CARTOGRAPHIC AND CENSUAL TOOLS IN A HISTORIOGRAPHICAL STUDY OF THE CENTRAL DISTRICT OF BARVA, 1945-2014

Marcela Otárola Guevara¹
Consultora independiente, Costa Rica

<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.3-59.11>

RESUMEN

El estudio de las ciudades, desde una perspectiva historiográfica, se beneficia del utillaje de otras disciplinas para comprender la magnitud de los cambios que en ellas ocurren. Por tal motivo, una investigación en Historia Urbana hecha en el Distrito Central de Barva, ciudad de Costa Rica, se apoyó en el uso de fotografías aéreas, mapas y registros de población para comprender su transformación de un lugar rural a uno urbano entre los años 1945 y 2014. Se presentará el uso dado a herramientas cartográficas y censales en el ámbito de una investigación de Historia Aplicada. Con ellas se definieron tres periodos, cada uno con una configuración diferenciada, y se expuso la variación demográfica de sus habitantes, observando así la modificación de la morfología urbana como una acción directa del ser humano.

¹ Magister Scientiae en Historia Aplicada, arquitecta, profesional independiente, investigadora en Historia Urbana, Costa Rica, motarolag@gmail.com.

Fecha de recepción: 19 de setiembre de 2016
Fecha de aceptación: 19 de abril de 2017

Palabras clave: morfología urbana, historia aplicada, cartografía aplicada, censos demográficos, Barva

ABSTRACT

The study of cities, from a historiographical perspective, it benefits from the tools of other disciplines to understand the magnitude of the changes that occur in them. Therefore, a research in Urban History made in the Central District of Barva, city of Costa Rica, relied on the use of aerial photos, maps and population registers to understand its transformation from a rural setting to an urban one, between 1945 and 2014.

The use of mapping and census research tools will be showed in an Applied History research. As a result of its use, three periods were defined, each one with a different configuration, and a demographic transformation was exposed, thus observing the modification of the urban morphology as a direct action of the human being.

Keywords; urban morphology, applied history, applied cartography, population censuses, Barva

Introducción

Las relaciones humanas se expresan en las urbes y es por ello que tienen una dimensión geográfica. Sus interacciones están espacializadas, resultan de distintas coyunturas y, por esta razón, son variables y provocan cambios en el comportamiento de los individuos, quienes, a su vez, modifican su forma de vincularse con el contexto. Así, las ciudades son concebidas como asentamientos inacabados, porque están en constante mutación y, con una visión historiográfica, se puede apreciar la metamorfosis de su estructura urbana.

Bajo una perspectiva teórica permeada por el constructivismo social, en la que se considera la ciudad como la impronta de una realidad social en elaboración, se realizó una investigación sobre la transformación del Distrito Central de Barva, como trabajo final de graduación en el programa de la Maestría en Historia Aplicada de la Universidad Nacional, con el fin de comprender cómo sus habitantes modificaron el espacio urbano mediante distintas formas de apropiación. Así, se procedió a compilar y analizar información proveniente de distintas fuentes como textos, entrevistas, observaciones de campo e imágenes sobre costumbres locales; además tuvo un carácter medular la información obtenida de la observación de mapas y fotografías aéreas y de la interpretación de datos inscritos en registros de población. Con los recursos cartográficos y censales, principalmente, se visibilizaron las permutas originadas por migraciones internas en la Gran

Área Metropolitana (GAM) acontecidas desde la segunda mitad del siglo XX hasta los albores del siglo XXI, mismas que provocaron una transformación del uso del suelo: se pasó de un territorio rural a uno urbano.

El sistema económico decimonónico que definió a Barva como un área agropecuaria cambió con la metropolización (Carvajal, 2005), este cambio le confirió otra especificidad a la localidad: la otrora agraria en la década de 1940 que contaba con un núcleo compuesto por el templo católico, la plaza y el edificio municipal, donde se intercalaban casas con cultivos (en su mayoría cafetales), en un plazo de setenta años se convirtió en un sector habitacional conurbado con el Distrito Central de la provincia de Heredia, modificando su composición territorial y demográfica.

En el presente artículo, se muestra el uso de mapas como herramienta para dilucidar esta variación, haciendo pesquisas comparativas entre ellos. Como resultado de este ejercicio se establecieron tres períodos, delimitados según los cambios significativos observados en la composición urbana. Uno abarca desde 1940 hasta 1969, otro considera los comprendidos entre 1970 y 1989; mientras que el último contempla aquellos de 1990 al 2014. El primero retrata a Barva como una comunidad agrícola con un centro delimitado y una población homogénea; el segundo muestra el efecto de las migraciones en el aumento de los habitantes, la densificación de su Distrito Central y el crecimiento de asentamientos perimetrales; y, finalmente, en el tercero se evidencia la diversificación de la población barveña y la unión de la jurisdicción con localidades vecinas.

Como complemento a la datos cartográficos, se utilizaron mapas censales, registros agropecuarios y de población, normativas de ordenamiento urbano, documentos sobre el proceso de urbanización local e imágenes históricas de la ciudad. Por último, se encontraron hallazgos que facilitaron la comprensión de la morfología de la zona en estudio, permitiendo formular una explicación (razonamiento) sobre la configuración de la estructura social del centro urbano barveño.

El objeto de estudio

La investigación se enfocó en examinar el impacto que produjo en el espacio urbano de una comunidad, el cambio cuantitativo y cualitativo de su población, como consecuencia de los fenómenos de migración interna acaecidos dentro de la Gran Área Metropolitana (GAM). El sitio se encuentra en

el Distrito Central de Barva, cantón número 2 de la provincia de Heredia, ubicado al norte del Valle Central de Costa Rica. Colinda con San Pablo, San Roque y Santa Lucía de Barva al norte, al oeste y al este respectivamente, y al sur con el distrito de Mercedes que pertenece al cantón central de Heredia. Temporalmente, se estudió lo ocurrido entre los años 1945 y el 2014, período que inicia con la época previa a la metropolización y finaliza con el proceso de desaceleración del aumento poblacional.

Metodología

Esta investigación fue un estudio retrospectivo que usó como fuentes de información primaria los siguientes recursos:

- Fotografías aéreas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de 1945, 1960, 1980, 1985, 1992, 1997 y 2014.
- Mapas censales de la Dirección General de Estadística y Censos de 1962, 1972 y 1982.
- Censos de población de la Dirección General de Estadística y Censos de 1950, 1963 y 1973.
- Censos de población del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) del 2000 y 2011.
- Censos agropecuarios de la Dirección General de Estadística y Censos de 1973 y 1984.
- Estimaciones de población de 1970, 1980, 1990, 2000, 2010 y 2015, elaboradas por el que Luis Rosero Bixby del Centro Centroamericano de Población de la Universidad de Costa Rica (CCP).

En los trabajos de Solera (1964) y Rodríguez (1997) se encontraron mapas del distrito central, estadísticas demográficas y narraciones sobre el crecimiento del centro urbano; mientras que en el Diagnóstico de Planificación del Plan Regulador de Barva de Heredia (DEPPAT, 2006), en el Plan Regulador de Barva de Heredia (DEPPAT, 2008) y en el Plan de Desarrollo Humano Local de Barva 2015-2020 (Municipalidad de Barva, 2014), se obtuvo información sobre el desarrollo de servicios e infraestructura urbana incluidos en programas vinculados al ordenamiento territorial del sitio.

Como complemento, datos sobre la repercusión de nuevos proyectos habitacionales en la infraestructura y en los servicios urbanos de la zona

indagada fueron provistos por informantes locales, quienes fueron entrevistados durante la investigación.

Tras hacer una revisión documental, se estableció una línea de tiempo, usando como fechas de referencia los años de las fotografías aéreas suministradas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Al comparar estas imágenes, se observaron los cambios en el espacio urbano y, para cuantificarlo en términos de superficie, se procedió a georeferenciarlas, usando el programa de cómputo ArcGis y como parte de la investigación se representó en mapas con la indicación de dos formas de uso del suelo: rural y urbano. Con base en estos mapas, se hizo un cuadro comparativo, en el cual se anotaron las fechas y las áreas correspondientes al espacio urbano (medidas en hectáreas y metros cuadrados), cuyo cotejo permitió establecer su crecimiento porcentual.

Posteriormente, se examinó la información de los censos y de las normas de ordenamiento urbano del lugar. Se realizaron periodizaciones, considerando el año de registro de los datos contenidos en las fuentes, se sistematizaron los apuntes demográficos para establecer un perfil de la población tomando en cuenta las cuantificaciones de habitantes en distritos y cantones, su procedencia, ocupación y residencia; mientras que del conjunto normativo se extrajo el uso del suelo y la configuración territorial del distrito central.

Con esa información, se construyeron cuadros comparativos que revelaron el comportamiento demográfico como parte del proceso se midió el incremento de la población, su distribución en los asentamientos, la proporción de migrantes y las actividades productivas de los habitantes. La huella de los pobladores en el área de estudio se obtuvo haciendo zonificaciones en los planos de la localidad.

Finalmente, se consolidó la información cartográfica en un solo mapa, con lo que se observó la mutación de lo rural a urbano, mientras que con los datos censales se estableció el cambio en la población.

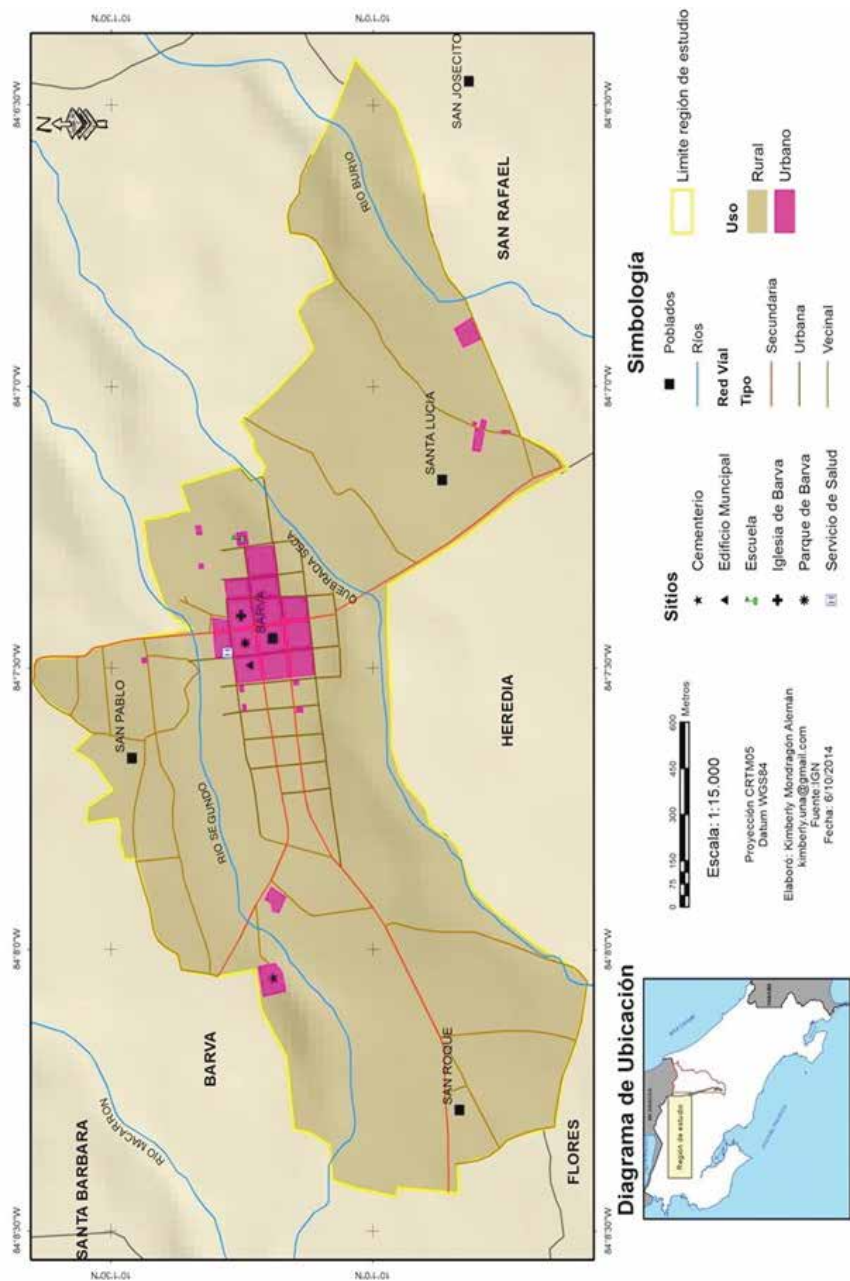
Resultados

Período 1940-1969

Mapas de 1945 y 1960 muestran en Barva una vocación agropecuaria heredada del siglo XIX. Se observó un núcleo poblacional que, si bien se señala urbano por la concentración de población, la prestación de

servicios, por la confluencia vial y comercial, así como por la disposición residencial en torno a la Iglesia y la plaza; mantenía amplios espacios de cultivo, la mayoría de los cuales se cultivaban para autoconsumo. El trazo de las calles demarcó la trama de la ciudad, más que la construcción propiamente edilicia, y fue uno de los elementos ordenadores del territorio, ya que orientó el crecimiento del Distrito Central y sus alrededores (Mapa 1).

Mapa 1. Espacio urbano en Barva, 1945



Fuente: (IGN, 1945).

Observando las inscripciones de población del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de los años 1950 y 1963, se aprecia que la población originaria se mantuvo en ascenso, mientras que la cifra de inmigrantes bajó un 9% en este periodo; lo que indica que no hubo movimientos migratorios significativos y que el incremento se debe al aumento de la tasa vegetativa. Es importante destacar que el 50.9% de los trabajadores activos del cantón se dedicaban a labores agropecuarias en 1963, mostrando que la agricultura aún se mantenía como una actividad económica relevante en la localidad (Tabla 1).

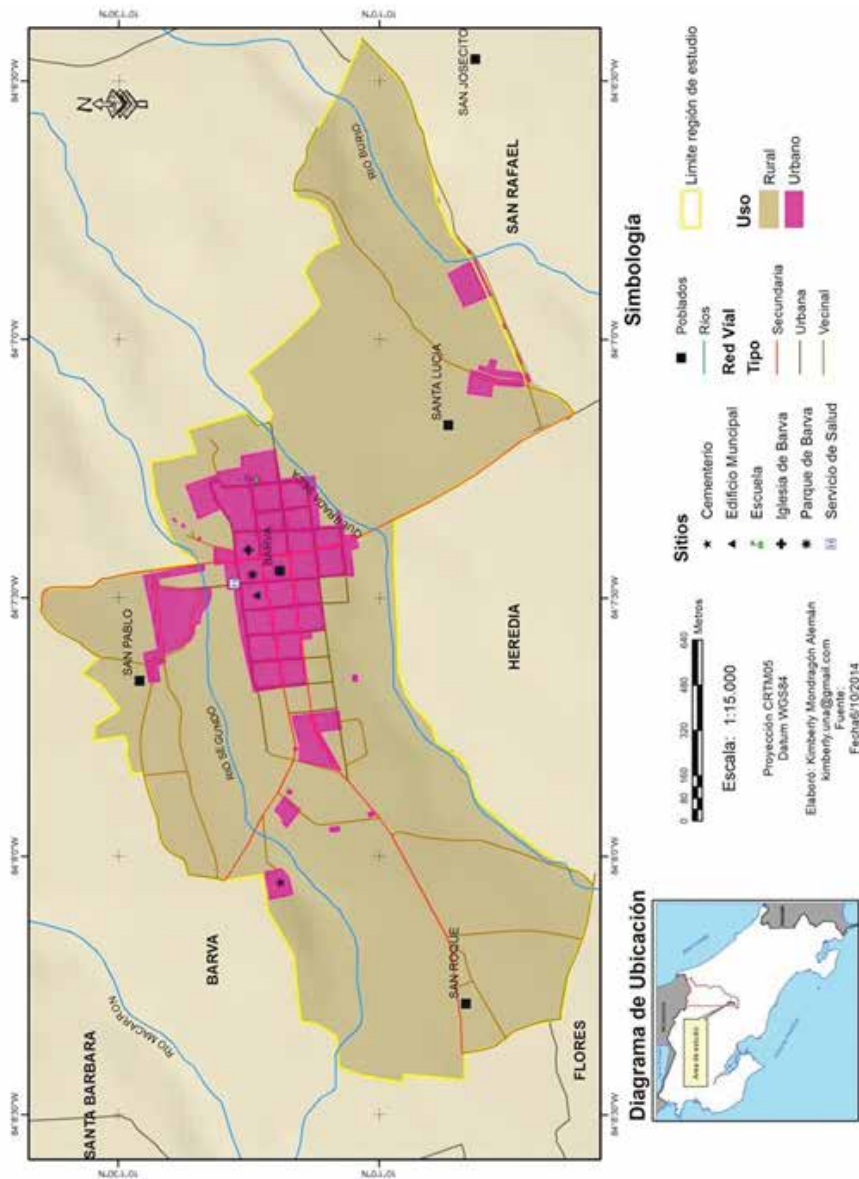
Tabla 1. Hallazgos censales y cartográficos del cantón de Barva, referentes al uso de suelo y población, 1940-1969

Año	Fuente	Hallazgos
1945	<i>Mapa de 1945</i>	Zona rural con vocación agrícola. Destaca el trazo vial como uno de los elementos ordenadores del espacio. Incipiente asentamiento urbano en torno a la iglesia, la plaza y el edificio municipal.
1950	<i>Censo de población</i>	5.263 personas viven en el cantón, 68,73% son oriundas.
1960	<i>Mapa de 1960</i>	Desarrollo concéntrico del asentamiento alrededor de la iglesia, la plaza y el edificio municipal. Carreteras como factor de crecimiento urbano del distrito central. Incorporación de un nuevo punto de referencia y de crecimiento urbano: la escuela Pedro Murillo en el este del distrito. Prevalencia de zona rural.
1963	<i>Censo de población</i>	8.504 personas viven en el cantón: 77,74% son oriundas, el 26,87% son activas laboralmente y, de éstas, el 50,9% se dedican a actividades agropecuarias.

Fuente: (INEC, 1950, 1963; IGN, 1945, 1960).

Hasta 1960 el pueblo no presenta modificaciones en su forma urbana: conservó un centro compuesto por la iglesia, la plaza y el edificio municipal, el crecimiento se realizó en sentido oeste-este, siguiendo el sentido de los ríos Segundo y Quebrada Seca, que delimitan el distrito, y no se realizaron desplazamientos masivos de personas. Al norte y al suroeste se vislumbran asentamientos embrionarios (San Pablo y Santa Lucía, respectivamente) junto a la ruta 126, vía de acceso a Barva, que posteriormente se convertirán en densos núcleos habitacionales (Mapa 2).

Mapa 2. Espacio urbano en Barva, 1960



Fuente: (IGN, 1960).

En la década siguiente la situación cambió, porque hubo un incremento de la población como consecuencia de “[...] la formación de un ámbito regional estructurado de las actividades económicas y sociales localizadas en la ciudad capital” (Carvajal, 2005, p. 53) que extendió su injerencia a cabeceras cantonales de las provincias vecinas, entre ellas, Barva.

Período 1970-1989

Al revisar las estimaciones de población de 1970 y 1980 (Rosero, 2002) se contabiliza el incremento de un 54.22% de la población barveña concentrada en el distrito central, y se advierte que un 25.38% de los residentes del cantón viven en esa jurisdicción, la que, para 1973, es considerada urbana, según datos del censo agropecuario del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de ese año. Esta situación se refleja en la densificación de sus cuadras centrales, especialmente, en las inmediaciones de la iglesia y de la escuela Pedro Murillo (Tabla 2).

Tabla 2. Hallazgos censales y cartográficos del Cantón de Barva, referentes al uso de suelo y población, 1970-1980

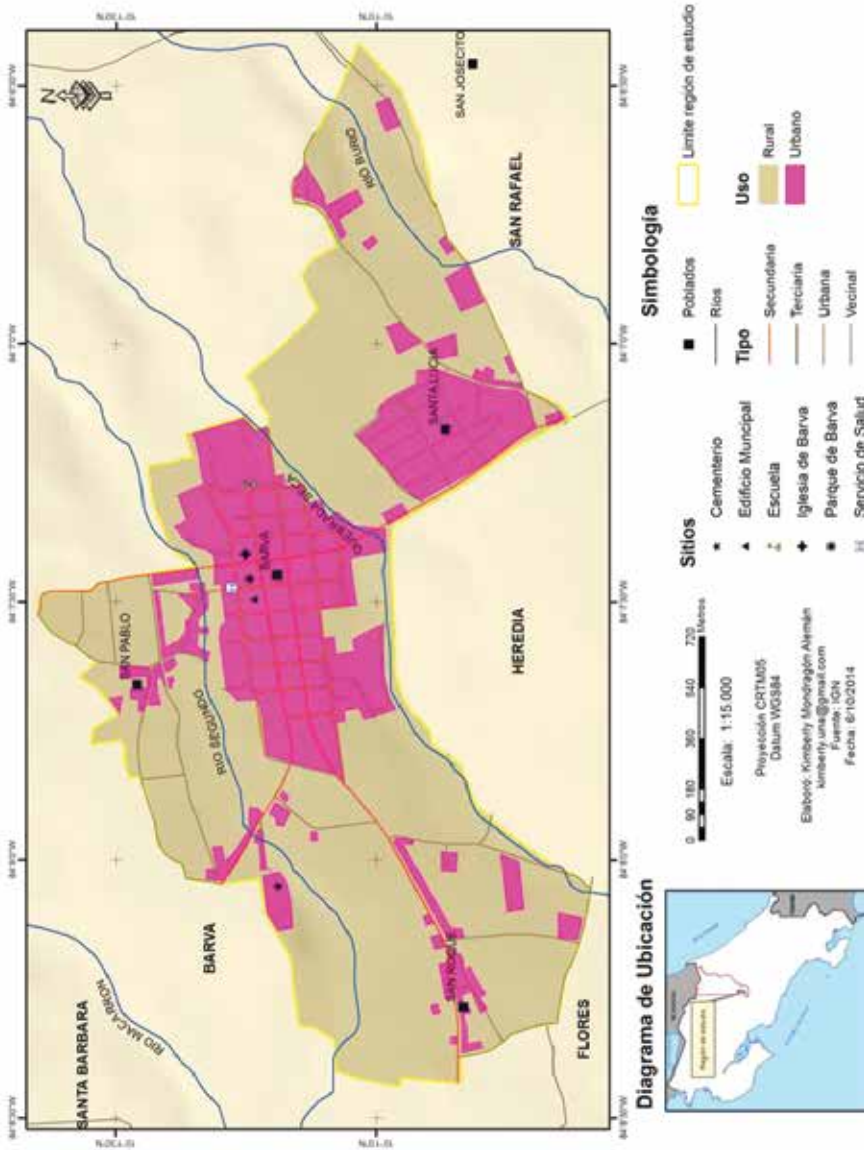
Año	Fuente	Hallazgos
1970	<i>Estimación de población</i>	11.425 habitantes residen en el cantón de Barva. El mayor porcentaje vive en el Distrito Central (25.38%) y los de menor proporción en Santa Lucía (12,3%) y San Roque (6,1%).
1973	<i>Censo agropecuario</i>	24,3% del área del cantón es zona urbana, correspondiendo el 100% al Distrito Central de Barva.
1980	<i>Estimación de población</i>	17.620 habitantes residen en el cantón de Barva. El 22% en el Distrito Central y con menor porcentaje en Santa Lucía (13,3%) y San Roque (8,5%). Hay aumentos significativos de población en localidades vecinas: San Roque (113%), San Pedro (89,34%) y San Pablo (28,5%).
	<i>Mapa de 1980</i>	Crecimiento urbano hacia el este, en dirección a la escuela Pedro Murillo. Aumento de la densidad edilicia en el centro de Barva. Surgen incipientes asentamientos en San Roque y San Pablo. Notable expansión urbana en Santa Lucía.
1984	<i>Censo agropecuario</i>	El distrito de Barva tiene la menor cantidad de hectáreas para cultivo: 3,84%, seguido de San Roque con un 5,87% y Santa Lucía con un 7,67%.

Fuentes: (Rosero, 2002; INEC, 1973,1984; IGN, 1980).

Por otra parte, si bien hay distritos que lucen despoblados a inicios de los años 70, su situación se revierte once años después. El caso más significativo es Santa Lucía que, entre 1970 y 1980, presenta un aumento del 67% de la población y una disminución del 41.6% en las tierras de uso agrícola entre 1973 y 1984. Al examinar su ubicación en fotografías aéreas de 1980 y 1985, se nota que la mayoría de sus construcciones son residenciales y se han levantado junto a la carretera nacional 126 que conduce a Barva; mientras que las fincas existentes han quedado relegadas al sector noreste que colinda con San Rafael de Heredia (Mapa 3).

Ambas situaciones iniciaron la conurbación de Barva con el cantón de Heredia y aumentó la circulación de flujos de personas y mercancías, desdibujándose, de este modo, la frontera física entre ambas localidades. Este tráfico se nutre del aumento de moradores en otros asentamientos como San Roque, San Pedro y San Pablo, todos interconectados por una red vial enlazada con otras localidades de la Gran Área Metropolitana (GAM), los cuales, en conjunto, constituyeron una huella urbana cantonal en expansión que desplazó las áreas agropecuarias hacia regiones de mayor altura.

Mapa 3. Espacio urbano en Barva, 1980



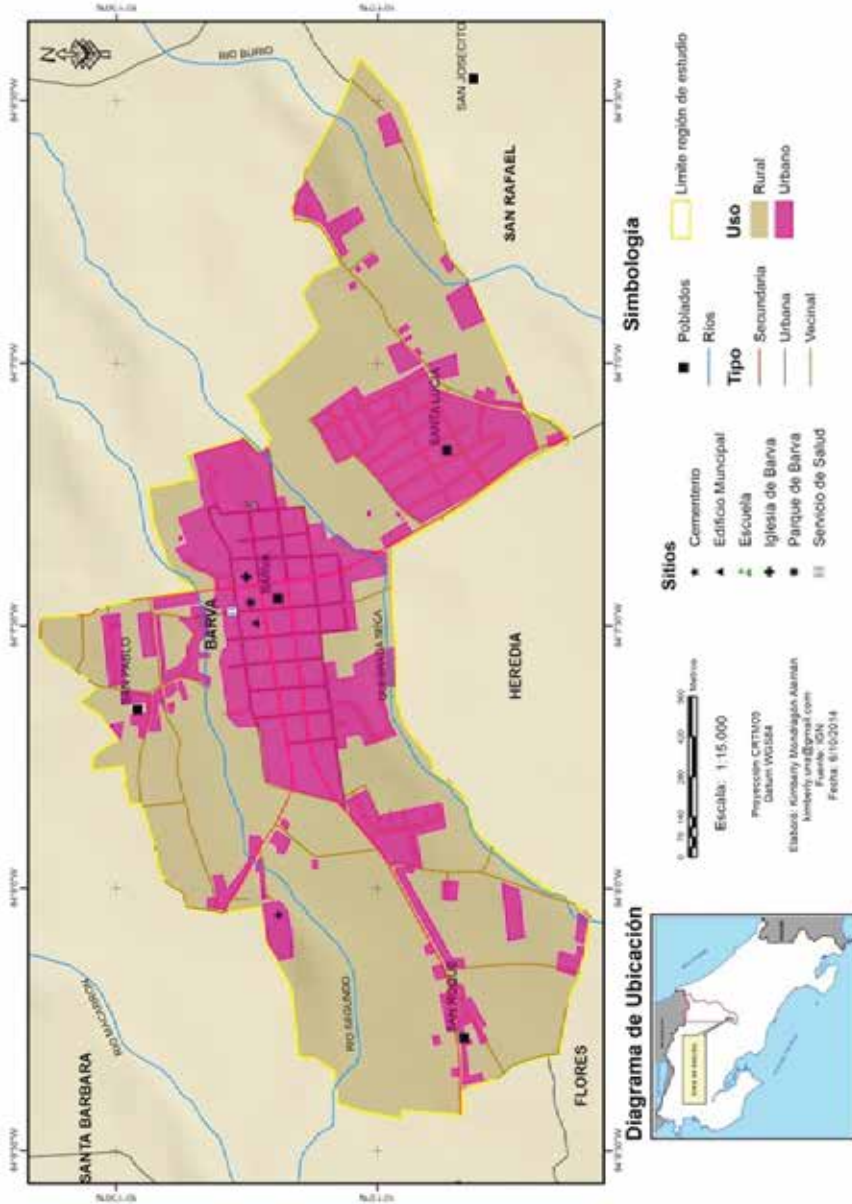
Fuente: (IGN, 1980).

Período 1990-2014

Datos reportados por el investigador Luis Rosero Bixby (2002), indican que, a partir de 1990, inicia un descenso en la curva de crecimiento de la población; en ese año se reportó, en relación con 1980, un 40% de incremento, empero, para el 2000 fue de un 35% y para el 2010 un 20%. La desaceleración se observa también en los distritos, pero no altera la conversión de los espacios rurales en urbanos. Se tipifican como urbanos a los residentes en comunidades perimetrales al centro de Barva, según lo expresa el censo del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) del 2000, que indica: quienes viven en el distrito de Barva están en un sector 100% urbano, al igual que el 97,62% de los habitantes de Santa Lucía y un 53,5% de los vecinos de San Roque; mientras que un 59,7% de los residentes de San Pablo viven en la periferia urbana.

Al concatenar estos datos con la información cartográfica del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de 1992 y 2014, se colige que ellos conforman una ampliación del centro urbano de Barva (Mapa 4), situación favorecida por la cercanía de la red vial (Tabla 3). Así mismo, el comportamiento de los distritos perimetrales al central de Barva contribuye a esta propagación, debido a su transformación en sitios de atracción residencial que promueven el cambio del uso de suelo; estos espacios atienden una demanda habitacional que, además de brindar una vivienda, requieren servicios de infraestructura (calles, agua, telefonía, electricidad), cobertura social (clínicas y escuelas) y amenidades (parques, salones comunales, plazas y canchas deportivas); facilidades con las que estos lugares cuentan, según pesquisa realizada en el 2006 por los consultores de Desarrollos en Ecología, Paisajismo, Planificación, Arquitectura y Turismo (DEPPAT).

Mapa 4. Espacio urbano en Barva, 1992



Fuente: (IGN, 1992).

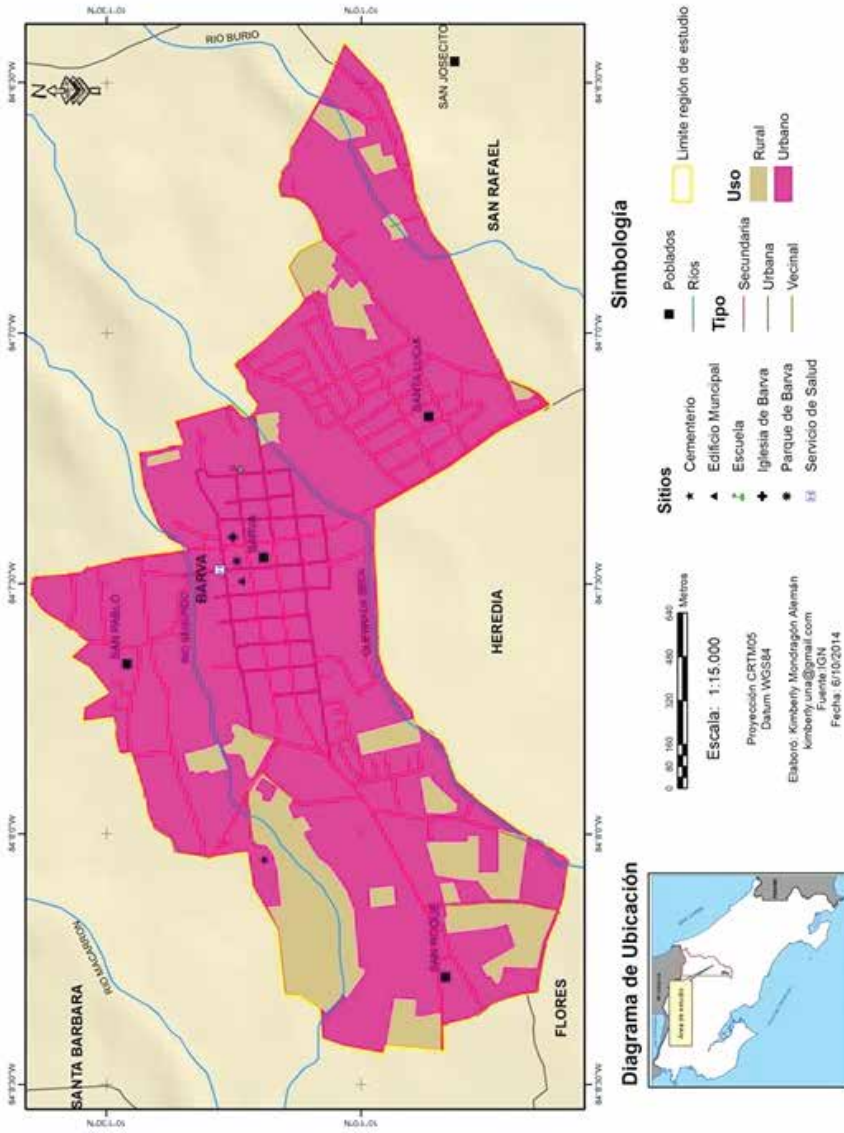
Tabla 3. Hallazgos censales y cartográficos del Cantón de Barva referentes al uso de suelo y población, 1990-2014

Año	Fuente	Hallazgos
1990	<i>Estimación de población</i>	Población cantonal: 24.694 habitantes, un 18,5% vive en el Distrito Central, un 14,6% en Santa Lucía, un 9,9% en San Roque y un 16.59% en San Pablo.
1992	<i>Mapa de 1992</i>	Ríos Quebrada Seca y Segundo: elementos ordenadores del crecimiento urbano (sentido este-oeste). La expansión del distrito de Santa Lucía colindó a los cantones Barva y Heredia provocando una conurbación entre ambas localidades. Aumento del área urbana en San Roque y San Pablo.
2000	<i>Estimación de población</i>	Población cantonal: 33.422 habitantes, un 15,1% vive en el Distrito Central, un 16,8% en San Lucía, un 9,5% en San Roque y un 20.52% en San Pablo.
	<i>Censo de población</i>	Según criterio del INEC, los habitantes del Distrito Central de Barva viven en una zona 100% urbana, en Santa Lucía lo hacen un 97,2% de sus moradores y en San Roque un 53,5%, mientras que en San Pablo un 59,7% viven en la periferia urbana.
2010	<i>Estimación de población</i>	40.123 habitantes registrados en el cantón, 12,1 % vive en el distrito central, un 18,9% en Santa Lucía y un 8,5% en San Roque y un 24.88% en San Pablo.
2014	<i>Mapa de 2014</i>	San Roque, San Pablo y Santa Lucía muestran una cobertura amplia de la zona urbana, en su mayoría es habitacional. Centro urbano de Barva expandido por la proliferación perimetral de edificaciones residenciales y comerciales, resultado de la sustitución de un modelo de acumulación de riqueza basado en la agricultura por uno de naturaleza inmobiliario.

Fuentes: (Rosero, 2002; INEC, 2000, IGN, 1992, 2014).

En los mapas analizados del período, ya no se advierte el límite entre los cantones de Barva y Heredia. Santa Lucía se muestra integrada a ambos, generando un solo sector; San Roque, por su parte, presenta la ampliación de su zona urbana en el área colindante con el Distrito Central barveño y con el distrito de Mercedes Norte del cantón de Heredia, consolidando así la conurbación (Mapa 5).

Mapa 5. Espacio urbano en Barva, 2014



Fuente: (IGN, 2014).

La conversión de esta zona de rural a urbana, revela un cambio en la forma social de la comunidad. Aparejado al cambio del uso del suelo, también se da un cambio en la población, además del aumento de su número. Ella se torna más heterogénea por el efecto de la migración de personas provenientes de otros cantones de la Gran Área Metropolitana (GAM), lo que se convierte en una condición que incide en la forma de interactuar de los habitantes.

La transformación del centro urbano y la composición de la población

Una red vial que integra al cantón con otros más populosos dentro y fuera de la provincia, la prestación de todos los servicios urbanos y una infraestructura institucional consolidada (DEPPAT, 2006), además de una oferta generosa de vivienda en urbanizaciones y condominios, llegan a constituir una parte importante de los atractivos que han propiciado la migración a este sector y, por ende, su transformación.

Testimonios y documentos aportados por informantes que colaboraron con la investigación exponen que, partir de 1980, empieza el desarrollo de proyectos habitacionales, este es motivado por la demanda de vivienda, y con su desarrollo provocaron las migraciones. Se construyen en torno al Distrito Central los proyectos Jardines de Santa Lucía, en Santa Lucía (área sureste), San Bartolomé y Juan Pablo II, en el Distrito Central (áreas sur y suroeste); así como La Armonía y El Ibis, en San Pablo (área norte). Para 1990, no sólo se densifican estas urbanizaciones, sino que surgen otras que amplían la superficie de vivienda: Santander y Puente de Piedra, en San Roque (área oeste); Santa Paula 1, en San Pablo (área noroeste); Don Abraham, en el centro (área sur) y Malinche Real, en Santa Lucía (área sureste).

Entre el 2000 y 2010, la mayor construcción de asentamientos inmobiliarios se produce en San Roque, Santa Lucía y San Pablo (sector oeste, sureste y norte, respectivamente). En el primero, se erigen: El Pórtico, Los Luises, Hacienda Nueva, La Plantación y Camino de Sol; en el segundo, se levantan los proyectos Doña Iris, Don Álvaro, Villa Esmeralda, Calle Vílchez; mientras que en el tercero: Monte Hiedra, Montecarlo y Santa Paula 2.

El volumen habitacional desplegado consolida la fusión de espacios entre Barva y Heredia, eleva el requerimiento de servicios urbanos,

modificando la organización territorial. Para atender las demandas exigidas por esta situación, surgen nuevas obras: se funda, en el 2011, el Colegio Técnico Profesional de San Pedro de Barva; dos años después, se construye la nueva escuela Rafael Arguedas Gutiérrez en San Roque de Barva; en el 2014, se inicia la construcción de la Clínica de Barva, que contabiliza un área total de 5300 metros cuadrados, y se edifica el primer Centro de Cuido y Desarrollo Infantil en Santa Lucía. Igualmente, en el 2013, se reacondiciona la red vial al ampliarse a cuatro carriles el principal acceso al cantón: el puente sobre Quebrada Seca.

A modo de resumen, se presenta la incidencia de este comportamiento en la superficie urbana asociada a la configuración del sitio (Tabla 4):

Tabla 4. Cambios urbanos entre 1945 y 2014

Fecha	Área urbana (m2)	Morfología urbana
1945	132799	<ul style="list-style-type: none"> • Centro urbano integrado por la plaza, la iglesia y la municipalidad. • Preponderancia de la red de caminos en la organización del espacio urbano.
1960	395044	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de cuatro barrios en el centro urbano distrital: Chileperro, La Gruta, El Parque, El Triunfo. • Reubicación de la escuela Pedro Murillo (700m al este del edificio municipal) y la Unidad Sanitaria (costado norte de la plaza).
1980	930962	<ul style="list-style-type: none"> • Crecimiento de poblados perimetrales como Santa Lucía, San Pablo y San Roque, que incrementó la circulación de personas y mercancías provocando el aumento de la flota vehicular y del tránsito en vías principales y sus rutas alternas
1992	1325228	<ul style="list-style-type: none"> • Consolidación del centro urbano por desarrollo comercial. • El desarrollo inmobiliario, básicamente residencial, sustituyó la agricultura como forma productiva de capitalización de la tierra, en San Roque, Santa Lucía y San Pablo estimulando la concentración de habitantes en ellos.
2014	2674081	<ul style="list-style-type: none"> • Conurbación con Heredia. • Reducción de espacios públicos recreativos. • Definición de principales calles comerciales: acceso a Barva y conexión con San Pedro.

Fuente: elaboración propia.

Estas permutaciones en el centro urbano, que impactan significativamente su paisaje, son el resultado de sus cambios demográficos. El aumento de residentes ha sido importante, según información de los inventarios del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en 1984 y 2011, pues se registra un incremento de la población de 115 % en este período (Tabla 5). Este aumento no es la única variación que se puede apreciar en el cotejo. También, la composición del grupo de habitantes cambia y se evidencia en la cantidad de foráneos, ella asciende de un 40,4% a un 46,8% del total de la población. Vale mencionar que, aunque el conjunto inmigrante creció una vez y medio, la mayoría sigue siendo costarricense (96%), lo cual ratifica la tendencia al poblamiento en esta región por gente de localidades circunvecinas.

Tabla 5. Comparación de la población del cantón de Barva entre 1984 y 2011

Población total		No migrantes (total)		Migrantes (total)		Migrantes internos (costarricenses)		Migrantes externos (extranjeros)	
		(#)	(%)	(#)	(%)	(#)	(%)	(#)	(%)
Barva (#) (1984)	18933	11286	59,6	7647	40,4	7332	95,9	315	4,1
Barva (#) (2011)	40660	21616	53,2	19044	46,8	16856	88,5	2188	11,5
Aumento (%)	114,76	91,5		149		129,9		594,6	
Aumento (#)	1,15	0,9		1,5		1,3		5,95	

Fuente: (INEC, 1984, 2011).

En este punto, cabe indagar sobre la procedencia de las personas que participan en esta movilización, y el Plan Regulador de Barva 2006, suministra datos que permiten esclarecerla. De acuerdo con esta fuente, la población en los distritos barveños denota un impacto asimétrico de la migración (Tabla 6); mientras que Barva, San Pablo, San Pedro y San José de la Montaña cuentan más de la mitad de sus moradores como originarios del distrito, acogiendo a un alto porcentaje de ciudadanos nacidos en territorio cantonal (56.38% en promedio); Santa Lucía y San Roque revelan una exigua cantidad de habitantes locales - si se les compara con sus pares- y un alto porcentaje de sujetos que proceden del resto de la provincia y

de otros sectores del país, especialmente del denso espacio metropolitano concentrado en la ciudad capital (Carvajal, 2005).

Tabla 6. Composición de la población de los distritos del cantón de Barva, según su procedencia

Distritos	Habitantes oriundos del mismo barrio (%)	Migrantes de otros barrios del mismo distrito (%)	Migrantes de otros distritos (%)	Migrantes de otros cantones (%)	Migrantes de otras provincias (%)
Barva	67,0	13,0	20	0	0
San Pedro	55,0	12,2	10,8	14,4	7,7
San Pablo	47,5	21,2	17,5	10,1	3,7
San Roque	11,0	0	6,2	32,5	50,3
Santa Lucía	27,0	0	0	73	0
San José de la Montaña	56,0	0	22	22	0

Fuente: (DEPPAT, 2006).

Los individuos que se han mudado a Barva procedentes de otros cantones, lo han realizado respondiendo a una oferta de vivienda y sus facilidades conexas. Datos censales del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), correspondientes a la primera década del siglo veintiuno, indican que hubo un aumento de un 45% en el número de viviendas contabilizadas: para el 2001, se registró 7.754 unidades, mientras que se reportaron 11.291 unidades para el 2011. Una revisión sobre proyectos residenciales en desarrollo, registrados por el gobierno local entre 1999-2009, revela que existieron 13 distribuidos en cinco distritos: Santa Lucía (cuatro), San Pedro (tres), San José de la Montaña (dos), San Roque (dos), San Pablo (uno) y Barva (uno).

Al triangular esta información con los mapas del cantón y sus zonas aledañas, correspondientes a 1980, 1997 y 2014, se aprecia que los asentamientos habitacionales se construyeron en antiguas fincas agrícolas (en su mayoría cafetales). Esta observación es coherente con lo afirmado en el apartado Principales actividades económicas y productivas del cantón del Plan de Desarrollo Humano Cantonal 2015-2020 del Cantón de Barva (Municipalidad de Barva, 2014), en el cual se indica que la vocación agrícola del cantón ha cambiado como consecuencia de una expansión

urbanística, que ha traído consigo el desarrollo del sector terciario conjuntamente con el inmobiliario.

Servicios de salud, educación, finanzas, telecomunicaciones, un comercio bastante heterogéneo y una red vial diversificada (que conduce a varias localidades) son algunas ventajas que tiene el centro de Barva. Otras relacionadas con la evolución económica de cantones cercanos amplían estas prerrogativas. Una de ellas es la proximidad a nodos importantes de trabajo como recintos universitarios (Universidad Nacional, Universidad Central, Universidad Fidélitas, Universidad Latina), zonas francas (Parque Global, Ultrapark Lag, Zona Metropolitana, Baatca y los Arallanes) y áreas comerciales (circuito de negocios San Francisco de Heredia-San Joaquín, *malles* Real Cariari y Paseo Las Flores, junto con los ofiencentros que les rodean); los cuales constituyen polos de fuerte atracción y que movilizan a costarricenses de otras partes del país a vivir en esta región. Son estos emplazamientos laborales los que capturan un alto porcentaje del 43,8% de la población productiva ocupada del cantón (Tabla 7), y los que han contribuido al incremento de la densidad poblacional en sus distritos, especialmente, en Santa Lucía, San Roque y Barva centro, declarados jurisdicciones urbanas totales en el 2011 (Tabla 8).

Tabla 7. Ocupación de la población productiva en el cantón de Barva

	Habitantes (#)	Porcentaje de la población (%)
Población total del cantón de Barva	40660	100
Población mayor de 15 años (en edad productiva)	31575	77,7
Población fuerza de trabajo	18243	44,9
Población ocupada	17812	43,8
Población que realiza quehaceres del hogar	5498	13,5
Población estudiantil	3850	9,5
Otras situaciones	2031	5
Población de pensionados	1897	4,7
Población desocupada	430	1,1
Población de rentistas	56	0,1

Fuente: (INEC, 2011).

Tabla 8. Indicadores demográficos del cantón de Barva (2011)

	Población (#)	Densidad de población (#)	Porcentaje de población urbana (%)
Total del cantón de Barva	40660	755,8	91
Barva	4997	7931,7	100
San Pedro	9932	1324,3	96,8
San Pablo	8319	1221,6	80,9
San Roque	4622	3984,5	100
Santa Lucía	7413	2487,6	100
San José de la Montaña	5377	154,9	67,6

Fuente: (INEC, 2011).

El incremento de moradores en el cantón no se interrumpió: según proyectó Rosero Bixby (2002), para el 2015 fue de un 5,16% con respecto al 2011. Santa Lucía continúa albergando nuevos vecinos y, a pesar de que Barva centro y San Roque se encuentran saturados residencialmente, el contingente de personas que arriba está ampliando la expansión de sitios circunvecinos como San Pablo y San Pedro (Tabla 9).

Tabla 9. Incremento de la población en Barva para el 2015

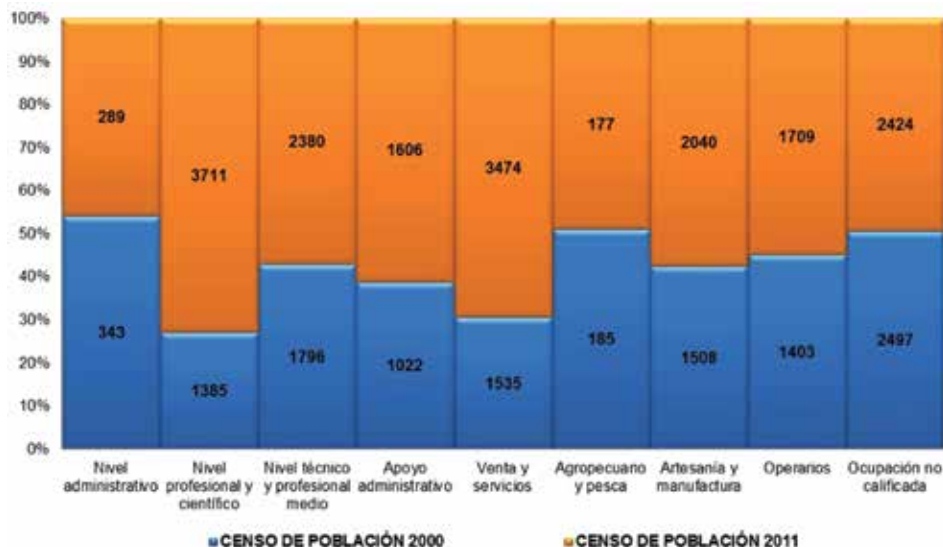
	Población 2011 (#)	Proyección de población 2015 (#)	Aumento de población (%)
Total del cantón de Barva	40.660	42.760	5,16
Barva	4.997	4.773	-4,48
San Pedro	9.932	10.664	7,37
San Pablo	8.319	11.297	35,80
San Roque	4.622	3.496	-24,36
Santa Lucía	7.413	8.424	13,64
San José de la Montaña	5.377	4.106	-23,64

Fuentes: (INEC 2011; Rosero, 2002).

El efecto del cambio demográfico se aprecia en el perfil laboral de los habitantes barveños. Una comparación entre las ocupaciones de la población, consignadas entre el 2000 y 2011, muestran un sector cada vez mayor de personas con un alto nivel educativo, el cual les permite emplearse

en quehaceres científicos, técnicos y comerciales; mientras que las labores agropecuarias disminuyen drásticamente (Figura 1).

Figura 1. Comparación de las ocupaciones de los habitantes de Barva entre 2000 y 2011



Fuente: (INEC, 2000, 2011).

Conclusión

El estudio de la composición morfológica del Distrito Central de Barva, realizando un seguimiento comparativo cartográfico y poblacional, reveló el origen de su expansión y transformación urbana en el siglo anterior y el proceso de formación de la comunidad de residentes en el siglo XXI.

Los mapas mostraron el crecimiento de su centro urbano en dos sentidos; uno que constituye un eje oeste-este, orientación establecida por dos ríos que corren hacia esos puntos y delimitan el asentamiento; y otro en dirección noroeste-sureste, siguiendo el trazo de la carretera 126. Así, esta expansión partió de un núcleo de población compacto, asentado sobre una trama urbana que se desarrollaría longitudinal, siguiendo un patrón fluvial, y transversalmente, continuando el recorrido de una ruta nacional. En ambos casos, las vías de acceso vehicular han tenido un papel importante,

porque son los elementos articuladores de las diferentes actividades humanas que se realizan en la localidad.

Información de censos y documentos demográficos expusieron los cambios representativos en el uso de la tierra, como consecuencia del aumento de la densidad poblacional que provocó la disminución de las áreas de cultivo en el área de estudio. Este mismo patrón se repitió en distritos aledaños que empezaron a ensancharse hasta quedar unidos entre sí sin un límite visible que los distinga claramente, desplazando hacia la periferia los campos agrícolas. Éstos, para el año 2014 fueron relegados a las zonas montañosas que se ubican al norte y al este del Distrito Central y al oeste en San Pedro de Barva.

Por otra parte, los registros demográficos evidenciaron el cambio en el perfil de los residentes del distrito y mostraron una población heterogénea en cuanto a origen y ocupación. En el siglo pasado la mayoría de los pobladores nacieron en la localidad, situación que en las últimas dos décadas cambió, estableciendo porcentajes casi iguales entre residentes locales y foráneos. La mayoría de los inmigrantes trabajan en el sector de servicios y se han asentado en distritos perimetrales al central, respondiendo a una oferta diversa de proyectos habitacionales gregarios (residenciales y condominios) que han fomentado, a su vez, la ampliación de servicios de infraestructura, comercio, salud y educación; hechos que también abonaron al aumento de la zona urbana en detrimento de la rural.

Como se ha podido apreciar, la incorporación de la cartografía y de la demografía en investigaciones historiográficas urbanas favorece la comprensión de los fenómenos sociales que ocurren en las ciudades. En el caso concreto de estudio, con ellas se logró establecer una ubicación específica de la huella urbana en diferentes épocas, conocer su morfología mediante la medición de su superficie e identificación de uso y así, elucidar su procedencia; a la vez que se reconocieron y perfilaron a los agentes sociales promotores de las permutas urbanas. Con esta información es posible vislumbrar tendencias de extensión en la ciudad, posibles cambios de uso de suelo y cambios en la composición demográfica del cantón que incidirían en su estructura urbana; de allí, su aplicabilidad en proyectos relacionados con la toma de decisiones sobre su ordenamiento territorial.

Agradecimientos

La autora agradece a la Dra. Carmen Araya Jiménez, al Dr. Carlos Hernández y a la M.Sc Lidia Orias, las contribuciones en la conducción del estudio que sustentó este artículo.

Referencias

- Carvajal, G. (2005). *La organización del espacio urbano de la ciudad de San José: temas y problemas a inicios del tercer milenio*. San José, Costa Rica: Librería Alma Mater.
- Desarrollos en Ecología, Paisajismo, Planificación, Arquitectura y Turismo (DEPPAT). (2006). *Diagnóstico de Planificación del Plan Regulador de Barva de Heredia*. San José, Costa Rica.
- Desarrollos en Ecología, Paisajismo, Planificación, Arquitectura y Turismo (DEPPAT). (2008). *Plan Regulador de Barva de Heredia*. San José, Costa Rica.
- Dirección General de Estadística y Censos. (1950). *V Censo Nacional de Población*. San José, Costa Rica.
- Dirección General de Estadística y Censos. (1962). *Mapa censal del Cuadrante de Barva. Escala 1:2000*. San José.
- Dirección General de Estadística y Censos. (1963). *VI Censo Nacional de Población*. San José, Costa Rica.
- Dirección General de Estadística y Censos. (1972). *Mapa censal del Distrito Iero Barva. Escala 1:2000*. San José.
- Dirección General de Estadística y Censos. (1973). *VII Censo Nacional de Población y III Censo Nacional de Vivienda*. San José, Costa Rica.
- Dirección General de Estadística y Censos. (1973). *IV Censo Agropecuario*. San José, Costa Rica.
- Dirección General de Estadística y Censos. (1982). *Mapa censal del Distrito Iero Barva. Escala 1:2000*. San José.
- Dirección General de Estadística y Censos. (1984). *VIII Censo Nacional de Población y IV Censo Nacional de Vivienda*. San José, Costa Rica.
- Dirección General de Estadística y Censos. (1984). *V Censo Agropecuario*. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2000). *IX Censo Nacional de Población y V Censo Nacional de Vivienda*. San José, Costa Rica.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2011). *X Censo Nacional de Población y VI Censo Nacional de Vivienda*. San José, Costa Rica.
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). *Fotografías aéreas del Distrito Central de Barva, años 1945, 1960, 1980, 1985, 1992, 1997 y 2014*. Archivo Institucional, San José, Costa Rica. Consultado en el 2014.
- Municipalidad de Barva. (2014). *Plan de Desarrollo Humano Local de Barva 2015-2020*. Recuperado de http://munibarva.go.cr/documentos/Planes%20Anuales%20Operativos/PLAN_DE_DESARROLLO_HUMANO_LOCAL.pdf
- Rodríguez, P. (1997). *Historia del Cantón de Barva. Estudio de lo local como identidad*. San José, Costa Rica: Editorial Mirambell.
- Rosero, L. (2002). *Estimaciones y proyecciones de población por distrito y otras áreas geográficas. Costa Rica 1970-2015*. Recuperado de <http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/pdf/proye/distrital.pdf>
- Solera, G. (1964). *El Cantón de Barba. Apuntes Históricos de Fundación y Progreso 1562-1964*. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.



NOTAS Y DOCUMENTOS

NOTES AND DOCUMENTS

NORMAS DE PUBLICACIÓN

PUBLICATION GUIDELINES

1. ADMISIÓN

- Se admiten artículos originales e inéditos relacionados con temáticas y problemas geográficos de índole teórico-metodológica o estudios de caso.
- El autor debe remitir su artículo a la dirección electrónica de la Revista Geográfica de América Central revgeo@una.cr, o a la MSc. Lilliam Quirós Arias (lquiros@una.cr) o la Mag. Consuelo Alfaro Chavarría (calfaro@una.cr).
- Junto con el documento que será sometido a revisión, el autor debe enviar una carta manifestando expresamente que el documento es inédito y original, y que no está en proceso de revisión en otra revista.
- El documento original debe tener las páginas debidamente enumeradas.
- Durante el proceso de evaluación las editoras estarán en constante comunicación con los autores para las respectivas incorporaciones de mejora en el artículo. Una vez que el artículo ha sido aceptado e incorporadas las sugerencias de la evaluación cuando corresponda, una versión final será enviada a los autores para su respectiva aprobación; mismo que será el documento final a incorporar en el número respectivo.

2. NORMAS DE PRESENTACION DE ARTÍCULOS

Los documentos deben ser enviados en español, inglés o portugués, con un resumen no mayor de 10 líneas, en el idioma vernáculo y en inglés, con un máximo de 5 palabras claves en ambos idiomas. Un tamaño máximo de 25 páginas, incluyendo las figuras y la bibliografía.

El texto debe estar en formato Word, escrito con letra Times New Roman 12, a espacio y medio, con 2,5 cm en los márgenes superior e inferior, y 3 cm en los márgenes derecho e izquierdo, en hoja tamaño carta.

Las ilustraciones (mapas, gráficos, fotos, etc.), las tablas y los cuadros (estadísticos) deben ser enumerados según su orden de aparición en el texto (numeración arábica); con formatos para una impresión de buena resolución.

En el caso de los mapas, la impresión puede ser a color, en formato JPG o Tiff, wmf, bmp. Todas las ilustraciones deben ubicarse en el texto y adjuntarse en archivos separados.

Las referencias bibliográficas deben estar citadas en el texto, ordenarse alfabéticamente, y seguir el formato internacional de la American Psychology Association (APA).

El artículo debe contemplar los siguientes elementos: resumen, introducción, área de estudio, características generales, marco teórico-conceptual, marco metodológico, resultados, discusión de resultados y bibliografía.

3. ORDEN DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO

Título: Breve, claro y que corresponda con el contenido. En letras mayúsculas, centrado y en negrita. En el idioma vernáculo y en inglés.

Nombre y apellidos del autor o los autores: justificados hacia la derecha.

Grado académico, lugar, dirección de trabajo y dirección electrónica: en una nota al pie de página y con letra Times New Roman 10.

Resumen en el idioma vernáculo y en inglés: máximo 10 líneas, enunciando los aspectos principales del texto, objetivos de la investigación, metodología y principales hallazgos.

Palabras clave: En el idioma vernáculo y en inglés: máximo 5 palabras.

Texto: El texto inicia con la Introducción (Introducción), diferenciando la jerarquía de títulos y subtítulos utilizando tamaños de letra y uso de la negrita. Con letra Times New Roman a espacio y medio.

Referencias bibliográficas: deben estar citadas en el texto, ordenarse alfabéticamente, y seguir el formato internacional de la American Psychology Association (APA).

4. NOTAS Y CITAS

En lo posible deben reducirse a lo indispensable.

Las notas al pie de página deben tener un fin meramente aclaratorio o explicativo, o bien, aportar información sobre lecturas adicionales para el lector potencial del texto.

En el texto, las citas textuales llevarán entre paréntesis el apellido del autor, año y número de página.

Las citas textuales inferiores a 40 palabras deben ir incluidas en el texto entre comillas.

Las citas textuales superiores a 40 palabras deben ir en un bloque independiente, sin comillas y con sangría de 2,54 cm.

5. BIBLIOGRAFÍA

Dispuesta en orden alfabético, según el apellido del autor. Siguiendo los criterios de la APA.

Ejemplos

Libro:

Gómez, D. M. y Barredo, C. J. I. (2004). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid, España: RAMA.

Capítulo de un libro:

Santos, M. (2000). *Por una geografía de las redes*. La Naturaleza del Espacio. Barcelona, España: Editorial Ariel. (pp. 221-234)

Revista:

Murai, S. (1999). Libro de trabajo SIG. Volumen 1: Curso básico. En *Revista SELPER*, 15(1), 8-66.

Tesis:

Romero, M. (2004). Análisis de los cambios en la estructura del paisaje de l'alt Empordá, 1951-2001. Tesis doctoral. Escuela de Geografía, Universidad de Girona. España. (pp.320).

Página electrónica:

Mascaraque, S. A. (2003). Índices de causalidad y riesgo de incendios aplicados a espacios naturales protegidos de la comunidad de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de http://oa.upm.es/911/1/PFC_Riesgos_Incendios_Forestales.pdf.

Periódico:

Loaiza, N. V. (24 de enero, 2008). Incendios forestales provocados arrasaron 32.000 hectáreas. La Nación. San José, Costa Rica. (p.5)

6. CUADROS Y TABLAS

Las tablas y los cuadros deben estar enunciados explícitamente en el documento y ubicados dentro del texto, con números arábigos.

7. FIGURAS (gráficos, diagramas, fotografías, etc.)

Deben estar enunciadas explícitamente en el documento y ubicadas dentro del texto.

El tamaño de las figuras podrá ser de hasta 13 cm de ancho por 18 cm de largo, con el objeto de ajustarse al formato de la revista.

Todas deben llevar numeración, título, leyenda y fuente. Deben estar debidamente referidas en el texto.

8. MATERIAL CARTOGRÁFICO: (mapas y planos)

Todos deben llevar numeración, título y fuente. Deben estar debidamente referidos en el texto.

Referencia:

Apellidos, Nombre (autor/es, iniciales o nombre/es completo de los diferentes autores separados por;) o nombre de la entidad responsable. Año de publicación:, Título (en itálica) [Designación del tipo de material por ejemplo: plano]: subtítulo (opcional y en cursiva). Escala numérica. Edición. Lugar de publicación: año.

Ejemplo:

Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Obras Públicas y Transportes (Costa Rica). *Istarú*. [Hoja topográfica]. Escala 1:50,000. San José, Edición 2, 1981.

9. DISTRIBUCIÓN

Una vez publicada la revista, los autores recibirán 1 ejemplar. Adicionalmente una vez que la Editorial de la Universidad Nacional aprueba la publicación ésta será dispuesta en formato digital en la página de la revista, en la cual los autores y otros usuarios pueden acceder a esta publicación.

GUIDELINES FOR AUTHORS

1. ADMISSION

- Only Original and Unpublished Documents May be Submitted for Review
- Submitting a Document
- Articles should be submitted by email to the Central American Geographic Magazine at revgeo@una.cr. Articles may also be submitted to the magazine direction-editor, Ms. Lilliam Quiros Arias, MSc., at lquiros@una.cr or to editor Ms. Consuelo Alfaro Chavarría, Mag., at calfaro@una.cr.
- In addition to this document, the author must also submit a letter stating explicitly that the document is new and original, and is not under review by another journal.
- All original articles must be submitted in proper page order and have the pages numbered correctly.
- If, after review, the document is accepted for publication, the author must submit the final document in digital format, with corrections and pages duly numbered. Documents can be articles or notes/documents.

2. ARTICLES

Articles must be related to geographic issues or problems of a theoretical or methodological nature, or a case study.

3. NOTES AND DOCUMENTS

These can be official results of institutions, events, conclusive scientific or professional processes or dynamics or results from a step or process. They can mention plans of study at Universidad Nacional, conclusions of scientific meetings or workshops, summaries of high-impact projects, documents formulating official policy or geographical impact programs, among others. Such submissions should be three to ten pages.

4. RULES FOR SUBMITTING ARTICLES

The documents must be sent electronically by email in Spanish, English or Portuguese with a summary, or abstract, of no more than 10 lines, in the vernacular language or English, with a maximum of five key words in both English and Spanish/Portuguese. Maximum article size should be no more than 25 pages, including figures, graphics and bibliography.

The text must be in Word format, in Times New Roman 12 point type, half space with 2.5cm of margin top and bottom and 3.0cm of margin on the left and right sides.

Include the following elements: introduction, area of study, general characteristics, theoretical and conceptual framework, methodological framework, results, discussion of the results and bibliography.

The illustrations (maps, graphics, photos, etc.), tables and charts, should be numbered in the order that they appear in the text. Maps can be in color or black and white and in jpg, tiff, wmf or bmp format. No gif files, please. All illustrations should be properly placed in the text and submitted in separate files.

Bibliographic references should be cited in the text, ordered alphabetically and follow the international format of the American Psychology Association (APA).

5. ORDER OF PRESENTATION OF THE WORK

Title: Brief, clear and relative to the content, centered in bolded capital letters. Titles should be in both the vernacular and in English. Times New Roman 12pt.

Author: First and last names, right justified. Author's academic/profession credentials, work address and email address should appear as a footnote on page 1. Times New Roman 10pt.

Abstract: The abstract or summary should be submitted in the vernacular and in English. It should be a maximum of 10 lines and clearly summarize the principal aspects of the submission. Times New Roman 10pt

Keywords: Submit both in the vernacular and English. Maximum of five words. Times New Roman 10pt

Text: Begin with the introduction, differentiating the hierarchy of headings with font types and use of bold. Times New Roman 12pt double spaced.

Bibliography: Should be cited in the text and not in footnotes at the bottom of the page.

6. NOTES AND QUOTES

To the extent possible, limit the use of notes. Footnotes should be used solely for clarification or explanatory purposes or to guide the reader to sources of further information.

When quoting directly from another's work, follow the quote with a parenthesis citing the author's last name, year of work and page number.

Quotations of less than 40 words should be included in the text with quotation marks.

Quotations of more than 40 words should be treated as a separate block of text, without quotation marks, and an indentation of 2.54cm.

7. BIBLIOGRAPHY

The bibliography should be arranged in alphabetical order by the author's last name, following the criteria of the APA.

Examples:

Book

Gómez, D. M. y Barredo, C. J. I. (2004). *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid, España: RAMA.

Chapter of Book

Santos, M. (2000). "Por una geografía de las redes". *La Naturaleza del Espacio*. Barcelona, España: Editorial Ariel. (pp. 221-234)

Magazine

Murai, S. (1999). Libro de trabajo SIG. Volumen 1: Curso básico. En: Revista SELPER, Vol. 15, N° 1. (pp. 8-66)

Newspaper

Loaiza, N. V. (24 de enero, 2008). Incendios forestales provocados arrasaron 32.000 hectáreas. La Nación. San José, Costa Rica. (p.5)

Thesis

Romero, M. (2004). Análisis de los cambios en la estructura del paisaje de l'alt Empordá, 1951-2001. Tesis doctoral. Escuela de Geografía, Universidad de Girona. España. (pp.325)

Website:

Mascaraque, S. A. (2003). Índices de causalidad y riesgo de incendios aplicados a espacios naturales protegidos de la comunidad de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado: http://oa.upm.es/911/1/PFC_Riesgos_Incendios_Forestales.pdf.

8. TABLES AND CHARTS

Tables and charts should be stated explicitly in the document and placed within the text using Arabic numerals.

9. FIGURES (Graphics, Diagrams, Photographs, Etc.)

Figures must be explicitly stated in the document and located within the text.

Figures may be up to 13cm wide and 18cm long, in order to conform to the format of the journal.

All figures must include number, title, legend and font and be properly referenced in the text.

10. CARTOGRAPHIC MATERIAL (Maps and Plans)

Maps and plans should be numbered, titled and sourced and be properly referenced in the text.

References:

Last name, first name (author/s, initial or name; if many authors, separate by ;) or name of the responsible entity. Year of Publication: Title (in italics) [Designation of the type of material, eg., map]: Subtitle (optional and in italics). Numerical scale. Edition. Place of Publication: year

Example:

Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Obras Públicas y Transportes (Costa Rica). Istarú. [Hoja topográfica]. Escala 1:50,000. San José, Edición 2, 1981.

DISTRIBUTION

Once the document is published, authors will receive two complimentary copies of the journal.

SISTEMA DE ARBITRAJE

Los documentos serán sometidos al proceso de juicio de los evaluadores/as externos, mediante el sistema de revisión por pares (*peer review*); quienes emplean la “Guía de criterios para la evaluación de artículos” establecida por la revista, la cual incluye además de las normas formales, la calidad, la pertinencia y el grado del aporte científico de los artículos. Los evaluadores no conocerán el nombre del autor. Los nombres de los evaluadores tampoco serán revelados. Se guarda, de manera explícita, el anonimato y la confidencialidad de estas personas.

Los evaluadores cuentan con un plazo no mayor a 30 días naturales para evaluar y entregar el dictamen pertinente a la secretaría de la Revista.

En caso de que el evaluador no estuviera de acuerdo con la publicación del documento, este será sometido a revisión por parte de un segundo evaluador, cuyo dictamen servirá para tomar una decisión al respecto.

Si el evaluador del documento recomienda correcciones, el autor será el responsable de hacerlas y entregar el documento final en formato digital, en un plazo no mayor a 30 días naturales.

La última decisión para la publicación o rechazo de un documento corresponde al Consejo Editorial de la Revista Geográfica de América Central.

PEER REVIEW PROCESS

All document submissions are subject to the judgment of a team of external evaluators who employ a guide to critical evaluation of journal articles. Documents are judged against a set of standards for quality, relevance and degree of contribution to the field of study. Evaluators will not know the name of the author submitting the document, nor will the author know the names of the evaluators. Evaluators have 30 days to review the document and determine its suitability for publication.

If a document is at first rejected for publication, a second review by different evaluators will be initiated. If the document is rejected again, the rejection is final. If, upon second review, the document is recommended for publication, the document will undergo a final review by a third set of evaluators.

If the evaluators recommend changes to the document, the author will be notified and will have up to 30 days to make the recommended revisions and resubmit the document.

The final decision for publication or rejection of a document rests with the Editorial Board of the Geographic Magazine of Central America.

Esta Revista se imprimió en el año 2017 en el Programa de Publicaciones e Impresiones de la Universidad Nacional; consta de un tiraje de 200 ejemplares, en papel bond y cartulina barnizable.

E-54-17-PUNA

