



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
MODELAGEM EM CIÊNCIAS DA TERRA E DO AMBIENTE – PPGM
MESTRADO ACADÊMICO



ING. EM GEOC. IBIS CAROLINA MATA HERNÁNDEZ ESP.

**HISTÓRIA AMBIENTAL DA LAGUNILLAS,
COSTA LESTE DO LAGO DE MARACAIBO.
UM CASO DE SUBSIDÊNCIA NA VENEZUELA**

FEIRA DE SANTANA, BAHÍA

Março de 2024

Ing. em Geoc. Ibis Carolina Mata Hernández Esp.

**HISTÓRIA AMBIENTAL DA LAGUNILLAS,
COSTA LESTE DO LAGO DE MARACAIBO.
UM CASO DE SUBSIDÊNCIA NA VENEZUELA**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestra em Ciências
Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação
em Modelagem em Ciências da Terra e do
Ambiente – PPGM, da Universidade Estadual de
Feira de Santana.

Orientadora: Profa. Dra. Marjorie Csekö Nolasco

Feira de Santana, Bahía

Março de 2024

Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteadó - UEFS

Mata Hernández, Ibis Carolina
M375h História ambiental de Lagunillas, Costa Leste do Lago de Maracaibo: um caso de subsidência na Venezuela / Ibis Carolina Mata Hernández. - 2024. 184f.: il.

Orientadora: Marjorie Csekö Nolasco

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Feira de Santana. Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, 2024.

1. Subsidência. 2. História ambiental. 3. Lagunillas, Zulia. I. Nolasco, Marjorie Csekö, orient. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Título.

CDU: 551.242.1

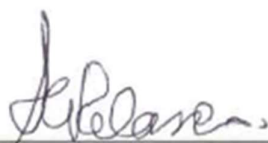
Ibis Carolina Mata Hernández

"História Ambiental da Lagunillas, Costa Leste do Lago de Maracaibo: um Caso de Subsistência na Venezuela"

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente da Universidade Estadual de Feira de Santana. Orientadora: Profª Drª Marjorie Cseko Nolasco. Linha de Pesquisa: Estudos Ambientais e Geotecnologias.

Data de aprovação: 11 de março de 2024.

BANCA EXAMINADORA:



Profª Drª Marjorie Cseko Nolasco - Orientadora
Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS

gov.br

Documento assinado digitalmente
LUIZ ANTONIO PIERANTONI GAMBÔA
Data: 13/03/2024 09:00:21 -0300
Verifique em <https://validar.ibi.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Antônio Pierantoni Gambôa
Universidade Federal Fluminense - UFF



Dr. Guilherme de Oliveira Estrella
Geólogo

AGRADECIMENTO E DEDICATÓRIA

Concluída essa pesquisa, dedicar-se e agradecer não é tarefa fácil, a profundidade da mudança que ela representa para mim, marcou um antes e um depois em minha vida, como a subsidência a Lagunillas.

Percorri esse caminho com uma mochila cheia de orações, assistindo a um desfile de pessoas que partiram, outras que ficaram e outras que vieram para ficar; com muitos sentimentos misturados e confrontados, mas com a firme convicção de querer ser uma versão melhor de mim a cada dia e querer dar ao meu filho um exemplo palpável de que podemos alcançar os objetivos que estabelecemos para nós mesmos. Eu te amo profundamente Juan Marco, você é o melhor presente que a vida me deu.

Agradeço à Organização dos Estados Americanos (OEA) e ao Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras (GCUB) pelo edital para o Programa de Bolsas Brasil PAEC OEA-GCUB 2019 e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio a esta pesquisa e à Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), por ter me selecionado para o Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM). Mais uma família para mim.

A cada um dos que compõem a equipe de trabalho do PPGM, muito obrigada por sempre ter a melhor disposição para o desenvolvimento e conclusão deste mestrado. À equipe da Assessoria Especial de Relações Institucionais (AERI), pela gestão e apoio em todos os momentos.

Aos professores, por compartilharem seus conhecimentos e por sua perseverança e dedicação em tempos de pandemia e virtualidade.

Aos meus colegas mestres, especialmente aqueles que compõem a Turma XV da qual orgulhosamente faço parte, por me estenderem a mão desinteressadamente.

A vocês, meu povo do Brasil, por me fazerem sentir que a língua nunca foi uma barreira, mas uma ponte. Obrigado pelo seu calor e fraternidade.

Aos meus compatriotas também selecionados no Programa de Bolsas Brasil 2019. Vocês são o orgulho do nosso país. É uma honra para mim conhecê-lo e ter seu apoio, conselhos e sugestões.

Ao meu querido Instituto Universitário de Tecnologia de Maracaibo (IUTM), pela formação que me proporcionou e que me permitiu o nível acadêmico para optar por essa oportunidade de avançar academicamente, em especial aos meus professores

MSc. Pedro Emiro Machado† e MSc. Iván Horacio Estéves, profissionais que se tornaram família. Muito obrigada pelo vosso apoio incondicional.

A Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA), o emprego dos meus sonhos, pois os 22 anos que lhe dediquei, a maioria deles da Dirección Ejecutiva de Exploración y Estudios Integrados de Yacimientos (DEXEIY). Agradeço todas as oportunidades que me deram de evoluir profissional e academicamente. Tive a sorte de fazer parte de sua força de trabalho e de ter colegas de trabalho que se tornaram parte de minhas “pessoas especiais”. A todos eles, muito obrigada!

A Carmen Rothe, Francisco Chávez e Anais González, a sinergia demonstrada no desenvolvimento desta pesquisa é um exemplo extraordinário de que a virtualidade não é uma barreira para compartilhar conhecimentos, opiniões e experiências que vão além de Lagunillas, Subsidência e Geotecnologias. Muito obrigada por tanto! A vocês, minha infinita gratidão.

A minha família, porque como sempre, sem o seu apoio alcançar este objetivo não seria possível. Em cada uma das conquistas que levam meu nome está implícito o de minha mãe, irmãos, sobrinhos e filho. Agradeço infinitamente e dedico cada palavra a vocês.

A Yahaira e Saúl, por me mostrarem que às vezes colhemos o fruto da semente que outra pessoa plantou.

Jorge Eduardo, obrigada por me mostrar que a amizade, em toda a extensão da sua palavra, vai além do tempo e da distância. Obrigada por abrir as portas da sua casa para mim, por fazer da sua casa e da sua família, minhas. A todos vocês minha eterna gratidão por serem meu apoio, minha companhia, além nesta experiência.

Finalmente, dedico cada ideia, cada pensamento e cada palavra escrita aqui, à minha mãe:

Para ela, porque ela sempre acreditou em mim, mesmo quando eu não acreditava em mim.

Para ela, porque ela sempre esteve ao meu lado, esquecendo até de si mesma.

Para ela, porque desde a imperfeição que caracteriza o ser humano, suas palavras sempre foram as mais precisas.

Para ela, porque fez o melhor que pôde, com o que tinha.

Para ela, porque tem sido o meu melhor exemplo de coragem.

Para ela, porque toda vez que eu respiro, eu lembro que por causa dela, eu estou viva.

A palavra Obrigada é pequena diante sua obra, por tudo que você fez e faz por mim.

Obrigada mamãe!

Orgulho de ser sua filha, tenho orgulho de você ser minha mãe!

Meu Caro, obrigada por ser e estar... por ser minha âncora e não meu fardo, por me dar asas e não correntes. Porque para almas gêmeas, uma vida não é suficiente.

Agradeço infinitamente a Deus por ter me acompanhado e por colocar as pessoas certas no meu caminho, nos momentos certos. Porque na vida nada acontece por coincidência.

Ibis Carolina

RESUMO

A subsidência é um processo geológico que consiste no lento afundamento do material acumulado em depressões, sejam oceanos, lagos ou vales continentais, compensado, isostaticamente, por bordas ascendentes, em um processo contínuo de milhares de anos. A subsidência na bacia do lago de Maracaibo, Venezuela, especificamente na Costa Leste do Lago (COLM) é devido à produção de petróleo nos últimos 100 anos, tornou-se humanamente perceptível, promovendo desequilíbrios ambientais para/nas populações que sempre viveram no/do Lago. Assim, o objetivo deste trabalho foi compreender como se deu esse processo e o papel da indústria petroleira na manifestação da subsidência em Lagunillas, município localizado na COLM, admitindo-o como um marco na história ambiental local. A confidencialidade de muitos dados obrigou à inclusão de várias fontes secundárias: geológicas, petroleiras, memórias, noticiários, reportagens, redes sociais e outros documentos históricos, como mapas e fotografias, seguindo uma metodologia interdisciplinar ligada à História Ambiental, voltada para o Antropoceno. A hipótese deste trabalho envolveu a mistura de condições geológicas, típicas do planeta e comuns a bacias sedimentares ativas, com condições exclusivas do Antropoceno, pertinentes à ação antrópica, derivadas -em particular- das atividades petroleiras existentes na área. Concluiu-se que, no século passado, a extração de petróleo e a presença de condições naturais, como litológicas, topográficas e sedimentológicas, promoveram uma subsidência cuja velocidade de desenvolvimento está relacionada à produção de petróleo. A forma como a subsidência se desenvolveu em Lagunillas, área explorada sob a figura da concessão nas mãos de empresas estrangeiras em um quadro geopolítico global relacionado à indústria do petróleo, pode dificultar a avaliação do "input" promovido pelas variações no nível do lago devido a processos não antrópicos. Para que esse refinamento fosse possível, o estudo exigiria detalhamento e acesso a dados primários ou confidenciais, refinamento de resultados e busca de aspectos não antrópicos no fenômeno da subsidência, bem como busca de ações mitigadoras, se possível.

Palavras-chave: subsidência, história ambiental, Lagunillas.

RESUMEN

La subsidencia es un proceso geológico que consiste en el hundimiento lento de material acumulado en depresiones, ya sean océanos, lagos o valles continentales, compensado, isostáticamente, por bordes ascendentes, en un proceso continuo de miles de años. La subsidencia en la cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela, específicamente en la Costa Oriental del Lago (COLM) y debido a la producción de petróleo en los últimos 100 años, se ha vuelto humanamente perceptible, promoviendo desajustes ambientales para/en las poblaciones que siempre han vivido en/del Lago. Así, el objetivo de este trabajo fue comprender cómo se dio este proceso y el papel de la industria petrolera en la manifestación de la subsidencia en Lagunillas, población ubicada en la COLM, admitiéndola como un hito en la historia ambiental local. La confidencialidad de muchos datos obligó la inclusión de diversas fuentes secundarias: geológicas, petroleras, memorias, noticieros, reportajes, redes sociales y otros documentos históricos, como mapas y fotografías, siguiendo una metodología interdisciplinaria vinculada a la Historia Ambiental, concentrada en el Antropoceno. La hipótesis de este trabajo involucró la mezcla de condiciones geológicas, propias del planeta y comunes a cuencas sedimentarias activas, con condiciones exclusivas del Antropoceno, pertinentes a la acción humana, derivadas -en particular- de las actividades petroleras existentes en el área. Se concluyó que, en el siglo pasado, la extracción de petróleo y la presencia de condiciones naturales como litológicas, topográficas y sedimentológicas, promovieron una subsidencia cuya velocidad de desarrollo está relacionada con la producción petrolera. El modo en que se desarrolló la subsidencia en Lagunillas, área explotada bajo la figura de concesión en manos de empresas extranjeras en un marco geopolítico global relacionado a la industria petrolera puede dificultar evaluar el “input” promovido por las variaciones en el nivel del lago debido a procesos no antrópicos. Para que este refinamiento sea posible, el estudio requeriría detallar y acceder a datos primarios o confidenciales, para refinar resultados y buscar aspectos no antrópicos en el fenómeno de subsidencia, así como buscar acciones mitigadoras, si es posible.

Palabras clave: subsidencia, historia ambiental, Lagunillas.

ABSTRACT

Subsidence is a geological process that consists of the slow sinking of accumulated material in depressions, whether oceans, lakes or continental valleys, compensated, isostatically, by ascending edges, in a continuous process of thousands of years. Subsidence in the Maracaibo Lake basin, Venezuela, specifically in the Eastern Shore of the Lake (COLM, by its acronym in Spanish) and due to oil production in the last 100 years, has become humanly perceptible, promoting environmental imbalances for/in the populations that have always lived in/of the lake. Thus, the objective of this research was to understand how this process took place and the role of the oil industry in the manifestation of subsidence in Lagunillas, a town located in the COLM, admitting it as a milestone in the local environmental history. The confidentiality of many data forced the inclusion of various secondary sources: geological, petroleum, memoirs, newsreels, reports, social networks and other historical documents, such as maps and photographs, following an interdisciplinary methodology linked to Environmental History, focused on the Anthropocene. The hypothesis of this work involved the mixture of geological conditions, typical of the planet and common to active sedimentary basins, with conditions exclusive to the Anthropocene, pertinent to human action, derived -in particular- from the existing oil activities in the area. It was concluded that, in the last century, oil extraction and the presence of natural conditions such as lithological, topographic and sedimentological, promoted a subsidence whose speed of development is related to oil production. The way in which subsidence developed in Lagunillas, an area exploited under the figure of concession in the hands of foreign companies in a global geopolitical framework related to the oil industry, may make it difficult to evaluate the "input" promoted by variations in the level of the lake due to non-anthropogenic processes. For this refinement to be possible, the study would require detailing and accessing primary or confidential data, to refine results and look for non-anthropogenic aspects in the phenomenon of subsidence, as well as to look for mitigating actions, if possible.

Keywords: subsidence, environmental history, Lagunillas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	21
Figura 2: Localização do estado Zulia na Venezuela, ao norte do Brasil.	23
Figura 3: Localização da sub-região COLM.	25
Figura 4: Localização da Área de estudo.	26
Figura 5: Mapa geológico das margens do lago de Maracaibo (centro-norte).	28
Figura 6: Mapa geológico do oeste da Venezuela.	29
Figura 7: Falhas geológicas presentes na Região Zuliana.....	30
Figura 8: Compactação e subsidência.	36
Figura 9: Cidade de Berenizki, Rússia.	39
Figura 10: Evolução da subsidência no vale de San Joaquin, Califórnia, EUA.	40
Figura 11: Impacto da subsidência no vale de San Joaquín, Califórnia, EUA.....	40
Figura 12: Cidade de Veneza, Itália.	41
Figura 13: Cidade de México, México.	42
Figura 14: Região de Múrcia, Espanha.	43
Figura 15: Primeiro registro de subsidência no mundo devido a exploração de petróleo.	44
Figura 16: Mapa de subsidência da Costa Leste do Lago de Maracaibo.....	45
Figura 17: Registro da subsidência em Cajamar (1986).	46
Figura 18: Registro da subsidência ocorrida em Sete Lagoas (1988).....	47
Figura 19: Minas de sal-gema no subsolo da área urbana em Maceió, Alagoas.	48
Figura 20: Perfil de zoneamento devido à subsidência em Maceió, Alagoas.....	49
Figura 21: Mapa de zoneamento devido à subsidência em Maceió, Alagoas.....	49
Figura 22: Margens da lagoa avançando sobre o bairro de Bebedouro.....	50
Figura 23: Ciénaga El Mene (2019).	53
Figura 24: A triangulação baseada em três técnicas diferentes.	55
Figura 25: Localização do Campo Costanero Bolívar.	66
Figura 26: Coqueiros presentes na área de estudo no final de junho de 1939.	76
Figura 27: Localização aproximada do Sítio de Lagunillas (U52).....	86
Figura 28: Vênus de Lagunillas e restos de cerâmicas.	87
Figura 29: Moradia tradicional construída para os norteamericanos.....	93
Figura 30: Empresas concessionárias presentes em Lagunillas.....	94
Figura 31: Lagunillas de Agua no final da década de 1920.....	98

Figura 32: Lagunillas de Agua (década de 1920).....	100
Figura 33: Lagunillas de Agua (década de 1920).....	100
Figura 34: Lagunillas de Tierra (década de 1970).....	101
Figura 35: Mapa de localização dos poços de petróleo utilizados na técnica de Fotografia Repetida.....	102
Figura 36: Fotografias tiradas do poço LS_1A, em direção ao oeste.....	103
Figura 37: Fotografias tiradas do poço LS_1A, em direção ao sul.....	104
Figura 38: Fotografias tiradas do poço LS_9A, em direção ao sul.....	105
Figura 39: Fotografias tiradas do poço LS_7A, em direção ao sul.....	106
Figura 40: Fotografias tiradas do poço LS_19, em direção ao norte.....	107
Figura 41: Fotografias tiradas do poço LS_137, em direção ao norte.....	108
Figura 42: Fotografias tiradas do poço LS_89, em direção ao norte.....	108
Figura 43: Fotografias tiradas do poço LS_2, em direção ao oeste.....	109
Figura 44: Canal Lagunillas (1928).	110
Figura 45: Dique construído entre o limite das concessões da LPC e o povoado de Lagunillas de Agua.....	112
Figura 46: Dique construído na margem do lago, em frente a Lagunillas.	112
Figura 47: Dique construído para dividir a área entre o lago e a ciénaga.	113
Figura 48: Início do enchimento para a construção de um dique costeiro de maior tamanho, frente a Lagunillas.	113
Figura 49: Trabalhadores da VOC posando com a fauna nativa (jacarés) da área de estudo (1926).	114
Figura 50: "Saneamento" da área em frente a Lagunillas.	115
Figura 51: Construção do novo dique, em frente a Lagunillas.	115
Figura 52: Novo dique completado, antiga praia (esq) e antiga praia dragada parcialmente (dir), em frente a Lagunillas.	116
Figura 53: Dique costeiro atualmente, em frente a Lagunillas.....	118
Figura 54: Vista aérea da inundação em campo Alegría, Lagunillas (1993).	119
Figura 55: Inundação em campos petroleros em Lagunillas (2021).....	120
Figura 56: Rachaduras na parede da cozinha de uma casa de campo Alegría, Lagunillas (2016).....	120
Figura 57: Rachaduras na parede interior de uma casa em Campo Alegría, Lagunillas (2017).....	121
Figura 58: Inundação em campos petroleiros em Lagunillas (2021).....	122

Figura 59: Estação de bombeamento inundada em campo Alegría, Lagunillas (2021).	123
Figura 60: Rachaduras nas paredes internas e externas de uma casa em Campo Alegría, Lagunillas (2021).....	124
Figura 61: Localização dos poços petroleiros.	125
Figura 62: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1968	127
Figura 63: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1970 e 1972	128
Figura 64: Mapa de Subsidência Total de Lagunillas até 1978	129
Figura 65: Perfil histórico de Subsidência de Lagunillas até 1978	130
Figura 66: Mapa de Subsidência Total de Lagunillas até 1982	131
Figura 67: Perfil histórico de Subsidência de Lagunillas até 1982	132
Figura 68: Mapa de Subsidência Total de Lagunillas até 1986	133
Figura 69: Perfil histórico de Subsidência de Lagunillas até 1986	134
Figura 70: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1992	135
Figura 71: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1994	136
Figura 72: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1996	137
Figura 73: Mapa de Subsidência Total de Lagunillas até 1998	138
Figura 74: Perfil histórico de Subsidência de Lagunillas até 1998	139
Figura 75: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1998 e 2000	140
Figura 76: Mapa de Subsidencia Total de Lagunillas hasta 2012	141
Figura 77: Perfil histórico de Subsidência de Lagunillas até 2012	142
Figura 78: Progresso da Subsidência em Lagunillas até 2012	143
Figura 79: Línea do tempo da Perda/degradação de recursos	145
Figura 80: Línea do tempo da Perda/Inabitabilidade dos povoados e da Diminuição/Aumento Populacional.....	146
Figura 81: Línea do tempo da Indústria petroleira.....	147
Figura 82: Línea do tempo de Fluidos extraídos	148
Figura 83: Línea do tempo final.....	149

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: População do estado de Zulia (2011).....	24
Tabela 2: População do município Lagunillas (2011).....	26
Tabela 3: Classificação da subsidência segundo Prokopovich (1978).....	37
Tabela 4: Classificação da subsidência segundo Mingorance (2000).....	37
Tabela 5: Bibliotecas virtuais consultadas.....	57
Tabela 6: Metodologia aplicada à análise de mapas antigos.	58
Tabela 7: Aspectos ressaltantes nos mapas antigos utilizados no objetivo 1.	83
Tabela 8: Aspectos ressaltantes nos mapas antigos utilizados no objetivo 2.	95
Tabela 9: Número de poços em Lagunillas (Janeiro de 1927).	98
Tabela 10: Diferença entre os topos do Mbro. Bachaquero, Fm. Lagunillas, em poços perfurados no lago.	125
Tabela 11: Diferença entre os topos do Mbro. Lagunillas Inferior, Fm. Lagunillas, em poços perfurados no lago.	126
Tabela 12: Diferença entre os topos do Mbro. Lagunillas Inferior (camada superior), Fm. Lagunillas, em poços perfurados em terra.	126
Tabela 13: Diferença entre os topos do Mbro. Lagunillas Inferior (camada intermédia), Fm. Lagunillas, em poços perfurados em terra.	127
Tabela 14: Marcos.....	144

LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Limites da Concessão Aranguren na COLM (1920).....	64
Mapa 2: Mapa da Região do Lago de Maracaibo (1923).	68
Mapa 3: Carta corográfica da Lagoa de Maracaibo (1682).	72
Mapa 4: Carta corográfica da Lagoa de Maracaibo (1699).	73
Mapa 5: Mapa da lagoa de Maracaibo (1707).....	74
Mapa 6: Carta Corográfica da Província da Venezuela (1780?).	75
Mapa 7: Mapa da área de estudo (1823).	77
Mapa 8: Mapa físico da Venezuela dividido em três zonas (1840).	78
Mapa 9: Mapa da Província de Maracaibo (1840).....	78
Mapa 10: Mapa do estado Zulia (1894).....	79
Mapa 11: Mapa do norte da Venezuela (1896).	81
Mapa 12: Mapa do Estado Zulia (1916). Atlas da Venezuela.....	81
Mapa 13: Mapa da bacia de Maracaibo mostrando as concessões petroleiras no estado Zulia e seus proprietários (1921).	82
Mapa 14: Mapa da Venezuela, parte costeira (1552?).....	88
Mapa 15: Povoados de água na bacia do Lago de Maracaibo (1579).	88
Mapa 16: Carta corográfica da Laguna de Maracaibo (1682).	89
Mapa 17: Mapa Especial do Governo da Venezuela (1730).	90
Mapa 18: A costa de Terra Firme desde Cartagena até Golfo Triste (1775).....	91
Mapa 19: Carta Plana da Província de Caracas ou Venezuela (1787).	92
Mapa 20: Estados Unidos da Venezuela (1929). Mapa físico e administrativo.....	111
Mapa 21: Estados Unidos da Venezuela (1930). Mapa físico e administrativo.....	111

LISTA DE ABREVIATURAS

a.C.	Antes de Cristo
AGW	Anthropocene Working Group
ANA	Agência Nacional de Águas
BM	Bench Marks
CCB	Campo Costanero Bolívar
CITEP	Centro de Información Técnica de Exploración y Producción
COLM	Costa Oriental del Lago de Maracaibo
COPLANARH	Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos
CORPOZULIA	Corporación Zuliana de Desarrollo
DUCOLSA	Desarrollos Urbanos de la Costa Oriental del Lago, Sociedad Anónima
ESRI	Environmental Systems Research Institute
FEP	Fundación Empresas Polar
Fm.	Formação
IAEG	International Association for Engineering Geology and the Environment
IGVSB	Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar
IGBP	International Geosphere-Biosphere Programme
INE	Instituto Nacional de Estadística
INFoD	Instituto Nacional de Formación Docente de Argentina
IVIC	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
LPC	Lago Petroleum Company
Mbro.	Membro
MGOC	Mene Grande Oil Company
MPPPM	Ministerio Del Poder Popular de Petróleo y Minería
ODS	Objetivos de Desarrollo Sustentable
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
OSP	Observatorio Socialista Petrolero
PDVSA	Petróleos de Venezuela, Sociedad Anónima.
RMH	Recuperación Mejorada de Hidrocarburos

Shell	Royal Dutch-Shell
SAAB	Sistema Aquífero Amazônico no Brasil
SPCI	Sistema de Protección Contra Inundaciones
UCAB	Universidad Católica Andrés Bello
VGO	Venezuelan Gulf Oil
VOC	Venezuelan Oil Concessions Ltd

SUMARIO

RESUMO.....	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABELAS	13
ÍNDICE DE MAPAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS.....	15
INTRODUÇÃO	19
PRIMEIRO CAPÍTULO: O LAGO DE MARACAIBO E LAGUNILLAS.	22
Área de Estudo.....	22
Outras características do estado Zulia e a COLM.....	27
Clima	27
Relevo	27
Hidrografia.....	27
Solos	27
Vegetação	28
Geologia	29
Sismicidade.....	30
SEGUNDO CAPÍTULO: REFERENCIAIS TEÓRICOS.	31
Antropoceno	31
Tecnógeno	33
História Ambiental	34
Subsidência.....	35
Tipos da Subsidiência	36
Exemplos de subsidência.....	39
Exemplos de Subsidiência no Brasil	45
Ciénaga	51
Características	51
Importância.....	52
Linha do Tempo	53
TERCEIRO CAPÍTULO: REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS.	55
1. Fontes escritas.....	55

2. Fontes visuais.	56
Metodologia aplicada para analisar os mapas antigos.....	57
Metodologia aplicada para analisar as fotografias antigas.....	59
3. Geotecnologias (SIG).....	60
Metodologia aplicada nos mapas de subsidência.	60
CUARTO CAPÍTULO: RESULTADOS E DISCUSSÕES.	63
Objetivo 1. Analisar o contexto geopolítico como fator que influenciou o aparecimento da subsidência.....	63
Objetivo 2. Descrever as condições naturais na área de estudo antes do aparecimento da Subsidência.	71
Objetivo 3. Descrever o modo de vida da população antes do aparecimento da Subsidência.....	85
Objetivo 4. Analisar o desenvolvimento da indústria petrolífera em Lagunillas e o aparecimento da subsidência.....	97
Objetivo 5. Analisar as consequências geradas pelo aparecimento da subsidência.	110
CONCLUSÕES	150
REFERÊNCIAS.....	154

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa é especialmente justificada pela minha história de vida. Nasci em Campo Alegría, em Lagunillas, em frente ao dique costeiro, razão pela qual estou familiarizada com grande parte da história, eventos e processos aqui estudados. Estudar geologia é, além de uma maneira de se desenvolver dentro da indústria do petróleo, uma maneira de entender o que vimos e vivemos. Além disso, embora os estudos sobre a capacidade do homem de alterar o planeta são um tema atual, eles raramente são tão entendidos quanto fenômenos geológicos, de modo que os problemas ambientais se apartam dessa ciência que busca entender o funcionamento do planeta.

A subsidência é um processo geológico que implica o afundamento lento do material depositado em depressões, úmidas ou secas, seja oceano, seja lago, sejam vales, compensados, isostaticamente, pela subida das bordas, num processo lento e contínuo em milhares de anos. O objeto deste estudo é a subsidência na Lagunillas, povoado localizado na Costa Leste do Lago Maracaibo (COLM). Este fenômeno passou a ser perceptível, nos últimos cem anos, após o início da exploração petroleira e promoveu desajustes nas populações da região.

A pergunta norteadora busca compreender como tem ocorrido o processo de subsidência em Lagunillas, COLM e se está ou não ligado a atividades antrópicas ligadas à indústria petroleira. A região é uma das principais áreas produtoras de petróleo da Venezuela, tanto em terra quanto no lago, portanto, suas informações são sensíveis, razão pela qual a maioria dos dados vem de fontes secundárias, como bibliografia de diferentes tipos: histórica, econômica, sociológica, entre outras, artigos e notícias publicadas por diferentes meios de comunicação, além de mapas antigos, utilizando metodologias interdisciplinares amplamente utilizadas em História Ambiental e Geologia Histórica, onde são cruzados dados estratigráficos, sociológicos e históricos, concentrados nos últimos cem anos, ou seja, no Antropoceno.

A hipótese de trabalho implica uma combinação de condições geológicas, relevantes para o planeta e comuns entre as bacias sedimentares ativas e condições do Antropoceno, típicas do período mais recente da história do Planeta e pertinentes à ação humana, aceleradora, também chamado tecnogênico, derivado -neste caso, em particular- das atividades petrolíferas existentes na COLM.

O objetivo geral é compreender o fenômeno da subsidência, admitindo-o como um marco na História Ambiental da Lagunillas, COLM. Para alcançá-lo foram traçados alguns objetivos específicos, a saber:

1. Analisar o contexto geopolítico como fator que influenciou a manifestação da subsidência.
2. Descrever as condições naturais que favoreceram a manifestação da subsidência na área.
3. Descrever o modo de vida da população antes do início da subsidência.
4. Analisar o desenvolvimento da indústria petroleira em Lagunillas e sua relação com a subsidência.
5. Analisar as consequências geradas pelo aparecimento da subsidência na área.

Este estudo se divide em três partes, além da introdução e conclusão. A primeira apresenta a área de estudo (capítulo 1), a segunda explica os referenciais teórico-metodológicos (capítulos 2 e 3) e finalmente, a terceira parte mostra os resultados e suas respectivas discussões (capítulo 4). Considera-se que através desta pesquisa é possível contribuir – em diferentes porcentagens – com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na região, se o desenvolvimento deste estudo em si for considerado como uma aliança internacional Brasil-Portugal-Venezuela "...com princípios e valores, bem como em uma visão e objetivos compartilhados que se concentrem primeiro nas pessoas e no planeta", conforme expresso no ODS 17 da Agenda 2030, acordada em 2015 pelos Estados-Membros da Organização das Nações Unidas (ONU). Esta pesquisa contribuiria para os seguintes ODS (Figura 1):

- ODS 1 - Erradicação da Pobreza (2%)
- ODS 3 - Boa Saúde e Bem-Estar (15%)
- ODS 6 - Água Potável e Saneamento (15%)
- ODS 8 - Emprego Decente e Crescimento Econômico (2%)
- ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura (10%)
- ODS 10 - Redução das Desigualdades (2%)
- ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis (10%)
- ODS12 - Consumo e Produção Responsáveis (20%)
- ODS14 - Vida na Água (10%)
- ODS15 - Vida Terrestre (10%)
- ODS 17 - Alianças para alcançar os objetivos (4%)

Figura 1: Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: ONU Brasil (modificado), 2020.

PRIMEIRO CAPÍTULO: O LAGO DE MARACAIBO E LAGUNILLAS.

“...os povos de Índios, Lagunillas, Misoa e Tomoporo, fundados sobre uns Horcones de Palo chamado Vera (...) deram motivo para chamar-se esta Província VENEZUELA”. (Carta Plana da Provincia de Caracas o Venezuela, 1787, tradução própria).

Área de Estudo

Segundo Gallini (2004, p. 1), a História Ambiental desafia as tradicionais unidades de escala de os estudos históricos; as unidades espaciais objeto de estudo não são os estados, departamentos nem municípios, são as bacias hidrográficas, as biorregiões, os agroecossistemas, as zonas de contaminação atmosférica, selvas, baías, montanhas, planaltos, savanas, desertos e mares, quer dizer, espaços que desdenham limites municipais, estaduais ou nacionais. Estas categorias jurídico-políticas seguirão sendo usadas enquanto as relações entre elas, a sociedade e o meio ambiente representem seu objeto de estudo.

Não obstante as ideias acima levantadas, considerando que esta pesquisa é a primeira investigação demarcada como História Ambiental que se realiza na área, bem como que este programa de pós-graduação foi desenvolvido em um país diferente da Venezuela, e que os artigos a serem escritos derivados desta pesquisa terão publicação internacional, se faz necessário sua delimitação jurídico-política.

O estado Zulia está localizado no extremo noroeste da Venezuela. Seu território circunda o lago de Maracaibo, que é o maior corpo de água da América Latina e cuja bacia engloba uma das maiores reservas de petróleo e gás do continente americano. O estado Zulia limita-se com a República da Colômbia em todo o lado oeste, de norte a sul, no norte acrescenta-se o mar Caribe e o golfo da Venezuela, no sul os estados Mérida e Táchira, no lado leste os limites são com o golfo da Venezuela e os estados Falcón, Lara e Trujillo (INE, 2013).

O estado Zulia tem uma área de 63.100 km², dividida em 50.230 km² (continente) e 12.870 km² (lago de Maracaibo e golfo da Venezuela). Além disso, possui cerca de 1.253 km² de linha de costa: 184 km² de costa marítima, 728 km² de costa lacustre e 340 km² de costa fluvial (INE, 2014, p. 7). É o quarto maior estado da Venezuela, sua superfície representa 7% do território nacional (Figura 2).

Figura 2: Localização do estado Zulia na Venezuela, ao norte do Brasil.



Fonte: Google maps (modificado), 2023.

Conforme o censo realizado pela referida entidade em 2011, sua população era de 3.704.404 habitantes, representando 13,61% da população venezuelana, classificando-se como o estado mais populoso da Venezuela (Tabela 1). Sua densidade populacional atinge valores de mais de 10.000 habitantes por km² ao redor da cidade de Maracaibo, e até 5.000 habitantes/km² ao longo dos centros urbanos da COLM.

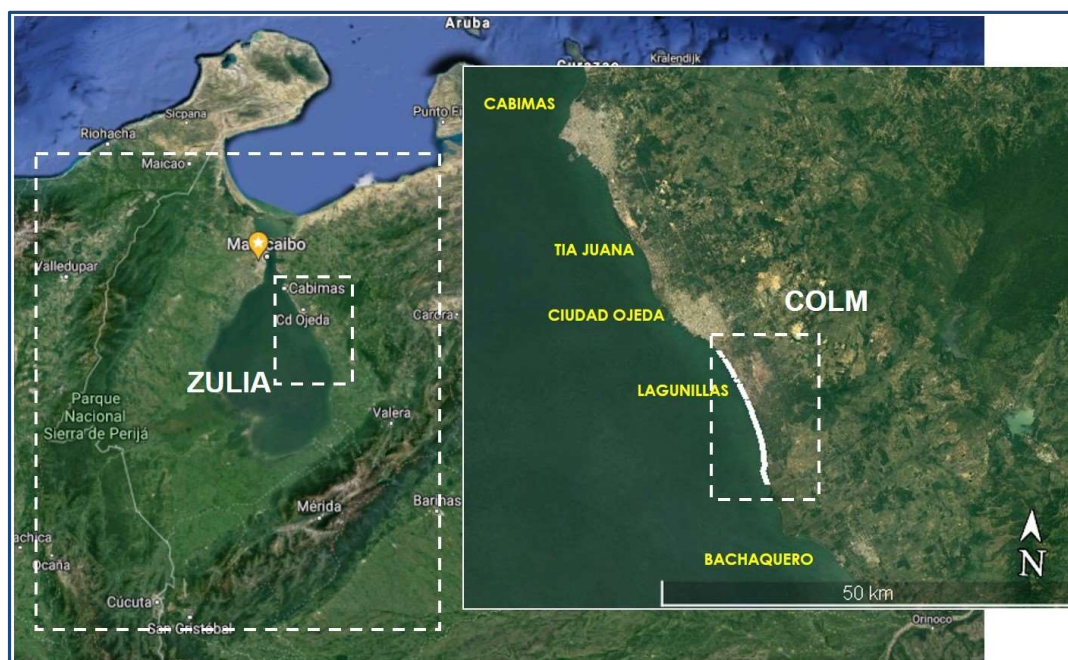
Tabela 1: População do estado de Zulia (2011).**São destacados os municípios que compõem a COLM.**

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO (habitantes)	%
ALMIRANTE PADILLA	11.929	0,3
BARALT	89.847	2,4
CABIMAS	263.056	7,1
CATATUMBO	40.702	1,1
COLÓN	128.729	3,5
FRANCISCO JAVIER PULGAR	33.942	0,9
JESÚS ENRIQUE LOSSADA	118.756	3,2
JESÚS MARÍA SEMPRÚN	30.484	0,8
LA CAÑADA DE URDANETA	82.210	2,2
LAGUNILLAS	203.435	5,5
MACHIQUES DE PERIJÁ	122.734	3,3
MARA	207.221	5,6
MARACAIBO	1.459.448	39,4
MIRANDA	97.463	2,6
INDÍGENA BOLIVARIANO GUAJIRA	65.545	1,8
ROSARIO DE PERIJÁ	85.006	2,3
SAN FRANCISCO	446.757	12,2
SANTA RITA	59.866	1,6
SIMÓN BOLÍVAR	43.831	1,2
SUCRE	60.819	1,6
VALMORE RODRÍGUEZ	52.624	1,4
TOTAL ESTADO ZULIA	3.704.404	100
TOTAL COLM	810.122	21,8

Fonte: INE, 2014.

A COLM é uma sub-região administrativa do estado Zulia e é formada pelos municípios Miranda, Santa Rita, Cabimas, Simón Bolívar, Lagunillas, Valmore Rodríguez e Baralt (Figura 3). Distingue-se por ser a área tradicional de atividade petroleira naquele estado. Limita a oeste com o lago de Maracaibo, a leste com os estados Falcón e Lara, ao norte com o Golfo da Venezuela e ao sul com o estado Trujillo (WIKIPEDIA, 2021). Segundo dados do INE (2014), e uma área densamente povoada, sua população, composta por 810.122 habitantes, representa quase 22% da população do estado (Tabela 1).

Figura 3: Localização da sub-região COLM.
Os quadrados pontilhados representam as áreas descritas.



Fonte: Google maps (modificado), 2023.

Como mencionado acima, Lagunillas é um dos municípios do estado de Zulia, é também uma das poucas populações da Venezuela (é oficialmente a única) localizada abaixo do nível do mar, contendo o ponto mais baixo do país (El Polvorín), localizado a uma altitude de -8 m. Limita ao norte com Ciudad Ojeda, capital do município e ao sul com Bachaquero, capital do município Valmore Rodríguez (WIKIPEDIA, 2021). A Tabela 2 mostra a distribuição da sua população por freguesia, conforme o INE (2014), destacando-se a freguesia Venezuela, onde se situa a área de estudo (Figura 4).

Figura 4: Localização da Área de estudo.

Fonte: Google maps (modificado), 2023.

Tabela 2: População do município Lagunillas (2011).

FREGUESIAS	POPULAÇÃO (habitantes)	%
ALONSO DE OJEDA	85.482	42,02
LIBERTAD	52.732	25,92
CAMPO LARA	5.775	2,84
ELEAZAR LÓPEZ CONTRERAS	3.733	1,83
VENEZUELA	28.797	14
EL DANTO	26.916	13,23
TOTAL	203.435	100

Fonte: INE, 2014.

A topografia de Lagunillas é predominantemente plana. Quanto à sua hidrografia, alguns cursos de água irrigam este município. Os mais importantes deles são o rio Tamare, que faz fronteira com o município Simón Bolívar; o rio Chiquito, que faz o mesmo com o município Valmore Rodríguez; e o rio Pueblo Viejo, que nasce da represa de mesmo nome. Esta última, juntamente com a barragem de Machango, abastece boa parte da COLM (CORPOZULIA, 2011).

Outras características do estado Zulia e a COLM

Clima

A temperatura média anual é de 30°C. Cerca de 80% do território tem um regime térmico elevado, enquanto os 20% restantes estão sujeitos a variações derivadas das diferenças de altitude. O balanço hídrico é negativo, com evaporação que excede em muito a precipitação. A estação das chuvas vai de abril a novembro e regularmente não excede 800 mm por ano e a seca normalmente dura de novembro a abril. Nas margens do lago predomina o clima de savana, caracterizado por temperaturas que podem ultrapassar os 35°C (INE, 2013).

Relevo

Quatro grandes paisagens podem ser distinguidas no Zulia (Figura 3). Na parte ocidental, na fronteira com a Colômbia, está a serra de Perijá. Na costa oriental está a serra del Empalado ou Ciruma. O relevo pré-montano é formado por elevações inferiores a 2.000 m. O Piemonte é uma zona de transição entre as montanhas e as planícies, com alturas inferiores a 400 m e uma grande drenagem por meio de numerosos riachos. As áreas aluviais são constituídas por material sedimentar que vem das montanhas que circundam o lago, principalmente da cordilheira dos Andes, o que deu origem às extensas planícies que circundam o sul do lago, bem como as ciénagas do sudoeste (INE, 2014, p. 8).

Hidrografia

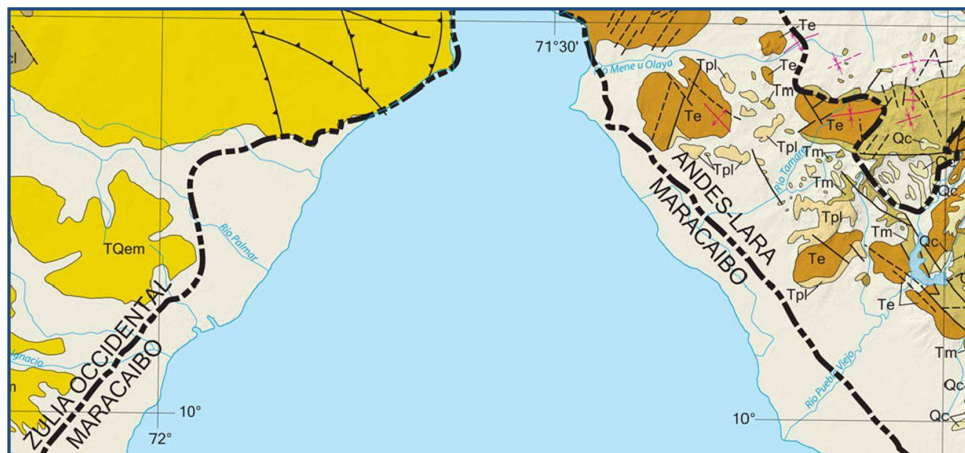
A maior expressão hidrográfica do estado é o lago de Maracaibo, com uma área de 12.870 km² e 550 km² de linha de costa, sendo o núcleo coletor de todos os rios da região. Da serra do Ciruma até a costa leste fluem os rios que constituem a reserva hídrica do setor. Cidades como Cabimas, Lagunillas e Ciudad Ojeda dependem delas como fontes de abastecimento de água; entre os mais importantes estão o rio Pueblo Viejo, o rio Machango e o rio Misoa (INE, 2014, p. 9).

Solos

O estado Zulia possui grande variedade de solos que produzem contrastes na paisagem. Em áreas onde ocorre alternância de chuvas e secas, como as planícies orientais e ocidentais, os solos são de textura argilosa e de estrutura granular, e em

certas áreas menores há solos cujo alto grau de oxidação lhes confere cores avermelhadas e amarelas (INE, 2013). São solos compostos por aluviões de idade Pleistoceno a Holoceno, segundo o mapa geológico da Venezuela (Figura 5).

Figura 5: Mapa geológico das margens do lago de Maracaibo (centro-norte).



Fonte: U.S. Geological Survey, 2006.

Na área de estudo, COPLANARH (1972) *apud* MPPPM (2021, p. 49) definiu os solos no entorno do dique costeiro como lacustres correspondentes a uma ciénaga drenada, desprovida de vegetação e cujo material era originalmente supersaturado de água; taxonomicamente são classificados como Sulfaqueptos ou solo de sulfato ácido. A zona de contato entre a área continental e as águas do lago de Maracaibo é considerada como uma margem pantanosa, cujos solos são inundados pelas águas lacustres, característica especial que permite o crescimento de espécies vegetais como os manguezais, por isso esses solos são classificados como classe VIIID, cujo uso deve ser apenas reserva e proteção do manguezal.

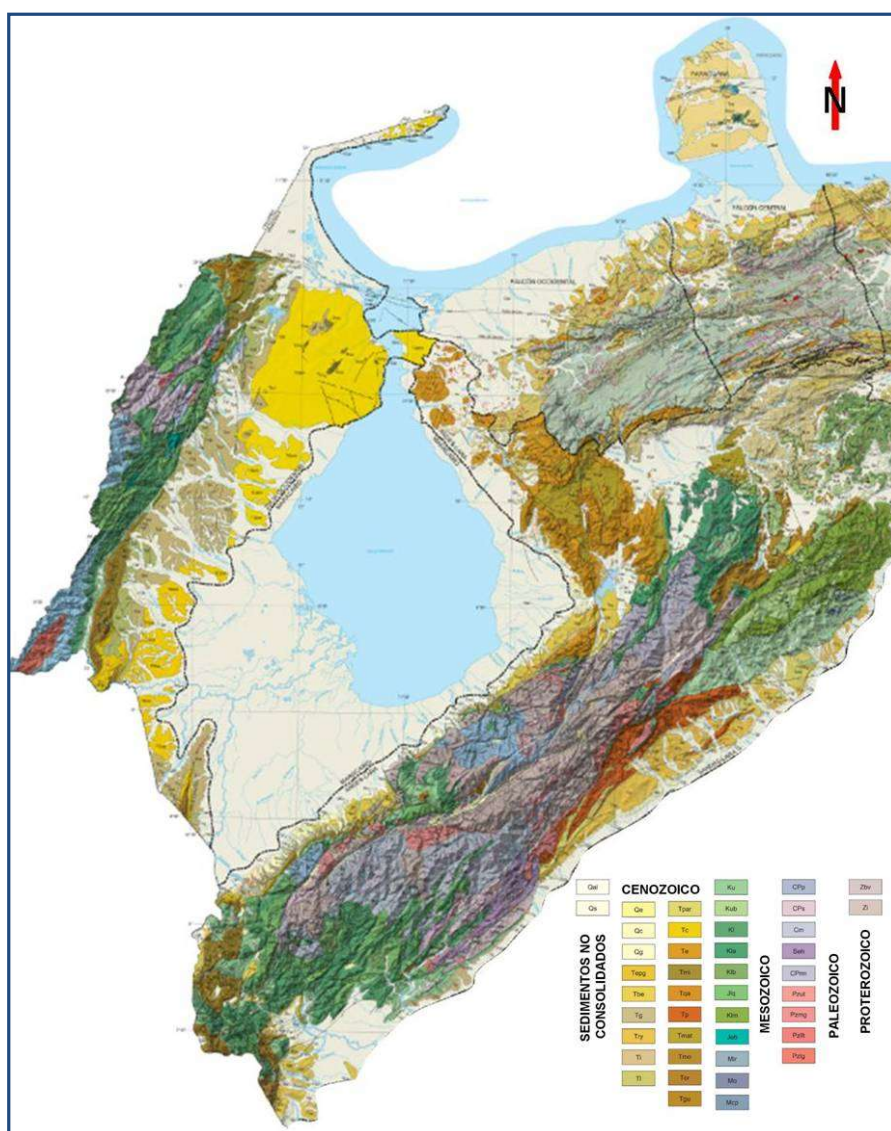
Vegetação

É muito variada e é fortemente influenciada pelas precipitações da região. As áreas que ascendem até 200 m, oferecem espécies como o jobo, o jacure, o fuche, a guamache e o guayacán; entre 500 e 800 m, são encontradas vera, jabillo e apamate. A floresta tropical úmida é observada a cerca de 1.000 m, enquanto a floresta úmida pré-montana surge a cerca de 1.500 m. As espécies mais frequentes são mijao, apamate, camoruco e araguaney. Na área de maior altitude (de 2.500 a 3.000 m), existem espécies como guasimo, saisai e cobalonga (INE, 2014, p. 9).

Geologia

A maioria do território zuliano foi constituída por grandes contribuições de sedimentos marinhos, durante os períodos Terciário e Quaternário (Figura 6). Sua configuração resulta da elevação do sistema rochoso Pré-cambriano que compõe as montanhas de Mérida e a serra de Perijá, juntamente com o movimento que ocasionou o afundamento da fossa do lago de Maracaibo no Quaternário. Esse processo, alimentado por grandes pressões e aquecimento da matéria orgânica nas camadas rochosas, gerou os importantes depósitos de hidrocarbonetos encontrados na área (INE, 2010).

Figura 6: Mapa geológico do oeste da Venezuela.

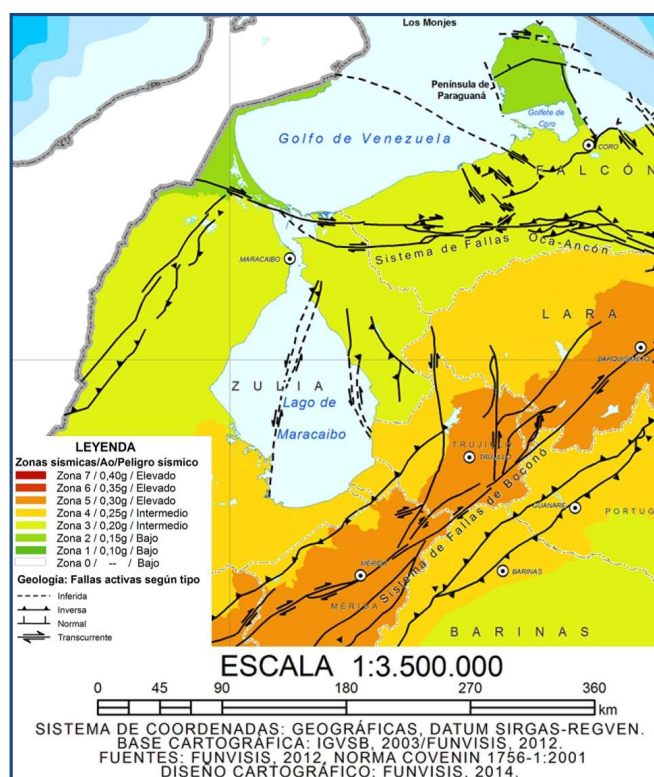


Fonte: U.S. Geological Survey, 2006.

Sismicidade

O estado Zulia é atravessado por um dos mais importantes sistemas de falhas ativas existentes na Venezuela, que percorre todo o eixo norte da península de La Guajira, passando por o lago de Maracaibo e o estado Falcón, até sua conclusão, em Puerto Cabello: é o sistema de falhas Oca-Ancón (Figura 7), cujas variantes características o tornam uma ameaça sísmica singular e particular (Montiel e Negrete, 2017, p. 69).

Figura 7: Falhas geológicas presentes na Região Zuliana.



Fonte: FUNVISIS, 2014.

Embora este sistema de falhas tenha sido considerado por muitos geólogos como tectonicamente inativo, Audemard (2003) *apud* Montiel e Negrete (2017, p 69), alerta que estudos de potencial sismogenético (repetição dos prováveis terremotos máximos), revelaram que este sistema gerou terremotos de magnitude próxima a Ms 7.5 durante o Holoceno, com períodos de retorno variando entre 2.000 e 4.500 anos, portanto, a probabilidade de que um terremoto dessa magnitude com epicentro a leste de Maracaibo se materialize é totalmente segura, assim como o impacto negativo na população.

SEGUNDO CAPÍTULO: REFERENCIAIS TEÓRICOS.

“É uma pena que ainda estejamos oficialmente vivendo em uma época chamada Holoceno. O Antropoceno – o domínio humano dos processos biológicos, químicos e geológicos na Terra – é hoje uma realidade inegável”. (P. Crutzen, 2002, tradução própria).

Antropoceno

Segundo Trischler (2017, p. 40), químico atmosférico, Prêmio Nobel de Química e descobridor do buraco na camada de ozônio, Paul Crutzen e o limnólogo Eugene Stoermer apresentaram pela primeira vez a ideia do Antropoceno no boletim do Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP) em 2000, sugerindo que os seres humanos se tornaram uma força geológica tão poderosa que é necessário designar uma nova época geológica, diferente do Holoceno, o período dos últimos 10-12 milênios. Stoermer já havia começado a usar o termo Antropoceno informalmente na década de 1980, mas foi Crutzen, quem popularizou esse termo, delimitando seu início no final do século XVIII, quando análises do ar aprisionado no gelo polar mostraram concentrações crescentes de dióxido de carbono e metano, coincidindo com o projeto da máquina a vapor de James Watt em 1784.

Consoante o autor supracitado, outras propostas situam o início dessa era na revolução neolítica, há aproximadamente 11.700 anos, na "grande aceleração" dos anos 1950, em meados do século XX e mesmo no início do século XVII, desde a chegada dos europeus à América, coincidindo com uma diminuição significativa do CO₂ atmosférico registrada em 1610, ou seja, seria o registro atmosférico dessa grande mortalidade registrada a partir de 1492, em decorrência da invasão e guerra de conquista da América e da implantação de um sistema de captura e tráfico de escravos da África para minas e plantações no Novo Mundo, o maior deslocamento e reposição da população humana dos últimos 13.000 anos: mais de 56 milhões de habitantes originais da América morreram e trouxeram 12 milhões de africanos escravizados (Lewis e Maslin, 2015, *apud* Machado Aráoz, 2023, p. 418).

É interessante a abordagem feita por Machado Aráoz (2023, p. 409) ao relacionar o início do Antropoceno com as práticas extrativistas emergentes após a chegada dos europeus à América e colocá-lo como um gatilho para o fim do Holoceno, na verdade, o autor o define como "um novo estado e condição geral da biosfera

terrestre em que sua dinâmica, composições e configurações hidrológicas, atmosféricas, climáticas e geoquímicas foram drasticamente perturbadas por certas e concretas formas antropogênicas de agir."

Segundo Crutzen (2002), em 1873, o padre e geólogo italiano Antonio Stoppani reconheceu a crescente influência da humanidade sobre o meio ambiente, mencionando-o como uma "nova força telúrica que no poder e na universalidade pode ser comparada com as forças maiores da terra". Fatores como a rápida expansão da humanidade, a exploração per capita dos recursos da Terra, o aumento da população de animais produtores de metano, a exploração de cerca de 30-50% da superfície terrestre do planeta, o rápido desaparecimento das florestas tropicais e a consequente liberação de dióxido de carbono e aumento acentuado da extinção de espécies, a construção de barragens e o desvio de rios, o uso de mais de 50% de toda a água doce pela humanidade, entre outros, mostram que "a humanidade continuará a ser uma importante força ambiental por muitos milênios".

Consoante com o acima exposto e Chakrabarty (UNESCO, 2018, p. 11), o ser humano era considerado um agente biológico em razão dos efeitos que sua existência tem sobre o meio ambiente e sobre si mesmo. No entanto, agora assumiu uma perspectiva mais ampla porque está transformando a face da Terra, incluindo suas linhas de costa, onde está deixando rastros duradouros com atividades como pesca em alto mar e extração mineral, entre outras. A função de agente biológico do ser humano não pode mais ser dissociada daquela exercida como agente geológico.

Culturalmente, a maior importância do Antropoceno é que ele borra as fronteiras estabelecidas em muitas áreas, abrindo a possibilidade de eliminar dicotomias tradicionais, como natureza-cultura, e de redefinir a relação entre meio ambiente e sociedade como entrelaçada. Além disso, e pela primeira vez na história da geologia, as decisões estão sendo discutidas em um cenário interdisciplinar dentro do Grupo de Trabalho do Antropoceno (AGW), no qual as ciências naturais, sociais e humanas contribuem com seus conceitos de tempo, espaço, espaço e espaço, produção e interpretação de evidências. Um dos representantes da história é o historiador do mundo e do meio ambiente John McNeill (Trischler, 2017, p. 50).

Machado Aráoz (2023, p. 422) destaca ainda que durante a conquista da América, a Terra deixou de ser um planeta vivo para ser um simples reservatório de recursos onde progressivamente o ser humano saqueou tesouros e obras de outras culturas, destruiu montanhas e bacias hidrográficas para extrair seus minerais,

desmantelou florestas para implantar monoculturas, traficou corpos humanos escravizados; queimaram carvão, petróleo e até minerais radioativos; usurpou terras e ditou credos, leis e moedas até os fins; desenhou mapas e impôs nomes às suas geografias imperiais, fixou fronteiras, divisões e distribuições de domínios e organizou os fluxos de seres vivos, humanos e não humanos, como meras mercadorias, em nome do "progresso da Humanidade". As práticas extrativistas empregadas foram um modo de ocupação, apropriação e produção do espaço geográfico que concebe e faz dos territórios progressivamente colonizados da América, não um habitat, mas uma área de espoliação, de superexploração.

Tecnógeno

Segundo França Junior *et al.* (2018, p. 1), o Tecnógeno foi uma abordagem estabelecida por Chemekov em 1983 e proposta por Ter-Stepanian em 1988 no âmbito da International Association of Engineering Geology (IAEG). No Brasil vem sendo desenvolvido desde a década de 1990, com pesquisas voltadas para a geologia e o homem como agente geológico-geomorfológico que vem substituindo progressivamente ambientes naturais por artificiais cujas consequências são características do Tecnógeno brasileiro.

Esse período tem seu início há 9-10 mil anos, na Revolução Neolítica, onde o início da produção agrícola e pastoril representam as primeiras modificações de natureza geológica feitas pelo homem (França Junior *et al.* 2018, p. 1), ou seja, essa abordagem considera que, assim como os ambientes geológicos da Terra podem ser associados a agentes geológicos naturais como o vento, gelo, água, entre outros, que lhe conferem suas principais características, os novos ambientes, sendo criados pelo homem, conferem-lhe a qualidade de agente geológico (Oliveira *et al.* 2005, p. 363). Em síntese, quando a sociedade se apropria da paisagem transformando o relevo, ela deixa de ser um ator social para ser um agente de melhoria ou degradação da paisagem, conforme o caso (Peloggia *et al.* 2014, p. 68).

Conforme o França Junior, *et al.* (2018, p. 2), o desenvolvimento das técnicas e a complexidade da sociedade ampliaram sua capacidade de intervir na dinâmica da natureza, com magnitude e intensidade variáveis no tempo e no espaço. Ambientes tecnogênicos são definidos como aqueles transformados pela agricultura, urbanização, mineração e as mais diversas obras, como estradas, barragens e reservatórios, portos, entre outros, segundo Oliveira *et al.* (2005, p. 363). A pesquisa

desenvolvida no Brasil citada por França Junior *et al.* (2018, p. 1), corrobora o homem como agente geológico que gera variações tecnogênicas na superfície e no subsolo, produzindo paisagens tecnogênicas com diferentes graus de vulnerabilidade para seus habitantes atuais.

O Tecnógeno trata das modificações feitas para adaptar um território às necessidades daqueles que o ocupam. No caso das costas, a retirada de areia das dunas e introdução de espécies vegetais que servem como quebra-ventos é um exemplo claro, a dragagem dos canais, depósito do material retirado em pântanos para ampliar a área de terrenos emergentes e a construção de docas, é outro. E se aos exemplos anteriores acrescentarmos o avanço da urbanização relacionado ao estabelecimento de novas indústrias, o resultado será uma nova configuração espacial (França Junior *et al.* 2018, p. 8). Como apontou Leakey (1995, p. 259), a última das três grandes revoluções que marcaram a história da vida na Terra foi a origem da consciência humana em algum momento dos últimos 2,5 milhões de anos, quando "a vida tomou consciência de si mesma e começou a transformar o mundo da natureza com seus próprios objetivos".

Em relação à sua diferença em relação ao Antropoceno, Moura et al. (2021, p. 7), interpretam claramente que:

“...a abordagem do Tecnógeno se inclina para ter mais aderência com a capacidade humana de produzir direta e indiretamente depósitos geológicos superficiais, focando nos processos, formas e materiais oriundos da ação humana. Portanto, a concepção do Tecnógeno é diferente da do Antropoceno, ainda que ambos possuam pontos de convergência. Enquanto o Tecnógeno se refere a escalas espaciais específicas nas quais ocorrem feições do relevo ou depósitos de materiais produzidos ou alterados pela ação humana, o Antropoceno é fortemente marcado pela abordagem de fenômenos globais gerados ou condicionados pelas ações humanas.”

História Ambiental

John McNeill (2005, p. 13), define a História Ambiental como "a história das relações mútuas entre a humanidade e o resto da natureza". A História Ambiental parte da interpretação da natureza como agente histórico de mudança, pois transcende a concepção da natureza como cenário passivo e indiferente no qual as ações humanas são desenvolvidas para entendê-la como um ator histórico que constrói relações de influência mútua com o ser humano, que muda devido à sua própria dinâmica e às transformações causadas pela humanidade e que, ao mesmo tempo, tem um impacto na vida das sociedades.

John McNeill (2005, p. 13), aponta a existência simultânea de uma história ambiental material que estuda mudanças nos ambientes físico e biológico e como elas afetam as sociedades, de uma história ambiental cultural e intelectual que presta atenção às representações e imagens da natureza e como elas revelam características das sociedades que as produziram e de uma história ambiental política que analisa as políticas e legislações que determinaram a relação entre indivíduos e o meio ambiente. Mantendo algumas semelhanças, Worster (2008, p. 42), divide a História Ambiental em três linhas principais de trabalho focadas nas características dos ambientes naturais nos tempos passados, na relação entre mudanças ambientais e tecnologias de produção e finalmente, nas percepções, ideologias, ética, leis e mitos que a sociedade constrói para se referir à natureza.

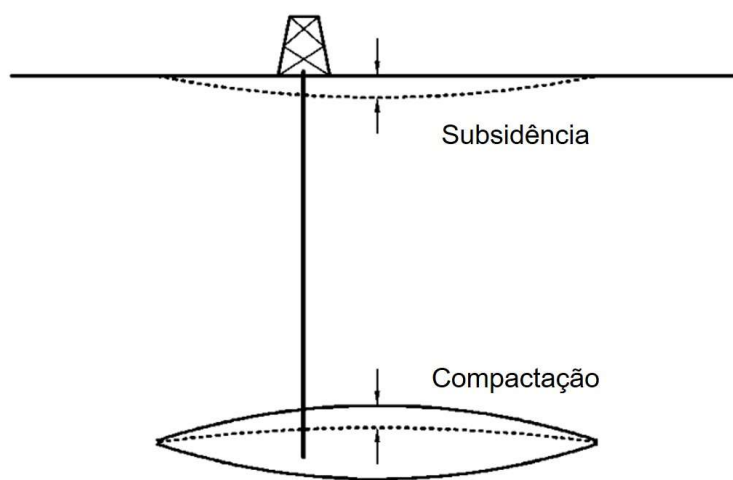
Subsidência

De acordo com Saladié e Oliveras (2010), a subsidência é um fenômeno que pode afetar todos os tipos de solos, origina-se devido a mudanças de tensão induzidas no solo pela diminuição do lençol freático, mineração subterrânea, extração de petróleo ou gás, os processos lentos de dissolução e lavagem de materiais, os processos de consolidação de solos macios e orgânicos, entre outras causas. As subsidências naturais são geralmente processos muito lentos, embora muitas vezes sejam acelerados por ações antrópicas e ao longo dos anos os efeitos se acumulam e atingem valores significativos, o que acarreta danos tanto a população quanto ao meio ambiente (Rodrigues *et al.*, 2016, p. 95). De fato, a subsidência representa um risco quando ocorre em áreas urbanas, danificando e rachando edifícios e afetando suas fundações. Atualmente, as principais cidades costeiras localizadas em planícies alagadas ou bacias sedimentares sofrem com sérios problemas de subsidência.

Segundo Saladié e Oliveras (2010), sedimentos não consolidados de argilas, silte, turfa e areia são particularmente suscetíveis a deslizamentos de terra. A queda do lençol freático, por períodos de estiagem ou pela extração de água dos aquíferos, produz alterações no estado de estresse, reduzindo seu volume em consequência da perda de água, produzindo queda no nível superficial e pode afetar grandes extensões de território. O processo de urbanização agrava o problema por: a) aumento do peso e carga dos edifícios e infraestruturas, b) redução do lençol freático por extração de água, e c) as barragens reduzem a contribuição de sedimentos.

De acordo com Rodrigues *et al.* (2016, p. 95), esse fenômeno tem como característica o rebaixamento da superfície devido à remoção de suporte da camada subterrânea, é o reflexo da compactação do reservatório que se encontra em produção (Figura 8). É um fenômeno sutil observável pelo movimento do solo por meio de deformações e falhas (Galloway e Burbey, 2011, p. 1460).

Figura 8: Compactação e subsidência.



Fonte: Fjær *et al.*, 2008.

Naveira (2008) *apud* Rodrigues *et al.* (2016, p. 96), afirma que o impacto mais imediato está relacionado com a estrutura do fundo do mar, que com a compactação do reservatório, manifestações de subsidência podem aparecer, gerando graves consequências para o meio ambiente e nas estruturas geológicas do campo. Os problemas de compactação e subsidência devem ser esperados em formações moles, de alta compressibilidade, inconsolidadas, reservatórios carbonáticos, fraturados, campos sobre pressurizados ou que serão severamente depletados.

Tipos da Subsidência

A depender da origem do processo, os tipos de subsidência têm características distintas com relação à extensão do fenômeno, condições geológicas favoráveis à sua ocorrência e máximas magnitudes atingidas. Segundo Prokopovich (1978) *apud* Rodrigues *et al.* (2016, p. 97), a origem da subsidência pode ser classificada em endogênicas e exogênicas (Tabela 3).

Tabela 3: Classificação da subsidência segundo Prokopovich (1978).

Subsidência	
Exogênica	Endogênica
•Retirada do suporte •Enfraquecimento do suporte •Aumento de carregamento	•Falha geológica •Vulcanismo •Tração continental •Outros

Fonte: Prokopovich (1978) *apud* Rodrigues *et al.* (2016, p. 97).

A subsidência de forma exogênica trata-se quando o fenômeno ocorre por causas externas, geralmente influência do homem, como a retirada ou enfraquecimento de suporte subterrâneo e/ou o aumento da carga na superfície. E a subsidência endogênica é ocasionada por causas internas, da própria natureza, como uma falha geológica, vulcanismo, tração continental, entre outros, de acordo com Prokopovich (1978) *apud* Rodrigues *et al.* (2016, p. 97).

Segundo Scott (1979) *apud* Tomás *et al.* (2009, p. 295), a subsidência também pode ser classificada conforme os mecanismos que a desencadeiam. De acordo com González de Vallejo *et al.*, (2002, p. 655-658), as atividades extrativas de minerais em galerias subterrâneas, a construção de túneis, a extração de fluidos acumulados em reservatórios subterrâneos (água, petróleo ou gás), o rebaixamento do lençol freático devido às secas prolongadas, a dissolução natural dos terrenos e a lavagem de materiais por efeito da água, os processos morfotectônicos e de sedimentação ou os processos de consolidação de solos moles ou orgânicos, são algumas das causas dos processos de subsidência.

Segundo Mingorance (2000) *apud* Rodrigues *et al.* (2016, p 97), as ocorrências da subsidência se subdividem em cinco grupos (Tabela 4).

Tabela 4: Classificação da subsidência segundo Mingorance (2000).

Subsidência				
Hidro Compactação	Atividade Mineira	Extração de Água Subterrânea	Dissolução de Rochas e Sais	Extração de Petróleo
Saturação rápida em depósitos finos não saturados e mal compactados.	Colapso de materiais rochosos consolidados e/ou não consolidados, dentro das galerias subterrâneas.	Redução de pressão dos poros que ajuda a suportar as camadas sobrejacentes à medida que a água é extraída.	Carstificação: processo do meio físico que consiste na dissolução de rochas calcárias ou carbonáticas.	Compactação por transferência de carga de rochas sobrejacentes ao reservatório devido à redução da pressão dos poros por extração de fluidos.

Fonte: Mingorance (2000) *apud* Rodrigues *et al.* (2016, p. 97).

1) Hidro Compactação

Esse fenômeno acontece por uma saturação rápida em depósitos finos não saturados e mal compactados. As partículas do solo são reorientadas devido à adição de água, fazendo com que o solo perca sua capacidade de suporte, resultando numa consolidação pelo próprio peso (Mingorance, 2000, *apud* Rodrigues *et al.*, 2016, p 97).

2) Atividade Mineira

Ocorre devido ao colapso de materiais rochosos consolidados e/ou não consolidados dentro das galerias subterrâneas. Pode ser consequência da retirada do suporte subterrâneo em grandes proporções e a componente vertical do rebaixamento do solo é proporcional à altura da área de extração (Mingorance, 2000, *apud* Rodrigues *et al.*, 2016, p 98).

3) Extração de Água Subterrânea

A medida que a água é bombeada, a pressão de poros, que ajuda a suportar as camadas sobrejacentes, é reduzida fazendo com que ocorra o rebaixamento do nível da água. Segundo Cabral *et al.* (2006) *apud* Damasceno e Oliveira (2019), a subsidência pode ocorrer tanto em aquíferos cársticos quanto em aquíferos porosos o sedimentares (Mingorance, 2000, *apud* Rodrigues *et al.*, 2016, p 98).

4) Dissolução de Rochas e Sais

Ocorre como um fenômeno chamado carstificação, é um processo do meio físico que consiste na dissolução de rochas calcárias ou carbonáticas (Mingorance, 2000, *apud* Rodrigues *et al.*, 2016, p 98).

5) Extração de Petróleo

Este ocorre de forma parecida com o da extração de água subterrânea. A pressão dos poros é reduzida pela extração de fluidos, à medida que a carga da rocha sobrejacente é gradualmente transferida às rochas do reservatório, produzindo compactação (Mingorance, 2000, *apud* Rodrigues *et al.*, 2016, p 97).

Exemplos de subsidência

Mineração

Cidade de Berenizki, Rússia. Construída em 1932 em cima de uma mina de potássio localizada a 400 m de profundidade e onde, desde a década de 1980, enormes crateras -dolinas- vêm surgindo no solo, literalmente afundando fábricas, escolas e oficinas (Figura 9). Até agora, esses sumidouros (buracos) não puderam ser medidos e, como estão cheios de água da chuva, tomam a forma de lagos nos quais a cidade literalmente afunda, razão pela qual seus habitantes foram forçados a abandoná-la (Rodríguez, 2021).

Figura 9: Cidade de Berenizki, Russia.

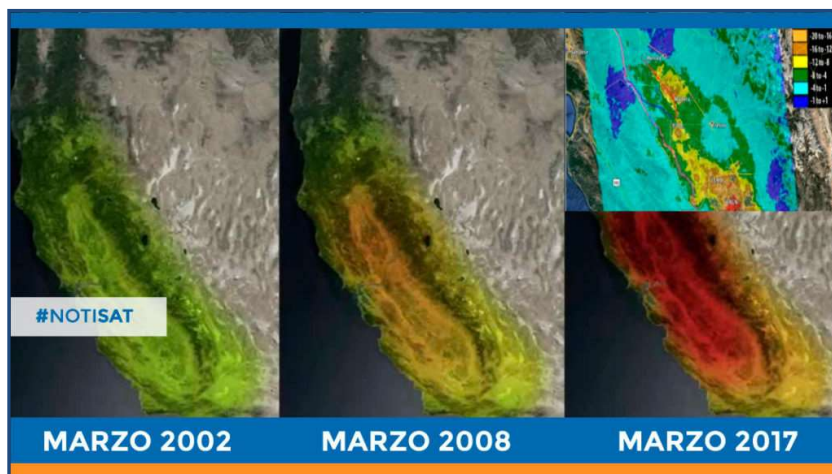


Fonte: National Geographic, 2021.

Extração de Água.

San Joaquin Valley, Califórnia (EUA). Observações recentes de satélite da NASA confirmam a alarmante taxa de subsidência devido à extração de águas subterrâneas (Figura 10). Desde a década de 1920, essa prática fez com que trechos do vale afundassem para 8,5 m, colocando em risco o estado, seus aquíferos e sua infraestrutura (Figura 11). Os cientistas do Instituto de Tecnologia da Califórnia da Nasa obtiveram os resultados comparando várias leituras de imagens de satélite da Terra desde 2006 para produzir mapas de como a subsidência varia no espaço e no tempo (PRENSA LIBRE, 2017).

Figura 10: Evolução da subsidência no vale de San Joaquin, Califórnia, EUA.



Fonte: Prensa livre, NASA, 2017.

Figura 11: Impacto da subsidência no vale de San Joaquín, Califórnia, EUA.

Entre 1965 e 2018, algumas áreas registraram 2,6 m devido à extração excessiva de água subterrânea.



Fonte: Fernández-Bou, et al., 2020.

Veneza, Itália. Vários exemplos conhecidos de subsidência estão representados nesta cidade italiana, cujo colapso devido à extração de águas subterrâneas se acentuou desde a década de 1940. Pasoti (2019), afirma que a maioria da subsidência ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, devido à drenagem massiva dos aquíferos. Entre 1950 e 1970, o rebaixamento médio do solo na área veneziana foi de cerca de 12 cm. Na década de 1970, a extração de água cessou, graças à atenção dada ao problema após a enchente de 1966. Desde então, a subsidência voltou a ser dominada pelo fenômeno natural. No total, a cidade perdeu 26 cm no século passado, dos quais 12 cm aprox. devem-se à subida do nível do mar em consequência das alterações climáticas, cerca de 6 cm devido à subsidência natural e cerca de 8 cm devido à subsidência antropogênica, nomeadamente devido à drenagem dos aquíferos (Figura 12).

Figura 12: Cidade de Veneza, Itália.



Fonte: Passoti, 2019.

Mixta.

Cidade do México, México. Foi fundada em 1325 em terreno pantanoso (recheio artificial colocado no fundo do lago raso de Texcoco). A história conta que no ano de 1519, um grupo de conquistadores espanhóis, liderados por Hernán Cortés, chegou ao Vale do México e observou o Lago Texcoco, várias cidades que surgiram em suas margens: Mixquic, Iztapalapa, Huitzilopochco, Coyoacán, Tlacopán e

Texcoco, e no centro do lago, em uma vasta ilha atravessada por canais, uma grande cidade: a capital do reino asteca, Tenochtitlán, uma ilha rochosa na qual estavam localizados os templos e edifícios públicos mais importantes (Olivas, 2012, p. 3).

Hoje, segundo Tomás *et al.* (2009, p. 299), a consolidação desse solo argiloso com alto teor de água (umidade média de 400%), cuja espessura varia entre 30 e 70 m com alta deformabilidade -devido à extração de águas subterrâneas a longo prazo- fez com que a cidade, em determinadas áreas, apresenta valores de subsidência superiores a 8 m (Figura 13).

Figura 13: Cidade de México, México.

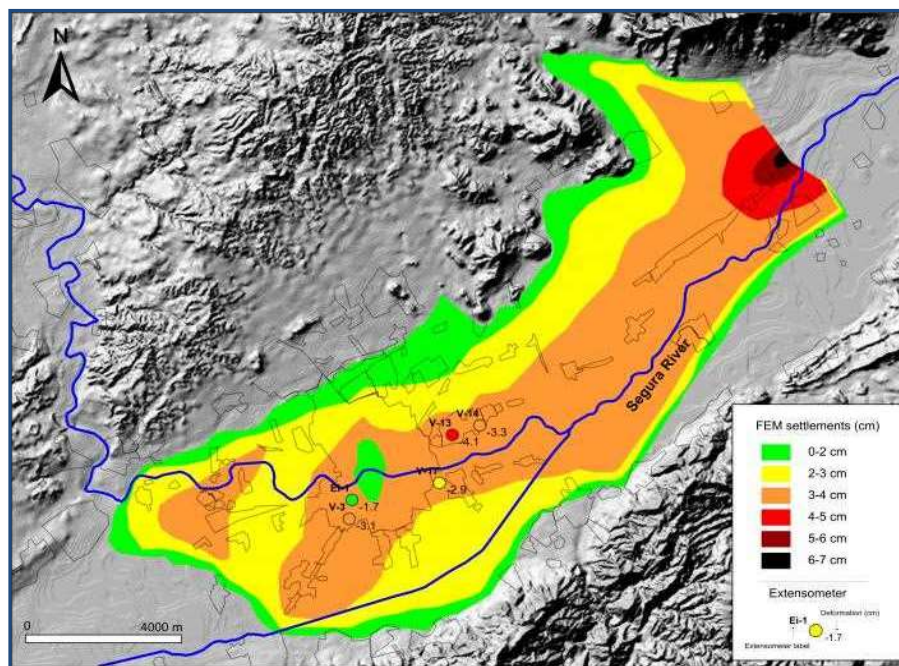


Fonte: National Geographic, 2021.

Múrcia, Espanha. O afundamento progressivo da superfície deve-se à extração massiva de água do subsolo. Esta extração gera a consolidação dos solos, dando origem a assentamentos fundiários que podem afetar as infraestruturas nele suportadas (Cosas de Lorca, 2016).

A seca que devastou a região de Murcia entre 1995 e 2008 causou a sobre exploração do aquífero (Figura 14). Ocorreram descidas piezométricas consideráveis, com valores extremos de até 15 m. Essa descida piezométrica produz uma redução na pressão da água existente nos buracos no solo, razão pela qual eles se fecham gradativamente, causando um reajuste das partículas, diminuindo seu volume e, portanto, gerando subsidência do terreno (Tomás *et al.*, 2009, p. 300).

Figura 14: Região de Múrcia, Espanha.



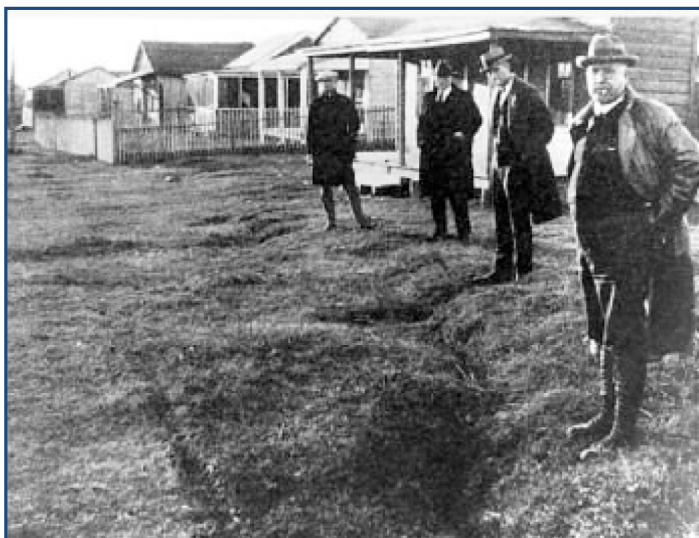
Fonte: Cosas de Lorca, 2016.

Nesta mesma região, a mineração intermitente de chumbo e zinco desde a época romana até o final do século XX deixou inúmeras galerias abandonadas abaixo da superfície, causando instabilidade no solo. Em maio de 1998 começaram a ser observados importantes assentamentos que causaram grande alarme na população (Tomás *et al.*, 2009, p. 300).

Extração de Hidrocarbonetos.

Campo Goose Creek, Texas. O primeiro caso de subsidência observado foi neste campo em meados de 1910 (Figura 15), onde fica evidente a diferença de alguns centímetros no mesmo terreno a 0,8 km a norte do campo, o deslocamento da falha à superfície era de 16" aproximadamente e ocasionado pela subsidência decorrente a exploração de petróleo (Rodrigues *et al.*, 2016, p. 99).

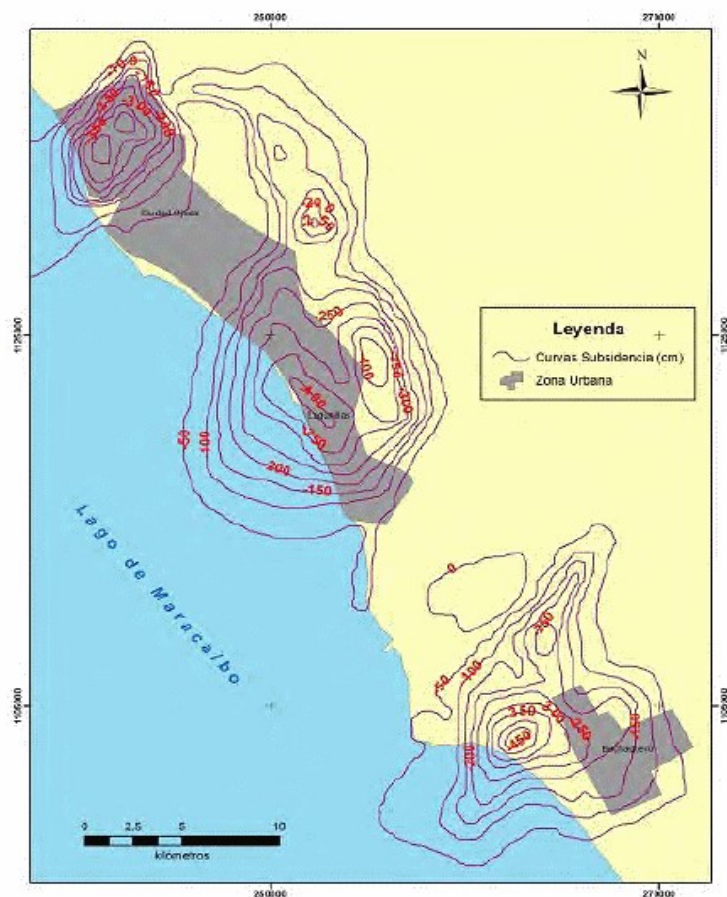
Figura 15: Primeiro registro de subsidência no mundo devido à exploração de petróleo.



Fonte: Pratt e Johnson (1926) *apud* Rodrigues *et al.*, 2016.

Costa Leste do Lago Maracaibo, Venezuela. De acordo com Febres (1990) em Cano (2011, p. 78), a manifestação mais importante de subsidência na superfície tem sido a mudança do relevo no terreno que deu origem a inúmeros eventos adversos, sendo o mais significativo a mudança de sua linha de costa, para o qual foi realizada a construção de um sistema de diques para evitar que as águas do lago de Maracaibo inundem as áreas povoadas (Figura 16).

Figura 16: Mapa de subsidência da Costa Leste do Lago de Maracaibo.



Fonte: Cano, 2011, p. 78 (Modificado de Sully y Murria, 1996).

Segundo Méndez *et al.* (1982) em Usta (2002, p. 30), a bacia de subsidência de Lagunillas tem a forma de um cone invertido com o vértice coincidindo com a área de máxima exploração. O fenômeno começou em 1925-1926 e a taxa de afundamento para 1944 foi de 20 cm/ano, data em que o terreno estava 3,10 m abaixo do nível do lago, para o ano de 1982 atingiu 4,55 m.

Exemplos de Subsidência no Brasil

Extração de Água

Cajamar, São Paulo. O município de Cajamar, em São Paulo, enfrentou uma crise hídrica em meados de 1986, ocasionando uma exploração desordenada de águas subterrâneas mediante de poços profundos. De acordo com Maretti (2008) em Damasceno e Oliveira (2019, p. 42), o município pertence à Bacia do Alto Tietê, sendo

abastecido totalmente pelas águas subterrâneas captadas em estruturas cársticas; esta captação de águas subterrâneas no aquífero cárstico foi responsável pela ocorrência de uma catástrofe, em grande proporção. Formou-se uma cratera com 13 m aprox. de profundidade e 31 m de diâmetro, atingindo diversas casas, com desabamento, trincas e recalques (Figura 17).

Figura 17: Registro da subsidência em Cajamar (1986).



Fonte: Diário de Cajamar (2018) em Damasceno e Oliveira (2019, p. 43).

A zona afetada pela subsidência assenta-se sobre calcários muito pouco metamorizados (metacalcarenitos, metadolomitos), capeados por espesso pacote de solo residual de acordo com Bottura e Albuquerque Filho (1990) em Damasceno e Oliveira (2019, p. 50). A cidade ficou conhecida como a “cidade do buraco”. Após a reconstrução do local, foi edificada uma praça (Damasceno e Oliveira, 2019, p. 42).

Sete Lagoas, Minas Gerais. Conforme os estudos realizados por Botelho (2008, p. 14), a cidade de Sete Lagoas, em Minas Gerais, também vivenciou uma insuficiência de recursos hídricos, provocada pelo processo de expansão urbana. Por isso, em 1940 iniciou-se a exploração das camadas subterrâneas, visto que o município se assenta sobre um aquífero carbonatado com calcários e dolomitos, única fonte de abastecimento de água para consumo. Ao longo de mais de 60 anos, a atividade de exploração de águas subterrâneas intensificou, a exploração inadequada no aquífero cárstico ocasionou sérios problemas entre os anos de 1940 e 2000, como

subsidiências e rachaduras no solo (Figura 18), com registros de rebaixamento com aproximadamente 30 m de profundidade (Botelho, 2008, p. 15).

Figura 18: Registro da subsidência ocorrida em Sete Lagoas (1988).



Fonte: A.B.Silva (1995) em Damasceno e Oliveira (2019, p. 44).

Mineração

Maceió, Alagoas. Conforme o site da Braskem (2021), a jazida de sal-gema em Alagoas, que está localizada em profundidade superior a 850 m, foi descoberta em 1943, durante uma prospecção mineral em busca de petróleo. Em 1976, começou a extração do sal para a produção de cloro e soda cáustica.

Segundo Rossi (2020), entre fevereiro e março de 2018, fortes chuvas, seguidas de um terremoto, causaram rachaduras e fissuras em milhares de edifícios, abriram crateras nas ruas e fizeram com que o piso em algumas casas cedesse. Um ano após, o Serviço Geológico Brasileiro concluiu que a principal causa das rachaduras nos edifícios foi a extração de sal de rocha pela Braskem, empresa controlada pelo grupo Odebrecht, na qual a petroleira estatal Petrobras tem participação. De acordo com o relatório, a extração inadequada desestabilizou as cavidades subterrâneas existentes na região, causando o afundamento do solo e provocando as rachaduras.

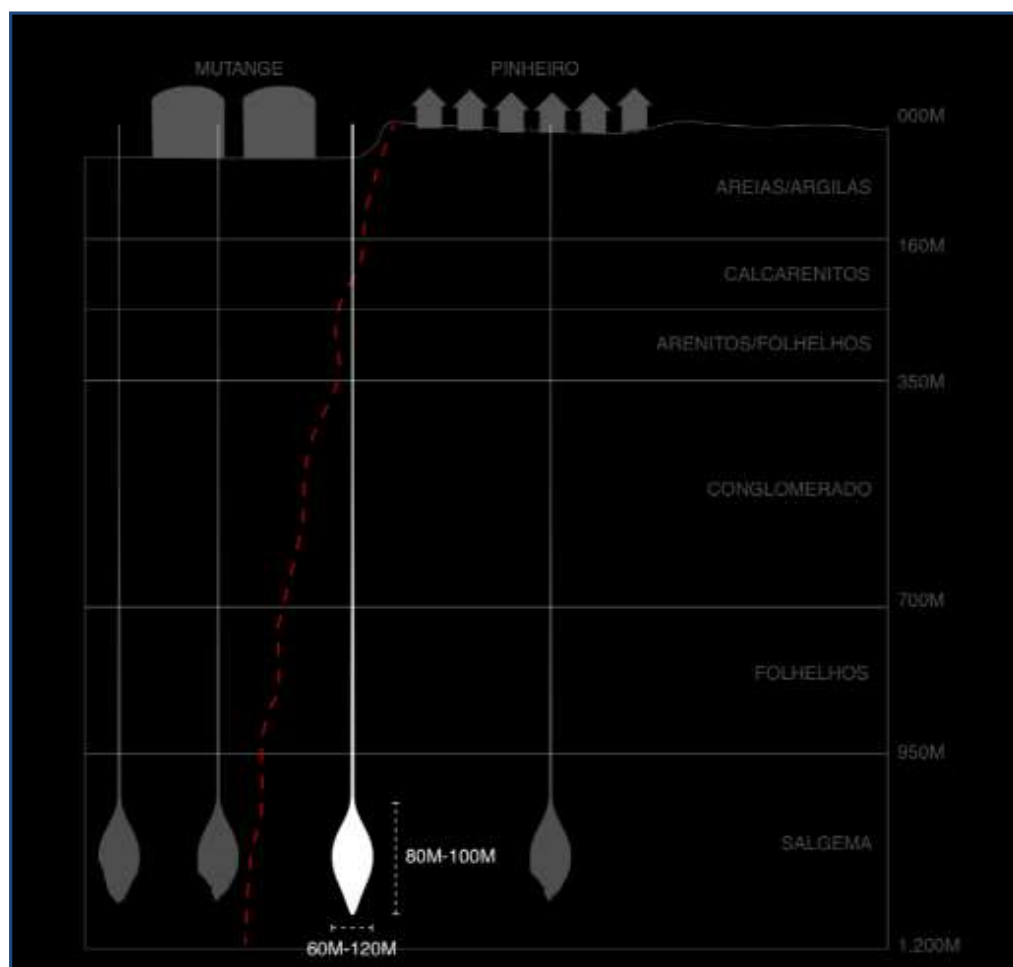
Segundo Lemus (2021), a empresa é culpada pelo maior crime ambiental cometido nas zonas urbanas do país. Ainda não admite ter oficialmente causado o problema, mas já concordou em pagar indenização aos moradores e comerciantes, realocação de escolas e hospitais e financiar ações que minimizem o drama causado

pelo afundamento de bairros inteiros. Conforme a Defesa Civil local, na área atingida há risco de desabamento (Veleda e Estrela, 2021).

De acordo com os técnicos da prefeitura, um dos locais de maior risco de dolinamento é a área do Cemitério de Santo Antônio, em Bebedouro. Os sepultamentos foram proibidos no local em outubro de 2020, e hoje nem a visitação é permitida. A prefeitura está discutindo com a Braskem sobre a realocação dos restos mortais das pessoas enterradas (Veleda e Estrela, 2021).

Segundo o Geól. Abel Galindo Marques *apud* Veleda e Estrela (2021), a Braskem explorava 35 minas de sal-gema no subsolo da área urbana, a uma profundidade de 950 m a partir da superfície. Lá, a camada de sal tem cerca de 250 m de espessura. As minas da região têm de 80 a 100 m de altura e de 60 a 120 m de diâmetro (Figura 19).

Figura 19: Minas de sal-gema no subsolo da área urbana em Maceió, Alagoas.



Fonte: Geól. Abel Galindo Marques (UFAL) *apud* Veleda e Estrela, 2021.

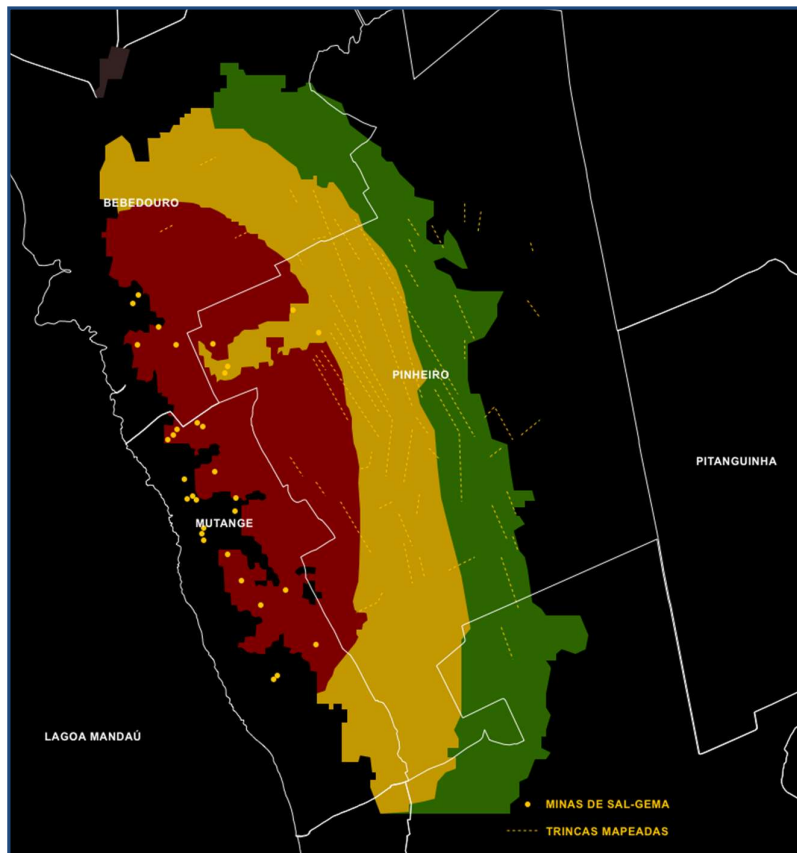
Conforme o citado professor, o desastre aconteceu porque várias minas colapsaram sobre si mesmas, fazendo o solo acima delas se movimentar. Nas figuras seguintes (Figuras 20 e 21), na zona intermediária (amarela) mostra as fraturas provocadas pela movimentação do terreno.

Figura 20: Perfil de zoneamento devido à subsidência em Maceió, Alagoas.



Fonte: Geól. Abel Galindo Marques (UFAL) *apud* Veleda e Estrela, 2021.

Figura 21: Mapa de zoneamento devido à subsidência em Maceió, Alagoas.



Fonte: Geól. Abel Galindo Marques (UFAL) *apud* Veleda e Estrela, 2021.

O citado professor afirma também que, na área mais crítica, perto da lagoa, o solo chegou a afundar entre 1,5 e 2 m e continua afundando em torno de 25 cm por ano. A previsão, segundo alguns relatórios, é de que possa afundar mais 3 ou 4 m nas próximas décadas. Entretanto, o avanço da lagoa sobre o bairro do Bebedouro deixa visíveis apenas as copas das árvores (Figura 22).

Figura 22: Margens da lagoa avançando sobre o bairro de Bebedouro.



Fonte: Veleda e Estrela, 2021.

De acordo com Filho *et al.* (2006, p.155), no Brasil existem poucos registros de subsidência devido à extração de fluidos e mais de dois fatores ou mista, entretanto, isso não deve ser traduzido como a inexistência do fenômeno. Em algumas regiões do país, a exploração de aquíferos cársticos tem causado quedas muito grandes nos níveis de água e, quando afetadas pela subsidência, têm gerado grandes desastres, como os exemplos citados anteriormente.

Em relação à subsidência em aquíferos sedimentares, embora os autores supracitados não tenham encontrado nenhuma referência, ainda existe a possibilidade de que ocorra em cidades onde ocorre exploração excessiva de águas subterrâneas. De fato, em 2015 a Agência Nacional de Águas (ANA) realizou estudos para ampliar o conhecimento hidrogeológico do Sistema Aquífero Amazônico no Brasil (SAAB), o maior do país e um dos maiores do mundo, com sedimentos do Cretáceo ao Cenozoico de natureza arenosa, siltosa e argilosa que cobrem as províncias hidrogeológicas da Amazônia e do Orinoco. É um sistema aquífero transfronteiriço que ocupa áreas da Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela que no

Brasil ocupa uma área de 2 milhões de km², com reserva permanente estimada em 124.000 km³, nas bacias sedimentares do Marajó (176.511 km²), Amazonas (619.113 km²), Solimões (1.181.145 km²) e Acre (23.231 km²) (ANA, 2015, p. 19).

Quanto à subsidência devido à extração de petróleo, também não existem registros. O campo de Candeias, berço da comercialização de petróleo no Brasil, tem muitas semelhanças com o campo de Lagunillas. Após 83 anos, este campo permanece ativo, seus solos estavam cobertos de gramíneas altas e manguezais quando a busca pelo ouro negro começou, no entanto, sua formação produtora está localizada em maiores profundidades e tem uma litologia consolidada do Cretáceo Inferior.

Ciénaga

Segundo Pérez Porto e Gardey (2022), uma ciénaga é um lugar pantanoso ou coberto de lodo. Pantanoso pôr a abundância de poças e lodo, enquanto cieno é lama de consistência macia que pode ser encontrada nos leitos de lagoas e rios ou em zonas com alta umidade. Uma ciénaga é um corpo de água estagnada que se forma em uma depressão rasa no solo. As plantas que crescem na água podem desenvolver uma camada densa.

Características

- São lugares intermediários entre habitats terrestres e aquáticos.
- Formam-se principalmente em zonas tropicais e subtropicais, onde as chuvas são abundantes durante todo o ano. Sua temperatura é bastante quente durante todos os meses, entre 24°C e 33°C e pode apresentar uma diminuição no mês de janeiro.
- Podem ser água salgada ou água doce.
- A terra é geralmente plana ou esparsamente deprimida e pode ser inundada constante ou intermitentemente.
- São considerados pontos de amortecimento para a subida dos rios.
- É o habitat de insetos, anfíbios, pequenos mamíferos como lontras e peixes-boi, além de tartarugas e jacarés e aves marinhas como patos e garças. Esta fauna é considerada endêmica, alguns tipos de peixes podem estar em perigo de extinção.
- Suas espécies vegetais possuem caules que se caracterizam por serem ocos.

- É comum encontrar diferentes tipos de plantas que flutuam e algumas que vivem submersas na água, como nenúfares, algas e sabiás.
- Quando o enchimento no fundo aumenta consideravelmente, também é comum encontrar gramíneas e árvores um pouco maiores.

Importância

As ciénagas são zonas húmidas de grande importância para o ecossistema, caracterizam-se pela sua biodiversidade e pela sua capacidade de armazenamento de água. Estas zonas húmidas são o lar de uma grande variedade de espécies de flora e fauna, muitas das quais são endêmicas e desempenham papéis importantes na regulação do clima e do ciclo da água (Montero, 2023). Além disso, muitos também são usados como recurso de abastecimento, pois geralmente são realizadas atividades artesanais de pesca, caça e agricultura. Eles são uma fonte de recursos para as comunidades locais (Briceño, 2023).

Considerando a quantidade de água que recebia, a Gran Ciénaga de Lagunillas era uma ciénaga primária, pois estava diretamente ligada ao rio por meio de um canal e, de acordo com sua função, era uma ciénaga de produção, já que tem uma função econômica, como a pesca e o uso de suas espécies vegetais, como bulrush e turma.

De acordo com Montero (2023), a conservação e restauração das ciénagas é essencial para garantir sua sobrevivência e a das espécies que delas dependem. A perda e degradação dessas áreas úmidas tem sido causada pela expansão da agricultura, pecuária e urbanização, bem como pela poluição e mudanças climáticas. Para proteger as ciénagas, é necessário implementar medidas como a regulamentação das atividades humanas em áreas próximas, a recuperação de áreas úmidas degradadas e a promoção de práticas sustentáveis na agricultura e pecuária. Além disso, devem ser tomadas medidas para reduzir a poluição e mitigar as alterações climáticas.

A Figura 23 mostra a ciénaga da El Mene, que tem uma área de 8 km² e está localizada aproximadamente 41 km ao norte do município Lagunillas. Esta ciénaga é separada das águas do lago pela extensão de terra onde está localizada a Avenida Pedro Lucas Urribarrí.

Figura 23: Ciénaga El Mene (2019).



Fonte: Noticias Primera Edición COL.

Linha do Tempo

Uma linha do tempo é um dos diferentes recursos ou ferramentas que a História Ambiental utiliza para identificar, compreender e mostrar as alterações que o homem promove na dinâmica da Terra (Csekö Nolasco, 2021). Por meio de uma linha do tempo, a História Ambiental estabelece critérios, associações e até identifica outras relações entre elementos e recortes temporais que não foram observados.

Segundo Castillero Mimenza (2017), as linhas do tempo são representações gráficas que permitem a correta compreensão da sequência temporal em que um ou mais fenômenos ocorreram, indicando na linha os principais elementos (marcos) que marcaram tal fenômeno e o tempo ou período em que ele ocorreu. Também é possível criar várias linhas do tempo sobre diferentes situações e compará-las para determinar se há uma relação entre elas ou se elas têm algum ponto em comum.

Conforme o Instituto Nacional de Formación Docente de Argentina (2020), a utilização de uma linha do tempo contribui para uma maior compreensão de eventos e tendências em um determinado tópico e permite, ao mesmo tempo, construir noções ligadas à multicausalidade, à complexidade do tratamento das ideias de simultaneidade, mudança e continuidade, e de outras noções temporais, como processos de ruptura, bem como ao manejo de diferentes unidades cronológicas. Isso seria difícil de estabelecer se os eventos ou elementos considerados fossem tratados separadamente. Esse recurso facilita a ordenação cronológica dos eventos e fornece

uma imagem de uma sucessão linear de eventos. De certa forma, reforça uma noção de tempo linear, vetorial, com sentido e direção.

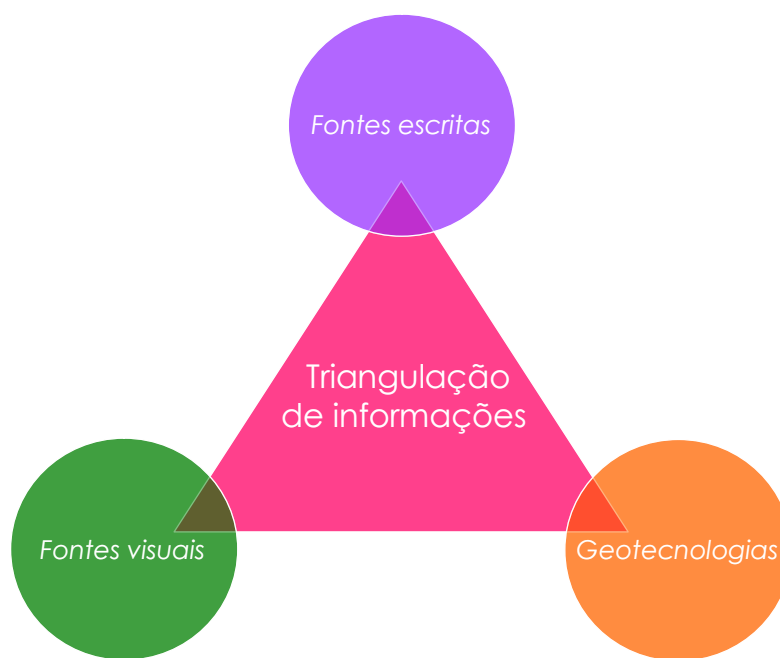
Segundo Csekö Nolasco (2021), existem dois tipos de linhas temporais, uma relativa ou qualitativa e outra absoluta ou quantitativa, com um leque de possibilidades entre essas duas. As linhas do tempo relativas são construídas a partir de uma sequência de eventos entre um evento inicial e um evento final e o tempo entre eles não é bem determinado ou não é determinado; as linhas do tempo absolutas correspondem a eventos totalmente identificados, tanto no tempo (data) quanto nos fatos (descrição). Por meio de uma linha do tempo é possível ver as relações entre os elementos – causalidade por exemplo – algo que não aconteceria si se analisaram os elementos separadamente.

TERCEIRO CAPÍTULO: REFERÊNCIAS METODOLÓGICAS.

"Pela gama de fontes e metodologias de análise que tentamos esboçar, fica evidente que a História Ambiental tem seu potencial na interdisciplinaridade e no trabalho em equipe". (S. Gallini, 2005, p. 17, tradução própria).

A História Ambiental pode combinar diferentes fontes de dados, teorias, pesquisadores ou métodos no estudo de um fenômeno. A triangulação de dados -no tempo ou no espaço- implica o uso de diferentes estratégias de coleta de dados para contrastar um conjunto determinado de observações com outras que envolvem o mesmo fenômeno. Nesta pesquisa, a metodologia utilizada baseou-se na triangulação de dados obtidos a partir de três técnicas diferentes (Figura 24).

Figura 24: A triangulação baseada em três técnicas diferentes.



Fonte: Autora, 2021.

1. Fontes escritas.

- Relatórios técnicos de algumas campanhas de medição de subsidência nas Lagunillas, disponíveis em formato digital, no *Centro de Informações Técnicas de Exploração e Produção* (CITEP), pertencente à equipe de *Barragens e Drenagem* de Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA).

- Banco de dados com informações dos topos geológicos das formações presentes no subsolo de Lagunillas.
- Dissertações (pré-graduação e pós-graduação), monografias e artigos publicados em diferentes revistas, disponíveis na internet.
- Outras bibliografias especializadas, como crônicas, relatos, ensaios e biografias obtidos do *Arquivo Geral da Nação*, *Academia de História do Estado Zulia*, *Centros de Estudos Históricos, sócio-históricos e Culturais* de diferentes universidades, fundações e organismos públicos, destacando as informações fornecidas pelo Lcdo. Francisco Chávez, atual cronista do município Lagunillas.
- Entrevistas realizadas aos moradores da área de estudo e a profissionais com sólidos conhecimentos relacionados ao objeto de estudo, publicadas por diferentes meios de comunicação na internet.
- Resenhas e reportagens realizadas por diferentes meios de comunicação sobre as consequências geradas pela subsidência em Lagunillas. Para efeitos desta investigação, foram consideradas resenhas de acontecimentos recentes e reportagens que relatam a realidade na vivem os habitantes de campo Alegría, o primeiro campo petrolero residencial de Lagunillas, construído em 1928, apenas um ano antes da subsidência se tornar evidente na superfície da área de estudo.
- Redes sociais através das quais os habitantes -antigos e atuais- dos campos petroleros, mediante anedotas e lembranças mantêm viva a memória de crescer e ter vivido em Lagunillas. Utilizam também estes meios para difundir as condições em que atualmente se encontram os campos petrolíferos e os perigos e riscos que os habitantes enfrentam, sobretudo em época de chuva.

Estes arquivos reúnem informação de diferentes naturezas: arqueológica, sociológica, histórica, geográfica, urbanística, geológica, petrolera, entre outras, proporcionando inestimável informação para a realização dos objetivos propostos.

2. Fontes visuais.

- Mapas antigos, apresentados em diferentes secções desta investigação.
- Fotografias antigas e atuais, obtidas da internet, de fontes bibliográficas e do CITEP e onde se evidenciou a evolução da subsidência e da paisagem em Lagunillas entre 1939 e 1942.

- Mapas do andamento da subsidência para os anos de 1978, 1980, 1982, 1984, 1986, 1996, 1998 e 2012 (arquivos pdf). Alguns desses mapas foram digitalizados e processados por meio do uso de geotecnologia.
- Perfis históricos da subsidência para os anos de 1976, 1980, 1982, 1984, 1986, 1996 e 1998 (arquivos pdf).
- Outras representações (vídeos), disponíveis na internet e através dos quais se puderam conhecer com maior profundidade alguns fatos que foram determinantes na área de estudo.

Os mapas antigos foram obtidos nas seguintes bibliotecas virtuais disponíveis na internet:

Tabela 5: Bibliotecas virtuais consultadas.

Nro.	NOME	PAIS
1	Arquivo do Museu Naval	Espanha
2	Biblioteca Nacional	França
3	Biblioteca Nacional de Zurique	Suíça
4	Biblioteca Virtual de Defesa	Espanha
5	Biblioteca Virtual do Patrimônio Bibliográfico	Espanha
6	Europeana	Espanha
7	Gallica	França
8	Instituto Bibliográfico Alemão	Alemanha
9	Portal dos Arquivos Espanhóis (PARES)	Espanha
10	Real Academia de História	Espanha
11	Biblioteca Pública de Boston	EUA
12	Universidade de Harvard	EUA
13	Arquivo Histórico Nacional-Biblioteca Nacional	Colômbia
14	Banco da República	Colômbia
15	Barry Lawrence Ruderman Antique Maps Inc.	EUA
16	Biblioteca do Congresso, Washington, D.C.	EUA
17	Biblioteca Nacional	Uruguai
18	Coleção de mapas históricos de David Rumsey	EUA
19	Old Map Online	EUA
20	Biblioteca Fundación Empresas Polar (BiblioFEP)	Venezuela
21	Instituto Geográfico da Venezuela Simón Bolívar (IGVSB)	Venezuela

Fonte: Autora, 2021.

Metodologia aplicada para analisar os mapas antigos.

1. Obtenção de mapas. Um total de 135 mapas do oeste da Venezuela e de diferentes tipos foram obtidos a partir das várias bibliotecas virtuais.

2. Revisão de mapas. Foram escolhidos 34 mapas consoantes com os objetivos desta pesquisa.

3. Seleção de mapas de interesse. A fim de manter uma temporalidade adequada e utilizar uma quantidade ideal de mapas, foram finalmente selecionados 21 mapas. O resultado da metodologia descrita está resumido na tabela a seguir (Tabela 6):

Tabela 6: Metodologia aplicada à análise de mapas antigos.

Passos	Séculos					
	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI
1. Obtenção	7	8	24	65	25	6
2. Revisão	2	4	7	15	6	
3. Seleção	2	3	5	5	6	

Fonte: Autora, 2021.

4. Descrição dos mapas. Todos os elementos presentes nos mapas selecionados foram descritos e analisados, conforme a natureza de cada um deles: cartas corográficas, mapas físicos, mapas administrativos, entre outros.

As fotografias antigas foram obtidas no CITEP, em formato digital e estão relacionadas com a construção do dique costeiro em Lagunillas entre 1939 e 1942. Nesta pesquisa, a técnica de fotografia repetida foi aplicada uma vez que, de acordo com Bierman *et al.* (2005, p. 4), este tipo de fotografias são uma ferramenta poderosa para examinar e compreender a distribuição dos processos de superfície, tanto físicos quanto biológicos, na escala de tempo de décadas e séculos, sendo particularmente valiosas para a compreensão da interação homem-paisagem, uma vez que ao longo de milênios as pessoas alteraram as paisagens em que nascem, vivem e morrem, seja limpando vales e encostas para a agricultura há pelo menos 9.000 anos ou construindo estradas, edifícios e cidades (Hooke, 2000, *apud* Bierman *et al.*, 2005, p. 4).

Em 1888, Sebastian Finsterwalder, um matemático bávaro com interesse geológico, realizou estudos fotogramétricos anuais de geleiras de montanha nos Alpes tiroleses, comparando imagens antigas e novas para documentar sua mudança ao longo do tempo (Hattersly-Smith, 1966 *apud* Webb *et al.*, 2010, p. 3), sendo pioneiro nessa técnica envolvendo a correspondência deliberada e cuidadosa de fotografias mais antigas com fotografias mais recentes tiradas na mesma posição ou estação de câmera (Rogers *et al.*, 1984, *apud* Webb *et al.*, 2010, p. 4).

De acordo com Webb *et al.* (2010, p. 4), essa técnica também foi utilizada para documentar mudanças em diferentes aspectos da paisagem, como vegetação, habitat da vida selvagem e geomorfologia. Na década de 1940, tornou-se uma ferramenta frequentemente usada para documentar mudanças induzidas pelo uso da terra, também ganhando adeptos em geologia, particularmente aqueles interessados em intemperismo e erosão de rochas e mudanças geomorfológicas e ribeirinhas ao longo de canais de rios efêmeros e perenes.

Conforme os autores supracitados, a fotografia repetida complementa outros métodos de reconstrução de mudanças para as paisagens, fornecendo, segundo von Hellermann (2020, p. 6), um conhecimento muito necessário sobre por que, quando e por quem as paisagens foram alteradas; que significado e impacto essas mudanças tiveram para a população local; e o contexto social, econômico e político geral em que ocorreram, fornecendo uma âncora geográfica instantânea, profundidade histórica e um excelente ponto de partida para discutir a mudança ambiental local. Projetos usando fotografia repetida para documentar a mudança da paisagem estão em andamento em todos os sete continentes e em dezenas de países.

Os critérios para fotografia repetida também se aplicam a fotografias aéreas ou imagens de satélite (García Araujo, 2022, p. 329) e embora não possa fornecer o mesmo tipo de dados quantitativos que são obtidos a partir de imagens de satélite e fotografia aérea, pode complementá-los, fornecendo não apenas informações específicas da espécie, mas também um maior intervalo de tempo, em muitos casos que remontam ao século XIX e o uso de um SIG com fotografia repetida pode ajudar a quantificar mudanças que até agora sempre foram documentadas qualitativamente (Webb *et al.* 2010, p. 2).

Entre os aspectos estudados nas fotografias selecionadas, destacam-se o dique costeiro, a Grande Ciénaga de Lagunillas, o relevo da área, a costa, a vegetação e a presença da infraestrutura da indústria petroleira.

Metodologia aplicada para analisar as fotografias antigas.

O trabalho foi desenvolvido de acordo com o seguinte processo metodológico:

1. Seleção das fotografias a serem repetidas. Dos arquivos fornecidos pela equipe do CITEP, totalizou-se um total de 815 fotografias antigas da área afetada pela subsidência na COLM, correspondendo a 295 fotografias para Lagunillas, das quais

246 foram selecionadas preliminarmente para selecionar posteriormente 16 fotografias tiradas entre 1939 e 1942 (5 pares e 2 trios).

2. Identificação das coordenadas dos pontos. As coordenadas dos locais onde as fotografias foram tiradas foram obtidas a partir de um banco de dados fornecido pela equipe da PDVSA, pois correspondem a alguns dos primeiros poços perfurados na área e foram tiradas seguindo uma orientação definida. Depois, esses pontos foram capturados em um mapa base.

3. Localização dos pontos no campo. Esta atividade não pôde ser realizada porque o acesso à área é atualmente totalmente restrito, razão pela qual não há fotografias atuais.

4. Análise de pares e trios fotográficos. A análise de cada par e trio de fotografias foi realizada qualitativamente, para identificar mudanças na paisagem que podem ser devidas a processos antropocênicos como a construção do dique costeiro, o desaparecimento da Gran Ciénaga de Lagunillas, o recheado da área, mudanças na forma ou posição da linha de costa, o avanço da água em direção à terra, o aumento ou perda de vegetação e a construção de instalações ou infraestruturas petrolíferas.

3. Geotecnologias (SIG).

A fim de identificar as áreas afetadas pela subsidência na área de estudo, um banco de dados georreferenciado foi criado usando o ArcMap 10.3 da ESRI, que coletou informações sobre a região historicamente afundada de Lagunillas.

Metodologia aplicada nos mapas de subsidência.

Fase I. Aquisição de dados pré-existentes

Foram compilados os relatórios técnicos de algumas campanhas de medição de subsidência na Lagunillas, disponíveis em formato digital (arquivos pdf), no CITEP, nos quais se destacam:

- a. Mapas de subsidência total de 1926 até 1978, 1982, 1986, 1998 e 2012.
- b. Valores de subsidência das campanhas de medição realizadas em 1966, 1968, 1970 e 1972.

Fase II. Processamento dos dados adquiridos

a. Mapas de subsidência total.

Utilizando o software Adobe Photoshop CS6, os mapas de subsidência total foram convertidos de seu formato original (.pdf) em uma imagem raster (.tif); para posterior digitalização e melhoria no software Adobe Illustrator CS6. Adicionalmente, neste software, foram criados perfis de subsidência que identificaram o setor com maior variação vertical do terreno. Esses produtos cartográficos foram georreferenciados utilizando o software ArcMap 10.3 da ESRI, considerando a localização dos pontos de controle vertical ou BM instalados em Lagunillas, a distribuição espacial destes foi feita de acordo com suas coordenadas no software Google Earth Pro, para criar um arquivo vetorial (shapefile) com Datum WGS 84 e Zona 19P.

Nos mapas pode-se observar que a isolinha com valor de 0 cm está disposta abertamente, o que poderia ser interpretado como o valor real da altura daquela área ou também como ausência de dados de subsidência naquela área. Portanto, e para obter um valor mais preciso da área afetada por esse fenômeno e sua evolução ao longo do tempo, foi calculado no software ArcMap 10.3, construindo um polígono a partir da isolinha correspondente a -50 cm e sua interseção com a linha de costa, razão pela qual os valores obtidos correspondem expressamente à área de Lagunillas em terra. Cabe ressaltar que a estimativa da área afetada pelo fenômeno da subsidência considerando a isolinha de -50 cm já foi feita anteriormente, prova disso são as estimativas feitas nas campanhas de medição de subsidência dos anos de 1992, 1994 e 1996.

b. Valores de subsidência.

Dos relatórios das campanhas de medição de subsidência, foram extraídas informações que complementaram a interpretação dos mapas realizados, tais como valor máximo de subsidência, valor máximo total de subsidência acumulado desde 1926, menor elevação em relação ao nível do lago e máxima subsidência bienal. Deve-se notar que as distâncias entre o BM, a linha de costa e campo Alegría foram estimadas no software Google Earth Pro.

Os dados obtidos da aplicação das técnicas descritas anteriormente são utilizados pela História Ambiental de três maneiras (Worster, 2008, p. 42):

a. Como fontes de informação sobre o ambiente (ou a relação da sociedade com o ambiente) no passado.

- b. Como ferramenta para visualizar as dinâmicas que se reconstruem sobre o passado.
- c. Como dispositivos culturais.

Desta triangulação, os resultados obtidos permitirão:

1. Traçar um histórico da ocupação da área de estudo.
2. Destacar os principais marcos temporais deste processo.
3. Evidenciar as mudanças, as relações entre a comunidade, a indústria petroleira e a subsidência ao longo do tempo

Os resultados obtidos serão mostrados em uma linha do tempo, juntamente com suas respectivas análises, no Capítulo IV (Resultados e discussões) e de acordo com cada um dos objetivos específicos desta pesquisa. Por fim, serão apresentados todos os elementos analisados a fim de compreender o fenômeno da subsidência como marco na História Ambiental da Lagunilas (COLM).

CUARTO CAPÍTULO: RESULTADOS E DISCUSSÕES.

"A história humana é também a história da criação de ambientes humanizados, que por sua vez afetaram o desenvolvimento das sociedades e que as maneiras como entendemos o ambiente natural e nosso lugar nele dizem muito sobre nossa visão de mundo." (C. Leal León, 2005, p. 11, tradução própria).

Os resultados obtidos de acordo com a metodologia aplicada em cada um dos objetivos estabelecidos nesta pesquisa são apresentados a seguir.

Objetivo 1. Analisar o contexto geopolítico como fator que influenciou o aparecimento da subsidência.

Para atingir este objetivo foi necessário analisar o impacto da situação geopolítica global que afetou a Venezuela como país produtor de petróleo, além de compreender seu contexto político nacional, a legislação vigente e as condições econômicas da época e assim entender como a convergência dessas situações concebeu, há quase 100 anos, o que hoje é oficialmente o único povoado da Venezuela que está abaixo do nível do mar, neste caso, as águas do lago de Maracaibo.

Segundo o OSP (2012, p. 34), é um grave erro referir-se ao desenvolvimento da indústria petrolífera venezuelana e dissociar as eventualidades nacionais das circunstâncias geopolíticas mundiais, sendo o devenir das primeiras consequências das segundas por uma razão fundamental: a Venezuela tem petróleo e as grandes economias do mundo dependem dele. O petróleo é um fenômeno natural, fonte de poder político e econômico, e na busca do seu controle giram os interesses das personalidades mais poderosas do planeta, sobretudo quando se trata de um dos países com as maiores reservas de petróleo do mundo.

As ordenanças mineiras estipuladas pela Coroa espanhola em 1783 para a Nova Espanha -atuais territórios mexicanos- foram aplicadas na Venezuela quando Simón Bolívar, em 1825 e como Presidente da Gran Colômbia, reverteu para o Estado a propriedade das minas que tinham desmoronado, sido diluídas e abandonadas pelos seus antigos proprietários, e mais tarde, em 1829, consagrou a riqueza do subsolo como propriedade nacional (D'Orazio, 2007, p. 35).

De acordo com a história petroleira venezuelana, em 1864, o Marechal Juan Crisóstomo Falcón, Presidente dos Estados Unidos da Venezuela, promulga uma nova constituição na qual os Estados Federais eram autorizados a legislar de forma autônoma sobre as minas existentes nos respectivos territórios (OSP, 2012, p. 21). O potencial venezuelano era conhecido pelas potências estrangeiras desde o final do século XIX, quando uma delas, a *New York and Bermúdez Company*, obteve uma concessão para explorar o maior lago de asfalto do mundo: Guanoco, no atual estado Sucre, sem fazer qualquer tipo de estudos prévios (OSP, 2012, p. 37).

Segundo D'Orazio (2007, p. 51), a primeira concessão petrolífera foi concedida em 1865 pelo Presidente Constitucional do Estado Zulia, o Geral Jorge Sutherland: todo o território zuliano ao norte-americano Camilo Ferrand, por 10 anos. Esta figura contratual estabelecia que as empresas tinham o direito de dispor de forma absoluta e irrestrita do produto extraído -podia perfurar, produzir e exportar petróleo-, uma vez efetuados os pagamentos acordados. No entanto, essa concessão caducou no ano seguinte.

Nesta ordem de ideias, durante o governo do General Cipriano Castro (1899-1908), foram outorgadas no país extensas áreas em concessão e segundo Fronjosa (2018, p. 187), ao Geral Antonio Aranguren foram outorgados um milhão de hectares nos distritos Maracaibo e Bolívar do estado Zulia para desenvolver durante 50 anos jazidas de petróleo e asfalto, área conhecida como a concessão Aranguren e onde se encontra a área de estudo (Mapa 1).

Mapa 1: Limites da Concessão Aranguren na COLM (1920).



Autor: Anônimo. Fonte: Biblioteca Virtual del Banco de la República de Colombia.

O exposto afirma o que foi expresso por González Medina (2007, p. 16): desde a época das primeiras concessões, o papel do Estado se limitou a ser o protetor dos interesses privados, obtendo benefícios para os grupos econômicos sobre os quais "descansava" o desenvolvimento, portanto, os militares eram os que obtinham as concessões, para depois vendê-las às concessionárias e ganhar nessa transação.

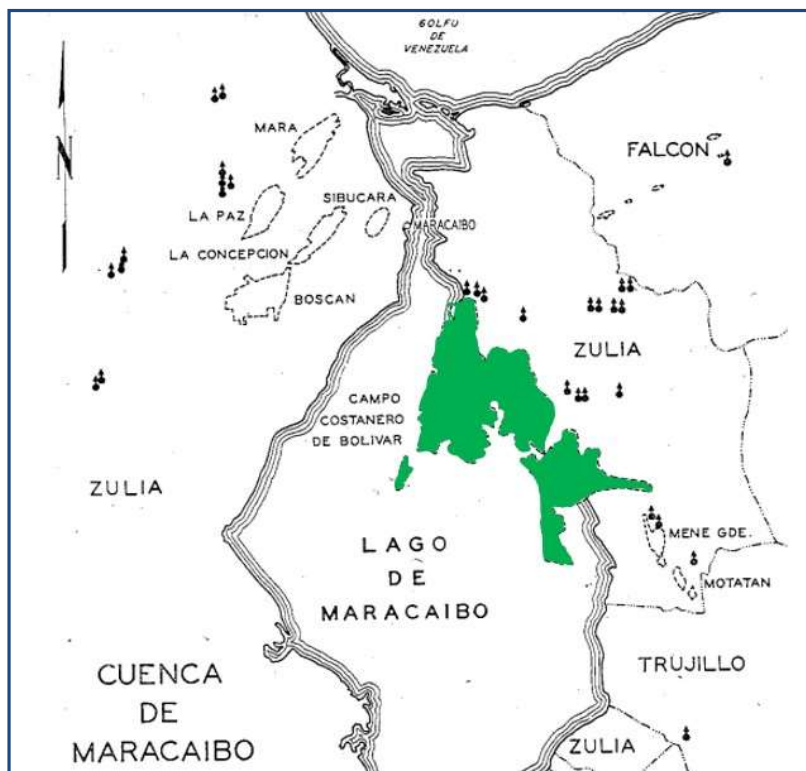
Em 19 de dezembro de 1908, o general Juan Vicente Gómez, então vice-presidente do governo de Cipriano Castro, aproveitou uma saída deste para a Alemanha por razões de saúde e o derrubou. Essa ação foi apoiada pelo governo dos Estados Unidos enviando três navios de guerra para proteger as costas venezuelanas (OSP, 2012, p 39) e, assim, uma das primeiras medidas de Gómez foi perdoar uma série de pagamentos ordenados pelos tribunais venezuelanos a diferentes empresas norte-americanas multadas por diferentes razões (Fronjosa, 2018, p. 187).

O anterior se materializou no início de 1909, quando Gómez e o embaixador norte-americano William Buchanan estabeleceram o pacto Buchanan-Gómez, mediante o qual o ditador venezuelano obtinha proteção para ele e seu governo, em troca de resolver favoravelmente as demandas interpostas a cidadãos e corporações norte-americanas, dando-lhe também direito a condições favoráveis na distribuição das concessões, uma vantagem norte-americana frente aos europeus (OSP, 2012, p. 57).

Gómez concedeu concessões aos seus familiares e amigos, beneficiando-se economicamente da sua revenda às empresas interessadas na sua exploração, sem se preocupar como estas produziam e comercializavam o petróleo (Fronjosa, 2018, p. 184). Por outro lado, segundo Rivero (2010), o General Antonio Aranguren em 1910 viajou a Londres para buscar investidores britânicos, negociando parte de sua concessão e constituindo a *Venezuela Oil Concessions* (VOC), transferindo-lhe totalmente sua concessão em 1913. Em 1915, a VOC foi adquirida pela *Royal Dutch-Shell* (Shell) e esta, em 1917, perfura o poço exploratório R-2, descobrindo o *Campo Costanero Bolívar* (CCB), a terceira maior acumulação de petróleo do mundo (Martínez, 1986), iniciando-se na Venezuela a era do petróleo. Atualmente ocupa a sexta posição.

O CCB se estende 85,6 km pela margem nordeste do lago de Maracaibo (Figura 25), a partir de 6 km ao norte de Punta Icotea até o povoado de San Timoteo. Sua largura varia consideravelmente, sendo sua largura máxima de 81 km, 17 km no interior e 64 km na água (Borger e Lenert, 2015, p. 6).

Figura 25: Localização do Campo Costanero Bolívar.



Fonte: Borger, N., Lenert, E., 1959.

Em termos económicos, estas grandes companhias petrolíferas internacionais eram as que mais beneficiavam do produto das concessões. Mundialmente, elas exerciam o controle absoluto sobre a indústria, estabelecendo quanto e como se produzia, decidindo a quem se vendia a que preço. Não somente selecionavam seus trabalhadores locais, também decidiram seu salário e quais eram suas condições de trabalho. Além disso, os países onde se encontravam os recursos não dispunham nem da capacidade técnica nem da vontade política para que a situação fosse diferente. A sociedade venezuelana não contava com pessoal preparado para entender nem manejar uma indústria petroleira. A Venezuela era dependente dos benefícios que as empresas internacionais tivessem a favor de entregar (Fronjosa, 2018, p. 192).

Ao contrário dos Estados Unidos, a Inglaterra não tinha petróleo no seu território, porém tinha informação do potencial petrolífero da Venezuela desde 1860 graças a que G.P. Wall, da sociedade Geológica de Londres, no seu relatório mencionou os grandes depósitos de alcatrão no Golfo de Maracaibo. A intensa concorrência entre britânicos e americanos para obter concessões originou uma grande concentração da propriedade territorial nas mãos das petroleiras e de

latifundistas particulares gomecistas. Inclusive, em alguns casos, recorreu-se ao desalojamento das populações que viviam em terras consideradas baldias, propriedade do Estado venezuelano (Brito Figueroa, 1986, em Sanoja Obediente, 2010, p. 342).

Fronjosa (2018, p. 204), expressa que as incursões de muitas das empresas que chegaram à Venezuela tinham um caráter transitório, não tinham como objetivo operar diretamente, mas a compra-venda de lotes de concessão e envolvem desde as grandes empresas multinacionais, até pequenos grupos econômicos. Considerando o anteriormente exposto e como consequência do tráfico de concessões que significava o pacto Buchanan-Gómez, Julio Méndez, genro de Gómez, obteve em 1918 várias concessões de hidrocarbonetos que estavam localizadas no lago de Maracaibo, na faixa conhecida como "concessão marítima", de um quilômetro de largura, desde a margem do lago até terra, ao longo da COLM e que era parte da antiga concessão Aranguren e que posteriormente foi vendida a Kunhard e a Harold G. Cortis, de acordo com Betancourt (2007, p. 106).

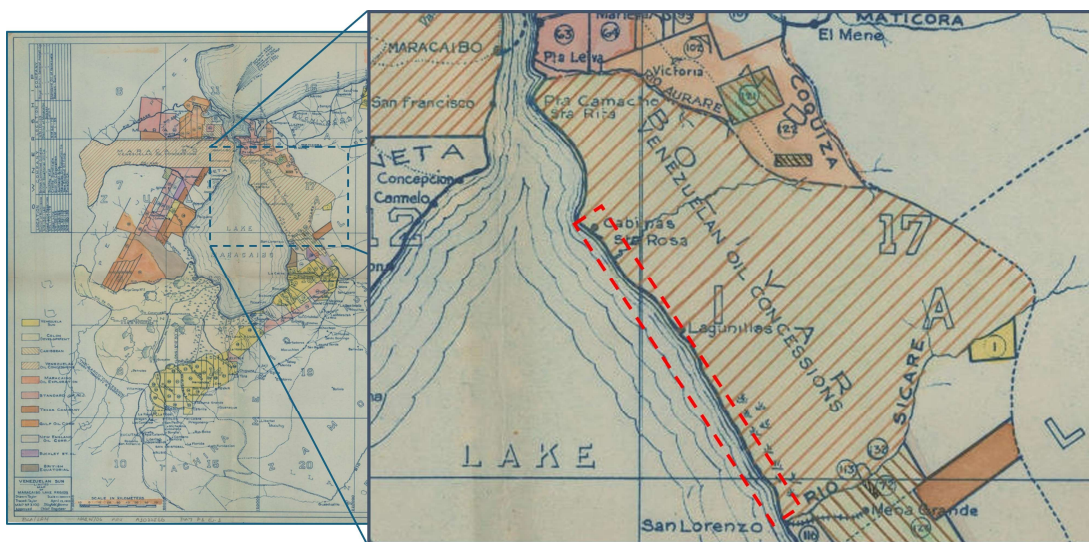
Segundo González Medina (2007, p. 20), a partir de 1919 as grandes companhias petroleiras pedem cada vez maiores vantagens e as conseguem, há quem diga que Gómez permitiu que aquelas redigissem as leis. De acordo com Osorio (2015, p. 160), em 1917, o ministro de Fomento, Gumersindo Torres, disse em suas memórias que o gabinete ministerial e ele mesmo desconheciam os assuntos petroleiros e, segundo Betancourt (2007, p. 40), Gómez afirmou que os venezuelanos eram noviços em leis petroleiras.

Em 1920 foi promulgada a primeira Lei de Hidrocarbonetos da Venezuela. Esta lei estabelecia que as empresas concessionárias, uma vez terminado o período de exploração, deviam devolver à Nação a metade da superfície explorada, para estabelecer as reservas nacionais e o governo poderia negociar essas reservas sob condições mais vantajosas para a Nação. Para cumprir isto, a Shell renunciou às áreas que considerava difíceis de operar, sabendo que seriam reatribuídas a seus concorrentes norte-americanos, a empresa LPC. E é assim que entregou o lago de Maracaibo, originalmente parte da concessão Aranguren. Com o tempo, quando a tecnologia permitiu, o lago, como parte do CCB, passou a ser uma das regiões mais prolíficas do mundo (Fronjosa, 2018, p. 203).

Posteriormente, as leis aprovadas em 1921 e 1922 incorporavam a maioria das modificações sugeridas pelas companhias norte-americanas, a consideravam a melhor da América Latina já que em nenhuma outra parte se desfrutava dos privilégios de exploração contidos (Lieuwen, 2016, p. 55). De fato, em 1930 o ministro Torres expressou que a legislação venezuelana em matéria de petróleo era única no mundo, por ser a melhor para os interesses das companhias, mundialmente não existia outro exemplo como esse.

Em 1923, os títulos da “concessão marítima” foram transferidos para a VGO, empresa cujo principal acionista e diretor era Andrew Mellon, tesoureiro geral do governo dos Estados Unidos durante a administração de Harding, Coolidge e Hoover, segundo Betancourt (2007, p. 106). A figura seguinte mostra o mapa elaborado em 1923 pela Venezuelan Sun Limited, onde as concessões petrolíferas são diferenciadas, destacando a área aproximada da faixa do quilômetro (Mapa 2).

Mapa 2: Mapa da Região do Lago de Maracaibo (1923).



Autor: Venezuelan Sun Limited.

Fonte: Biblioteca Virtual del Banco de la República de Colombia.

Assim, entre 1925 e 1927, três concessionárias operaram na área de estudo dentro da extensão original da concessão de Aranguren: a VOC (Shell) em terra, a VGO na faixa costeira e a LPC (Standard Oil) no lago. A perfuração entre essas empresas petrolíferas com concessões anexas, foi tão competitiva que a partir de 1924, elas desenvolveram um conflito definido como “disputa de linha” (Mc Beth, 2011, p. 101).

Conforme o referido autor, em razão dessa disputa, as três empresas acordaram em 1925 que, caso descobrissem petróleo em quantidade comercial, o campo só seria desenvolvido a partir de janeiro de 1927. Nesse mesmo ano e consoante o D'Orazio (2007, p. 57), a VOC havia perfurado o primeiro poço em terra, perto do *mene* de Lagunillas, que depois de recuperar algum volume de petróleo pesado foi abandonado como "não comercial". No entanto, pouco depois, a LPC quebrou o acordo e as três empresas começaram a perfurar extensivamente (Mc Beth, 2011, p. 101). Em 1926, a VGO perfurou com sucesso o poço Lago N°1, frente às costas de Lagunillas, começando o desenvolvimento desta área (D'Orazio, 2007, p. 57), enquanto a LPC faz o mesmo em sua concessão lacustre, obtendo uma produção de 3.800 barris diários (Prieto Soto, 1997, p. 57).

De acordo com o OSP (2012, p. 56), em 1928, o Acordo de Achnacarry levou as sete maiores companhias do mundo a consolidar sua hegemonia e a fechar a possibilidade de participação de empresas ou governos não alinhados no pacto concertado. Com este acordo, as petrolíferas estabeleceram políticas comuns e repartiram as zonas do mundo com jazidas petrolíferas, ficando os países relegados ao desígnio delas. Desde então ocorre uma mudança significativa de paradigmas: as nações imperialistas deixam de ser atores ativos da colonização do mundo para dar lugar às corporações petroleiras, em função de dominarem a fonte de energia mais importante e garantirem um aprovisionamento seguro a longo prazo conforme com seus interesses.

Na Venezuela, a disputa entre as companhias obedeceu a vários fatores: a) o capital inglês tinha monopolizado a região que interessava aos americanos: o estado Zulia, b) Venezuela tinha abastecido os ingleses na I Guerra Mundial e c) sua posição geográfica é privilegiada: próximo ao Canal do Panamá e com acesso ao Caribe (OSP, 2012, p. 55).

Uma situação a considerar, expressa por Fossi (1998, p. 43), é que quando ocorreram os fatos anteriormente descritos, não existia uma presença governamental local sólida. Nessa época e nessa escala, a divisão político-territorial era por distritos com grande extensão territorial. Na região a única cidade importante era Maracaibo, com menos de cem mil habitantes, o resto eram considerados povoados. Devido a isto, as empresas concessionárias desempenharam o papel de urbanizadoras, fundadoras de cidades e praticamente se ocuparam de tudo relacionado à gestão urbana, saúde, educação e os serviços de infraestrutura. Um exemplo disso é que em

1936, o ministro de Fomento Néstor Luis Pérez pediu, além de limpar as margens do lago contaminadas com petróleo, que suas estradas privadas fossem abertas ao tráfego geral de veículos.

De fato, Lieuwen (2016, p. 63) corrobora o exposto ao afirmar que os primeiros exploradores enfrentaram muitos problemas ao desenvolver as zonas virgens, já que o governo não concedia qualquer tipo de ajuda. As empresas tinham de importar maquinaria e alimentos, construir estradas, prestar cuidados de saúde, construir centrais eléctricas e criar acampamentos.

Segundo González Medina (2007, p. 23), no início da Segunda Guerra Mundial, as companhias procuraram controlar a produção petrolífera e mais controle significa mais concessões, mais territórios para explorar e onde extrair petróleo. Depois da morte de Gómez, a Venezuela passou a um regime mais aberto, onde se afiançaram os monopólios norte-americanos até dominar os investimentos estrangeiros.

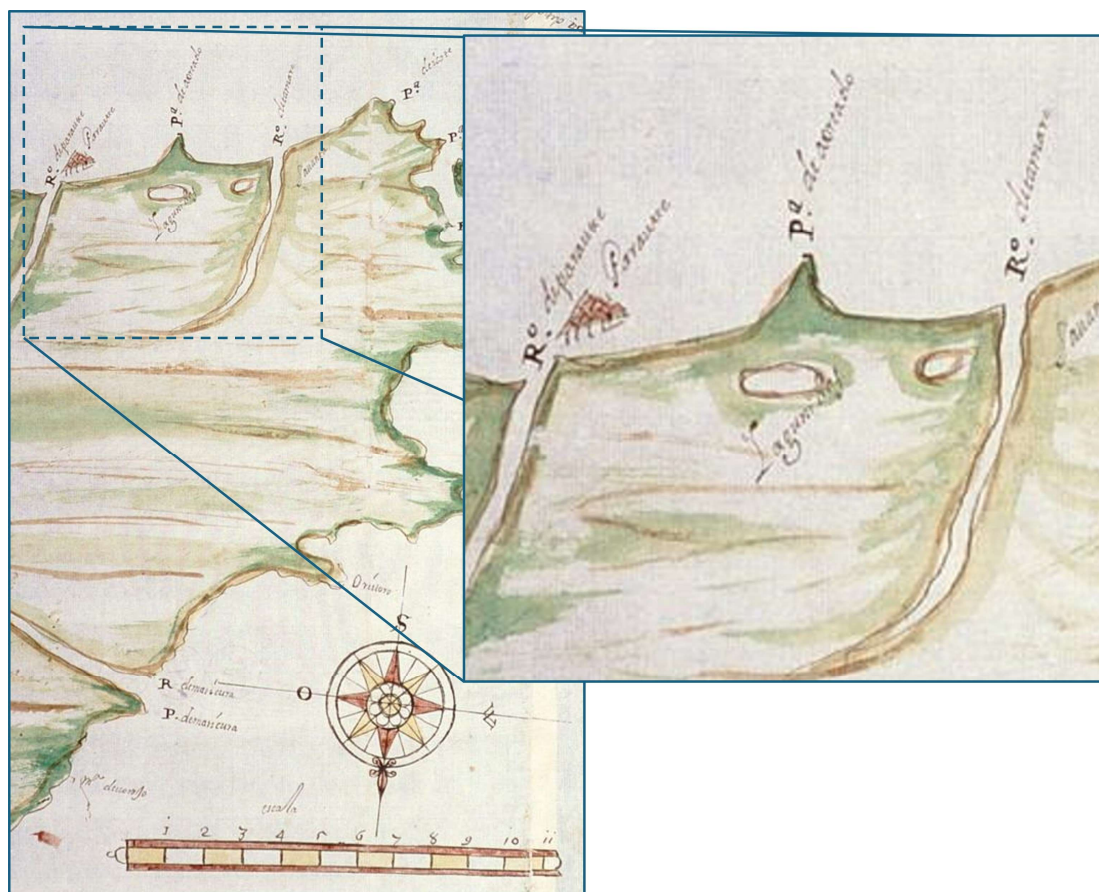
A análise do contexto geopolítico como fator de influência na manifestação da subsidência - desenvolvida neste objetivo - permitiu identificar uma série de eventos considerados marcos históricos nesta pesquisa.

Objetivo 2. Descrever as condições naturais na área de estudo antes do aparecimento da Subsidência.

Segundo Wagner e Tarble de Ruíz (1975, p. 105), pesquisadoras do Departamento de Arqueologia do Instituto Venezuelano de Investigações Científicas (IVIC, por suas siglas em espanhol), a bacia de Maracaibo oferecia ricos recursos lacustres, marinhos e fluviais, além de terras agrícolas que poderiam fornecer alimentos suficientes para as numerosas comunidades pré-hispânicas da região. O lago, os rios e o mar Caribe também facilitaram a navegação, favorecendo contatos por migração e/ou comércio com áreas distantes. De fato, de acordo com Hernández (2020), na língua Arawak a palavra Paraute significa "lagoas de água", daí o nome do município Lagunillas. Além disso, nas escavações realizadas nas áreas próximas a El Polvorín, ficou demonstrado que este sítio arqueológico, localizado a 2 km da atual linha da costa, fazia parte do antigo fundo do lago de Maracaibo.

Mediante a interpretação dos mapas antigos, observou-se que para o século XVII, a carta corográfica de 1682, intitulada “Carta corográfica da lagoa de Maracaibo, onde a longitude e latitude são mostradas pela escala da liga castelhana, as entradas pelos canais de suas barras, margens e baixios que nela há, com as enseadas, lagoas e rios que entram na referida lagoa, com as cidades, vilas e portos que se prolongam em sua margem” (Francisco Ficardo, 1682, tradução própria) mostra a existência de duas lagoas entre os rios Paraute e Tamare, ao norte de Punta de Aorcado [sic], das quais uma é identificada como Lagunillas (Mapa 3).

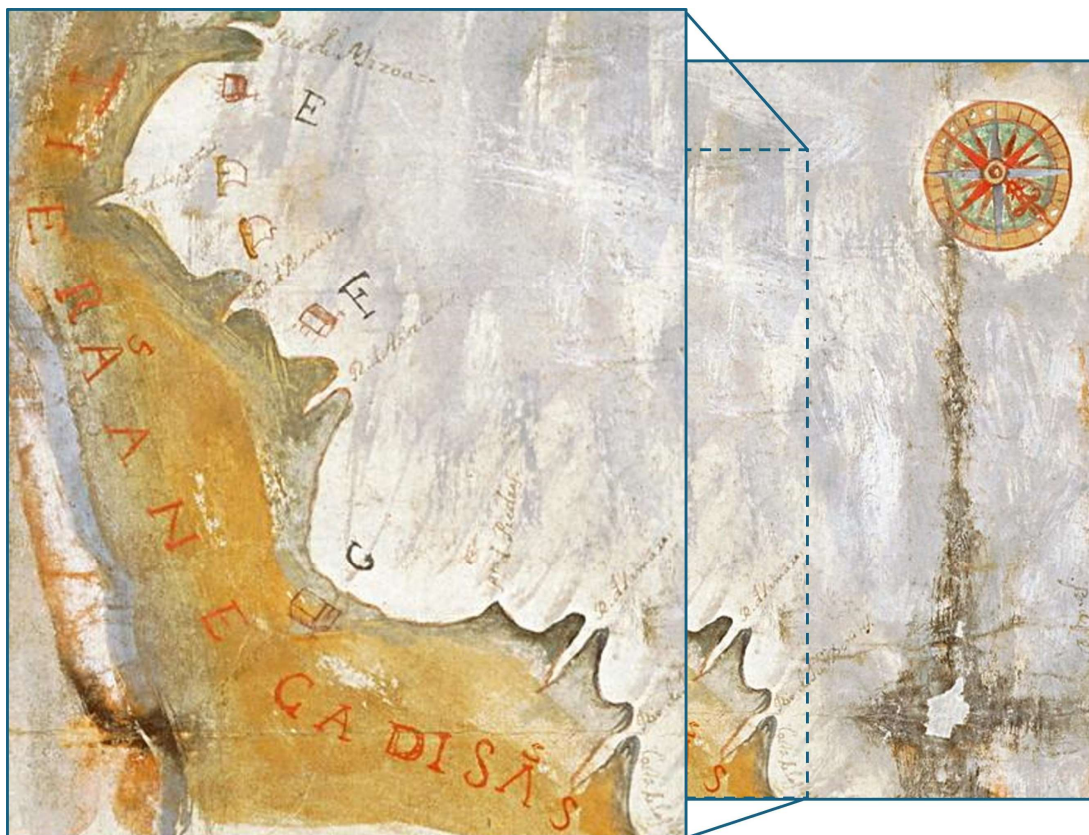
Mapa 3: Carta corográfica da Lagoa de Maracaibo (1682).



Autor: Francisco Ficardo. Fonte: Archivo General de Indias, España.

Da mesma forma, na carta corográfica de 1699, intitulada “Discrição da lagoa da cidade de Maracaibo, tomada por escala plana e pitipié de ligas castelhanas, com as cidades, vilas, vales, portos, barras, fortalezas e castelos que enzierra pelo ABC” (Anônimo, 1699, tradução própria), pode-se ler claramente “*TIERRAS ANEGADIZAS*” (terras inundadas, tradução própria) na área entre o rio Mizoa [sic] e além do rio Tamare (Mapa 4). Fazendo uma comparação entre esta carta corográfica e a anterior, a área identificada como “inundada” coincide com a localização das “lagunillas” e, em ambas cartas, a área tem a forma de uma enseada. Esta é uma evidência que descreve os solos não só na área de estudo, mas em grande parte da COLM.

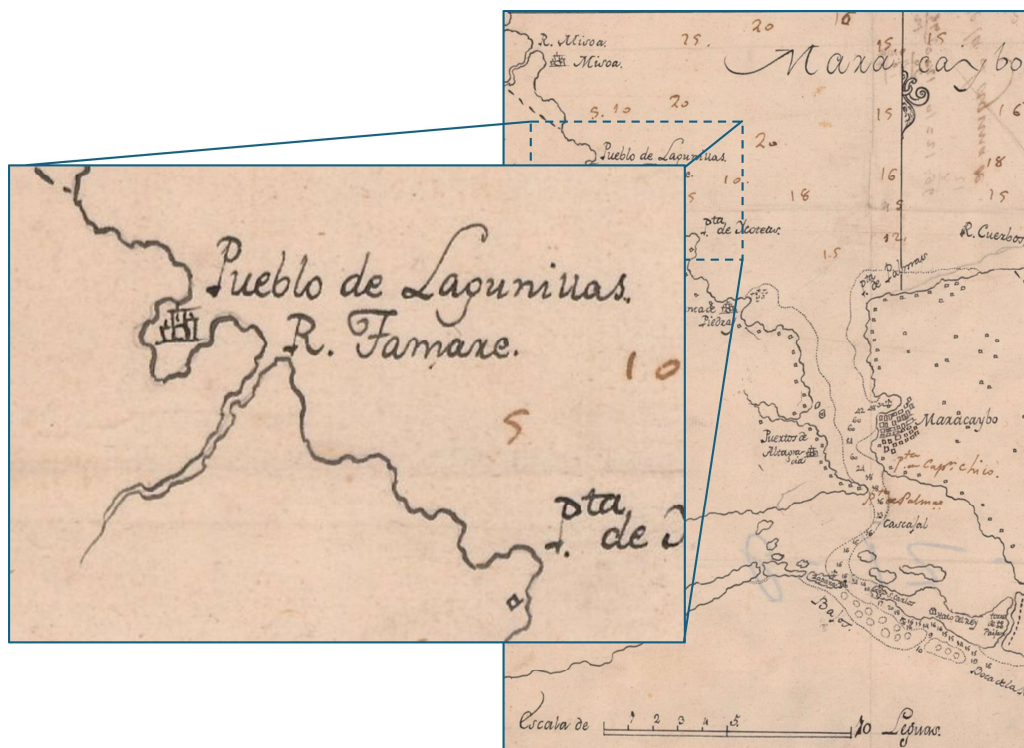
Mapa 4: Carta corográfica da Lagoa de Maracaibo (1699).



Autor: Anônimo. Fonte: Archivo General de Indias, España.

No século XVIII, no mapa de 1707, intitulado “Mapa da lagoa de Maracaybo” (Anônimo, 1707, tradução própria), o Rio Tamare e o povoado de Lagunillas estão plenamente identificados, este último localizado em uma geoforma típica de uma lagoa, lagoa costeira ou ciénaga com evidente comunicação com o lago (Mapa 5).

Mapa 5: Mapa da lagoa de Maracaibo (1707).



Autor: Anônimo. Fonte: Archivo General Militar de Madrid, España.

Wagner e Tarble de Ruíz (1975, p. 108) afirmaram que antes do início das atividades exploratórias relacionadas à busca de petróleo, havia vegetação de mangue típica das costas de mares, lagoas e mangues de água salobra. A presença de pólen de *Rhizophora*, *Chenopodiaceae* e *Amaranthaceae*, obtidos do estrato cultural do sítio, evidenciou esse tipo de vegetação. Outra prova da vegetação de mangue existente na área de estudo está na carta corográfica com data provável de 1780, que se refere aos povoados de água de Misoa, Lagunillas, Tomocoro [sic] e Moporo e o rio Tamare. É a única carta onde esses povoados se localizam em frente a uma linha de costa com vegetação abundante (Mapa 6).

Mapa 6: Carta Corográfica da Província da Venezuela (1780?).



Autor: Anônimo. Fonte: Biblioteca Virtual de Defensa, España.

Na mesma ordem de ideias, Prieto Soto (1997, p. 79) menciona que as águas da Gran Ciénaga de Lagunillas eram limpas -a população as bebia-, ricas em pesca, palha de enea e turma (tubérculo altamente nutritivo) crescia selvagem. As margens do lago abrigavam exuberantes coqueiros e manguezais. As fotografias mais antigas onde a vegetação da área de estudo pode ser observada são de 1939 (Figura 26).

Figura 26: Coqueiros presentes na área de estudo no final de junho de 1939.



Fonte: Coleção CITEP.

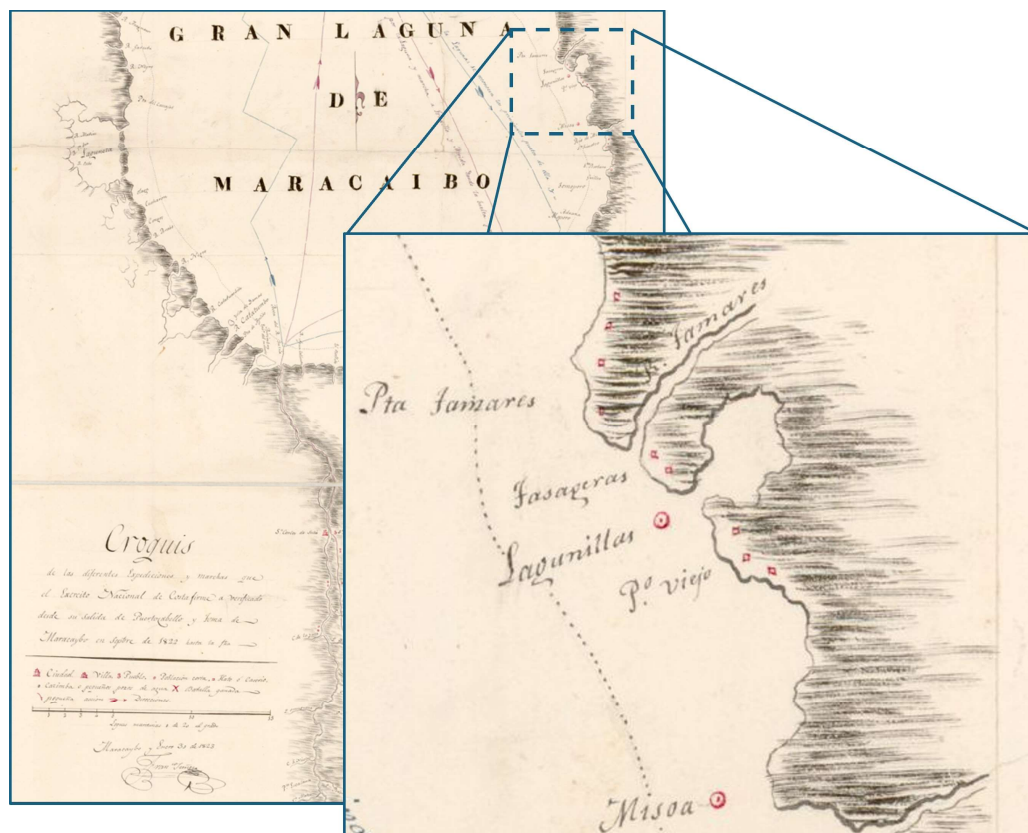
Segundo Donís Ríos (1999, p. 260), ou Padre Hermann, que foi Diretor do Instituto de Investigações Históricas da Universidade Católica Andrés Bello (UCAB), demonstrou a existência de Paraute como porto de Carora, com base em documentos, dos quais o mais antigo data de 1610 e pertence ao Padre Pedro Gordon de Almazán, quem apósdepois de realizar uma visita ministerial naquele ano, comentou que a igreja havia sido destruída por uma maré. Este historiador também menciona em um de seus artigos que este povoado foi destruído por uma enchente e seus habitantes se mudaram para Lagunillas.

De acordo com Cortés (2017), este povoado nunca teve uma vida permanente e estável por vários motivos: sua aridez, caminhos muito irregulares e em condições precárias, área muito despovoada e cheia de acidentes naturais. A isso se soma a pobreza e o abandono em que se encontrava a COLM. Cunill Grau (1985, p. 242) *apud* Cortés (2017) diz que eram terras baixas e insalubres, além de semiáridas.

A partir do século XIX, outros elementos naturais são identificados na linha de costa. Por exemplo, no mapa de 1823, intitulado “Esboço das diferentes expedições e marchas que o Exército Nacional da Costa firme verificou desde sua saída de Puerto Cabello e apreensão de Maracaibo em Septre. de 1822 até hoje.” (Francisco Suñer, 1823, tradução própria), a foz do rio Tamare é identificada como Punta Tamare e entre ela e o rio Misoa, uma geoforma semelhante à que aparece no mapa de 1707

(Mapa 5). O povoado de Lagunillas aparece dentro das águas do lago, em frente à lagoa costeira.

Mapa 7: Mapa da área de estudo (1823).



Autor: Francisco Suñer. Fonte: Biblioteca Virtual de Defensa, España.

Em 1840, o Coronel de Engenheiros Agustín Codazzi elaborou diferentes tipos de mapas incluídos no Atlas Físico e Político da República da Venezuela de 1830. No “Mapa físico da Venezuela dividido em três zonas” (tradução própria), observa-se, entre os rios Tamare e Misoa, um corpo de água identificado como *Laguneta*, com cursos de água não identificados que deságuam nele e com um único canal que a comunica com o lago (Mapa 6), interpretando que a comunicação entre a lagoa e o lago foi restringida devido à presença de uma faixa de terra entre eles. A costa desde Laguneta até além do rio Misoa é identificada em verde, representando terras cobertas de selvas. Paralelamente à costa, a área que a separa da serra é identificada em amarelo, indicando terras cobertas por pastagens e gramíneas (Mapa 8).

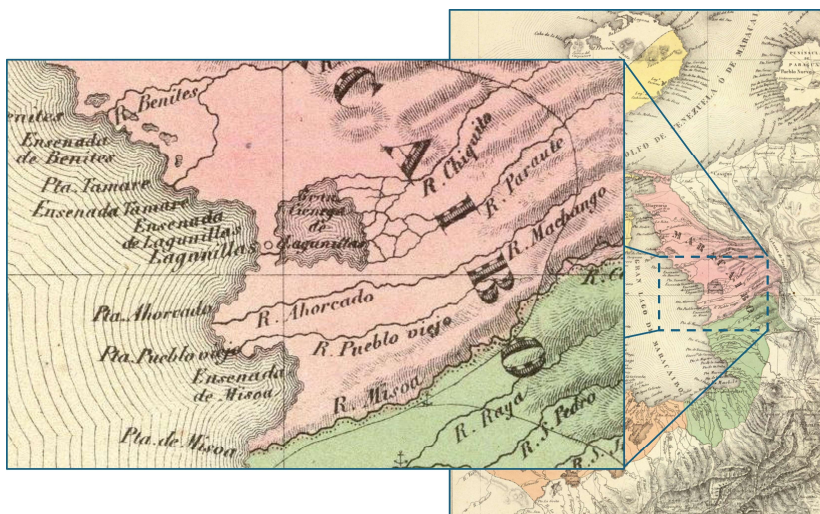
Mapa 8: Mapa físico da Venezuela dividido em três zonas (1840).



Autor: Agustín Codazzi. Fonte: David Rumsey Historical Map Collection Record.

É importante destacar que segundo Donís Ríos (1999, p. 261), o Padre Hermann menciona que no último mapa de 1840 considerado nesta investigação e intitulado “Mapa da Província de Maracaibo” (tradução própria), o rio Paraute é visualizado com uma forma diferente: ao invés de desaguar diretamente no lago, descarrega seu curso em uma infinidade de braços, junto com o Rio Chiquito, na chamada "Gran Ciénaga de Lagunillas". Neste mapa, em direção ao sudeste de Punta Tamare, localiza-se a Ensenada de Lagunillas, em frente à referida ciénaga. Entre os dois está o povoado de Lagunillas, que em mapas anteriores era um povoado de água e agora aparece assentado em uma faixa de terra que separa a ciénaga das águas do lago (Mapa 9).

Mapa 9: Mapa da Província de Maracaibo (1840).



Autor: Agustín Codazzi. Fonte: David Rumsey Historical Map Collection Record.

No final do século XIX, Frei Pedro Simón (1882, p. 37) descreveu as águas do lago como frescas e explicou que uma das razões pelas quais os índios viviam na água era a umidade nas margens da lagoa, muito fértil para o milho cultivado, mas pantanosas, principalmente as do leste. De fato, no "Mapa do Estado Zulia" (tradução própria) feito pelo Ing. Aurelio Beroes em 1894, outras ciénagas são identificadas na COLM: El Mene, El Potrero, Temblador, Hato Nuevo, Benitez, Veral, Medio, Gamelotal e Praia (Mapa 10). Esta ideia está consoante as terras anegadizas apresentadas na carta corográfica de 1699 (Mapa 4).

Mapa 10: Mapa do estado Zulia (1894).



Autor: Ing. Aurelio Beroes. Fonte: Biblioteca Nacional de Uruguay.

Segundo Chávez Yunez (2008, p. 3), cronista do município Lagunillas, a Gran Ciénaga de Lagunillas é mencionada ao definir a extensão da freguesia Lagunillas. No artigo 27 da primeira Lei de Divisão Territorial de 1856, a província de Maracaibo é dividida em cinco cantões: Maracaibo, Zulia, Perijá, Gibraltar e Altagracia, e estes, por sua vez, em vinte e seis freguesias, sendo Lagunillas uma das freguesias do Cantão Altagracia. O cronista municipal afirma que na medição do território da freguesia de Lagunillas, foram deduzidas duas léguas quadradas correspondentes à área ocupada pela Gran Ciénaga de Lagunillas.

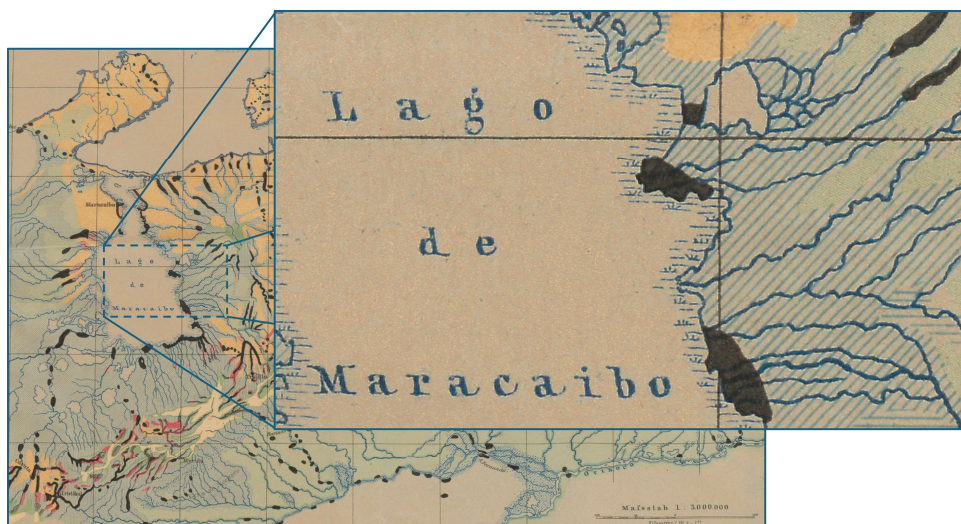
Em relação às informações anteriores, Arocha (1894, p. 68) define Lagunillas como uma enseada localizada nas margens da COLM, entre Punta Tamare e Ahorcado e a descreve como uma ciénaga cercada por manguezais corpulentos e grandes juncos, com muitas árvores de tintura nas imediações. Esta ciénaga ocupava uma área de 3 léguas de comprimento e 2 de largura (6 léguas²) e localizava-se entre 10° 2' a 10° 8' de latitude norte, e 5° 6' a 4° 11' longitude leste. Sua profundidade é de 3 a 4' e suas águas têm uma temperatura média de 27°C. O autor também afirma que a noroeste dessa ciénaga existem cinco pequenas ciénagas, formadas pelo derrame do rio Tamare, localizadas a 14 km aproximadamente de Lagunillas.

Uma légua quadrada é a maior unidade de superfície do sistema anglo-saxão e é definida como a área de um quadrado cujos lados medem uma légua terrestre e equivale a 23,31 km², ou seja, a ciénaga ocupava uma área de 46,62 km² aproximadamente. Isso concorda com o que foi publicado por Alegría (1946, p. 29), que afirmou que a ciénaga de Lagunillas tinha uma superfície de cerca de 45 km². Complementando essa ideia, Taborda (2016, p. 72) afirmou que na área concedida à *Venezuela Oil Concessions* (VOC), empresa subsidiária da *Royal Dutch Shell* (Shell) havia uma ciénaga que cobria Tasajeras, Las Morochas e parte de Taparito (ao norte de Lagunillas) até chegar a Lagunillas e continuar até mais além de Sibaragua, ao sul.

Para se ter uma ideia melhor da forma e dimensão desta ciénaga, nota-se que a ciénaga El Mene é separada das águas do lago pela extensão de terra onde está localizada a Avenida Pedro Lucas Uribarrí, assim como a Gran Ciénaga de Lagunillas foi separada das águas do lago por uma estreita faixa de terra (Figura 23).

Em 1896, o alemão Wilhelm Sievers mostrou a distribuição das formações vegetais no norte da Venezuela no mapa “Norte da Venezuela” (tradução própria), que identifica a área de estudo como florestas úmidas de terras baixas até 1000 m de altura. Além disso, este mapa indica que na área são cultivados açúcar, milho, mandioca e banana (Mapa 11), concordando com a afirmação de Frei Pedro Simón em 1882 (p. 38).

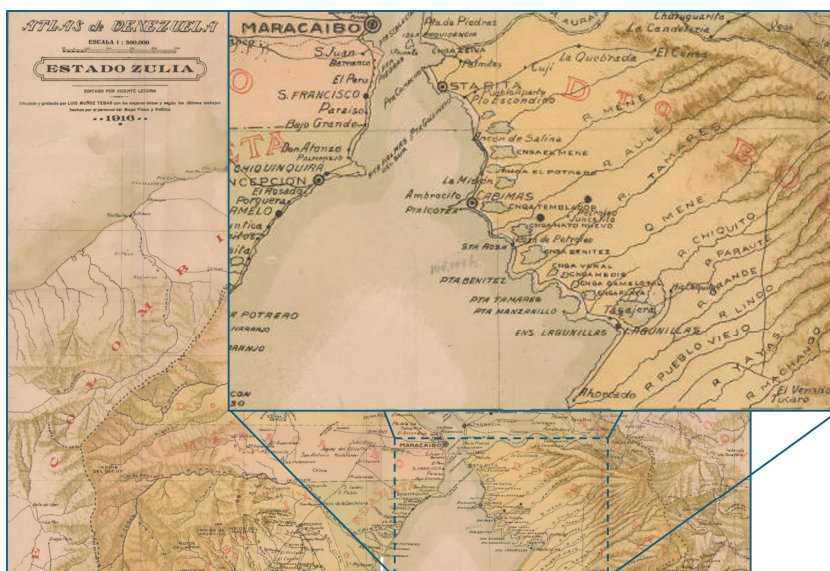
Mapa 11: Mapa do norte da Venezuela (1896).



Autor: Wilhelm Sievers. Fonte: ETH-Bibliothek Zürich.

Em 1916, foi publicado um mapa do estado Zulia elaborado por Luis Muñoz Tovar (Mapa 12), mostrando, como nos mapas anteriores, a enseada de Lagunillas, em cujas margens estão os povoados de Tasajeras e Lagunillas e atrás de ambas, a Gran Ciénaga de Lagunillas cobrindo a superfície entre o canal Sibaragua -braço do rio Paraute que desaguava no centro do que se tornou o povoado de Lagunillas de Tierra- e o canal Tasajeras, que desaguava ao norte do povoado de mesmo nome (Prieto Soto, 1997, p. 79).

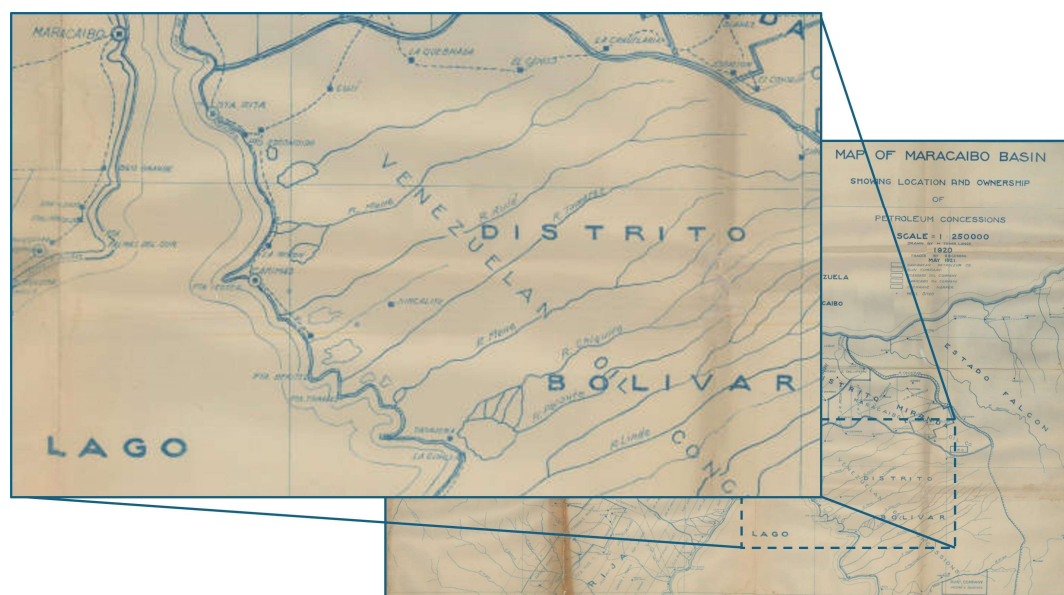
Mapa 12: Mapa do Estado Zulia (1916). Atlas da Venezuela.



Autor: Luis Muñoz Tebar. Fonte: Banco de la República de Colombia.

Este mapa mostra, em toda a COLM, além da Gran Ciénaga de Lagunillas, outros corpos d'água também identificados como ciénagas. Da mesma forma, essas ciénagas aparecem no mapa da bacia de Maracaibo feito em 1921, intitulado “Mapa da Bacia de Maracaibo” (M. Tovar Lange, 1921, tradução própria) que mostra a localização das concessões e das empresas estrangeiras às quais foram outorgadas, para exploração e produção petroleira (Mapa 13).

Mapa 13: Mapa da bacia de Maracaibo mostrando as concessões petroleiras no estado Zulia e seus proprietários (1921).



Autor: M. Tovar Lange. Fonte: Biblioteca Virtual del Banco de la República, Colombia.

Segundo Donís Ríos (1999, p. 261), os rios da vertente nordeste do lago, ao atingirem as terras baixas, formaram ciénagas que hoje foram modificadas por captações entre os diferentes rios, ou por obras de drenagem que se multiplicaram pela atividade petrolera, o que explica o atual desaparecimento dos canais fluviais que desaguavam no lago.

Martínez (1986), expressa que antes da chegada dos colonizadores na Venezuela, os indígenas já conheciam as ocorrências naturais de petróleo, as chamavam *mene*. A primeira referência histórica ao petróleo na Venezuela data de 1535, quando o cronista Fernández de Oviedo y Valdéz mencionou um *mene* em Cubagua. Quando, em 1540, publicou a segunda parte de sua *Hystoria*, referia-se exatamente aos *menes* que margeiam o lago de Maracaibo.

A partir da primeira década do século XIX, diversos autores mencionam aos *menes* na bacia do lago. Já em 1855, eles exploraram a área ao oeste de Lagunillas, onde as emissões de gases incandescentes e os *menes* estão relacionados a atividades vulcânicas (Martínez, 1986). De acordo com González Oquendo (2007, p. 80), a exploração petrolera na Venezuela começou em grande escala em 1912, quando empresas petrolíferas estrangeiras enviaram geólogos para visitar diferentes regiões, encontrando as grandes fontes naturais de petróleo na COLM.

Em síntese, a tabela a seguir apresenta os aspectos mais ressaltantes observados nos diversos materiais cartográficos utilizados nesta pesquisa (Tabela 7).

Tabela 7: Aspectos ressaltantes nos mapas antigos utilizados no objetivo 1.

Século	Ano	Aspectos ressaltantes
XVII	1682	Mostra a existência de duas lagoas, uma é identificada como Lagunillas. Provavelmente, a união dessas duas lagoas deu lugar à formação da Gran Ciénaga de Lagunillas.
	1699	Identifica como "TERRAS ALAGADAS" a área onde as "Lagunillas" do mapa anterior estão localizadas. A área tem a forma de uma enseada.
XVIII	1707	Mostra ao povoado de Lagunillas dentro de uma lagoa costeira ou cienega com evidente comunicação com o lago de Maracaibo.
	1780?	Mostra os povoados localizados em uma costa com vegetação abundante, confirmando o que foi expresso por Wagner e Tarble de Ruíz (1975), de que havia vegetação de mangue na área de estudo.
XIX	1823	O povo de Lagunillas aparece nas águas do lago de Maracaibo, em frente à ciénega.
	1840	Existem vários cursos d'água que desaguam na cienega e a comunicação entre ela e o lago de Maracaibo ficou restrita a um canal. A costa da cienega para além do rio Misoa é coberta por florestas virgens, e a área paralela à costa por gramíneas.
	1840	O rio Paraute já não flui directamente para o lago, mas descarrega o seu curso numa multiplicidade de canais na "Gran Ciénaga de Lagunillas". O povoado de Lagunillas aparece assentada em uma faixa de terra que separa a ciénega das águas do lago.
	1894	Concorda com Frei Pedro Simón (1882), que expressou que as margens do leste da lagoa eram pantanosas, com as "TERRAS ALAGADAS" mostradas em 1699. Este mapa mostra outras cienegas na COLM.
	1896	Identifica as formações vegetais da área de estudo como florestas úmidas de várzea até 1000 m de altitude. Além disso, indica que açúcar, milho, mandioca e banana-da-terra são cultivados na área, concordando com o que foi afirmado por Frei Pedro Simón em 1882.
XX	1916	Mostra a enseada de Lagunillas, em cujas margens estão os povoados de Tasajeras e Lagunillas e, atrás de ambas, a Gran Ciénega de Lagunillas.
	1921	Mostra a localização das concessões e as empresas estrangeiras às quais foram concedidas, para exploração e aproveitamento de petróleo.

Fonte: Autora, 2021.

A partir da análise dos diferentes elementos observados, pode-se interpretar que:

- A linha de costa delineava uma enseada.
- A Gran Ciénaga de Lagunillas passou de fechada -conforme a carta corográfica de 1682- a ter comunicação com o lago de Maracaibo através de uma boca, para depois restringir essa comunicação a um canal, até que o aparecimento de uma faixa de terra faz com que sua comunicação seja função do regime das marés e da estação chuvosa.
- Os solos eram alagáveis.
- O povoado de Lagunillas de Agua parece estar assentado primeiro dentro da ciénaga, depois nas águas do lago e, finalmente, na faixa de terra que separa a ciénaga das águas do lago.
- A vegetação era abundante: matas virgens, pastagens e gramíneas.
- Os cursos de água na área fluíram para o lago de Maracaibo, mais tarde aumentaram em número e despejaram suas águas na Gran Ciénaga de Lagunillas.

Objetivo 3. Descrever o modo de vida da população antes do aparecimento da Subsidiência.

A chegada dos europeus à “Terra da Graça” (tradução própria), como foi originalmente chamado o território da atual Venezuela, ocorreu em 1498 na terceira viagem de Cristóbal Colón, de fato, Venezuela foi o único lugar no chamado “Novo Mundo” onde as expedições de Colón pisaram terra firme. Colón percorreu quase toda a costa venezuelana, mas foi Alonso de Ojeda, em sua primeira viagem, quem conseguiu circunavegar toda a costa venezuelana, descobrindo a península de “Coquibacoa” ou Goajira e o lago San Bartolomé (atual lago de Maracaibo).

Segundo Wagner (1980) *apud* Mustieles e Gilarranz (2020, p. 208), os estudos arqueológicos realizados na bacia do referido lago mostram a presença de populações palafitas que datam de antes da era cristã. Nessa ordem de ideias, o historiador Yldefonso Finol (2021, p. 15) expressa que antes da chegada dos europeus, já existia uma civilização aquática no lago, cuja cultura era profundamente ecológica e onde valores de convivência e respeito guiavam as ações individuais e coletivos.

Nas proximidades de El Polvorín, em Lagunillas (Figura 27), a referida arqueóloga realizou escavações cujas amostras tomadas foram analisadas e datadas por radiocarbono, em um período que vai de 1.000 anos a.C. aos 300 da nossa era (Wagner e Tarble de Ruiz, 1975, p. 116). No sítio foram encontradas pedras de esmeril e de pilar, indicando que os grãos eram uma parte importante da dieta desses grupos (Gallagher, 1976; Wagner, 1978 *apud* Rosales, 2005, p. 134) e que usavam as rochas para fazer armas, ferramentas, artesanato e objetos religiosos.

**Figura 27: Localização aproximada do Sítio de Lagunillas (U52)
(extremo superior esquerdo).**



Fonte: Google Earth (2022).

Segundo Finol (2021, p. 15), entre as atividades que realizavam em terra, estavam a colheita de frutas e cultivos domesticados como banana, milho, mandioca -coincidindo com o indicado no mapa de 1896-, e outros itens como diferentes tipos de feijão, abóbora, pimentão, batata doce e inhame. Cabe destacar que eram povos ictiófagos por natureza, eles pescavam no lago, rios e pântanos, porém também consumiam carnes de animais como coelho, icotea, cachicamo, veado, patos selvagens, yaguazas, entre outros.

Antes do descobrimento, os indígenas usavam o *mene* para consertar suas canoas, impermeabilizar seus cestos e outros utensílios domésticos (Depons, 1960, p. 48). Caçavam animais, aproveitando que com o calor do sol, os *menes* se tornavam excelentes armadilhas naturais e também eram usados para fins medicinais (Salazar, 2018, p. 16). Os conquistadores aprenderam a usá-lo para impermeabilizar as velas de seus barcos, calafetar suas canoas, iluminar as noites, preparar suas armas, fortalecer seus cestos tecidos e as paredes de suas casas (Martínez, 2021).

De acordo com Wagner e Tarble de Ruiz (1975, p. 109), a Fase Lagunillas é caracterizada por palafitas e casas cerâmicas complexas que, quando escavadas, estavam associadas a carvão queimado, raízes de manguezais e, onde a preservação

era adequada, com fragmentos de postes de madeira queimada, confirmando que a comunidade pré-hispânica vivia em palafitas (Figura 28).

Figura 28: Vênus de Lagunillas e restos de cerâmicas.

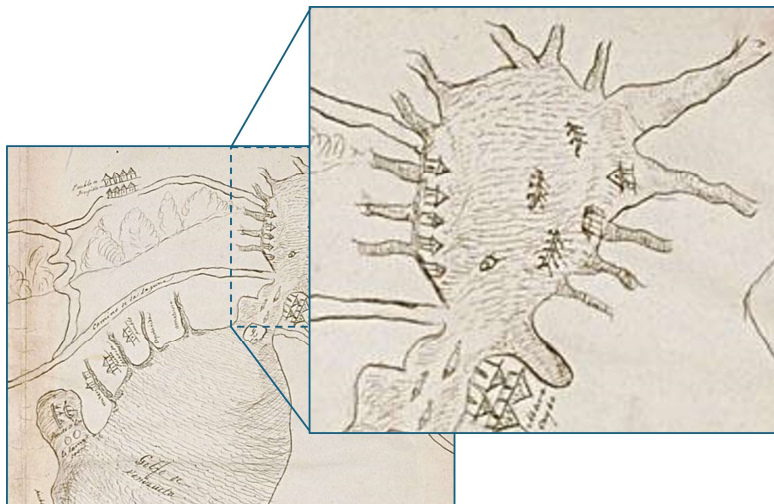


Fonte: Museu Arqueológico Antonie Van Der Mark, Lagunillas.
Fotografia: Pedro Romero (2010).

No caso dos povoados de água da COLM, seu habitat palafítico localizava-se diretamente sobre as águas do lago, portanto não era afetado pelas correntes, ou seja, não necessitava de barreiras de proteção naturais ou artificiais (Mustieles e Gilarranz, 2020, p. 209). No entanto, de acordo com Finol (2021, p. 15), além das culturas para fins alimentares, os indígenas coletavam madeira, como a vera para as horcones, colhiam onoto, algodão e cocuiza (fique) e construíam suas embarcações. A escultura em madeira e a cerâmica pintada incorporaram símbolos de seu sistema de crenças religiosas, que incluíam animais. A tecelagem de fibras era uma habilidade padrão para fazer redes de pesca e redes para dormir.

Através da interpretação de mapas antigos puderam-se identificar populações palafíticas na COLM num mapa da zona costeira da Venezuela, cuja data provável é 1552 (Mapa 14). Segundo Finol (2021, p. 15), a arte de navegar levou a essa cultura a conhecer toda a bacia hidrográfica com suas centenas de rios, incluindo o rio Tamare na COLM.

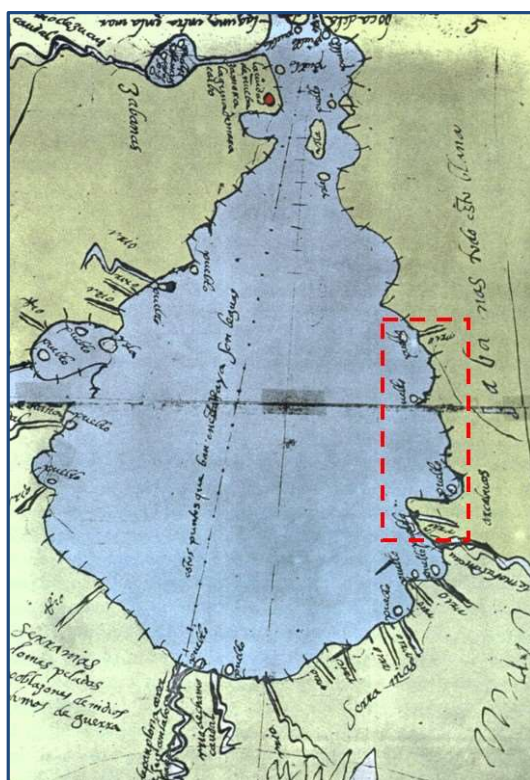
Mapa 14: Mapa da Venezuela, parte costeira (1552?).



Autor: Anônimo. Fonte: Archivo General de Indias. España.

Em outro mapa da bacia hidrográfica do lago de Maracaibo, elaborado em 1579 por Rodrigo de Argüelles e Gaspar de Párraga, assinalam-se "povos" ao longo de toda a COLM, sem maiores especificações (Mapa 15).

Mapa 15: Povoados de água na bacia do Lago de Maracaibo (1579).



Autores: Rodrigo de Argüelles y Gaspar de Párraga. Fonte: Archivo Museo Naval. Madrid.

Existem duas cartas corográficas feitas em 1682 que apontam os povoados de água mediante ícones (palafitas), uma os aponta como portos (Mapa 16), enquanto a outra os identifica com seus nomes: Moporo, Tomocoro [sic], Misoa e Paraute (Mapa 3). Na carta corográfica de 1699 (Mapa 2), é feita referência a centros povoados palafíticos perto da foz do rio de Mizoa [sic] e entre os rios de Parautes e Ahorcados.

Mapa 16: Carta corográfica da Laguna de Maracaibo (1682).

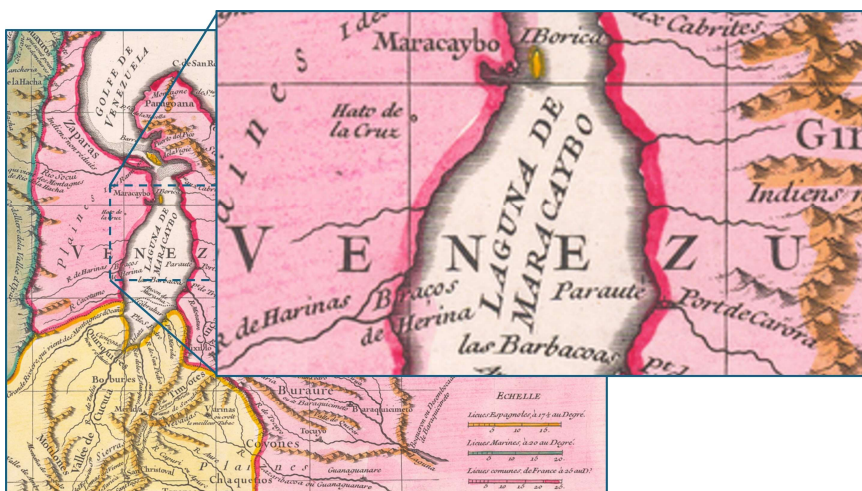


Autor: Francisco Ficardo. Fonte: Archivo General de Indias, España.

Como se pôde observar, a cartografia espanhola dos séculos XVI e XVII mostra como os povoados da COLM começam a aparecer. As ilustrações realizadas no século XVII empregam o nome de Paraute para identificar um rio e uma população palafítica, enquanto o nome de Lagunillas é utilizado para identificar uma lagoa localizada entre os rios Paraute e Tamare, próxima à ponta de Aorcado [sic]. Geograficamente, corresponderia ao povo de água identificado como Paraute, cujos habitantes foram trasladados para Lagunillas depois que o povoado foi destruído por uma inundação. A data desse fato é desconhecida.

As ilustrações realizadas no século XVIII referem-se a centros povoados palafíticos (povos de índios) como Lagunillas, Misoa, Moporo, Tomoporo, concordando com o Frei Pedro Simón (1882, p. 37), quem afirmou que existiam apenas quatro povoados indígenas na COLM e entre eles menciona Paraute, que serviu de porto para mobilizar os frutos das cidades de Carora e El Tocuyo. Este povoado estava localizado às margens do rio Paraute e o mapa mais antigo onde pode ser visto no mapa 17, titulado “Mapa Especial do Governo da Venezuela” (Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville, 1730, tradução própria). Lagunillas servia também de porto de escala para enviar para Maracaibo produtos tecidos pelos indígenas de Gibraltar, produtos agrícolas, *casabe*, melado, cana e diferentes espécies de raízes e frutas (Salazar, 1978 *apud* Montilla, 2016, p. 71).

Mapa 17: Mapa Especial do Governo da Venezuela (1730).

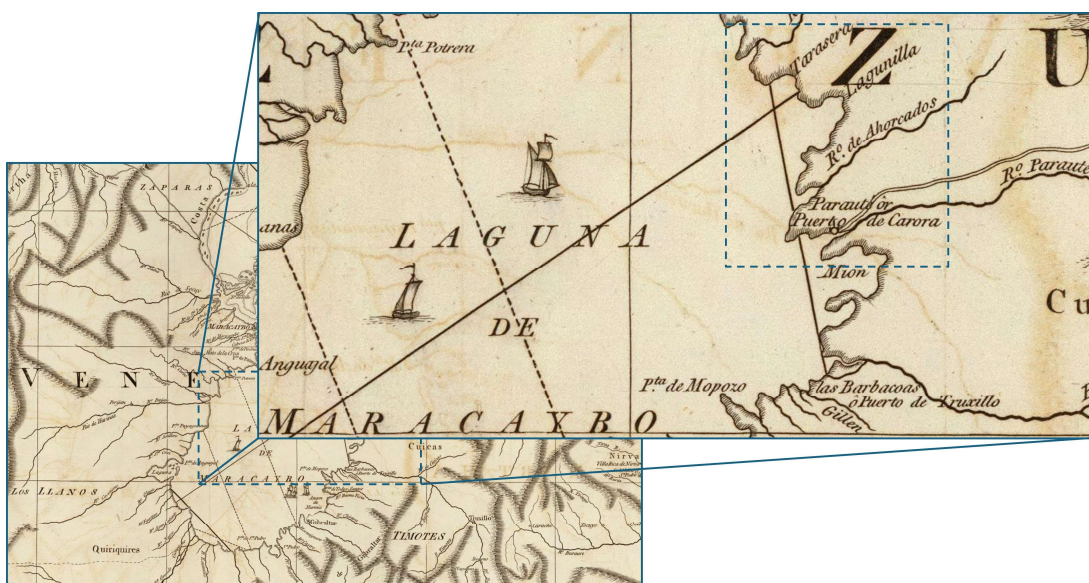


Autor: Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville.
Fonte: Barry Lawrence Ruderman Antique Maps Inc.

Para 1774, em Lagunillas viviam alguns espanhóis, negros, mulatos e mestiços; tinha Cacique, Regidor e um Prefeito (Ochoa Urdaneta, 1994, em González Oquendo, 2007, p. 60). No entanto, a imagem presente destes povos é, essencialmente, de povos indígenas que, segundo Finol (2021, p. 16), devido ao clima tropical, vestiam a roupa necessária, tecendo e tingindo suas roupas, feitas de algodão como as redes, mosquiteiros, bolsas e berços para as crianças, entre outras peças. Ao longo dos anos, as influências espanholas levaram à adoção de roupas ocidentais. A decoração do corpo era comum, incluindo a pintura corporal e o uso de conchas e joias. Alguns também perfuraram seus corpos.

De acordo com Salazar (1996) em Salazar (2018, p. 20), nesse mesmo ano o Bispo Martí registrou que o povoado de Lagunillas tinha 15 casas, existiam 31 famílias que somavam 55 habitantes de gênero masculino e 67 do gênero feminino, entre os quais 59 crianças. O mapa de 1775 intitulado “A costa de Tierra Firme de Cartagena ao Golfo Triste” (Thomas Jefferys, 1775, tradução própria) faz referência a centros povoados como Taraseja [sic], Lagunillas e Paraute (ou Porto de Carora) na COLM (Mapa 18).

Mapa 18: A costa de Terra Firme desde Cartagena até Golfo Triste (1775).



Autor: Thomas Jefferys. Fonte: David Rumsey Historical Map Collection.

Na “Carta Plana da Província de Caracas ou Venezuela” (Juan López, 1787, tradução própria) se indica: “LAGUNA DE MARACAYBO. Com os povos de Índios, Lagunillas, Misoa e Tomoporo, fundados sobre uns Horcones de Palo chamado Vera, que com o transcurso do tempo se torna pedra pela parte que cobre a Água. Esses povos deram motivo para chamar-se esta Província Venezuela” (Juan López, 1787, tradução própria) e se visualizam na COLM a Lagunillas, Misoa e Tomoporo com a simbologia correspondente a "povoados de índios" (Mapa 19).

Mapa 19: Carta Plana da Província de Caracas ou Venezuela (1787).



Autor: Juan López. Fonte: Biblioteca Digital Hispánica, Biblioteca Nacional de España.

Os indígenas de Moporo, Tomoporo, Misoa e Lagunillas conservavam suas manufaturas de esteiras, redes, *pitas* e *cabullas* com as quais se mantinham servindo para trocar com os traficantes espanhóis de acordo com suas necessidades (Rus, 1987, em González Oquendo, 2007, p. 74). Além disso, construíram canoas feitas de um único tronco para pescar robalo no lago, coritos no cachimbo e retirar a palha de enea da Gran Ciénaga de Lagunillas para fazer esteiras e tapetes e um tubérculo chamado turma (Díaz Solís, 1981, em González Oquendo, 2007, p. 91).

No final do século XIX, os homens se dedicavam à pesca e à agricultura, enquanto as mulheres se dedicavam aos afazeres domésticos e a uma ou outra atividade artesanal. Inicia-se também a exploração madeireira. Para os primeiros anos do século XX, a única educação que recebia a população era o trabalho doméstico. Banana, mandioca e milho continuaram a ser os produtos agrícolas mais cultivados; no entanto, a maioria dos colonos se dedicava principalmente à pesca e à pecuária (Salazar, 2018, p. 22).

As principais atividades comerciais desenvolvidas neste século giravam em torno dos tapetes e esteiras feitos por mulheres com os juncos e eneadas que os homens coletavam e depois os vendiam aos piragueiros, que os levavam para Maracaibo e outros lugares. Uma parte da matéria-prima destinava-se à construção de mobiliário como camas, mesas e cadeiras (Salazar, 2018, p. 25).

Com respeito à disposição sobre o meio geográfico onde os habitantes realizavam e desenvolviam suas atividades cotidianas, o cronista Francisco Depons (1960, p. 49) acota que os povos lacustres da COLM eram construídos sem ordem e sem alinhamento nas margens do lago y segundo Salazar (2016 *apud* Salazar, 2018, p. 16), as casas eram construídas sobre as águas para se livrar da abundância de mosquitos que existiam na terra produto da alta umidade existente na zona. Nessas atividades e nesse meio ambiente, conseguem os primeiros engenheiros e técnicos petroleiros que apareceram na região em busca do precioso ouro negro aos moradores de Lagunillas e povoados circunvizinhos a partir de 1912.

Segundo Taborda (2016, p. 78), quando chovia a ciénaga de Lagunillas transbordava e inundava uma parte do povoado assentado em terra, pelo que a VOC cobriu a parte mais alta da área e construía oficinas, talleres, refeitórios, um posto médico e casas em estacas para os americanos, 5 km ao norte do povoado de Lagunillas (Figura 29).

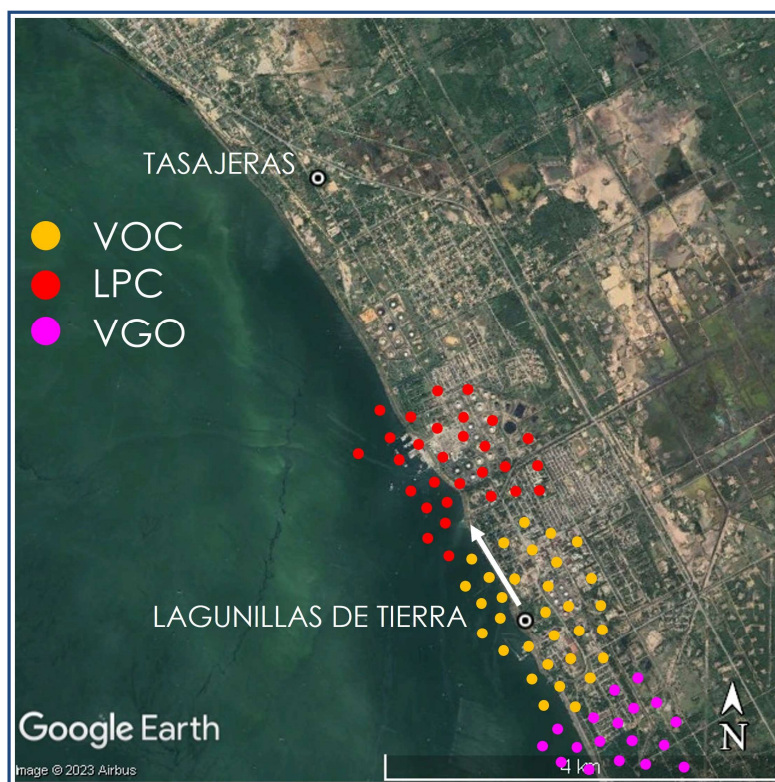
Figura 29: Moradia tradicional construída para os norte-americanos.



Fonte: Sitio Web de Randy Trahan.

O citado autor também afirma que a *Lago Petroleum Company* (LPC) construiu suas instalações a aproximadamente 8 km de Lagunillas, entre Tasajeras e o campo da VOC, enquanto a *Venezuelan Gulf Oil* (VGO) se estabeleceu ao sul, perto de Lagunillas. Os três começaram a plantar torres de perfuração no lago e na ciénaga (Taborda, 2016, p. 76). A VOC cercou o povoado de Lagunillas de Agua com as instalações que construiu, primeiro ao sul e depois ao norte, leste e oeste. O povoado estava cercado, com apenas uma saída para o norte: a estrada primitiva do povoado de água para a terra, ou seja, para Tasajeras (Taborda, 2016, p. 77). A figura abaixo mostra a localização das concessionárias na área de estudo (Figura 30).

Figura 30: Empresas concessionárias presentes em Lagunillas.



Fonte: Google maps (modificado), 2023.

Antes da chegada das concessionárias, o referido autor também afirma que o cemitério se encontrava em terra, numa área entre Lagunillas de Agua e um grande pântano que ocupava vários quilômetros quadrados desde Tasajeras até mais ao sul de Bachaquero. Um dia, a VOC, sem aviso entrou com maquinaria pesada na área onde estava o cemitério, começaram a remover a terra e a retirar os restos humanos, reunindo-os -sem distinção- num único enxame. Quando os habitantes da aldeia se

aperceberam desta profanação, já não podiam distinguir os corpos dos seus defuntos e, ao levantar o seu protesto, a companhia ofereceu-se para construir um novo cemitério noutra área, melhor do que aquele que acabara de destruir (Taborda, 2016, p. 76).

Segundo Salazar (2018, p. 26), nessa época, seus povoadores manifestaram ao Presidente da República, General Eleazar López Contreras, em uma correspondência com data de 25 de setembro de 1939, que viviam uma vida tranquila, *"la misma que vivían nuestros autóctonos causantes"* (a mesma que viviam nossos nativos causadores, tradução própria). Mas se estabeleceram as companhias petroleiras e em consequência foram desaparecendo os juncos, a turma não voltou a nascer, os patos silvestres foram afugentados e se acabaram os peixes da ciénaga.

Em síntese, a tabela a seguir apresenta os aspectos mais salientes observados nos diversos materiais cartográficos utilizados para atingir este objetivo (Tabela 8).

Tabela 8: Aspectos ressaltantes nos mapas antigos utilizados no objetivo 2.

Século	Ano	Aspectos ressaltantes
XVI	1552	Identifica populações de palafitas no COLM. Estudos arqueológicos mostram sua presença desde antes da era cristã.
	1579	Mostra povoados em toda a COLM.
XVII	1682	O habitat palafítico dos povos da água estava localizado diretamente nas águas do lago.
	1682	Identifique os povos de água: Moporo, Tomocoro (sic), Misoa e Paraute. Ilustrações feitas neste século usam "Paraute" para identificar um rio e um povoado palafítico, enquanto "Lagunillas" é usado para identificar uma lagoa localizada entre os rios Paraute e Tamare.
XVIII	1730	Identifica os povoados palafíticos de Lagunillas, Misoa, Moporo e Tomoporo. Lagunillas serviu como um porto de escala para enviar vários produtos de Gibraltar para Maracaibo. Além de cultivar para alimentação, os indígenas coletavam madeira, colhiam onoto, algodão e cocuiza, construíam seus barcos, teciam fibras, esculpiam madeira e usavam cerâmica pintada.
	1775	Refere-se a centros populacionais como Taraseja (sic), Lagunillas e Paraute (ou Puerto de Carora) na COLM. Em 1774, alguns espanhóis, negros, mulatos e mestiços viviam em Lagunillas, tinha um Cacique, um Vereador e um Prefeito, tinha 15 casas com 31 famílias totalizando 122 moradores.
	1787	Os povos de Índios, Lagunillas, Misoa e Tomoporo, fundados em estacas de madeira, motivaram esta província a se chamar Venezuela. Esses povos de água trocavam esteiras, redes, pitas e cabuyas com os traficantes espanhóis, de acordo com suas necessidades. Construíram canoas feitas de um único tronco para pescar robalos no lago, coritos no canal e para tirar a palha de bulrush da Gran Ciénaga de Lagunillas para fazer esteiras e tapetes e um tubérculo chamado turma.

Fonte: Autora, 2021.

A partir da análise dos diferentes elementos observados, pode-se interpretar que:

- As populações palafíticas nas águas do lago de Maracaibo existiam antes da era cristã. Esses povos indígenas pescavam no lago, rios e ciénagas, caçavam animais, colhiam frutas, cultivavam diferentes culturas, teciam fibras, esculpiam madeira, usavam cerâmica pintada e usavam os *menes* para consertar suas canoas, impermeabilizar suas cestas e outros utensílios domésticos.
- Durante o século XVII, o nome Paraute identificava um rio e um povoado palafítico, enquanto Lagunillas era usado para identificar uma lagoa localizada entre os rios Paraute e Tamare.
- No século XVIII, a presença de povoados palafíticos como Lagunillas, Misoa, Moporo e Tomoporo, concorda com Frei Pedro Simón, que afirmou em 1882 que havia apenas quatro povos indígenas no COLM, entre os quais está Lagunillas, que servia de porto de escala para enviar vários produtos de Gibraltar para Maracaibo e onde em 1774, havia alguns espanhóis, negros, mulatos e mestiços que formavam 31 famílias, totalizando 122 pessoas.
- Apesar de serem considerados povoados indígenas, em 1787, afirmava-se que Lagunillas, Misoa e Tomoporo, povoados fundados em forçados de madeira, foram os que motivaram esta província a ser chamada Venezuela. Esses povos com suas manufaturas (esteiras, redes, pitas e cabuyas) faziam trocas (*trueques*) com os traficantes espanhóis, de acordo com suas necessidades.
- No final do século XIX, enquanto os homens se dedicavam à pesca e à agricultura e as mulheres aos afazeres domésticos e atividades artesanais, iniciou-se a exploração madeireira.
- Nos primeiros anos do século XX, a única educação que a população recebia era sobre o trabalho doméstico, a maioria da população se dedicava à pesca e à pecuária e, em menor grau, à agricultura.
- Em Lagunillas, a VOC encheu a parte mais alta da área e construiu várias infraestruturas em estacas. Essa concessionária também destruiu o cemitério para se desfazer de seu terreno. As três concessionárias presentes na área começaram a perfurar poços petroleiros tanto no lago quanto na ciénaga, cercando Lagunillas e deixando-a com apenas uma estrada para entrada/saída. A população contou ao então presidente da República que levava uma vida tranquila, semelhante à de seus antepassados, mas com a chegada e instalação das concessionárias petroleiras, a flora e a fauna nativas desapareceram.

Objetivo 4. Analisar o desenvolvimento da indústria petrolífera em Lagunillas e o aparecimento da subsidência.

Para atingir este objetivo, é necessário compreender que conforme os resultados dos objetivos anteriores, na área de estudo existia uma relação equilibrada entre o homem, as atividades que realizava para o seu sustento (caça, pesca, lavoura) e o seu ambiente natural, pois é deste que se beneficia: pescava no canal, na ciénaga e no lago, caçava animais e cultivava na terra e a matéria-prima para seus produtos artesanais –juncos e ênea– a obtinha da ciénaga. Esta condição está presente desde a população mais primitiva na área até aquela que conseguiram os primeiros exploradores que buscavam o ouro negro.

De acordo com Borger e Lenert (2015, p. 6), no CCB a perfuração de poços se confinou inicialmente até o Mioceno, tanto em terra firme como a curta distância, dentro da água. A estrutura miocena é relativamente simple e essencialmente monoclinal, mergulhando entre 2° y 10° em direção a sudoeste que refletem a superfície erosional pós-eocena infra-existente. A acumulação de petróleo é controlada principalmente por armadilhas estratigráficas. Foi só em 1939 que se descobriu a prolífica produção do Eoceno, onde as areias são relativamente argilosas e impermeáveis e os depósitos são controlados por armadilhas estruturais e estratigráficas.

Segundo o Léxico Estratigráfico da Venezuela (1997, p. 60), a litologia que compõe a Formação Lagunillas (produtora) possui diversas características que propiciam a compactação: areias grossas, maciças, de grão fino a grosso, porosas, permeáveis, não consolidadas a pobremente consolidadas, intercaladas com argilas moles, xistos e camadas finas de lignite. Os principais mecanismos de produção nas jazidas petrolíferas da área são o impulso por gás em solução e a compactação. Este fenómeno é particularmente relevante em jazidas constituídas por areias não consolidadas, como as acima descritas (Schlumberger, 1997, p. 2-10).

O campo de Lagunillas foi o mais prolífico de todos. Rapidamente, as concessionárias restringiram suas operações em outros campos para se concentrar neste, transferindo a mão de obra e os materiais (Figura 31), iniciando um programa foi iniciado para tornar "mais saudável" a região que incluía pulverizar com petróleo a ciénaga infectada de mosquitos (Lieuwen, 2016, p. 89). Segundo Mc Beth (2011, p. 101), devido ao aumento da produção petrolífera, começaram a ser construídas

infraestruturas como cais, armazéns, acampamentos, tanques de armazenamento e estações de bombeamento que em seis meses transformaram a área.

Figura 31: Lagunillas de Agua no final da década de 1920.

Observe o contraste entre as casas rudimentares e a *cabria* do poço de petróleo.



Fotografía: Williani Sleightholm. Fonte: Coleção Luis J. González Oquendo.

Segundo Straka (2016, p. 227), no início de 1927, a campanha de perfuração em Lagunillas foi tão intensa que originou uma superprodução que gerou um sério problema, devido à falta de armazenagem e de transporte. Esta situação, juntamente com a considerável redução dos preços do petróleo nos Estados Unidos, forçou a implementação da medida conservacionista de reduzir a quantidade de perfuratrizes operacionais e não perfurar poços a uma distância inferior a 75 m, para evitar os efeitos negativos da perfuração competitiva (Martínez, 1986) que levou a Venezuela a posicionar-se como o segundo país produtor mundial sendo o campo Lagunillas o fornecedor, para 1928 e 1929, das três quintas partes do petróleo venezuelano (Lieuwen, 2016, p. 82). Os poços registrados em Lagunillas para janeiro de 1927 são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Número de poços em Lagunillas (janeiro de 1927).

Compañía concesionaria	Terminados	Produciendo	En perforación	En preparación	Inactivos
Venezuelan Oil Concessions	3	3	1	3	0
Lago Petroleum Corp.	2	2	3	2	0
Venezuelan Gulf Oil Corp.	2	2	1	0	0

Fonte: modificado de Straka, 2016. Memorandum on Oil Production in Venezuela.

Conforme o relatório anual da Inspeção Técnica de Hidrocarbonetos de Maracaibo de 1931 em Lieuwen (2016, p. 113, tradução própria), em Lagunillas se extraía tanto petróleo, que a costa se afundava progressivamente e o lago inundava as terras contíguas, originando que, como a LPC e a VGO já operavam na água, as concessões da VOC se tornarão questionáveis, porque os limites estavam baseados na marca da maré alta do lago. O problema foi resolvido através da construção de um elevado dique para conter as águas.

Resolvido o problema do limite pela barragem construída, outro risco considerado foram os derrames de petróleo devido à intensa competição entre as empresas concessionárias para extrair o máximo de "ouro negro" possível. Estes derrames inutilizaram as águas do lago, causando graves prejuízos, principalmente porque a água, fora das instalações petroleiras, havia que comprá-la (Cilento Sarli, 2020, p. 5).

Como solução para esta situação, em 1926, Vicencio Pérez Soto, então presidente do estado Zulia, pediu às companhias estrangeiras que indenizassem os habitantes da zona para que pudessem ser realocados e para isso, propôs devolver ao povo seus terrenos ejidos, dos que tinham sido privados na administração anterior, e fundar o povoado num lugar melhor (Prieto Soto, 1996, p. 66).

Segundo González Oquendo (2007, p. 152), outra situação que representou um risco foi o crescimento populacional. Quando iniciou a exploração petrolífera na zona, o município Lagunillas contava com 1.478 habitantes, estando a maioria concentrados no povoado palafítico; quinze anos depois, a comunidade era de 19.391 pessoas, convertendo a Lagunillas de Agua no povoado palafítico urbano mais importante de toda a região, com uma quantidade maior aos três mil residentes (Figura 32).

Figura 32: Lagunillas de Agua (década de 1920).
As palafitas, construídas com madeira e os corredores que as ligam a um
corredor principal, também feitos de madeira.



Fotografia: Edward Dana. Fonte: Coleção Luis J. González Oquendo.

O citado autor (2007, p. 96), destaca também que Lagunillas de Água não tinha capacidade para albergar a tantas pessoas que estavam chegando, então foi se expandindo de forma desordenada e precipitada em direção à terra, deteriorando suas condições de habitabilidade, já que a irregularidade das construções a tornava ainda mais fraca ante os embates naturais, sobretudo os vendavais lacustres (Figura 33).

Figura 33: Lagunillas de Agua (década de 1920).
Sua expansão desordenada e apressada em direção à terra, deteriorou suas
condições de vida.



Fonte: Coleção Francisco Chávez.

Por outro lado, Fossi (1998, p. 42) menciona que os primeiros assentamentos urbanos na área foram resultado de situar os empregados da indústria petrolífera e suas famílias na zona, por isso, é altamente provável que estes assentamentos humanos ocorridos a partir do final da década de 1920 tenham sido a primeira migração importante -dentro do território venezuelano- desde a época da colônia. Estes acampamentos residenciais foram construídos ao lado das diversas instalações industriais, para economizar custos e tempo de transporte. O primeiro destes acampamentos residenciais foi Campo Alegría, construído em 1928.

Segundo o referido autor, os urbanismos petrolíferos originaram que a população de Lagunillas de Agua, o povoado original, o palafítico, passasse a ser a população complementar, ou seja, aquela cuja ocupação ou emprego é complementar a uma atividade básica -petrolífera, neste caso- e portanto, atrai uma população que não é a empregada da atividade básica e que também demanda moradias e serviços que não eram responsabilidade das concessionárias. Nestes urbanismos petroleiros, o conforto era extraordinário: havia água potável e energia elétrica, dia e noite, o que não acontecia em Maracaibo, a capital do estado, acentuando o contraste com a população complementar (Fossi, 1998, p. 43). Era um conforto petroleiro especialmente dirigido a trabalhadores estrangeiros e venezuelanos para fossarem viver em uma zona de pouco atrativo físico-natural e sociocultural (Figura 34).

**Figura 34: Lagunillas de Tierra (década de 1970).
Observe o pátio de tanques e áreas residenciais.**

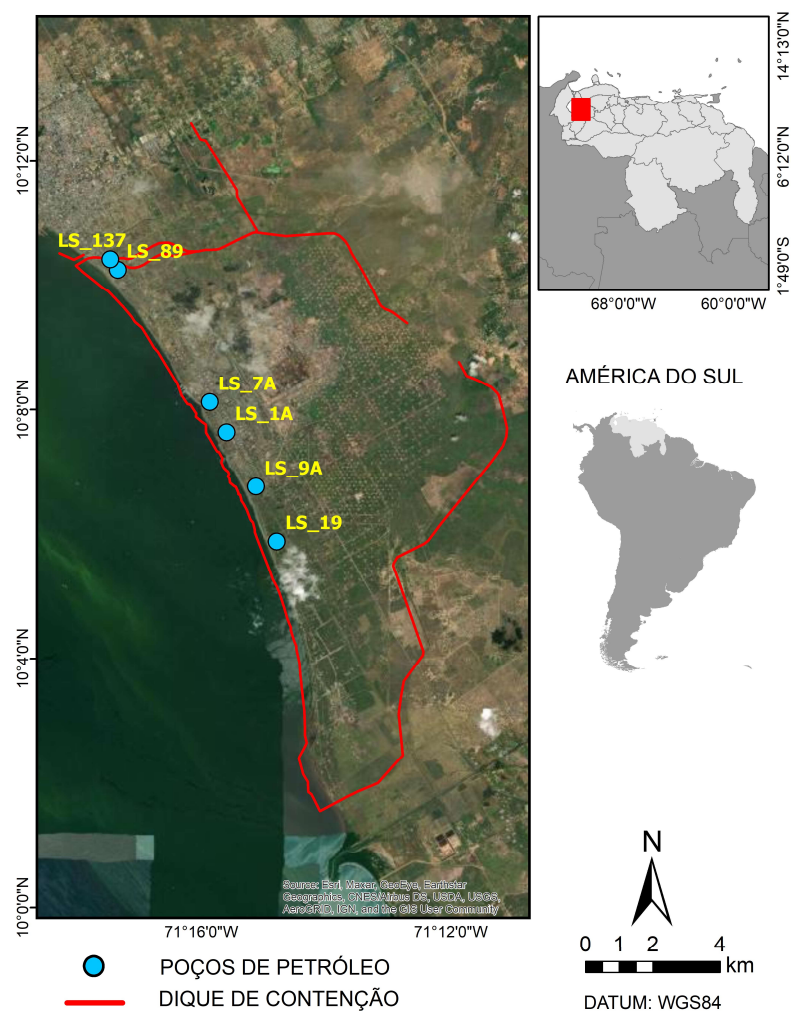


Fonte: Juan Carlos Velasco.

O mapa a seguir (Figura 35) mostra a localização dos poços cujas imagens foram utilizadas para empregar a técnica de fotografia repetida; através desta técnica foi possível mostrar a transformação da paisagem entre 1939 y 1942: a primeira fotografia, tirada em junho, mostra o dique de tablestacado e a ciénaga drenada, enquanto a segunda, tirada em setembro, mostra o recheado da área (Figuras 36 e 37).

Na Figura 38, a primeira fotografia, tirada em janeiro de 1939, mostra o dique de tablestacado e o antigo dique de argila, enquanto na segunda fotografia, tirada em 1940, observa-se o novo dique de concreto concluído.

Figura 35: Mapa de localização dos poços de petróleo utilizados na técnica de Fotografia Repetida.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 36: Fotografias tiradas do poço LS_1A, em direção ao oeste.

Ao fundo vê-se o povoado de Lagunillas de Agua.

Data: junho (esq.) e setembro (dir) de 1939.



Fonte: CITEP.

Figura 37: Fotografias tiradas do poço LS_1A, em direção ao sul.

Ao fundo vê-se o povoado de Lagunillas de Agua, a ponte que liga o povoado com a terra e algumas instalações petroleiras. Data: junho (esq.) e setembro (dir) de 1939.



Fonte: CITEP.

Figura 38: Fotografias tiradas do poço LS_9A, em direção ao sul.

A foto à esquerda mostra o dique de tablestacado, a área recheada e o antigo dique de argila (janeiro de 1939). A foto à direita mostra o novo dique concluído (novembro de 1940).



Fonte: CITEP.

A Figura 39, tirada em junho de 1939, mostra a praia, parcialmente dragada (esq) e parcialmente recheada (dir), enquanto a segunda fotografia, tirada em 1940, mostra o novo dique.

Figura 39: Fotografias tiradas do poço LS_7A, em direção ao sul.

Data: junho de 1939 (sup.) e novembro de 1940 (inf.).



Fonte: CITEP.

As fotografias a seguir mostram o avanço das águas em direção à costa entre 1939 e 1942 (Figura 40). A origem do acúmulo de água observado atrás do dique na primeira fotografia (zona centro-superior), pode ser devido ao efeito de marés ou chuvas. Na segunda foto, essa área já foi recheada. As Figuras 41 e 42 mostram o declínio progressivo da vegetação entre 1941 e 1942.

Figura 40: Fotografias tiradas do poço LS_19, em direção ao norte.

Data: setembro de 1939 (sup.) e fevereiro de 1942 (inf.).



Fonte: CITEP.

**Figura 41: Fotografias tiradas do poço LS_137, em direção ao norte.
Data: março (esq.) e junho (centro) de 1941 e fevereiro (dir) de 1942.**



Fonte: CITEP.

**Figura 42: Fotografias tiradas do poço LS_89, em direção ao norte.
Data: março (esq.) e junho (centro) de 1941 e fevereiro (dir) de 1942.**

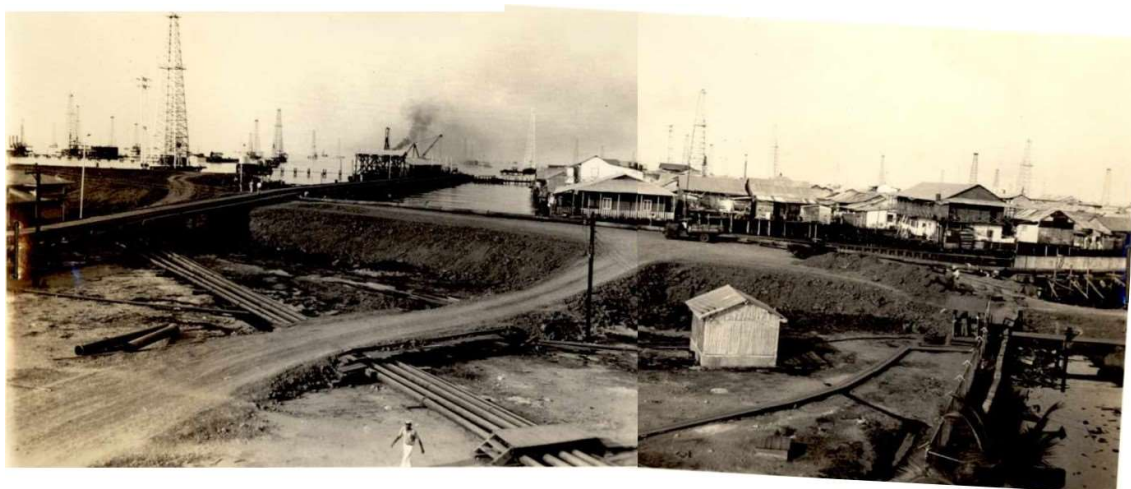


Fonte: CITEP.

A imagem a seguir mostra as instalações que a Mene Grande Oil Company (MGOC) havia construído em frente ao povoado de Lagunillas de Agua em meados de 1939 (Figura 43).

Figura 43: Fotografias tiradas do poço LS_2, em direção ao oeste.

Data: finais de junho, 1939.



Fonte: CITEP.

Objetivo 5. Analisar as consequências geradas pelo aparecimento da subsidência.

Segundo González Oquendo (2007, p. 85), ao iniciar-se as atividades de exploração petrolífera entre 1925 e 1926, ocorreu uma progressiva entrada da água do lago para as áreas outorgadas em concessões. A VOC construiu pequenos diques de terra em torno dos locais onde perfurava para evitar a entrada de água e, ao mesmo tempo, para ganhar terreno para o lago, como se fazia nos Países Baixos, pois naquela época o fenômeno de subsidência ainda não tinha sido detectado nos terrenos (Cilento Sarli, 2020, p. 18).

Em 1928, o bloqueio de um dos canais de livre acesso usados pelos comerciantes locais para o transporte de mercadorias pela VGO expôs Lagunillas de Tierra a inundações à medida que as chuvas se intensificavam (Figura 44). Em meados do ano, o tráfego livre foi retomado através do Canal Lagunillas, que a empresa ampliou e aprofundou para facilitar o tráfego de canoas.

Figura 44: Canal Lagunillas (1928).

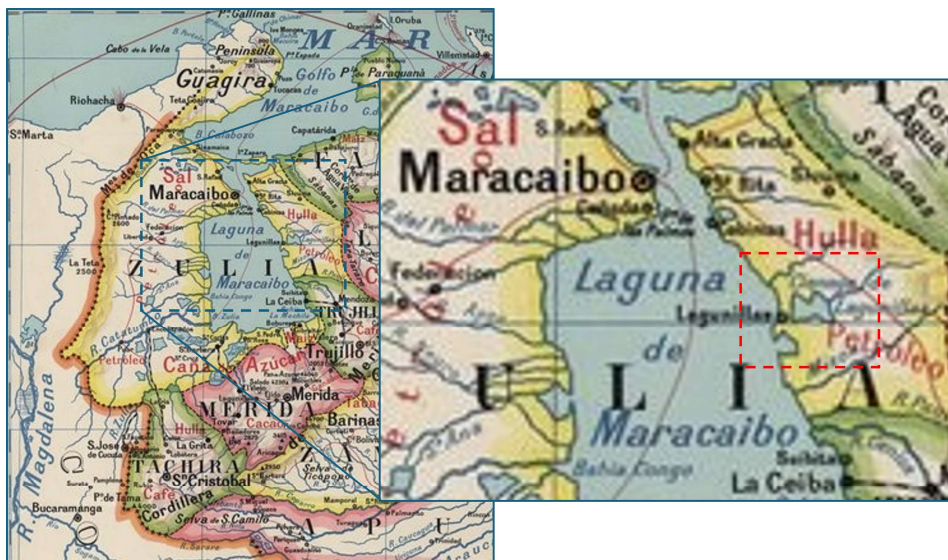


Fonte: Coleção Francisco Chávez.

De acordo com Prieto Soto (1997, p. 83), no ano 1929 o dique era de terra e devido a uma tormenta sofreu ruptura, a água alcançou níveis superiores aos de anos anteriores, comprovando-se o afundamento progressivo do terreno. Foi precisamente

este ano a última vez que o Gran Ciénaga de Lagunillas apareceu num mapa (Mapa 20); já a partir de 1930, nos mapas físico e administrativo da Venezuela, o maior corpo de água da COLM não apareceu (Mapa 21).

Mapa 20: Estados Unidos da Venezuela (1929). Mapa físico e administrativo.



Autor: J. Forest. Fonte: Vintage Maps & Print by Old City Prints.

Mapa 21: Estados Unidos da Venezuela (1930). Mapa físico e administrativo.



Autor: M. Forest. Fuente: Wikipedia.org.

De acordo com González Oquendo (2007, p. 97), a LPC e a VGO começaram a cercar os seus espaços com diques, enquanto a VOC estabeleceu um dique mais longo entre o limite das concessões da LPC e o povoado de Lagunillas de Agua

(Figura 45). No entanto, em 1931 uma tempestade o rompeu, inundando as áreas operacionais, o que levou as empresas a construir um dique de contenção de concreto armado com estacas, juntamente com um sistema de canais e drenagens (Figura 46).

Figura 45: Dique construído entre o limite das concessões da LPC e o povoado de Lagunillas de Agua.



Fotografia: Williani Sleightholm. Fonte: Coleção Luis J. González Oquendo.

Figura 46: Dique construído na margem do lago, em frente a Lagunillas.



Fonte: Prieto Soto, 1997.

A construção deste muro iniciou, segundo Fossi (1998, p. 45), um processo de "saneamento" por parte das empresas concessionárias em função dos seus interesses. Este processo incluiu a construção de diques e *polders* para drenar, secar e encher as áreas pantanosas e mangues para construir diversas instalações

industriais além dos acampamentos residenciais, também delimitaram as áreas levantando um dique que separava o lago da ciénaga e, portanto, de Lagunillas de Agua (Figuras 47 e 48).

Figura 47: Dique construído para dividir a área entre o lago e a ciénaga.

Imagem tirada do poço LS-1A, orientada ao sul (1939).



Fonte: CITEP.

Figura 48: Início do enchimento para a construção de um dique costeiro de maior tamanho, frente a Lagunillas.

Imagem tirada do poço LS-1A, orientada ao sul (1939).



Fonte: CITEP.

Considerando vários aspectos, o citado autor explica que esta era a área que mais vantagens oferecia, os canais construídos evitariam que as águas de chuva se acumulassem, já que eram bombeadas para o lago igual às águas servidas, tratadas previamente. Durante a drenagem da ciénaga, à medida que a água saía para o lago, muitos jacarés saíam do seu habitat (Figura 49). Uma vez que o terreno secou (Figura 50), a VOC pôde, além de construir mais casas e depósitos, perfurar mais poços até a margem do lago, enquanto a VGO fazia o mesmo pelas margens do lago e a LPC, dentro do lago, para as águas profundas.

Figura 49: Trabalhadores da VOC posando com a fauna nativa (jacarés) da área de estudo (1926).



Fonte: Coleção Kurt Nagel.

**Figura 50: "Saneamento" da área em frente a Lagunillas.
Imagem tirada do poço LS-49 orientada para o sudoeste (1942).**



Fonte: CITEP.

A partir de 1937, as empresas concessionárias concordaram em unificar os critérios para a construção de um sistema de proteção contra inundações de maiores dimensões (Figuras 51 e 52).

Figura 51: Construção do novo dique, em frente a Lagunillas.



Fonte: Coleção Francisco Chávez.

**Figura 52: Novo dique completado, antiga praia (esq) e antiga praia dragada parcialmente (dir), em frente a Lagunillas.
Imagens tiradas do poço da LPC LL- 60 orientadas para o norte (esq) e o sul (dir) em 1940.**



Fonte: Coleção Francisco Chávez.

De acordo com Fossi (1998, p. 46), dada a grave situação de risco dos habitantes de Lagunillas, em 19 de janeiro de 1937, por decreto do então Presidente Eleazar López Contreras, foi ordenada a construção de uma nova cidade para abrigar os habitantes de Lagunillas de Agua, que, além de insalubre, havia sido atingida pelos incêndios de 1928 e 1933, bem como pôr o afundamento das terras ribeirinhas.

A nova cidade, Ciudad Ojeda, foi concluída em dezembro de 1939, em uma data muito oportuna, pois, nesse mesmo ano, um novo incêndio destruiu totalmente o povoado palafítico (Cilento-Sarli, 2020, p. 15). As pessoas permaneceram em Tasajera, Las Morochas e Lagunillas de Tierra. Nesse momento, o lago e a água perderam terreno na identidade lagunilense, uma “Lagunillas sem lagoa” (Montilla, 2016, p. 100).

A partir de 1954, as iniciativas urbanísticas das empresas concessionárias consideravam como fator preponderante a sua localização em zonas altas, onde não houvesse subsidência, já que se a exploração dos depósitos mais rasos na área de estudo favoreceu a subsidência -evidentemente progressiva-, enquanto essas jazidas produzirem, será necessário manter e acondicionar o dique. Também foi considerado que toda a costa podia ser inundável, pelo que recomendou deixar apenas as infraestruturas industriais, reduzindo o custo de proteção contra o risco de inundação (Fossi, 1998, p. 122).

Nesse mesmo ano, a Shell ofereceu 20.000 has a leste da rodovia Lara-Zulia, na zona conhecida como El Menito, para que se desenvolvesse uma cidade. Do ponto de vista topográfico, a área era ótima, com uma altura entre 40 e 120 m acima do nível do lago, com zero subsidência. No entanto, esta ideia não se concretizou oportunamente porque a oferta era para a população complementar e ao estar orientada a servir às necessidades das pessoas que trabalham nas atividades básicas, lhe interessa estar onde é consumida a renda dos que trabalham nas petroleiras (Fossi, 1998, p. 51).

Um dos problemas decorrentes da subsidência é a rápida deterioração das infraestruturas e dos serviços urbanos. Por exemplo, os encanamentos de gás, a água potável e as águas servidas e os canais deixam de funcionar porque, quando foram instalados ou construídos, seguiram a orientação da inclinação desse momento e, depois de um certo tempo, esta pode mudar pela subsidência, originando que os fluidos se movam em outra direção (Fossi, 1998, p. 51).

Segundo Cilento Sarli (2020, p. 19), desde então e devido ao risco latente de liquefação dos solos na área, o dique costeiro é constantemente estudado e monitorado. Atualmente, é considerado uma das duas grandes obras de engenharia do estado Zulia e faz parte do sistema de proteção formado por 47 km de diques costeiros; 59 km de diques interiores para controlar a inundação das águas pluviais das terras mais altas; 490 km de canais de drenagem; e 30 estações de bombeamento que drenam as águas para o lago (Figura 53).

Figura 53: Dique costeiro atualmente, em frente a Lagunillas.



Fonte: CITEP.

Entretanto, considerando a magnitude incontrolável da subsidência do solo, que naquela época atingiu 6 cm por ano segundo Martínez (1986), também foi iniciado um programa de realocação para as comunidades mais afetadas, derivado de um Plano de Ordenamento do Território (tradução própria) nas zonas petrolíferas acordado em 1980 entre a PDVSA e o Ministério do Meio Ambiente.

Segundo Jiménez (2017), o plano COLM foi criado em 1986 e consistia em cursos de sobrevivência e conscientização, onde todos os habitantes da zona de subsidência trabalhavam em equipa para salvar vidas no caso de o dique sofrer algum dano ou se gerar qualquer outro estado de alarme. Durante a execução da simulação, foi acionada uma série de alarmes para alertar as pessoas do perigo iminente e ativar imediatamente a evacuação. No entanto, em 26 de maio de 1993, após várias horas de fortes chuvas, o sistema de bombeamento falhou e fez com que as águas atingissem uma altura entre 1,20-1,50 m em algumas áreas, causando milhões de dólares em perdas (Figura 54). É considerada a pior enchente já ocorrida.

Figura 54: Vista aérea da inundação em campo Alegría, Lagunillas (1993).



Fonte: Coleção Francisco Chávez.

Em relação a outras inundações na área de estudo, os habitantes do setor indicaram através das redes sociais, que existiram outras antes de 1993. Em 1949, as águas atingiram níveis tais que alguns habitantes foram resgatados com uma canoa e transportados para Ciudad Ojeda; entre 1952 e 1954, o rio Sibaragua transbordou inundando campo Alegría, o que obrigou os habitantes a transitar pelo dique costeiro até Tasajera, nesta ocasião o leito do rio teve que ser embaçado e aprofundado, e entre 1985 e 1986, ou seja, que a área foi atingida por inundações devido à enchente do rio, às chuvas e falta de drenagem e bombeamento dessas águas-. Eles também mencionaram que Tasajera sempre manteve níveis de água elevados entre 1961 e 1980, quando eles começaram a realizar trabalhos para a criação da Avenida Intercomunal.

O jornal República em seu site, informou que em maio de 2014, pelo menos dois campos de petróleo foram inundados como resultado das intensas chuvas em sua reportagem “Campos petroleros de Lagunillas amanheceram sob as águas” (tradução própria). Nesta ocasião, os moradores observaram que após meia hora de chuvas intensas, a água começou a acumular-se e inclusive, algumas famílias não puderam sair de suas casas (Figura 55).

Figura 55: Inundação em campos petroleiros em Lagunillas (2021).



Fonte: Somos Noticias COL.

Em 2016, o jornal La Verdad publicou a reportagem realizada pela jornalista Crisbelis Salas intitulada “Afunda-se campo petroleiro em Lagunillas” (tradução própria), onde se comenta o sentimento dos habitantes que ainda ficam em campo Alegria, seus temores, angústias e esperanças. Descreve as condições em que se encontram as casas, como consequência da quase centenária subsidência (Figura 56).

Figura 56: Rachaduras na parede da cozinha de uma casa de campo Alegria, Lagunillas (2016).



Fonte: Jornal La Verdad.

A reportagem realizada em 2016 pelo Correio do Orinoco intitulada “Subsidencia: o preço do petróleo não é a única coisa que afunda” (tradução própria), disse que a única medida de prevenção é a relocação. Em 2017, o jornalista Gustavo Ocando Alex fez uma reportagem especial para a BBC Mundo, intitulada “É uma bomba relógio. Vamos morrer tapados: o campo petrolífero da Venezuela que está à beira do colapso com 437 famílias dentro” (tradução própria), indicou que o relatório elaborado em 9 de abril de 2016 pelos bombeiros e engenheiros da Proteção Civil, após terem avaliado as condições de risco das 354 casas existentes então em Campo Alegría, a declararam de alto risco e inabitável, apresentando uma vulnerabilidade de 96% devido ao afundamento contínuo e progressivo do terreno, salitre, corrosão e liquefação ou inconsistência dos solos (Figura 57).

Figura 57: Rachaduras na parede interior de uma casa em Campo Alegría, Lagunillas (2017).



Fonte: Humberto Matheus.

Tauriko Márquez, presidente da empresa DUCOLSA, adscrita ao Ministério do Poder Popular de Petróleo, criada no estado Zulia para construir residências para os afetados pela subsidência, informou que o governo anterior e o atual alocaram 5.875 soluções habitacionais e pagaram 2.224 indenizações a famílias de 18 setores prejudicados e que continuam comprometidos com 12 zonas afundadas pela extração centenária do petróleo, no entanto, estão sobre 70% de solução para a questão da subsidência.

No ano 2017, a reportagem publicada pelo jornal Versión Final, intitulado “Quatrocentas famílias afundam em Campo Alegría” (tradução própria), mencionou que nas casas da área as paredes rangem e racham todos os dias, algumas estão totalmente desprendidas como alguns telhados, não existe abastecimento de água potável e os esgotos de águas negras estão sobrelotados, pelo que alguns moradores devem realizar as suas necessidades fisiológicas nos pátios traseiros das suas casas.

No ano 2017, a reportagem realizada pelo jornalista Dámaso Jiménez e publicada no jornal El Estímulo, intitulado “Aguas do Lago de Maracaibo ameaçam cerca de 70.000 pessoas” (tradução própria), descreve Lagunillas como “um lugar ruinoso com balancins corroídos que derretem o tempo” (tradução própria) onde vivem cerca de 70.000 pessoas cujo maior medo é o dique costeiro abandonado à sua sorte que “ameaça inundar quase 100 anos de história e convertê-los numa espécie de Atlantis petrolífera” (tradução própria). Esta situação gerou uma deterioração na qualidade de vida daqueles que alguma vez contribuíram para levantar a indústria petroleira que tanto benefício econômico deu à Venezuela.

O site de notícias Somos Noticias COL informou que, em junho do ano 2021, os campos petroleiros se inundaram como consequência das intensas chuvas em sua reportagem “Fortes precipitações causam inundações em campos petroleiros de Lagunillas” (tradução própria), realizado pela Lcda. Elianis Mosquera, que indicou que não é a primeira vez que ocorre uma situação assim, já que é bem conhecido que a água necessita ser drenada mediante um sistema de bombeamento que se presume defeituoso (Figura 58).

Figura 58: Inundação em campos petroleiros em Lagunillas (2021).



Fonte: Somos Noticias COL.

Em 2021, o jornalista Jhorman Cruz em sua conta no Twitter (@Jhormancruz1) também publicou imagens sobre a inundação em Campo Alegría, que incluía uma estação de bombeamento (Figura 59).

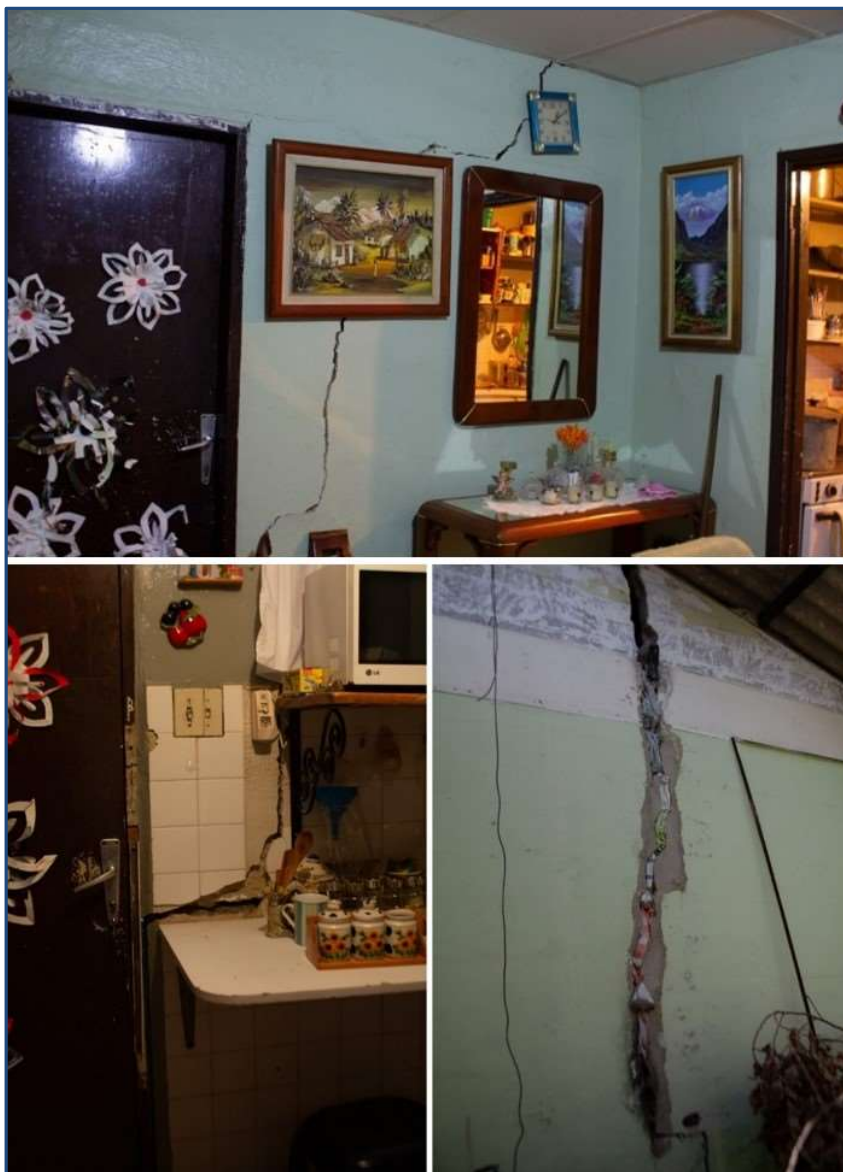
Figura 59: Estação de bombeamento inundada em campo Alegría, Lagunillas (2021).



Fonte: Jhorman Cruz.

Em 2021, a crônica de Mayreth Casanova, intitulada “A vida entre as fendas” (tradução própria), expressou que: Campo Alegría, separado por 8,7 m e um dique das águas do lago, foi um lugar sonhado para uma família média, onde os vizinhos se tornam família e onde, apesar de viver em zona de risco, os seus habitantes insistem em se agarrar ao seu lugar de pertença, apesar de as paredes se partirem, o chão se abre e tudo se move com o passar do tempo (Figura 60).

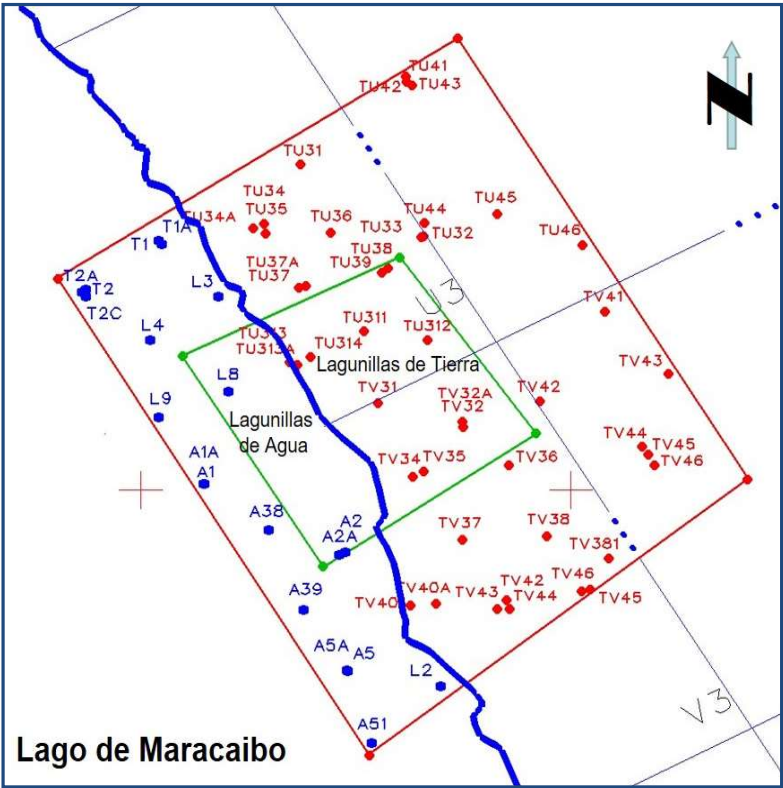
Figura 60: Rachaduras nas paredes internas e externas de uma casa em Campo Alegría, Lagunillas (2021).



Fonte: Zaimar Más y Rubí Valecillos.

No subsolo, a subsidência é evidenciada na diferença entre os topos de formacionais atravessados pelos poços de petróleo perfurados antes e depois de 1929, ano em que a subsidência foi evidenciada na superfície. Os poços localizados nas imediações de onde outrora estavam os povoados de Lagunillas de Água e Terra (19 poços no lago e 44 poços em terra) o demonstram (Figura 61).

Figura 61: Localização dos poços petrolíferos.



Fonte: A autora, 2022.

A tabela seguinte mostra a diferença em profundidade do topo do Mbro. Bachaquero da Fm. Lagunillas registrado nos furos originais e secundários de 4 poços e entre 2 poços gêmeos.

Tabela 10: Diferença entre os topos do Mbro. Bachaquero, Fm. Lagunillas, em poços perfurados no lago.

POÇO	DATA DE PERFURAÇÃO	MBRO. BACHAQUERO	DIFERENÇA (PÉS)	DIFERENÇA (ANOS)
L2-ORIG	oct-26	-2550	-15	4
L2-H1	nov-30	-2565		
L3-ORIG	ene-27	-2416	-24	9
L3-H1	abr-36	-2440		
L8-ORIG	ene-27	-2450	-31	44
L8-H1	mar-71	-2481		
L9-ORIG	nov-27	-2452	-36	8
L9-H1	ene-35	-2488		
A2-ORIG	feb-27	-2503	-12	40
A2A	oct-67	-2515		

Fonte: A autora, 2022.

A tabela seguinte mostra a diferença em profundidade do topo do Mbro. Lagunillas da Fm. Lagunillas registada em 3 furos diferentes do mesmo poço perfurado no leito do lago a partir de 1929, entre os quais existe uma diferença notável.

Tabela 11: Diferença entre os topos do Mbro. Lagunillas Inferior, Fm. Lagunillas, em poços perfurados no lago.

POÇO	DATA DE PERFURAÇÃO	MBRO. LAGUNILLAS INF.	DIFERENÇA (PÉS)	DIFERENÇA (ANOS)
A38-ORIG	jun-29	-3250	-25	5
A38-H2	abr-34	-3275		
A38-H2	abr-34	-3275	-33	8
A38-H3	jun-42	-3308		

Fonte: A autora, 2022.

A tabela seguinte mostra a diferença em profundidade do topo da camada superior do Mbro. Lagunillas Inferior da Fm. Lagunillas registrada em 6 poços perfurados em terra em 1926 e 1928 (2 poços originais e seus respectivos gêmeos e 2 poços gêmeos entre si).

Tabela 12: Diferença entre os topos do Mbro. Lagunillas Inferior (camada superior), Fm. Lagunillas, em poços perfurados em terra.

POÇO	DATA DE PERFURAÇÃO	MBRO. LAGUNILLAS INF. (CAMADA SUP.)	DIFERENÇA (PÉS)	DIFERENÇA (ANOS)
TU34	jun-28	-2406	-15	13
TU34A	nov-41	-2421		
TU37	nov-26	-2390	-19	14
TU37A	dic-40	-2409		
TU44	jul-28	-2345	-48	32
TU42	sept-60	-2393		

Fonte: A autora, 2022.

A tabela seguinte mostra a diferença de profundidade do topo da camada intermédia do Mbro. Lagunillas Inferior da Fm. Lagunillas registrada em 2 poços gêmeos perfurados em terra em 1926 e 1940.

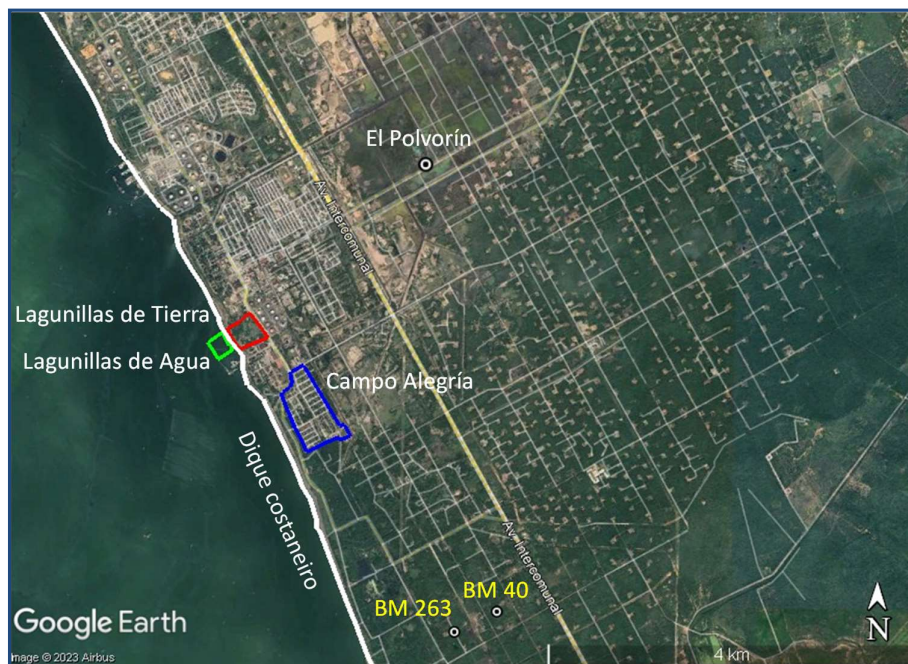
Tabela 13: Diferença entre os topos do Mbro. Lagunillas Inferior (camada intermédia), Fm. Lagunillas, em poços perfurados em terra.

POÇO	DATA DE PERFURAÇÃO	MBRO. LAGUNILLAS INF. (CAMADA MÉD.)	DIFERENÇA (PÉS)	DIFERENÇA (ANOS)
TU37	nov-26	-3096	-14	14
TU37A	dic-40	-3110		

Fonte: A autora (2022).

Conforme Shell (1970, p. 32), na campanha de medição de subsidência realizada em 1968, os máximos valores de subsidência foram observados no BM 263 (28,3 cm) e BM 40 (26,3 cm), localizados a 0,98 e 1,49 km respectivamente do dique costeiro e aproximadamente 2,5 km SE do campo Alegria (Figura 62), enquanto na campanha de 1970, o máximo valor de subsidência foi apresentado pelo BM 261 (30,3 cm), localizado a aproximadamente 3,5 km do dique costeiro e aproximadamente 2,5 km ENE de campo Alegria (Figura 63). Da mesma forma, segundo Shell (1972, p. 2), na campanha de 1972, esse BM apresentou o valor máximo de subsidência (35,2 cm).

Figura 62: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1968



Fonte: Google Earth (modificado), 2023.

Figura 63: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1970 e 1972



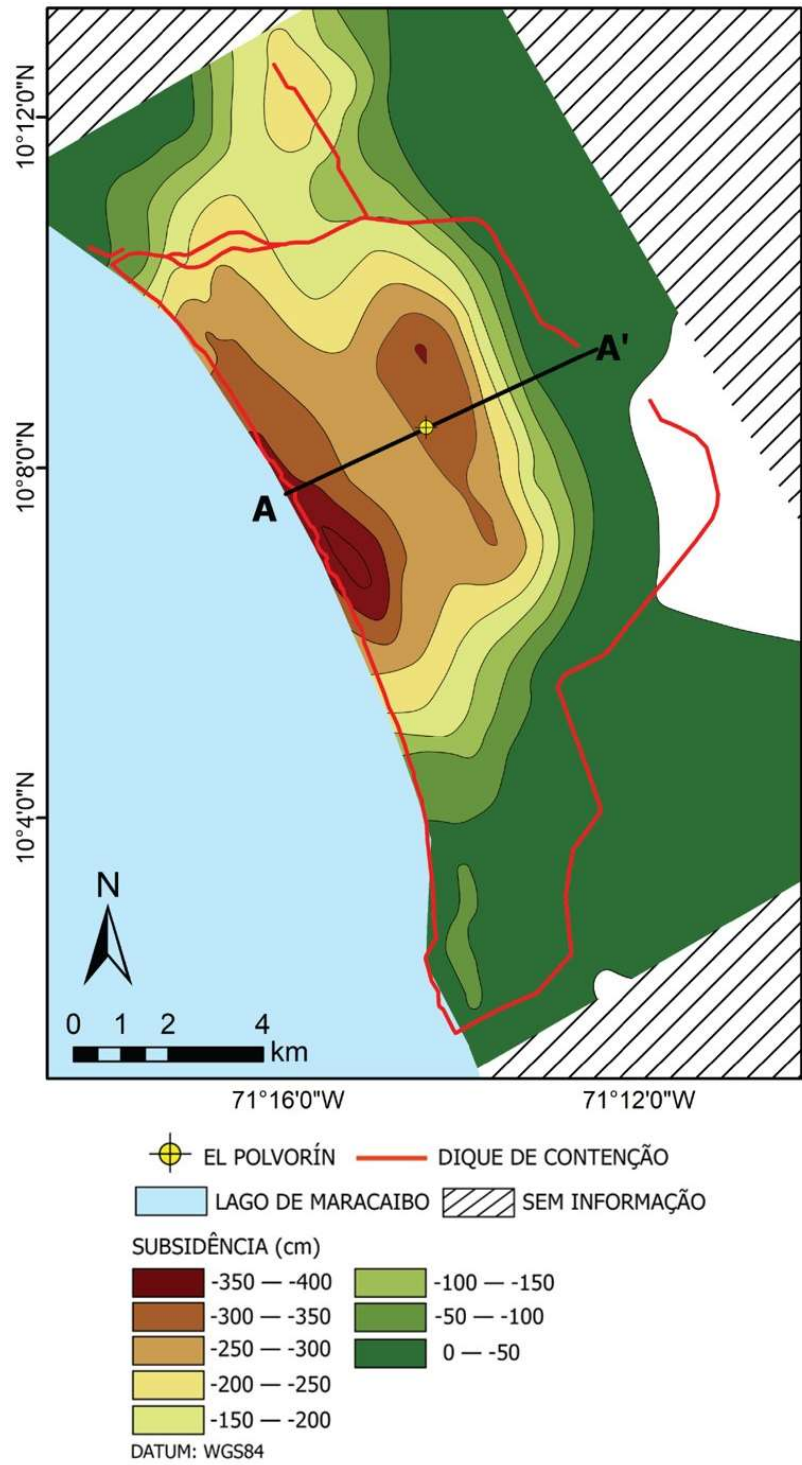
Fonte: Google Earth (modificado), 2023.

É importante destacar que de acordo com o MPPPM (2021, p. 78), um dos critérios jurídico-administrativos que embasa a delimitação da área que deseja ser declarada Zona de Segurança do Dique Costeiro da COLM é a resolução emitida em 1970 pelo Ministério de Minas e Energia onde proíbe a atividade de perfuração e injeção de poços que estejam em uma faixa de 200 m de cada lado do dique costeiro para proteger sua integridade. As atividades permitidas apenas na área próxima ao dique costeiro são aquelas relacionadas à manutenção de poços e oleodutos e aquelas necessárias para a manutenção e melhorias do SPCI da COLM. Além disso, são permitidas atividades ligadas a programas de conservação ambiental para o saneamento costeiro e a conservação de manguezais e fauna. As atividades proibidas mais proeminentes são a construção de novas infraestruturas, a perfuração de novos poços e a injeção de qualquer fluido como parte de projetos de Recuperação Melhorada de Hidrocarbonetos (RMH).

No mapa de 1978 (Figura 64), a maior subsidência ainda é observada próxima ao dique costeiro, com valores superiores a 300 cm, como mostra o perfil histórico de subsidência (Figura 65), não entanto, o novo foco de subsidência, em direção ao NE,

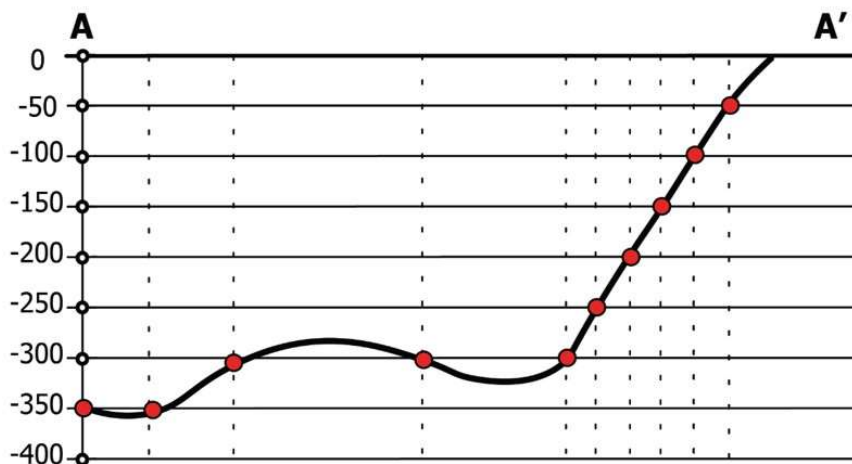
está claramente identificado. A área estimada afetada pela subsidência para esse ano é de 89 km².

Figura 64: Mapa de Subsidência Total de Lagunillas até 1978



Fonte: A autora (2023).

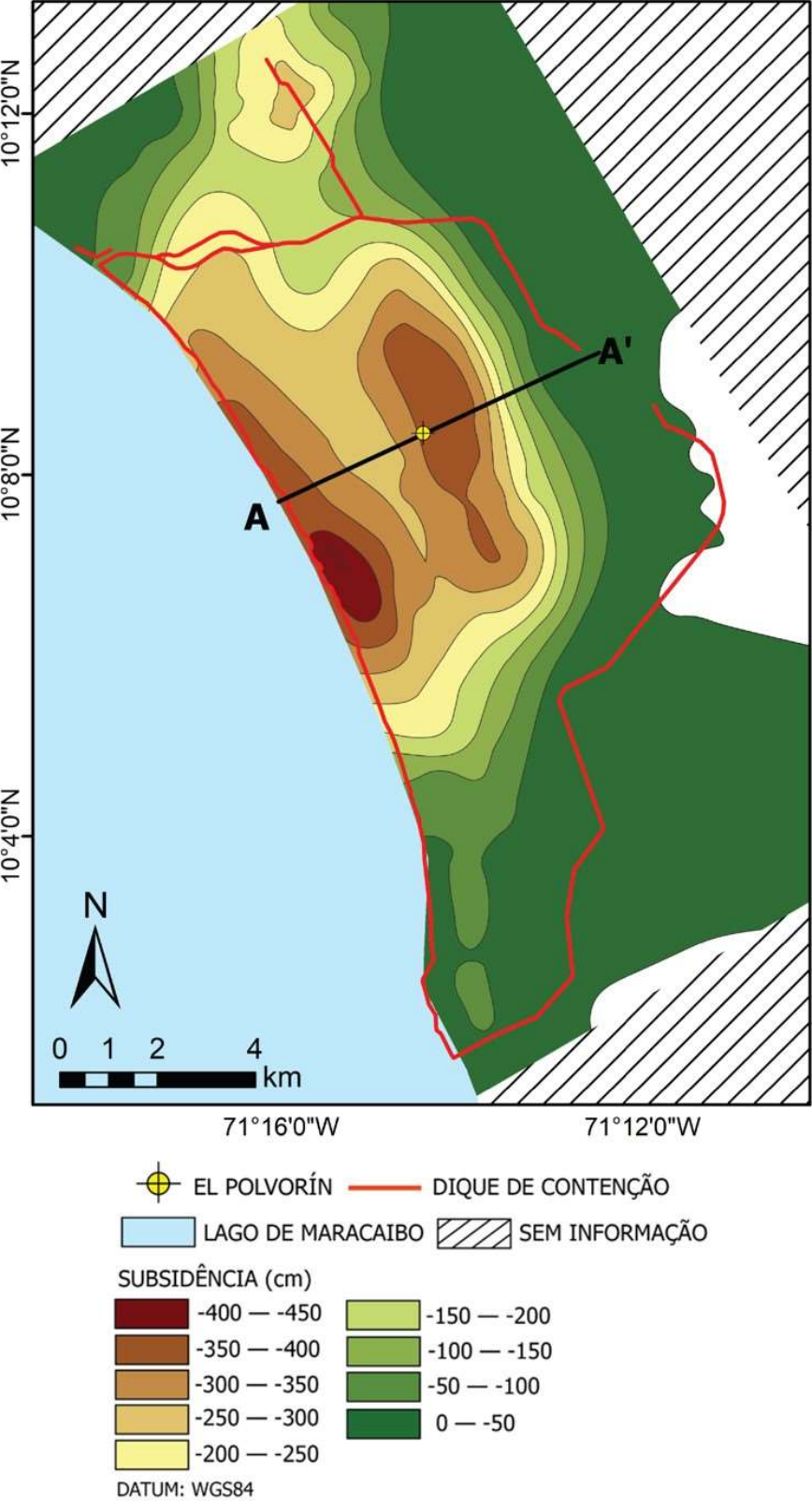
Figura 65: Perfil histórico de Subsidiência de Lagunillas até 1978



Fonte: A autora (2023).

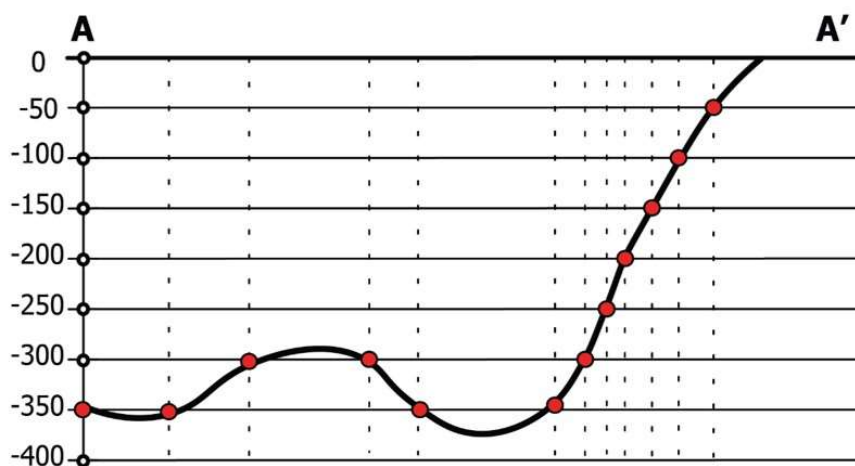
Assim como no mapa anterior, mas mais ao sul, no mapa de 1982 (Figura 66), a maior subsidência ainda é observada próxima ao dique costeiro, com valores superiores a 350 cm, como mostra o perfil histórico de subsidência (Figura 67), onde também fica evidente que o novo foco de subsidência já é mais profundo que o primeiro foco. A área afetada pela subsidência aumentou a 93 km².

Figura 66: Mapa de Subsidiência Total de Lagunillas até 1982



Fonte: A autora (2023).

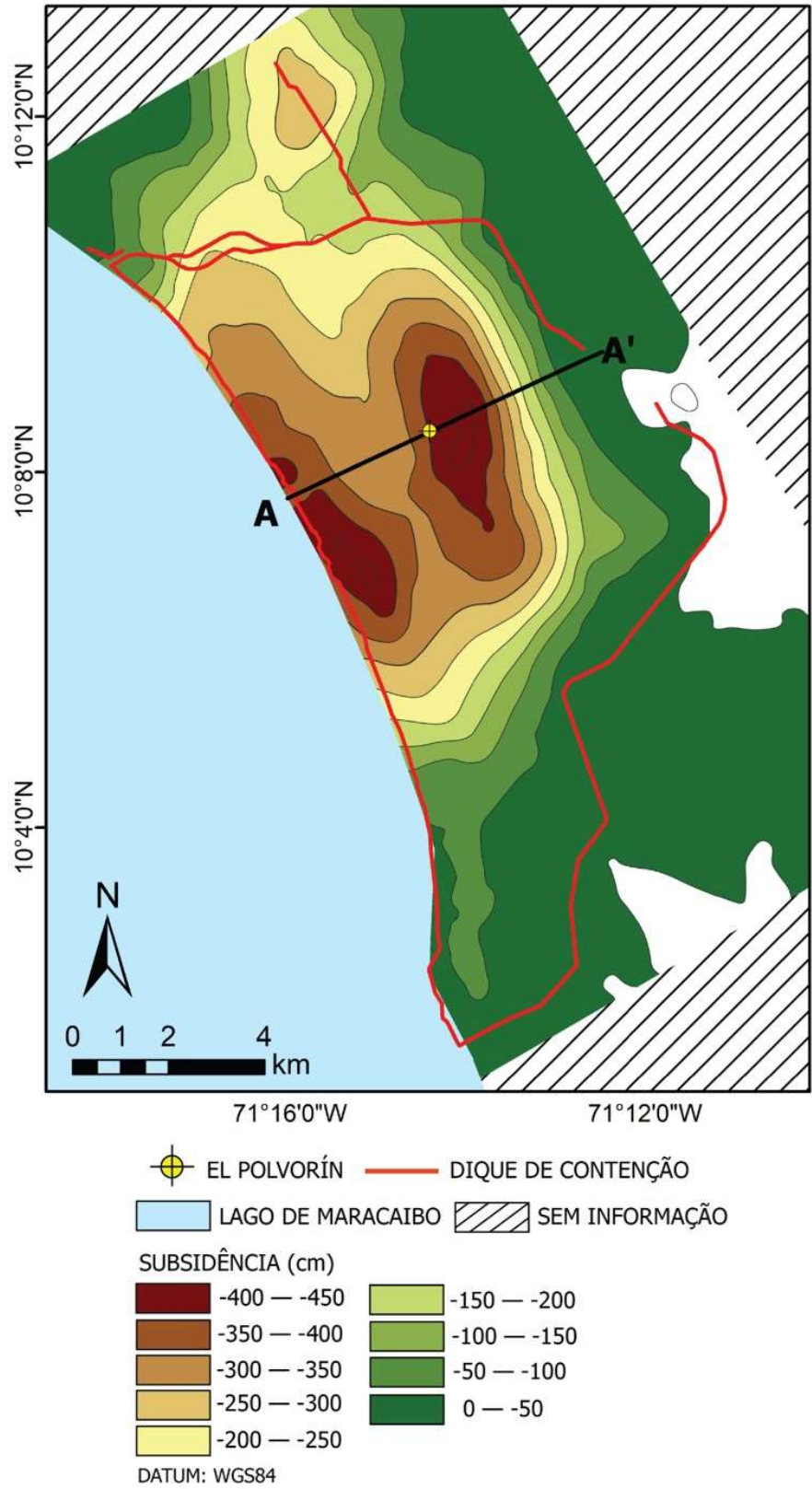
Figura 67: Perfil histórico de Subsidência de Lagunillas até 1982



Fonte: A autora (2023).

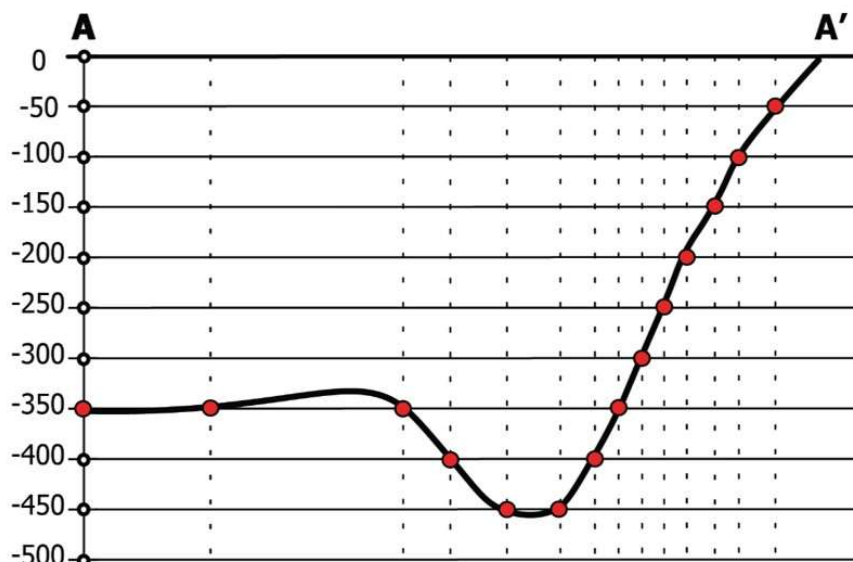
O mapa de 1986 (Figura 68) mostra que ambas as áreas se aprofundaram, porém, como esperado devido ao desenvolvimento do campo, a área NE se aprofundou ainda mais, apresentando valores próximos a 450 cm como mostra o perfil histórico de subsidência (Figura 69) e afetando uma área de aproximadamente 98 km².

Figura 68: Mapa de Subsidiência Total de Lagunillas até 1986



Fonte: A autora (2023).

Figura 69: Perfil histórico de Subsidiência de Lagunillas até 1986



Fonte: A autora (2023).

Na campanha de 1992, segundo Maraven (1992, p. 4), a maior subsidência foi detectada no BM 215B (21,5 cm), a 3,42 km do dique costeiro e aproximadamente 3,19 km ao NE do campo Alegría, indicando que o ponto de maior subsidência se deslocou para o norte, como observado no mapa anterior. Neste mesmo BM foi observado o valor máximo de subsidência total acumulada desde 1926 (-5,473 m) e a menor elevação em relação ao nível do lago foi registrada no BM 1364A, a 3,71 km do dique costeiro e 3,91 km ao NE de campo Alegría, com valor de -6,831 m. Ambos BM estão localizados em El Polvorín, onde a subsidência se desenvolveu mais rápido do que na antiga linha de costa. Ao longo do dique costeiro, a subsidência atingiu um valor máximo de subsidência bienal de -6,7 cm e a máxima subsidência acumulada atingiu um valor de -4,976 m., registrado no BM AB (Figura 70).

Figura 70: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1992



Fonte: Google Earth (modificado), 2023.

Na campanha de 1994, a maior subsidência foi detectada novamente no BM 215B (23,4 cm), onde também a subsidência total acumulada desde 1926, atingiu o máximo de -5,707 m, a menor elevação acima do nível do lago foi registrada no BM 1388 (-7,401 m), localizado a 3,36 km do dique costeiro e aproximadamente 3,46 km ao NE de campo Alegría (Figura 71), também em El Polvorín. Ao longo do dique costeiro a subsidência máxima atingiu -5,059 m, registrada no BM AB segundo Maraven (1994, p. 4).

Figura 71: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1994



Fonte: Google Earth (modificado), 2023.

Na campanha realizada em 1996, Maraven (1997, p.3) afirma que a maior subsidência foi detectada no BM 1365B, a 3,1 km do dique costeiro (-24,3 cm) e aproximadamente 3,37 km ao NE de campo Alegre. A subsidência total acumulada desde 1926 atingiu um pico de -5,906 m no BM 215B e a menor elevação acima do nível do lago foi registrada no BM 1388 (-7,608 m). Todos os BM estão localizados em El Polvorín. Na área do dique costeiro, a subsidência máxima acumulada é de -5,103 m no BM AB, localizado a 0,3 km do dique costeiro e aproximadamente 1,3 km ao NE do campo Alegre (Figura 72).

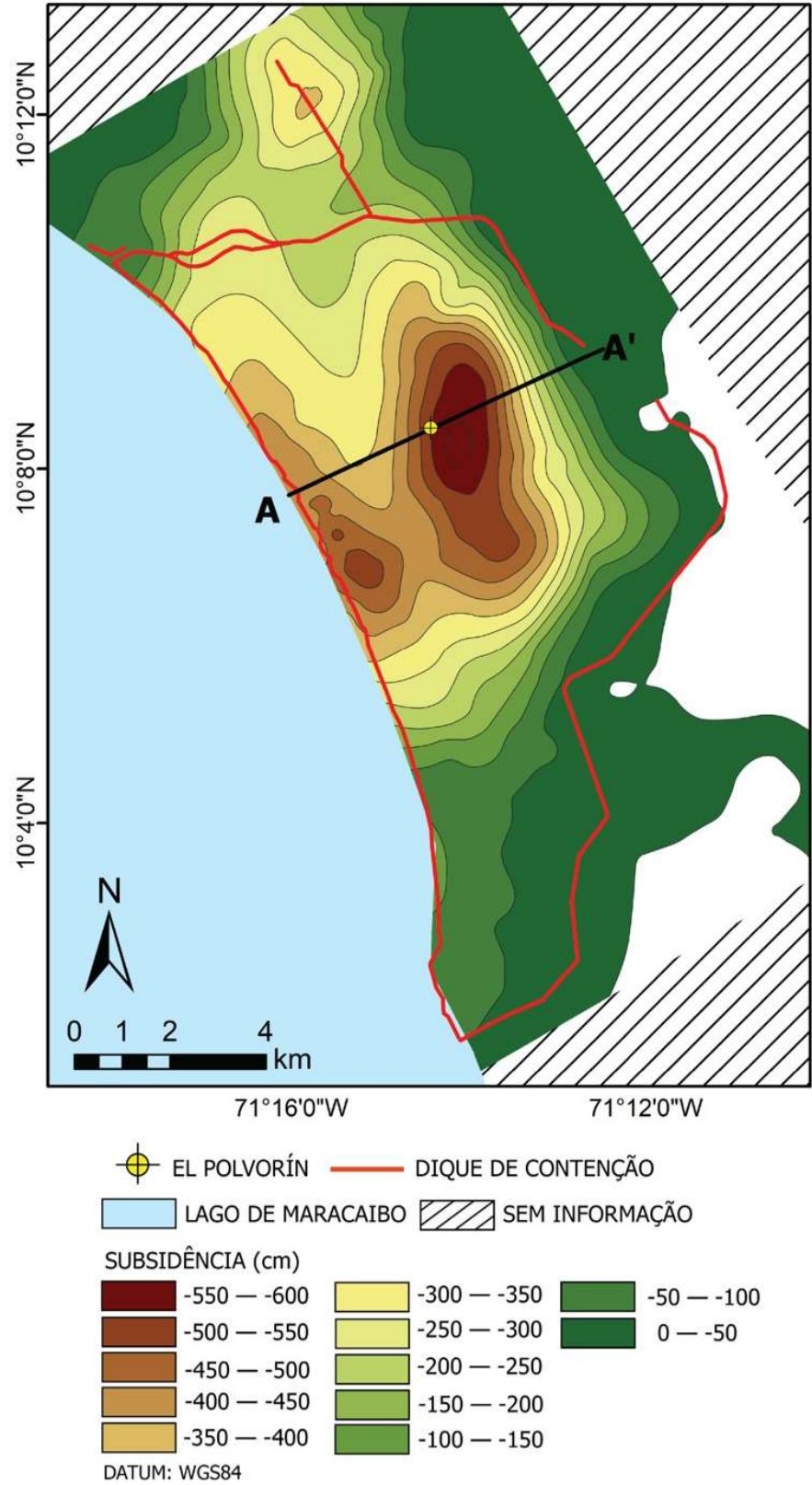
Figura 72: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1996



Fonte: Google Earth (modificado), 2023.

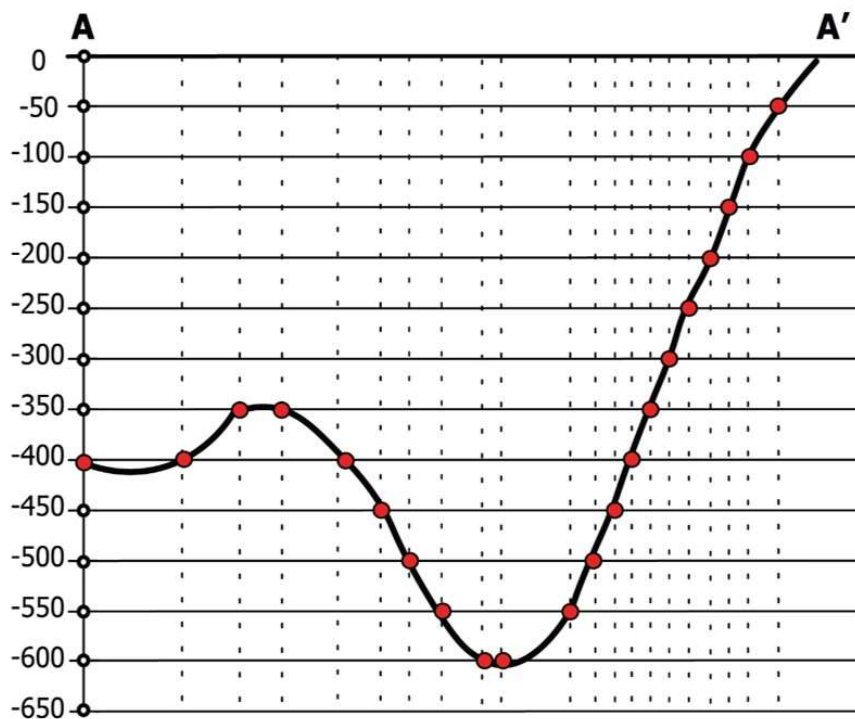
Já em 1998 e com uma área afetada de 106 km², a maior subsidência foi definitivamente localizada próxima de El Polvorín (Figura 73), atingindo aproximadamente 600 cm naquele ano, como mostra o perfil histórico de subsidência (Figura 74).

Figura 73: Mapa de Subsidiência Total de Lagunillas até 1998



Fonte: A autora (2023).

Figura 74: Perfil histórico de Subsidiência de Lagunillas até 1998



Fonte: A autora (2023).

Na campanha de 2000, o maior movimento bienal foi observado no BM 215B (25,8 cm) e no BM 214B (24,8 cm), este último localizado a 2,68 km do dique costeiro e aproximadamente 2,5 km ao NE do campo Alegría. Na campanha anterior (1998) esses BMs registraram valores de -6,994 m e -7,501 m e nesta campanha apresentaram valores de -7,759 m e -7,242 m, respectivamente. O movimento total foi evidenciado pelo BM 215B (- 6,41 m) e pelo BM 216 (-5,96 m), este último localizado a 4 km do dique costeiro e aproximadamente 3,8 km ao NE do campo Alegría (Figura 75), segundo a PDVSA (2001, p. 45).

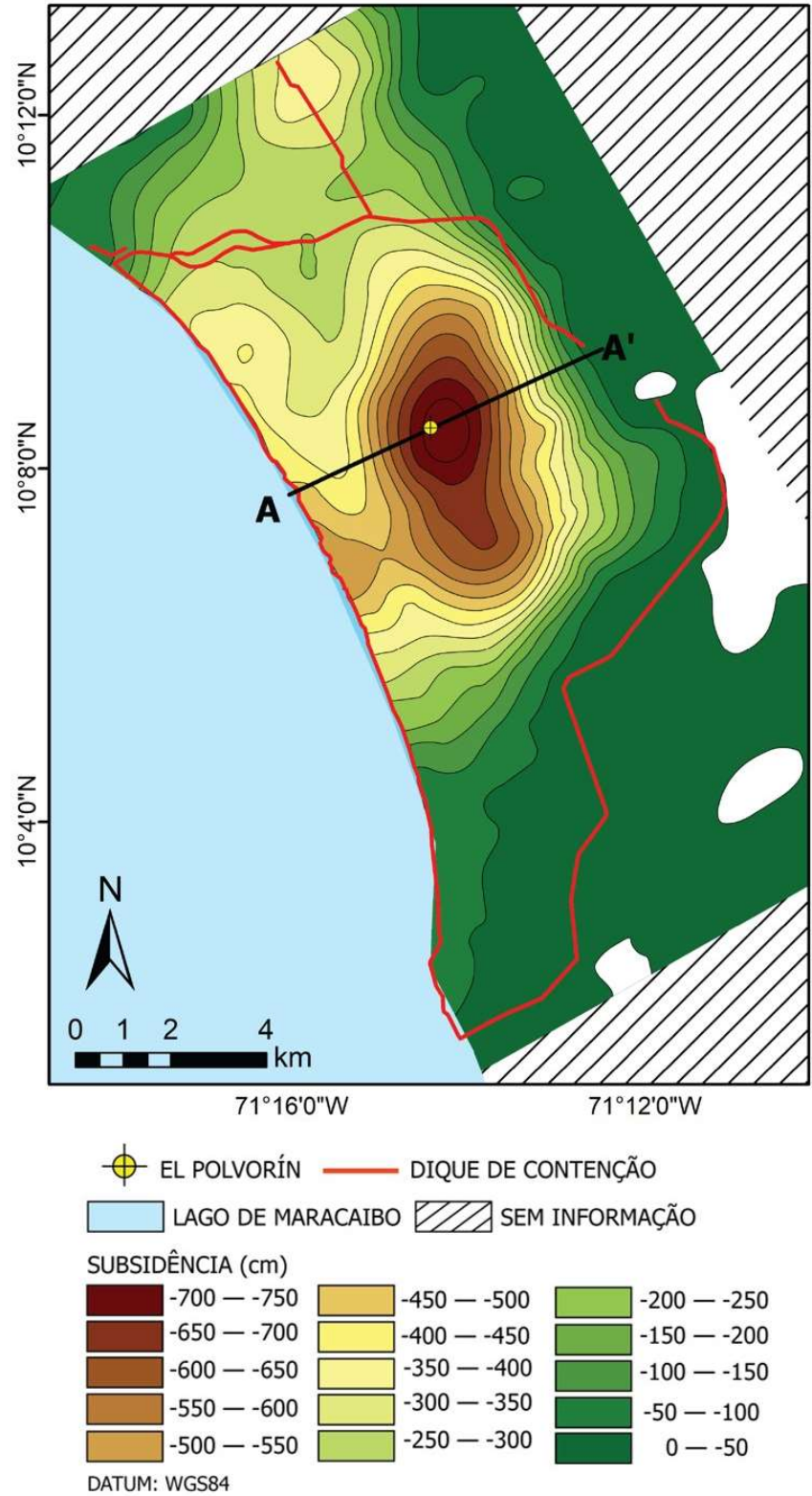
Figura 75: Localização dos BMs com os maiores valores de subsidência em 1998 e 2000



Fonte: Google Earth (modificado), 2023.

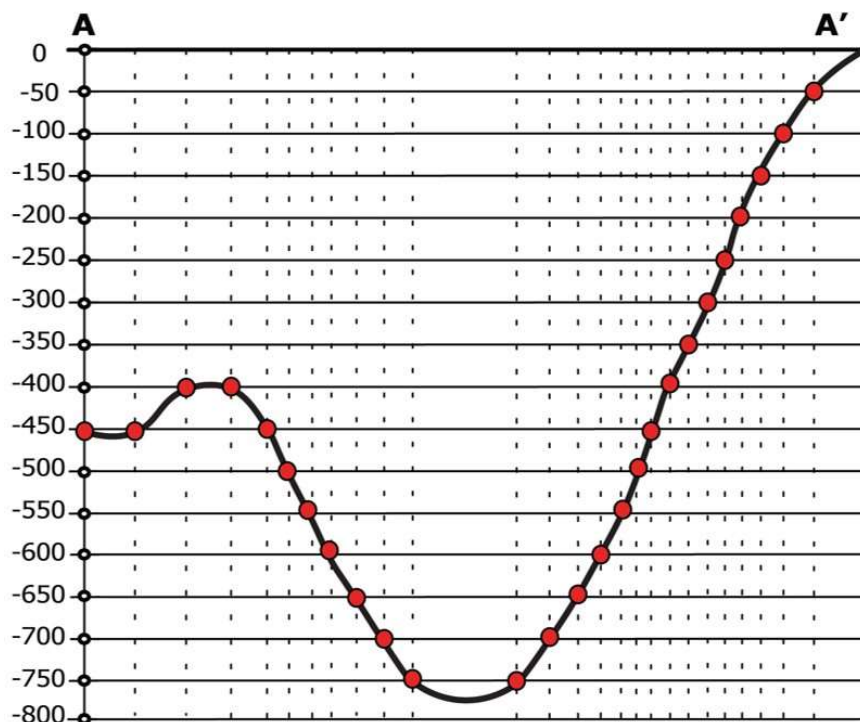
A situação apresentada no mapa de 1998 é mantida no último mapa analisado, correspondente ao ano de 2012 (Figura 76), onde a subsidência já ultrapassa 750 cm como mostra o perfil histórico de subsidência (Figura 77), afetando uma área de aproximadamente 109 km².

Figura 76: Mapa de Subsidiência Total de Lagunillas hasta 2012



Fonte: A autora (2023).

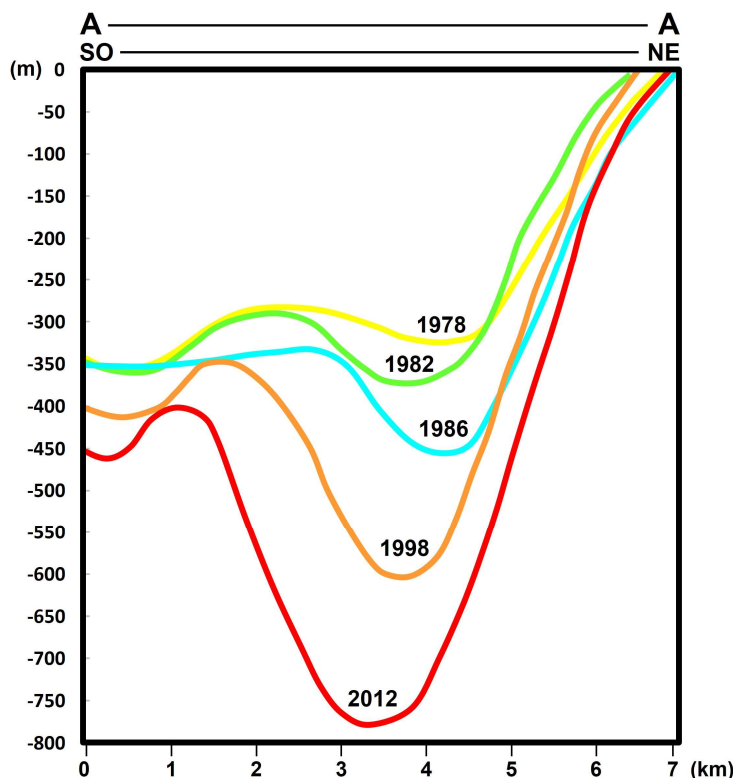
Figura 77: Perfil histórico de Subsidiência de Lagunillas até 2012



Fonte: A autora (2023).

Em síntese, a imagem a seguir reúne as curvas do avanço de subsidência mostradas nos perfis históricos, mostrando que para 1978 a maior subsidência encontra-se perto da linha de costa, com valores próximos a 350 cm, enquanto, em direção ao NE, um novo foco de subsidência é claramente identificado. Em 1982, a maior subsidência ainda estava presente próxima ao dique costeiro, com valores superiores a 350 cm, e também é visualizado que o novo foco de subsidência se tornou mais profundo que o primeiro. Em 1986, ambas as áreas se aprofundaram, porém, como esperado devido ao desenvolvimento do campo, a área NE se aprofundou mais que a primeira, apresentando valores próximos a 450 cm. Já em 1998, a maior subsidência foi definitivamente localizada próxima de El Polvorín, atingindo aproximadamente 600 cm, situação que se mantém em 2012, onde a subsidência já ultrapassa 750 cm (Figura 78).

Figura 78: Progresso da Subsidiência em Lagunillas até 2012



Fonte: A autora (2023).

Línea de tempo.

A análise do contexto geopolítico como fator de influência na manifestação da subsidência -desenvolvido no objetivo 1- permitiu identificar os primeiros eventos considerados marcos históricos nesta pesquisa. Esses eventos influenciaram o comportamento de vários elementos descritos e analisados no restante dos objetivos específicos:

1. Perda e/ou degradação de elementos naturais presentes na área de estudo como vegetação, solos e elementos hidrográficos como cursos d'água, litoral e a Gran Ciénaga de Lagunillas (Figura 79).
2. Perda e/ou inabitabilidade dos povoados de Paraute e Lagunillas de Água e suas populações (Figura 80).
3. Elementos relacionados à indústria petroleira em Lagunillas, considerando o desenvolvimento da infraestrutura petroleira (Figura 81), a construção do dique costeiro e a extração de fluidos -água e hidrocarbonetos- (Figura 82).

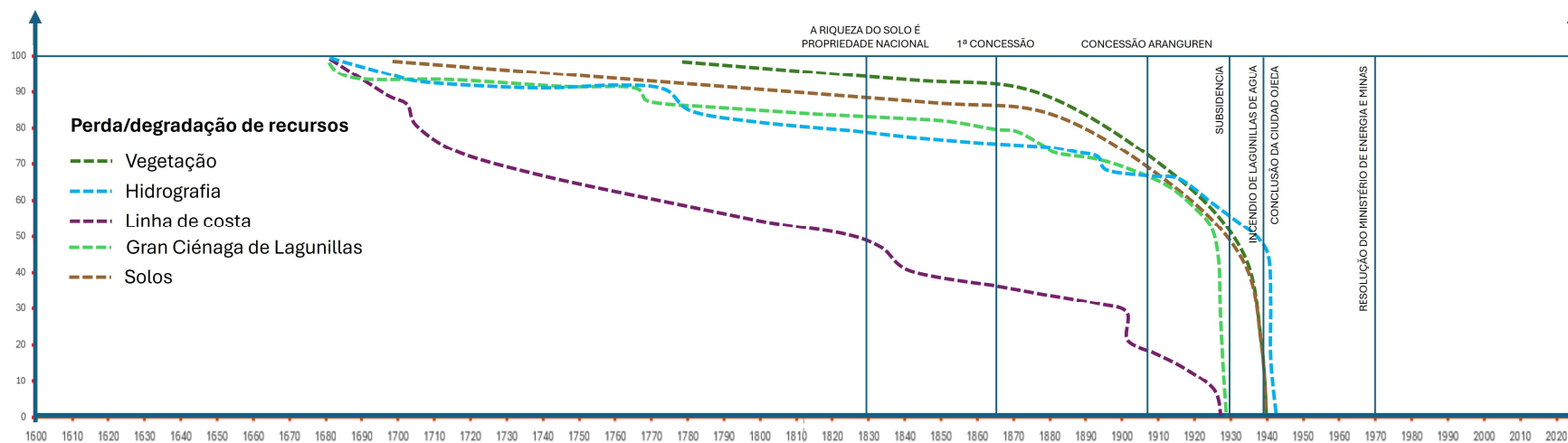
A representação e interpretação do comportamento de cada um desses elementos serão mostradas conforme os objetivos específicos e, posteriormente, serão apresentadas em conjunto para compreender o fenômeno da subsidência como um marco na História Ambiental de Lagunillas, COLM (Figura 83). Além disso, na área de estudo os elementos vegetação e população possuem amostras datadas por radiocarbono, em um período que varia de 1.000 anos a.C. a 300 d.C., no entanto, o ano considerado para iniciar as linhas do tempo foi 1600 (século XVII), considerando a bibliografia consultada, os mapas descritos e analisados e a ótima visualização dos marcos históricos (Tabela 14) e tendências das linhas.

Tabela 14: Marcos.

Anos	Marcos
1829	Simón Bolívar consagrou as riquezas do subsolo como propriedade nacional.
1865	A primeira concessão de petróleo foi concedida: todo o território zuliano.
1907	1 milhão de hectares foram concedidos ao Geral Antonio Aranguren nos distritos Maracaibo e Bolívar, no estado Zulia, para desenvolver jazidas de petróleo e asfalto por 50 anos: a concessão Aranguren.
1929	Confirmação do progressivo afundamento do solo e a Gran Ciénaga de Lagunillas apareceu pela última vez em um mapa.
1939	Em 1939, os habitantes de Lagunillas de Água disseram ao Presidente da República que viviam uma vida tranquila, como os seus antepassados, mas as companhias petrolíferas foram estabelecidas e a flora e fauna nativas desapareceram. Além disso, o povoado de Lagunillas de Agua foi totalmente destruído por um novo incêndio ao mesmo tempo em que Ciudad Ojeda, a primeira cidade da Venezuela a ser construída por disposição oficial, sujeita a um plano preconcebido para abrigar a população do povoado de água, foi concluída. Após o incêndio, os habitantes de Lagunillas de Agua se estabeleceram em Tasajera, Las Morochas e Lagunillas de Tierra, perdendo o lago e a água o terreno na identidade lagunillense.
1970	Resolução do Ministério de Minas e Energia que proíbe a perfuração e injeção de poços em uma faixa de 200 m de cada lado do dique costaneiro para proteger sua integridade.

Fonte: A autora (2024).

Figura 79: Línea do tempo da Perda/degradação de recursos



Em 1699, os solos da área de estudo foram descritos como alagados.

Em 1840, os solos foram descritos como matas virgens e as áreas circundantes cobertas por gramíneas.

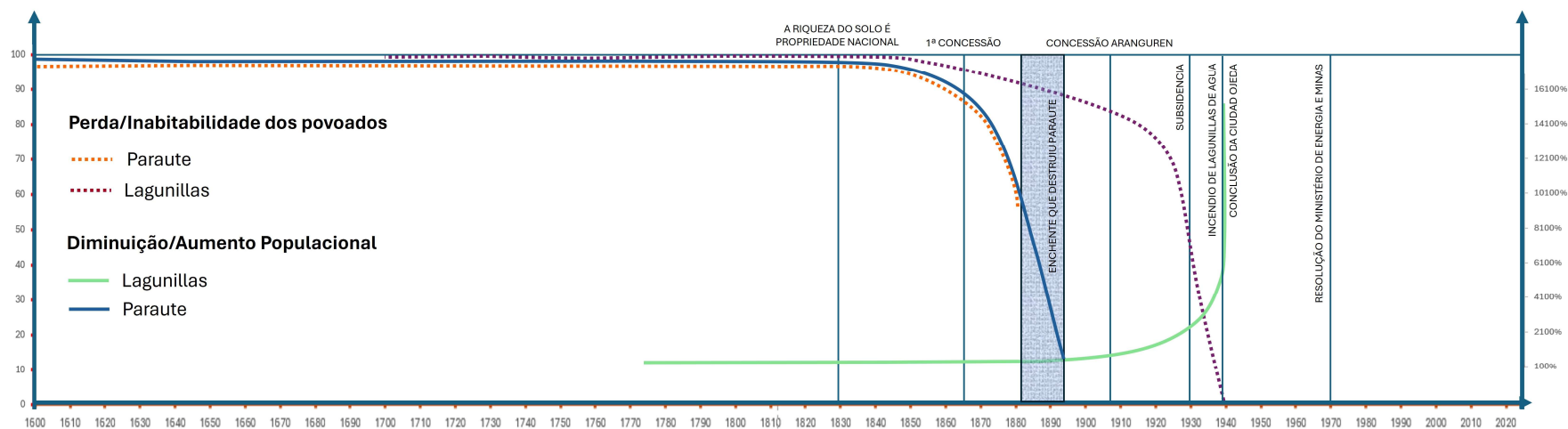
Em 1929, apenas 3 anos depois da existência de Lagunillas como campo petrolífero, a Gran Ciénaga de Lagunillas apareceu pela última vez em um mapa.

Em 1939, a Gran Ciénaga de Lagunillas desapareceu completamente: foi drenada, seca e seus espaços encheram para ganhar terras para perfurar novos poços, ou seja, os solos e a vegetação original desapareceram devido ao enchimento dos solos com a intenção de evitar que as águas inundassem a área.

A linha de costa, que originalmente delimitava uma enseada, foi alterada conforme os diques construídos pelas empresas concessionárias para impedir a entrada de água. Desde 1937, quando as concessionárias concordaram em unificar critérios para a construção de um sistema maior de proteção contra enchentes, é o dique costeiro que contorna a linha de costa e recebe as ondas das águas do lago de Maracaibo. O Sistema de Proteção contra Inundações (SPCI) consiste em um dique costeiro de 47 km de comprimento, 59 km de diques interiores para controlar a inundação das águas pluviais das terras mais altas, 490 km de canais de drenagem e 30 estações de bombeamento que drenam a água para o lago. Atualmente, não há cursos d'água na área devido às obras de drenagem que se multiplicaram devido à exploração petrolífera.

Em 1972, os solos do entorno do dique costeiro foram definidos como solos lacustres litorâneos correspondentes a uma ciénaga drenada, desprovida de vegetação e cujo material era originalmente supersaturado de água.

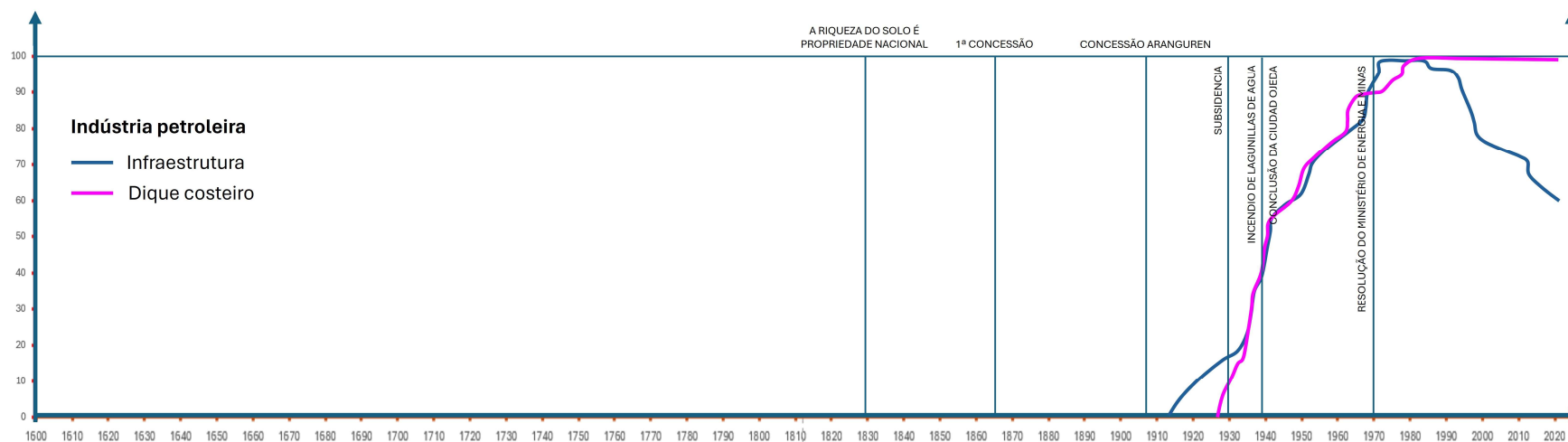
Figura 80: Línea do tempo da Perda/Inabitabilidade dos povoados e da Diminuição/Aumento Populacional



As referências mais antigas à existência do povoado de Paraute são de 1610 (documento que o menciona como porto de Carora) e de 1699 (carta corográfica). Este povoado foi destruído por uma enchente e seus habitantes se mudaram para Lagunillas. A data desse evento é desconhecida, no entanto, o último mapa que o mostra é de 1775 e o último documento é de 1882, quando foi mencionado entre os quatro povos indígenas que existiam no COLM na época. No mapa de 1894, Paraute não existe mais.

Um mapa de 1707 mostra Lagunillas, um povoado indígena, palafítico, estabelecido primeiro dentro da ciénaga, depois nas águas do lago e, finalmente, na faixa de terra que separa a ciénaga das águas do lago. A chegada das concessionárias petroleiras causou vários problemas: elas progressivamente cercaram o povoado, poluíram as águas do lago devido a derramamentos e deterioraram as condições de vida do povoado, à medida que crescia rápida e desordenadamente em direção à terra, enquanto experimentava um crescimento populacional desproporcional. A irregularidade das construções o tornou ainda mais fraco diante de investidas naturais, especialmente vendavais lacustres. A construção dos urbanismos petroleiros, como Campo Alegría (1928), originou que Lagunillas de Agua, a população original, se tornasse a população complementar. A ideia da sua relocalização, desde 1926, concretizou-se em 1939, após um incêndio que devastou o povoado de Água.

Figura 81: Línea do tempo da Indústria petroleira

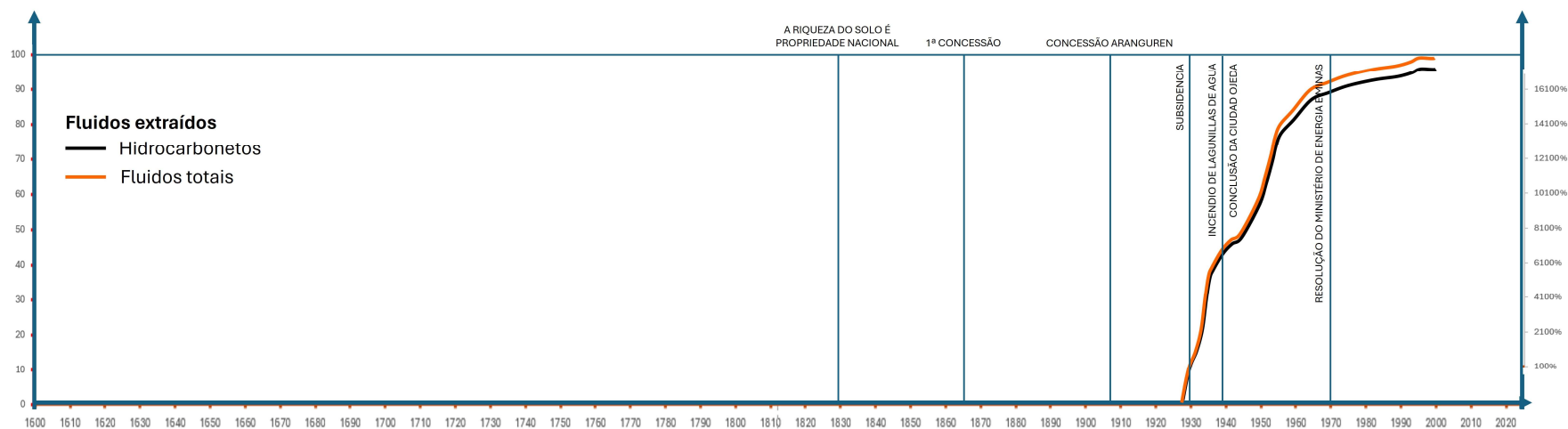


Entre 1925 e 1926, as águas do lago inundaram progressivamente a costa lagunillense, tornando contestáveis as concessões da VOC, uma vez que seus limites eram baseados na marca da maré alta, para impedir a entrada de água construíram pequenos diques de terra ao redor dos poços e mais tarde um dique mais alto que em 1929 quebrou-se devido a uma tempestade, e a água atingiu níveis mais elevados do que nos anos anteriores, comprovando o progressivo afundamento do terreno.

Em 1931, outra tempestade o rompeu e a água inundou as áreas operacionais, o que levou as empresas a construírem um dique de concreto armado com estacas, juntamente com um sistema de canais e drenos, ou seja, o dique costeiro é uma infraestrutura construída progressivamente, utilizando diferentes materiais e incluindo no último projeto, diques e *polders* para drenagem, secagem e enchimento de áreas pantanosas e manguezais para construção de diversas instalações industriais, além de acampamentos residenciais. Enquanto as jazidas mais rasas na área continuam produzindo petróleo, a subsidência será favorecida, por isso haverá necessidade de adaptação e reforço do dique costeiro e substituição das tubulações e canais.

A resolução emitida em 1970 pelo Ministério de Minas e Energia proibia as atividades que pudessem afetar a integridade do dique costeiro em uma faixa de 200 m em cada um de seus lados. Essas atividades incluem a construção de novas infraestruturas, a perfuração de novos poços e a injeção de qualquer fluido como parte de projetos de Recuperação Aprimorada de Hidrocarbonetos (RMH). As únicas atividades permitidas são aquelas relacionadas à manutenção de poços e tubulações e aquelas necessárias para a manutenção e melhorias no SPCI, provocando uma diminuição da infraestrutura, juntamente com o início da realocação dos habitantes para Ciudad Ojeda e a demolição de casas desabitadas. Hoje, só resta infraestrutura operacional e campos residenciais muito deteriorados, com muita pouca manutenção.

Figura 82: Línea do tempo de Fluidos extraídos



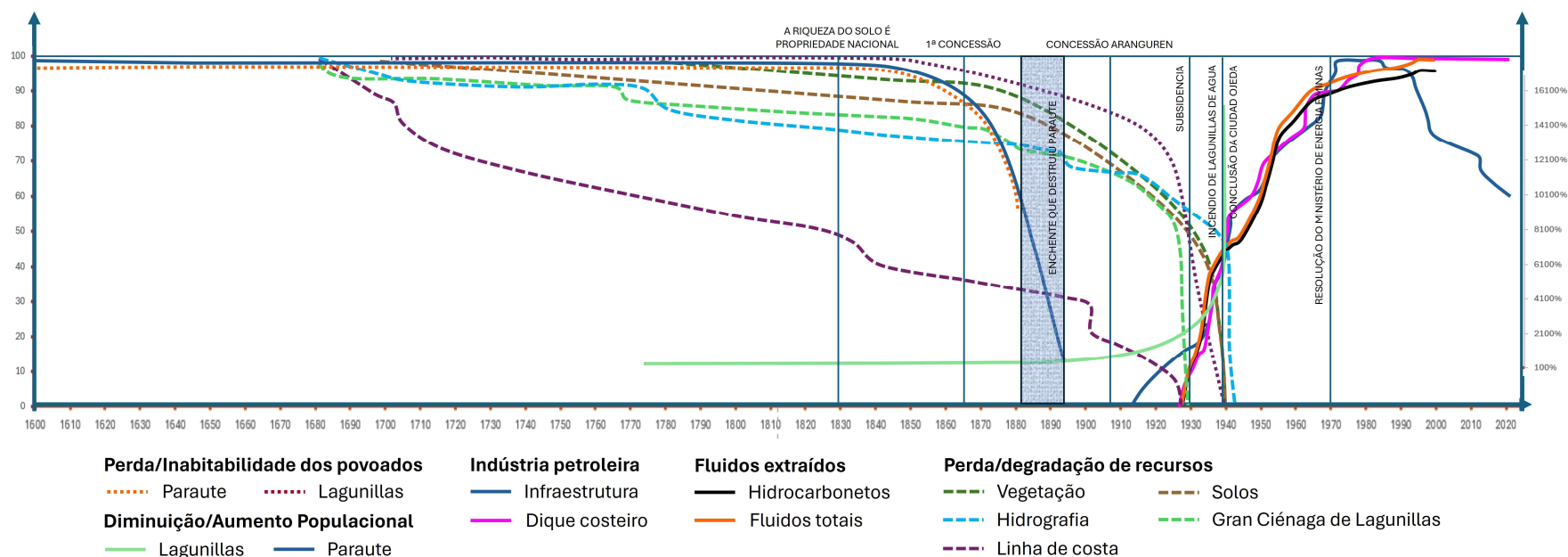
Os dados de produção de hidrocarbonetos em Lagunillas são registrados a partir de 1928. Este gráfico mostra até 1998, uma vez que, até aquele ano, o campo era administrado por uma única subsidiária da PDVSA (Maraven, S.A.). Como se vê, o campo de Lagunillas produzia 100% de hidrocarbonetos (gás e petróleo) e a partir de 1951 é quando começou a produzir água. Os principais mecanismos de produção nos reservatórios da área são o empuxo de gás em solução e a compactação.

No início de 1927, a campanha de perfuração em Lagunillas foi tão intensa que causou, entre outros problemas, a redução do número de equipamentos de perfuração operativos e a não perfuração de poços a uma distância inferior a 7 m.

A Venezuela passou a se posicionar como o segundo maior país produtor de hidrocarbonetos do mundo, sendo o campo de Lagunillas o fornecedor, em 1928 e 1929, de três quintos do petróleo.

A compactação é devida à diminuição da pressão dos fluidos no reservatório devido à sua extração, o que por sua vez aumenta a pressão exercida sobre o reservatório pelos estratos subjacentes que afundam progressivamente até se manifestarem como subsidência na superfície do solo. No entanto, a compactação atua efetivamente na manutenção da pressão do reservatório e, portanto, na recuperação do petróleo. 70% da produção em Lagunillas pode ser atribuída à compactação.

Figura 83: Línea do tempo final



No período em que se estima que Paraute foi afetado por uma enchente (1883-1893), visualiza-se que este povoado desapareceu e sua população mudou-se para Lagunillas.

No final da década de 1920, quando a subsidência já havia se manifestado, observou-se a perda ou degradação da linha de costa devido ao progressivo enchimento da área e à construção dos primeiros diques, situações que levaram ao desaparecimento da Gran Ciénaga de Lagunillas, ao mesmo tempo em que a produção de hidrocarbonetos em Lagunillas começou a ser registrada e a infraestrutura petroleira na área aumentou.

Em 1939, vários eventos decisivos ocorreram na área: o incêndio que destruiu Lagunillas de Agua, o povoado original, uma parte da população sobrevivente mudou-se para a terra e outra, para uma nascente Ciudad Ojeda. Ainda naquele ano, o enchimento progressivo da área e a construção do novo dique acabaram por desaparecer dos solos e da vegetação originais, bem como dos cursos d'água naturais da área.

Em 1970, a resolução emitida pelo Ministério de Minas e Energia em favor da integridade do dique costeiro levou a uma diminuição da infraestrutura petroleira, juntamente com o início da mudança dos habitantes para Ciudad Ojeda e a demolição das casas desabitadas.

CONCLUSÕES

A ocorrência de subsidência na área de estudo foi favorecida por múltiplos fatores analisados nesta pesquisa. Já desde 1699, os solos da COLM eram conhecidos por serem alagados, de fato, no início das atividades petrolíferas, era difícil estabelecer acampamentos devido às condições do terreno, o que se deve à sua topografia e características litológicas e sedimentológicas.

Adicionalmente, as evidências arqueológicas estudadas faz 40 anos aproximadamente demonstraram que a área estava coberta pelas águas do lago de Maracaibo, porém também puderam ser as águas da Gran Ciénaga de Lagunillas devido às dimensões que esta possuía. Os mapas do século XVII demonstram a sua existência, tal como as fotografias antigas. De fato, a presença de vegetação de mangue foi totalmente identificada desde o século XVIII. As florestas virgens, gramíneas, grandes juncos com muitas árvores tintoriais e florestas úmidas identificadas no século XIX dão uma ideia melhor da baixa perturbação antropogênica da área naquela época.

As mudanças na forma da linha de costa observadas na cartografia -uma lagoa fechada nos séculos XVI e XVII, uma lagoa conectada às águas do lago no século XVIII e restrição desta conexão em meados do século XIX- podem ser devidas a mudanças na topografia da área, nos níveis das águas da ciénaga ou dos cursos de água que a alimentam. No final da década de 1920, quando a subsidência já havia se manifestado, a perda ou degradação da linha de costa deveu-se ao progressivo enchimento da área e à construção dos primeiros diques.

Ilustrações feitas no século XVII usaram o nome Lagunillas para identificar uma lagoa localizada entre os rios Paraute e Tamare. É a partir do século XVIII quando se referem a Lagunillas como um povoado de índios, cujo habitat palafítico se localizava diretamente sobre as águas do lago e que viviam da fabricação de produtos feitos com a ênea que sacavam de seu grande ciénaga: esteiras, redes, tapetes, entre outros, da talha da madeira, da pesca no lago e no canal. Quando Paraute, também um povoado de água primitivo, foi afetado por uma enchente, sua população mudou-se para Lagunillas.

Em qualquer país, muitas de suas eventualidades nacionais podem ser devidas a circunstâncias geopolíticas globais, como no caso da Venezuela petroleira, onde o desenvolvimento dessa indústria não pode ser dissociado do que acontece fora de

suas fronteiras, assim como as decisões governamentais não podem ser dissociadas do início e desenvolvimento de Lagunillas como um campo petrolífero, a manifestação de subsidência e a interrupção do equilíbrio em que viviam seus habitantes.

Desde a época das primeiras concessões, o papel do Estado se cifrou em favorecer aos seletos grupos que obtinham as concessões -traficantes de concessões, nas palavras do pesquisador Bernard Mommer (1988, p. 200)- e depois vendiam-nas às empresas estrangeiras, beneficiando-se economicamente e sem se preocupar como estas produziam e comercializavam o petróleo, já que mundialmente elas exerciam o controle absoluto sobre a indústria dos hidrocarbonetos e em consequência, sobre uma grande extensão territorial na Venezuela.

A grande extensão territorial dos distritos e a falta de uma presença sólida do governo local incentivaram as concessionárias a cuidar de tudo relacionado à gestão urbana, saúde, educação e serviços de infraestrutura em suas concessões. O bloqueio do canal Lagunillas e a destruição do cemitério é um exemplo do proceder das corporações petrolíferas e assim, progressivamente fizeram que desaparecessem os juncos, a turma, os patos silvestres e os peixes da ciénaga, para finalmente escorrer e secar, deixando a "Lagunillas sem lagoa", como diz a historiadora Maribel Montilla (2016, p. 100).

Para a população originária, a descoberta do petróleo resultou na contaminação de suas terras e águas e em sua realocação. A indústria petrolífera provocou um aumento desproporcional da população e o crescimento desordenado do povoado, deteriorando suas condições de vida.

O principal motivo para a construção do dique costeiro foi preservar os limites da concessão do VOC, pois eles eram baseados na maré alta das águas do lago. Uma vez resolvido isso, considerou-se o risco representado pelos derramamentos de óleo e, para isso, a solução foi realocar a população.

A extração contínua de petróleo em Lagunillas causou a compactação das camadas no subsolo, os topos dos membros Bachaquero e Lagunillas Inferior, pertencentes à Formação Lagunillas, confirmam isso. Esse fenômeno se manifesta na superfície através da subsidência do terreno da área de estudo.

O ponto de subsidência máxima foi deslocado do SE de Campo Alegría (1968) para o ENE (1970-1972). Em 1986, o novo foco de subsidência era mais profundo do que o foco original, localizado mais perto da linha de costa. Esta situação é mantida devido ao maior desenvolvimento do campo para o NE pôr à resolução de 1970. A

partir de 1992, o ponto de maior subsidência mudou-se para o norte, para El Polvorín, ao NE de Campo Alegría, onde a subsidência se desenvolveu mais rapidamente.

A convergência destas situações concebeu, há quase 100 anos, o único povoado da Venezuela cuja altura está abaixo das águas do lago de Maracaibo. O afundamento progressivo da costa foi comprovado em 1929, no mesmo ano em que a Gran Ciénaga de Lagunillas, o maior corpo de água da COLM, apareceu em um mapa pela última vez. Atualmente, não existem cursos de água na área devido às captações por obras de drenagem que se multiplicaram pela exploração petroleira.

Embora a velocidade da subsidência não seja tão agressiva como nos primeiros 20 anos de extração de petróleo, o terreno continua a descer e a área afetada cresce, sobretudo no fundo do lago. Os sismólogos garantiram que o dique costeiro pode se romper ante um sismo forte e se isso acontecer, as águas do lago inundariam totalmente Lagunillas e a zona costeira, esta região histórica ficaria destruída, já que é evidente o avanço da subsidência ao norte e oeste de Ciudad Ojeda.

Com o desenvolvimento da indústria petrolífera, a fisionomia da área mudou enquanto as corporações petrolíferas quiseram e os governos o permitiram. As mudanças na paisagem foram aceleradas. A busca do ouro preto incidiu na ruptura do relacionamento do homem com a terra. Como diz a historiadora Lorena Puerta Bautista (2010, p. 52): O petróleo não só incidiu no orçamento da nação, mas também na forma dos venezuelanos de perceber a paisagem e se relacionar com ele.

Enquanto os reservatórios mais rasos da área continuarem a produzir petróleo, a subsidência progressiva será favorecida, pelo que haverá a necessidade de adaptar o dique costeiro e substituir as tubagens, além do reforço constante do dique devido ao risco latente de liquefação dos solos. Atualmente, o dique costeiro delineia a linha de costa na área e é considerado uma das duas grandes obras de engenharia que possui o estado Zulia.

A situação atual de Lagunillas e dos seus habitantes tem sido amplamente difundida por meio de diversas redes sociais e meios de comunicação nacionais e internacionais. Os antigos habitantes de Lagunillas e aqueles que ainda vivem nela, mediante anedotas e lembranças mantêm viva a memória de crescer e ter vivido lá, divulgando também as condições em que se encontram atualmente os campos petroleiros residenciais e os perigos e riscos que os habitantes enfrentam, sobretudo em época de chuva.

Não há melhor exemplo dos efeitos da subsidência na população, do que a situação em que o quase centenário campo Alegría se encontra atualmente: desolado e isolado, casas com paredes rachadas e separadas, pisos com aberturas acentuadas, telhados desmontados, fugas na rede de gás doméstico, sem fornecimento de água potável. Ainda há famílias à espera da desejada recolocação, entretanto, ao setor não se prestam serviços públicos como transporte, coleta de lixo, limpeza de arbustos nem patrulhamento policial, nem privados como telefonia e internet. De urbanismo vanguardista, agora é um povoado abandonado a seu destino. A subsidência não somente afundou Lagunillas, tornando-a dependente de um sistema de bombeamento para drenar águas meteóricas e servidas, afundou-a na apatia também.

Ciudad Ojeda é conhecida como a primeira cidade da Venezuela que se constrói por disposição oficial, sujeita a um plano pré-concebido, incluindo o gás para uso doméstico, o que a tornou a primeira cidade a usar este derivado do petróleo na Venezuela. Atualmente, está a apenas 5 m de altura do nível do lago, no futuro poderá estar na maioria abaixo do seu nível.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) E SUPERINTENDÊNCIA DE IMPLEMENTAÇÃO DE PROGRAMAS E PROJETOS (Brasil). **Avaliação dos Aquíferos das Bacias Sedimentares da Província Hidrogeológica Amazonas no Brasil (escala 1:1.000.000) e Cidades Pilotos (escala 1:50.000)**. Volume XII – Resumo Executivo, 2015. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/07c7cf8f-6e81-4040-b405-8361f6b4cdf9/attachments/Volume_XII_Resumo_Executivo.pdf. Acesso em: 28 dez. 2023.

_____. **Avaliação dos Aquíferos das Bacias Sedimentares da Província Hidrogeológica Amazonas no Brasil (escala 1:1.000.000) e Cidades Pilotos (escala 1:50.000)**. Volume II – Geologia da Província Hidrogeológica Amazonas, 2015. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/07c7cf8f-6e81-4040-b405-8361f6b4cdf9/attachments/Volume_II-Geologia_da_PHA.pdf. Acesso em: 28 dez. 2023.

AGÜERO, Argenis. La dimensión geopolítica y económica del petróleo venezolano en las primeras décadas del siglo XX y su repercusión en el estado Cojedes. Fundación La Salle Campus Cojedes-Venezuela. **Revista Tiempo y Espacio**, vol. 22, nro. 58, p. 63-87, 2012. ISSN 1315-9496. Disponível em: <http://ve.scielo.org/pdf/te/v22n58/art04.pdf>. Acesso em: 28 set. 2022.

ALEGRÍA M., Ceferino. El Zulia Médico Geográfico. *In: XII CONFERENCIA SANITARIA PANAMERICANA*. Publicaciones de la comisión organizadora. Editorial Grafolit, Caracas, 1946. *E-book*. Disponível em: https://iris.paho.org/xmlui/bitstream/123456789/28797/1/CSP12_C20.pdf. Acesso em: 24 jan. 2022.

ARGÜELLES, Rodrigo de; PÁRRAGA, Gaspar de. **Mapa de la cuenca del lago de Maracaibo**. María, Nectario (1973) en Quijano, Elisa (2019), [1579]. 1 mapa, color. Escala original: S/Inf. Disponível em: <https://elisaquijano.com/ciudad/maracaibo-hispana-fundacion-2y3/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

AROCHA, José Ignacio. **Diccionario Geográfico, Estadístico e Histórico del Estado Zulia**. Imprenta Americana, Maracaibo, 1894. *E-book*. Disponível em: https://books.google.com/books?id=RdWNnhvPy4QC&printsec=frontcover&source=gs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 3 jul. 2022.

BEROES, Aurelio. **Mapa del estado Zulia**. Montevideo, Uruguay: Biblioteca Nacional de Uruguay [1894]. 1 mapa, color. Escala original: S/Inf. Disponível em: <http://bibliotecadigital.bibna.gub.uy:8080/jspui/bitstream/123456789/5088/1/I.02.682.G.5281.F7.1894.C7.jpg>. Acesso em: 31 jan. 2022.

BETANCOURT, Rómulo. **Venezuela, política y petróleo**. 6ª edición. Edición conjunta Academia de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Católica Andrés Bello, Fundación Rómulo Betancourt, Caracas, 2007. ISBN 980-01-1148-4. *E-book*. Disponível em: <https://ia800904.us.archive.org/7/items/venezuela-politica-y-petroleo-romulo-betancourt-2007/%7B00FFA26C-0D85-42AF-AA70-A384B0033260%7D.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2022.

BIERMAN, Paul R.; HOWE, Jehanna; STANLEY-MANN, Elizabeth; PEABODY, Michala; HILKE, Jens; MASSEY, Christine A. Old images record landscape change through time. **GSA Today** 15 (4): p. 4-10, 2005. DOI: [10.1130/1052-5173\(2005\)015<4:OIRLCT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/1052-5173(2005)015<4:OIRLCT>2.0.CO;2). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228680648_Old_images_record_landscape_change_through_time. Acesso em: 5 fev. 2023.

BORGER, N., LENERT, E. Geología y desarrollo del Campo Costanero Bolívar. **GEOS Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra**. Caracas, 1961. Disponível em: saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_geos/article/view/8347. Acesso em: 3 nov. 2021.

BOTELHO, Lúcio Antônio Leite Alvarenga. **Gestão dos Recursos Hídricos em Sete Lagoas/MG: uma abordagem a partir da evolução espaço-temporal da demanda e da captação de água**. Dissertação. Programa de PósGraduação, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MPBB-7QGN97/1/dissertacao_luciobotelho.pdf. Acesso em: 24 set. 2022.

BOURGUIGNON D'ANVILLE, Jean-Baptiste. **Mapa Especial del Gobierno de Venezuela**. La Jolla, California, Estados Unidos: Barry Lawrence Ruderman Antique Maps Inc. [1730]. 1 mapa, color. Escala original: S/Inf. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/raremaps/img/xlarge/60631op.jpg>. Acesso em: 22 jan. 2022.

BRACHO, Frank. El futuro del petróleo y las implicaciones para PDVSA. **Revista Asuntos**. Año 5, número 10. Petróleos de Venezuela (PDVSA), Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED). ISSN 1316-4171. Caracas, noviembre 2001.

BRASKEM (Brasil). **Encerramento Definitivo da Extração de Sal**. Braskem, 2021. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/encerramento-definitivo-da-extracao-de-sal>. Acesso em: 2 mar. 2022.

BRICEÑO, Gabriela. **Ciénaga. Qué es, características, tipos, fauna, flora, clima, ejemplos**. In: Euston 96. Disponível em: <https://www.euston96.com/cienaga/>. Acesso em: 20 dez. 2023.

BRITO ARAUJO, Natane. **Memórias (quase) póstumas da Lagoa do Subaé, Feira de Santana – Bahia (1970-2017)**. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, Brasil, 2019. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/ppgm.uefs.br/Disserta_o_-_Natane_Brito_Araujo_-_vers_o_final.pdf. Acesso em: 15 dez. 2021.

BURKE, Peter. **Visto y no visto**. El uso de la imagen como documento histórico. (versión castellana: Teófilo de Lozoya). Editorial: Crítica. Barcelona, España, 2005. ISBN 84-8432-631-4. *E-book*. Disponible en: https://www.academia.edu/36611635/Peter_Burke_Visto_y_no_visto. Acceso en: 4 fev. 2023.

CAMPOS PETROLEROS de Lagunillas amanecieron bajo las aguas. **Diario Republica** [online], 9 de maio 2014. Disponible en: <https://www.diariorepublica.com/regionales/campos-petroleros-de-lagunillas-amanecieron-bajo-las-aguas>. Acceso en: 18 set. 2022.

CANO, Víctor H. Application in gis for the generation of evacuation routes, tools for urban planning: case: east coast of Maracaibo lake. **Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.**, Vol. 26, N° 2, p. 5–6, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2011. ISSN 0798-4065. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652011000200003&lng=es&nrm=iso. Acceso en: 31 mar. 2021.

CARTA corográfica de la Laguna de Maracaibo. (Discreción de la laguna de la ciudad de Maracaibo, sacada por escala plana y petipie de leguas castellanas, con las ciudades, pueblos, balles, puertos, barras, fuersas y castillos que enzierra en sí por el ABC). Sevilla, España: **Archivo General de Indias**, [1699]. 1 mapa, color. Escala original: Escala de 5 leguas castellanas [=7,8 cm]. Escala reducida: ca. 1:357.224. Disponible en: <http://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/show/26237?nm>. Acceso en: 19 abr. 2022.

CARTA náutica de la Laguna de Maracaibo. Madrid, España: **Archivo General Militar de Madrid** [1707]. 1 mapa, color. Escala original: Escala de 10 leguas [=8,5 cm]. Escala reducida: ca. 1:653.594. Disponible en: https://bibliotecavirtual.defensa.gob.es/BVMDefensa/es/consulta/resultados_ocr.do. Acceso en: 19 abr. 2022.

CASANOVA, Mayreth. La vida entre las grietas. **Historias que laten** [online], 24 de set. 2021. Disponible en: <https://www.historiasquelaten.com/la-vida-entre-las-grietas/>. Acceso en: 16 set. 2022.

CASTILLERO MIMENZA, Oscar. Líneas de tiempo: ¿qué son y para qué sirven? **Psicología y Mente**, 16 de nov. 2017, 19:04. Disponible en: <https://psicologiaymente.com/psicologia/lineas-de-tiempo>. Acceso en: 4 fev. 2022.

CILENTO-SARLI, Alfredo. Infraestructura petrolera en Venezuela (1917-1975). Conquista del territorio, poblamiento e innovación tecnológica. In: MARTÍN FRENCHILLA, Juan José; TEXERA ARNAL, Yolanda. (comp). **Petróleo Nuestro y Ajeno. La ilusión de modernidad**. Caracas, Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela (UCV), 2005. p. 109-172. ISBN 980002189-2. *E-book*. Disponible en: https://mariantoc.github.io/Resources/INFRAESTRUCTURA_PETROLERA_EN_VENEZUELA_1.pdf. Acceso en: 30 jul. 2022.

_____. Asentamientos petroleros en el occidente de Venezuela y desarrollo del territorio (1917-1960). **Academia**. Marzo, 2020. Disponible em: https://www.academia.edu/42252987/ASENTAMIENTOS_PETROLEROS_EN_EL_OCCIDENTE_DE_VENEZUELA_Y_DESARROLLO_DEL_TERRITORIO_1917_1960_Marzo_2020. Acceso em: 31 jul. 2022.

CILENTO SARLI, Alfredo; MARTÍN FRECHILLA, Juan José. **Infraestructura Petrolera y Comunicaciones en Venezuela Siglos XIX y XX**. Academia Nacional De La Ingeniería y El Hábitat de Venezuela, 1, p.1–261. Caracas, 2022. ISBN 978-980-18-1422-1. *E-book* (inédito). Disponible em: https://acading.org.ve/wp-content/uploads/2023/02/LIBRO_INFRAESTRUCTURA_PET_Y_COMUNICACIONES_SIGLO_XIX_y_XX_ALFREDO_CILENTO.pdf. Acceso em: 20 mar. 2023.

CODAZZI, Agustín. **Mapa físico de Venezuela dividido en tres zonas**. San Francisco, California, Estados Unidos: Colección de Mapas Históricos de David Rumsey [1840]. 1 mapa, color. Escala 1:5.300.000. Disponible em: <https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/s/4382h6>. Acceso em: 12 fev. 2022.

_____. **Provincias de Maracaibo, Coro y Mérida**. San Francisco, California, Estados Unidos: Colección de Mapas Históricos de David Rumsey [1840]. 1 mapa, color. Escala 1:300.000. Disponible em: <https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/s/080bh4>. Acceso em: 29 jan. 2022.

COMPAÑÍA ANÓNIMA HIDROLÓGICA DEL LAGO DE MARACAIBO (Venezuela). **Reseña Histórica de Hidrolago**. Maracaibo, 2014. Disponible em: <http://www.hidrolago.gov.ve/pdf/RESE%C3%91AHIDROLAGO.pdf>. Acceso em: 3 nov. 2021.

COSTA ORIENTAL DEL LAGO DE MARACAIBO. *In*: **Wikipedia, La enciclopedia libre**. Flórida: Wikipedia Foundation, 2021. Disponible em: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Costa_Oriental_del_Lago_de_Maracaibo&oldid=159568548. Acceso em: 9 out. 2021.

CORPORACIÓN DE DESARROLLO DE LA REGIÓN ZULIANA (Venezuela). **Municipio Lagunillas**. Maracaibo, 2011. Disponible em: http://www.corpozulia.gob.ve/archivos/LAGUNILLAS_2010-2011.pdf. Acceso em: 3 nov. 2021.

CORTÉS RIERA, Luis Eduardo. El Municipio Autónomo Torres, frontera interior de transición Lara-Zulia – Falcón y Trujillo. *In*: CORTÉS RIERA, Luis Eduardo. **Cronista Oficial De Carora**. Carora, 8 dez. 2017. Disponible em: <http://luiscortesriera.blogspot.com/2017/12/el-municipio-autonomo-torres-frontera.html>. Acceso em: 9 jun. 2021.

COSAS DE LORCA. El hundimiento del terreno puede poner en peligro infraestructuras como el AVE y las edificaciones. **Cosasdelorca.com**, 9 de set. 2016. Disponible em: <https://cosasdelorca.com/el-hundimiento-del-terreno-puede-poner-en-peligro-infraestructuras-como-el-ave-y-las-edificaciones-id.8801.html>. Acceso em: 28 ago. 2021.

CHÁVEZ YUNEZ, Francisco. **Conoce la Historia del Municipio Lagunillas (Venezuela)**. Ciudad Ojeda, 2008. Disponível em: <https://www.monografias.com/trabajos69/historia-municipio-lagunillas/historia-municipio-lagunillas>. Acesso em: 8 jun. 2021.

_____. El día que campo Alegría se inundó. **Somos Noticias COL** [online], 26 de maio 2021. Disponível em: <https://somosnoticiascol.com/zulia/ciudad-ojeda/el-dia-que-campo-alegria-se-inundo-por-francisco-chavez/32830/>. Acesso em: 19 set. 2022.

CRESPO SANZ, Antonio; FERNÁNDEZ WYTTEBACH, Alberto. ¿Cartografía antigua o Cartografía histórica? **Estudios Geográficos**, Vol. LXXII, 271, p. 403-420. Julio-diciembre 2011. ISSN 0014-1496. eISSN 1988-8546. DOI: 10.3989/estgeogr.2011115. Disponível em: <https://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/view/347/346>. Acesso em: 6 out. 2022.

CRUTZEN, Paul. Geology of mankind. **Nature** 415, 23, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/415023a>. Acesso em: 6 mai. 2023.

CRUZ, Jhorman. Vecinos de Campo Alegría, ubicado en el municipio Lagunillas del estado Zulia, se encuentran bajo las aguas por las intensas lluvias. Lagunillas, 25 de jun. 2021. Twitter: @Jhormancruz1. [Imágenes adjuntas]. Disponível em: <https://twitter.com/Jhormancruz1/status/1408460539462815744>. Acesso em: 16 set. 2022.

CSEKÖ NOLASCO, Marjorie. **Registros geológicos gerados pelo Garimpo, Lavras Diamantinas – Bahia**. Tese de Doutorado em Ciências, Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2002. 363 p.

_____. **Linha do tempo - Aula 1_Teorica**. Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente – PPGM. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, 2021.

¿CUÁL ES EL LUGAR CON MAYOR HUNDIMIENTO DE EUROPA? **El Herald**, 28 de jul. 2016, 06:00 am. Disponível em: <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2016/07/28/cual-lugar-con-mayor-hundimiento-europa-984859-310.html>. Acesso em: 27 ago. 2021.

CUATROCIENTAS familias se hunden en Campo Alegría. **Diario Versión Final** [online], 27 de set. 2017. Disponível em: <https://versionfinal.com.ve/ciudad/cuatrocientas-familias-se-hunden-en-campo-alegria/>. Acesso em: 17 set. 2022.

DAMASCENO DE OLIVEIRA, Isabela; OLIVEIRA CAMPOS, Isabela. **Subsidência do solo devido à exploração de água subterrânea**. Monografia Curso de Engenharia Civil. Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2019. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/1981/1/SUBSID%C3%8ANCIA%20DO%20SOLO%20DEVIDO%20%C3%80%20EXPLOTA%C3%87%C3%83O%20DE%20%C3%81GUA%20SUBTERR%C3%82NEA.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2022.

D'ORAZIO P., Franco. **Análisis económico aplicado a la industria petrolera**. Libros En Red. Colección de Estudios Interdisciplinarios, 2007. *E-book*. Disponível em: <https://books.google.co.ve/books?id=kplnRXLvrloC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 2 ago. 2022.

DEPONS, Francisco. **Viaje a la parte oriental de Tierra Firme en la América Meridional**. Tomo I. Colección histórico-económica venezolana, Volumen IV. Banco Central de Venezuela. Caracas, 1960. *E-book*. Disponível em: http://www.larramendi.es/en/catalogo_imagenes/grupo.do?path=1031899. Acesso em: 16 jan. 2022.

DONÍS RÍOS, Manuel Alberto. Hermann González S.J., o la pasión por la Cartografía histórica. Estudios reunidos en homenaje a Hermann González Oropeza, S.J. **Montalbán**. Número 32. Instituto de Investigaciones Históricas. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, 1999. Disponível em: http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAA4423_32.pdf. Acesso em: 24 jan. 2022.

FERNÁNDEZ-BOU, Ángel Santiago; LAL MASKEY, Mahesh; ORTIZ-PARTIDA, J. Pablo; WEINTRAUB, Coreen. Cambio climático en el Valle de San Joaquín. Una guía para tomar medidas en el hogar y las comunidades. Cambridge, MA. **Blog Unión de Científicos Conscientes**. 2020. Disponível em: <https://es.ucsusa.org/recursos/cambio-climatico-san-joaquin>. Acesso em: 28 mar. 2022.

FICARDO, Francisco. **Carta corográfica da Laguna de Maracaibo**. (Carta corográfica de la laguna de Maracaibo, donde se demuestra la entrada de las barras, sitio de las fuerzas, ciudades, lugares y puertos, ríos y lagunillas que comprenden por escala de legua castellana, demostrado por a b c). Sevilla, España: Archivo General de Indias, [1682]. 1 mapa, color. Escala original: Escala de 23 leguas [=15 cm]. Escala reducida: ca. 1:854480. Disponível em: <http://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/show/25970>. Acesso em: 17 jan. 2022.

_____. **Carta corográfica de la Laguna de Maracaibo.** (Carta corográfica de la laguna de Maracaybo, donde se demuestra la longitud y latitud por escala de legua castellana, las entradas por las canales de sus barras, bancos y bajos que en ella ay, con las ensenadas, lagunillas y ríos que en dicha laguna entran, con las ciudades, pueblos y puertos que demoran en su ribera). Sevilla, España: Archivo General de Indias, [1682]. 1 mapa, color. Escala original: Escala de 11 leguas castellanas [=17,2 cm]. Escala reducida: ca. 1:356393. Disponible em: <http://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/show/25971?nm>. Acceso em: 17 jan. 2022.

FILHO, Ivaldo; CABRAL, Jaime; SANTOS, Sylvana. Bombeamento Intensivo de Água Subterrânea e Riscos de Subsidência do Solo. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Vol. 11, n.3 Jul/Set 2006, p.147-157. DOI: [10.21168/rbrh.v11n3.p147-157](https://doi.org/10.21168/rbrh.v11n3.p147-157). Disponible em: https://www.researchgate.net/publication/305306078_Bombeamento_Intensivo_de_Agua_Subterranea_e_Riscos_de_Subsidencia_do_Solo. Acceso em: 22 set. 2022.

FINOL, Yldefonso. **Zulia Bicentenario. Crónicas fundamentales de la región del Lago Maracaibo.** Editorial Urgente, Maracaibo, 2021. ISBN 978-980-18-1654-6. E-book. Disponible em: <https://editorialurgente.blogspot.com/2021/01/zulia-bicentenario-cronicas.html>. Acceso em: 30 out. 2021.

FJÆR, E.; HOLT, R.M.; HORSRUD, P.; RAAEN, A.M.; RISNES, R. **Petroleum Related Rock Mechanics**. 2nd Edition. Developments in Petroleum Science, vol. 53. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 2008. ISBN 978-0-444-50260-5. ISSN 0376-7361. Disponible em: https://www.academia.edu/10154256/Petroleum_Related_Rock_Mechanics. Acceso em: 30 jun. 2021.

FOREST, J. **Mapa físico e administrativo de los Estados Unidos de Venezuela.** Porto, Portugal: Vintage Maps & Print by Old City Prints [1929]. 1 mapa, color. Escala 1:500.000. Disponible em: <https://www.vintage-maps-prints.com/collections/vintage-country-maps/products/old-map-of-venezuela-1929-vintage-map>. Acceso em: 21 jan. 2022.

FOREST, M. **Mapa físico e administrativo de los Estados Unidos de Venezuela.** Estados Unidos: Wikipedia.org. [1930]. 1 mapa, color. Escala original: S/Inf. Disponible em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/Mapa_de_Venezuela_%281930%29.jpg. Acceso em: 31 jan. 2022.

FOSSI, Víctor. **El oficio de urbanista. Relatos de práctica urbanística.** Compilador Silverio González Téllez. Revista Equinoccio. Ediciones de la Universidad Simón Bolívar. Caracas, 1998. E-book. ISBN 980-237-181-5. Disponible em: https://books.google.co.ve/books?id=9_kiczJT1MC&pg=PA41&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false. Acceso em: 3 jul. 2022.

Fr. PEDRO SIMÓN. **Noticias historiales de las conquistas de tierra firme en las Indias Occidentales**. Primera parte. Edición hecha sobre la de Cuenca de 1626. Imprenta de Medardo Rivas, Bogotá, 1882. *E-book*. Disponible em: <https://reclus.files.wordpress.com/2008/10/simon-fray-pedro-noticias-historiales-v-1.pdf>. Acceso em: 27 jan. 2022.

FRANÇA JUNIOR, Pedro; KORB, Carina Cristiane; BRANNSTROM, Christian. Research on Technogene/Anthropocene in Brazil. **Quaternary and Environmental Geosciences** (2018) 09(1):01-10. Disponible em: <https://revistas.ufpr.br/abequa/article/download/52453/34673>. Acceso em: 5 mai. 2023.

FRONJOSA LASALLE, Ernesto. **Auge y caída de Un petroestado. La historia de la industria petrolera en Venezuela**. Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela, 2018. ISBN 978-980-247-270-3. *E-book*. Disponible em: https://www.researchgate.net/publication/335149656_Auge_y_caída_de_un_petroestado_La_historia_de_la_industria_petrolera_en_Venezuela_FULL_VERSION. Acceso em: 30 jul. 2022.

FUNDACIÓN EMPRESAS POLAR. **Diccionario de Historia de Venezuela**. Disponible em: <https://bibliofep.fundacionempresapolar.org/dhv/entradas/m/mene/>. Acceso em: 23 jul. 2021.

GALLINI, Stefania. Problemas de Métodos en la Historia Ambiental de América Latina. **Anuario IHES**, 19. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, 2004. ISSN 2524-9339. Disponible em: <http://anuarioiehs.unicen.edu.ar/resumenes/2004/7%20Problemas%20de%20m%C3%A9todos%20en%20la%20historia%20ambiental%20de%20Am%C3%A9rica%20Latina.html>. Acceso em: 13 ago. 2021.

_____. Invitación a la Historia Ambiental. **Tareas**, núm. 120, mayo-agosto, 2005, pp. 5-27. CELA, Centro de Estudios Latinoamericanos “Justo Arosemena”, Panamá, Panamá. Disponible em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=535055631002>. Acceso em: 13 ago. 2021.

GALLOWAY, Devin L.; BURBEY, Thomas J. Review: Region land subsidence accompanying groudwater extraction. **Hydrogeology Journal**, v.19, 2011. DOI: [10.1007/s10040-011-0775-5](https://doi.org/10.1007/s10040-011-0775-5). Disponible em: https://www.researchgate.net/publication/251399629_Review_Regional_land_subsidence_accompanying_groundwater_extraction/link/0046353058999f1805000000/download. Acceso em: 23 set. 2022.

GARCÍA ARAUJO, João Pedro. Uso de fotografías históricas para analizar la transformación del paisaje alrededor de la Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, Brasil. In: **Contribuciones a la historia ambiental de América Latina. Memorias del X Simposio SOLCHA**. Quito-Ecuador: FLACSO Ecuador: Sociedad Latinoamericana y Caribeña de Historia Ambiental (SOLCHA), 2022. p. 328, ref. 4-29. ISBN 9789978676066. Disponible em: <https://doi.org/10.46546/2022-30lineabierta>. Acceso em: 27 out. 2021.

GEO-TOP, C.A. **Mediciones de Subsistencia 2000, Tomo I.** Ciudad Ojeda, Zulia, Venezuela, abril de 2001.

GONZÁLEZ, Lorenzo; MARÍN, Orlando. El transcurrir tras el cercado: ámbito residencial y vida cotidiana en los campamentos petroleros de Venezuela (1940-1975). **Revista Espacio Abierto**, 12(3), p. 377-390, 2003. ISSN 1315-0006. Disponible em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12212304>. Acceso em: 24 jun. 2022.

GONZÁLEZ DE JUANA, Clemente; ITURRALDE DE AROZENA, Juana María; PICARD CADILLAT, Xavier. **Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas**. Tomos I e II. Ediciones Foninves, Caracas, Venezuela, 1980. *E-book*. Disponible em: <https://doku.pub/download/geologia-de-venezuela-y-sus-cuencas-petroliferasparte-2-gonzalez-de-juana-oj0vmx17ke0x>. Acceso em: 13 jul. 2022.

GONZÁLEZ DE VALLEJO, Luis; FERRER, Mercedes; ORTUÑO, Luis; OTEO, Carlos. **Ingeniería Geológica**. Pearson Educación, Madrid, 2002. ISBN 84-205-3104-9. Disponible em: https://www.academia.edu/50773034/INGENIERIA_GEOLOGICA_GONZALES_DE_VALLEJO. Acceso em: 13 ago. 2021.

GONZÁLEZ MEDINA, Edgardo. **Venezuela, capitalismo de estado, reforma y revolución**. Edición electrónica gratuita, 2007. Disponible em: www.eumed.net/libros/2007a/244/. Acceso em: 4 ago. 2022.

GONZÁLEZ OQUENDO, Luis J. **Lagunillas y Ciudad Ojeda. Continuidad histórica de un espacio social**. I Concurso Municipal 70 años de Ciudad Ojeda. Ciudad Ojeda, Alcaldía de Lagunillas. Venezuela, 2007. Disponible em: https://www.academia.edu/9730478/Lagunillas_y_Ciudad_Ojeda_Continuidad_hist%C3%B3rica_de_un_espacio_social_cap%C3%ADtulo_de_libro. Acceso em: 5 jun. 2021.

_____. **Acción colectiva y espacios de poder en una ciudad-petróleo. Ciudad Ojeda, 1937-1989** (Tesis de Doctorado). Doctorado en Ciencias Humanas, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, 2013. Disponible em: <https://www.aacademica.org/luis.j.gonzalez.oquendo/21.pdf>. Acceso em: 2 nov. 2021.

GONZÁLEZ OQUENDO, Luis J.; HERNÁNDEZ CASTRO, Ana G. Lagunillas: historia de la destrucción de dos pueblos zulianos. **Boletín de la Academia de Historia del Estado Zulia**. Número 58. Julio a diciembre de 2020. Maracaibo, Venezuela. Disponible em: https://www.academia.edu/45510628/Lagunillas_historia_de_la_destrucci%C3%B3n_de_dos_pueblos_zulianos_Art%C3%ADculo_en_coautor%C3%ADa_con_Ana_G_Hern%C3%A1ndez_Castro. Acceso em: 2 nov. 2021.

HERNÁNDEZ, Adolfo. **Nuestra Señora del Rosario del Paraute**. Diario Contraste Noticias. 27 de outubro, 2020 - 9:00 pm. Disponível em: <https://www.diariocontraste.com/2020/10/nuestra-senora-del-rosario-del-paraute-por-adolfo-hernandez-amigosporvzla/>. Acesso em: 24 de jul. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). **Síntesis estadística 2010**. Ministerio del Poder Popular de Planificación de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, 2010. Disponível em: <http://www.ine.gob.ve/documentos/see/sintesisestadistica2010/estados/zulia/documentos/Situacionfisica.htm>. Acesso em: 3 jun. 2021.

_____. **Síntesis estadística 2013**. Ministerio del Poder Popular de Planificación de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, 2013. Disponível em: ine.gob.ve/documentos/see/sintesisestadistica2013/estados/zulia/documentos/situacionfisica.htm. Acesso em: 2 ago. 2021.

_____. **XIV Censo Nacional de Población y Vivienda 2011. Resultados por Entidad Federal y Municipio del Estado Zulia**. Ministerio del Poder Popular de Planificación de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, 2014. Disponível em: <http://www.ine.gov.ve/documentos/Demografia/CensodePoblacionyVivienda/pdf/zulia.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE FORMACIÓN DOCENTE (INFoD). **¿Qué es una línea de tiempo?** Buenos Aires, Argentina, 2020. Disponível em: <https://red.infod.edu.ar/lineas-de-tiempo-online/>. Acesso em: 6 fev. 2022.

INSTITUTO TECNOLÓGICO VENEZOLANO DEL PETRÓLEO (INTEVEP). **Léxico Estratigráfico de Venezuela**. Caracas, 1997. Disponível em: <https://geologiavenezolana.blogspot.com/2018/04/nuevo-lexico-estratigrafico-de.html>. Acesso em: 13 nov. 2021.

JEFFERYS, Thomas. **La costa de Tierra Firme desde Cartagena hasta Golfo Triste**. San Francisco, California, Estados Unidos: Colección de Mapas Históricos de David Rumsey [1775]. 1 mapa, color. Escala original: 1.560.000. Disponível em: <https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/s/4k1637>. Acesso em: 19 jan. 2022.

JIMÉNEZ, Dámaso. Aguas del Lago de Maracaibo amenazan a unas 70.000 personas. **El Estímulo** [online], 24 de mar. 2017, 09:11 am. Disponível em: <https://elestimulo.com/venezuela/2017-03-24/unas-70-000-personas-amenazadas-por-aguas-del-lago-de-maracaibo/>. Acesso em: 17 set. 2022.

LAGUNILLAS (ZULIA). In: **Wikipedia, La enciclopedia libre**. Flórida: Wikipedia Foundation, 2024. Disponível em: [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Lagunillas_\(Zulia\)&oldid=156882665](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Lagunillas_(Zulia)&oldid=156882665). Acesso em: 9 out. del 2021.

LEAKEY, Richard E. **A origem da espécie humana**. Tradução de Alexandre Tort. Rio de Janeiro, Rocco, 1995. Disponível em: https://www.academia.edu/34194194/A_Origem_da_Especie_Humana_Richard_Lea_key_pdf_PDF. Acesso em: 7 mai. 2023.

LEAL LEÓN, Claudia. Presentación del dossier sobre historia ambiental latinoamericana. **Historia Crítica**, Nro. 30, Bogotá, Julio-Diciembre 2005, pp. 5-11. ISSN 0121-1617. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/rhc/n30/n30a01.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

LEMUS, Nacho. **Protestan contra explotación de sal de minera Brasken en Brasil**. TeleSUR. 15 de agosto de 2021. Disponível em: <https://www.telesurtv.net/news/brasil-protestan-explotacion-sal-minera-brasken-20210815-0013.html>. Acesso em: 2 mar. 2022.

LIEUWEN, Edwin. **Petróleo en Venezuela, una historia**. Centro Simón Bolívar. Fundación Editorial El perro y la rana. Caracas, Venezuela, 2016. ISBN 978-980-14-3411-5. Disponível em: http://www.elperroylarana.gob.ve/wp-content/uploads/2016/11/petroleo_en_venezuela_una_historia.pdf. Acesso em: 5 ago. 2022.

LÓPEZ, Alejandro. La Historia de los Arawaks, el primer pueblo que hizo contacto con Cristóbal Colón. 9 de junio de 2021. **Revista Muy Interesante**. Disponível em: <https://www.muyinteresante.com.mx/historia/arawaks-america-cristobal-colon/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

LÓPEZ, Juan; LÓPEZ, Tomás. **Carta Plana de la Provincia de Caracas o Venezuela**. Madrid, España: Biblioteca Digital Hispánica, Biblioteca Nacional de España [1787]. 1 mapa, color. Escala [ca. 1:1.200.000] [= 9,3 cm]. Disponível em: https://www.europeana.eu/en/item/2022717/bnsearch_detalle_bdh0000042058. Acesso em: 17 jan. 2022.

MACHADO ARÁOZ, Horacio. El extractivismo y las raíces del “Antropoceno”. Regímenes de sensibilidad, régimen climático y derechos de la Naturaleza. **Revista Direito e Práxis**, Rio de Janeiro, Vol.14, N.01, 2023, p.407-435. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rdp/a/sYc4WJWXmj6Cb4hK5F5hnhG/?lang=es&format=pdf>. Acesso em: 30 abr. 2023.

MAPA de las costas del lago de Maracaibo. Bogotá, Colombia: **Biblioteca Virtual del Banco de la República** [1920]. 1 mapa, color. Escala original: S/Inf. Disponível em: <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll13/id/518/rec/63>. Acesso em: 10 jul. 2021.

MAPA de Venezuela, parte costera. Sevilla, España: **Archivo General de Indias**, [1552?]. 1 mapa. Escala original: S/Inf. Disponível em: <http://pares.mcu.es/ParesBusquedas20/catalogo/show/25911?nm>. Acesso em: 29 jan. 2022.

MAPA o Carta Geográfica de la provincia de Venezuela: La Capital es la ciudad de Santiago de León de Caracas. Madrid, España: Colección Rico y Sinobas, Archivo Cartográfico de Estudios Geográficos del Centro Geográfico del Ejército. **Biblioteca Virtual de Defensa** [1780?]. 1 mapa, color. Escala original: S/Inf. Disponível em: https://www.europeana.eu/en/item/418/BVMDefensa_bib_BMDB20200306320 Acesso em: 16 jan. 2022.

MARAVEN, S.A. **Informe final. Medición de subsidencia 1992**. Ingeniería de Desarrollo, Gerencia de Diques y Drenaje. Lagunillas, septiembre de 1992.

_____. **Informe final. Medición de subsidencia 1994**. Ingeniería de Desarrollo, Gerencia de Diques y Drenaje. Lagunillas, junio de 1994.

_____. **Informe final. Medición de subsidencia 1996**. Ingeniería de Desarrollo, Gerencia de Diques y Drenaje. Lagunillas, enero de 1997.

MARTÍNEZ, Aníbal R. **Cronología del petróleo venezolano**. 4ta edición, EDICIONES DEL CEPET (Centro de Información y Adiestramiento Petrolero y Petroquímico). Caracas, Venezuela, 1986. ISBN 978-980-372-163-3.

_____. Definición de Mene. **Diccionario de Historia de Venezuela**. Fundación Empresas Polar. Disponível em: <https://bibliofep.fundacionempresaspoler.org/dhv/entradas/m/mene/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

MC BETH, Brian. El impacto de las compañías petroleras en el Zulia (1922-1935). **Revista Nueva Economía**, año XIX, N.34, noviembre 2011. Disponível em: <https://silo.tips/download/el-impacto-economico-politico-y-social-de-las-compaia-petroleras-en-el-zulia>. Acesso em: 14 jun. 2022.

MCNEILL, John R. Natureza e cultura da história ambiental. **Nómadas** (Col), número. 22, abril de 2005, pp. 12-25. Universidade Central de Bogotá, Colômbia. ISSN 0121-7550. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1051/105116726002.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2021.

MINISTERIO DEL PODER POPULAR DE PETRÓLEO Y MINERÍA. **Expediente de solicitud de Declaratoria de Zona de Seguridad del Dique Costanero de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo**. Maracaibo, Venezuela: MPPPM, março 2021.

MIRAGLIA, Marina. Aplicações da Cartografia Histórica e das Tecnologias da Informação Geográfica na História Ambiental. **Revista de História Regional** 24(1): 24-41, 2019. DOI: [10.5212/Rev.Hist.Reg.v.24i1.0002](https://doi.org/10.5212/Rev.Hist.Reg.v.24i1.0002). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/334408546_Aplicaciones_de_la_Cartografia_a_Historica_y_las_Tecnologias_de_la_Informacion_Geografica_en_la_Historia_Ambiental/link/5f3aba1892851cd302fea199/download. Acesso em: 12 fev. 2022.

_____. Usos de la Cartografía Histórica y la Toponimia en la Historia Ambiental Latinoamericana. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v.11, n.3, p22-34, 2022. ISSN 2238-8869. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/6517/4563> Acceso em: 5 out. 2022.

MOMMER, Bernard. La cuestión petrolera. **Cuadernos del Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES)**. Asociación de Profesores Universidad Central de Venezuela (UCV), Caracas, 1988. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/28264315_La_cuestion_petrolera/link/0e606347f0c46d4f0ab9e061/download. Acceso em: 24 fev. 2023.

MONTERO, Sofia. **Clasificación de las ciénagas**. Colombia Verde. Disponível em: <https://colombiaverde.com.co/geografia/hidrografia/clasificacion-de-las-cienagas/> Acceso em: 20 dez. 2023.

MONTIEL ALBORNOZ, Kati; NEGRETE MORALES, Álvaro. Gestión del riesgo sísmico en el estado Zulia: Una propuesta desde la educación geográfica. **Revista Omnia**, Año 23, No. 2 (mayo-agosto, 2017). Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Disponível em: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/omnia/article/view/23292/23403> Acceso em: 18 mai. 2022.

MONTILLA, Maribel. **Lagunillas en tres tiempos: sus memorias e identidades**. Colección "Cultores Populares". Vol. 2. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt (UNERMB). Impresos Grafifor C.A. Maracaibo, 2016. ISBN 978-980-6792-35-7. Disponível em: <https://docplayer.es/66144872-Lagunillas-en-tres-tiempos-sus-memorias-e-identidades-maribel-montilla.html>. Acceso em: 30 jan. 2022.

MORALES JASSO, Gerardo. Capítulo II: Historia ambiental: definiciones, intereses y discusiones teóricas. *In: Observe o historiador. História ambiental a partir de uma epistemologia de segunda ordem*. (Tesis de Maestría). Maestría en Estudios Históricos Interdisciplinarios, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, DCS, UG, 2016. Disponível em: https://www.academia.edu/22497045/CAP%C3%8DTULO_II_Historia_ambiental_definiciones_intereses_y_discusiones_te%C3%B3ricas_de_la_tesis_de_maestr%C3%ADa_Da_en_Estudios_Hist%C3%B3ricos_Interdisciplinarios_Observar_al_historiador_La_historia_ambiental_desde_una_epistemolog%C3%ADa_de_segundo_orden_Guanajuato_DCS_UG_2016. Acceso em: 18 jul. 2021.

MOSQUERA, Elianis. Fuertes precipitaciones causan inundaciones en campos petroleros de Lagunillas. **Somos Noticias COL** [online], 25 de jun. 2021. Disponível em: <https://somosnoticiascol.com/zulia/ciudad-ojeda/fuertes-precipitaciones-causa-inundaciones-en-campos-petroleros-de-lagunillas-estado-zulia/35189/>. Acceso em: 18 set. 2022.

MOURA, Mirella Nazareth; PEREIRA MAGALHÃES JÚNIOR, Antônio; FERNANDES FELIPPE, Miguel. As nascentes antropogênicas como expressões da materialidade do Antropoceno e do Tecnógeno. **Cadernos do Leste**, Belo Horizonte, Jan.-Dez. Vol.21, n°21, 2021. ISSN 1679-5806. Disponível em:

<https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/download/35683/30011/123582>. Acesso em: 2 mai. 2023.

MUÑOZ TEBAR, Luis. **Mapa del Estado Zulia**. Atlas de Venezuela. Bogotá, Colombia: Biblioteca Virtual del Banco de la República [1916]. 1 mapa, color. Escala 1:5.000.000. Disponível em:

<https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll13/id/541/>
Acesso em: 9 jul. 2021.

MUSTIELES GRANELL, Francisco; GILARRANZ RUNGE, Carmela. El palafito como hábitat milenar persistente y reproducible: modelos palafíticos en el Lago de Maracaibo. **Paisajes patrimoniales**. Resiliencia, resistencia y metrópoli en América Latina. IV. Paisajes del agua. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, 2020. ISBN 978-607-28-1996-2. DOI: 10.24275/uama.5821.7597. Disponível em:

https://www.academia.edu/87097542/El_palafito_como_h%C3%A1bitat_milenario_persistente_y_reproducible_modelos_palaf%C3%ADticos_en_el_Lago_Maracaibo.
Acesso em: 20 jun. 2021.

OBSERVATORIO SOCIALISTA PETROLERO. **La historia petrolera venezolana. La Petrolia**. Instituto Municipal de Publicaciones. Alcaldía de Caracas. Caracas, Venezuela, 2012. ISBN 978-980-12-5499-7. Disponível em:

<https://1library.co/document/dy446gry-la-historia-petrolera-venezolana-la-petrolia.html>. Acesso em: 3 ago. 2022.

OCANDO ALEX, Gustavo. Es una bomba de tiempo. Vamos a morir tapiados: el campo petrolero de Venezuela que está al borde del colapso con 437 familias dentro. **BBC Mundo** [online], 13 de nov. 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-41913823>. Acesso em: 16 set. 2022.

OCANDO, Helvin. Sismicidad en el Estado Zulia. **Revista Didáskalos**, 2013. Disponível em: <http://revistadidaskalos.blogspot.com/2013/11/sismicidad-en-el-estado-zulia.html>. Acesso em: 15 de mai. 2021.

OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; BRANNSTROM, Christian; CSEKÖ NOLASCO, Marjorie; PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens; PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira; COLTRINARI, Lylian. Tecnógeno: registros da ação geológica do homem. In: **Quaternário do Brasil**, capítulo 17 (pp.363-378). Holos Editora, Ribeirão Preto (SP), 2005. ISSN 85-86699-47-0. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314871087_Tecnogeno_registros_da_acao_geologica_do_Homem/link/614df3a1522ef665fb5a7132/download. Acesso em: 7 de mai. 2023.

OSORIO, Gregorio Darwich. Petróleo en Venezuela en el siglo XX. De la inexperiencia institucional a la pericia. **Cuadernos del Centro de Estudios del Desarrollo** (CENDES), Universidad Central de Venezuela, Año 32. N° 88, Tercera Época, Enero-Abril 2015, pp. 159-167. ISSN 1012-2508. Disponible em: http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_cc/article/view/9199. Acceso em: 21 mar. 2023.

PASOTTI, Jacopo. **¿Por qué se hunde Venecia?** Artículo traducido y adaptado por Investigación y Ciencia con permiso de Le Scienze (2019). Disponible em: <https://www.investigacionyciencia.es/noticias/por-qu-se-hunde-venecia-18037>. Acceso em: 15 mar. 2022.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens; NESTA SILVA, Érika Cristina; RODRIGUES NUNES, João Osvaldo. Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action. **Quaternary and Environmental Geosciences** (2014) 05(2):67-81. ISSN 2176-6142. Disponible em: <https://revistas.ufpr.br/abequa/article/view/34811/23349>. Acceso em: 7 mai. 2023.

PÉREZ PORTO, Julián; GARDEY, Ana. **Ciénaga. Qué es, características, definición y concepto.** *In*: Definición.de. 20 de julho de 2022. Disponible em: <https://definicion.de/cienaga/>. Acceso em: 19 dez. 2023.

PRENSA LIBRE. Nasa alerta que California se está hundiendo por extracción de agua. **Prensalibre.com**, 3 de mar. 2017, 07:37 am. Disponible em: <https://www.prensalibre.com/internacional/nasa-alerta-que-california-se-esta-hundiendo/>. Acceso em: 27 ago. 2021.

PRIETO SOTO, Jesús. **El Chorro, gracia o maldición.** 6ta edición. Maracaibo, Venezuela, 1997. Edición del Autor.

PUERTA BAUTISTA, Lorena. **Los paisajes petroleros del Zulia en la mirada alemana (1920-1940).** Colección Bicentenario. Archivo General de la Nación. Centro Nacional de Historia. Ministerio del Poder Popular para la Cultura. Caracas, Venezuela, 2010. ISBN 978-980-7053-15-0. Disponible em: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/22497/1/Los%20Paisajes%20petroleros%20del%20Zulia.pdf>. Acceso em: 28 jun. 2021.

QUERO, Ausbero. El muro de la COLM y Dios. **El Universal** [online], 3 de jul. 2020, 05:00 am. Disponible em: <https://www.eluniversal.com/el-universal/74668/el-muro-de-la-cola-y-dios>. Acceso em: 18 set. 2022.

QUINTERO, Rodolfo. **La cultura del petróleo. Ensayo sobre estilos de vida de grupos sociales de Venezuela.** (Reedición) Fundación Editorial El perro y la rana. Caracas, Venezuela, 2018. 100 p. ISBN 978-980-14-3148-0. Disponible em: http://www.elperroylarana.gob.ve/wp-content/uploads/2016/11/la_cultura_del_petroleo.pdf. Acceso em: 20 mar. 2023.

RAMÍREZ LÓPEZ, Edmundo E. Compactación y subsidencia. **Revista Petroleum**. 30 de junho de 2021. Disponível em:

<https://secureservercdn.net/198.71.233.168/1fe.48f.myftpupload.com/wp-content/uploads/2021/06/Compactacio%CC%81n-y-subsidencia-l.pdf>.

Acceso em: 26 set. 2021.

Rivero, Arturo. **Antonio Aranguren: Con él, «mene» pasó a ser «El excremento del Diablo»**. 8 outubro de 2010. Disponível em:

<https://arturoriveroh.wordpress.com/2010/10/08/antonio-aranguren-con-el-mene-paso-a-ser-el-excremento-del-diablo/>. Acesso em: 24 ago. 2022.

RODRIGUES DA SILVA, Liderlania; LOURENÇO, Everton dos Santos; VIEIRA DE SANTANA, Lysana Marle; SANTOS SOUZA, Elayne Emilia. Subsidência do solo: o reflexo da extração de petróleo na superfície. **Cadernos de Graduação**, vol.3, nro. 3. Ciências exatas e tecnológicas. Engenharia de Petróleo. Aracaju. 2016.

ISSN 2316-3135. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/327667613_SUBSIDENCIA_DO_SOLO_O_REFLEXO_DA_EXTRACAO_DE_PETROLEO_NA_SUPERFICIE/link/5b9cfdd3a6fdccd3cb581b5d/download. Acesso em: 6 abr. 2022.

RODRÍGUEZ, Héctor. Cuando el suelo se hunda bajo nuestros pies.

Nationalgeographic.com.es. 04 de jan. 2021, 08:31 am. Disponível em:

https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/subsidencia-cuando-suelo-se-hunda-bajo-nuestros-pies_16206. Acesso em: 28 ago. 2021.

ROMERO RAMOS, Pedro. Reseña de arte. Museo Arqueológico Antonie Van Der Mark. Testimonio del poblamiento temprano de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo. **Clío. Revista de Historia, Ciencias Humanas y Pensamiento Crítico**. Vol. 2, Núm. 2, p. 95-104, 5 sep. 2021. ISSN 2660-9037. Disponível em:

<http://ojs.revistaclio.es/index.php/edicionesclio/article/view/21>.

Acceso em: 23 jul. 2022.

ROSALES, Reina Consuelo. La alfarería en los indígenas de la cuenca del Lago de Maracaibo: vínculo entre pasado y presente. **Revista de Artes y Humanidades UNICA**. Año 6 N° 13 / Mayo-Agosto 2005. Universidad Católica Cecilio Acosta.

Maracaibo, Venezuela. ISSN 1317-102X. Disponível em:

<https://biblat.unam.mx/hevila/UNICARevistadeartesyhumanidadesdelaUniversidadCatolicaCecilioAcosta/2005/vol6/no13/7.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2022.

ROSSI, Marina. **El clamor de tres barrios de Brasil que desaparecerán por una mina de sal**. El País. Maceió, 19 de janeiro de 2020. Disponível em:

https://elpais.com/sociedad/2020/01/17/actualidad/1579224896_208831.html

Acceso em: 2 mar. 2022.

SALADIÉ, Òscar; OLIVERAS, Josep. Derrumamientos i subsidencias. Módulos Universitarios en ciencia del Desarrollo Sostenible (MOUDS). In: **Cátedra DOW/URV de Desarrollo Sostenible**. Dow Chemical Ibèrica i la Universitat Rovira i Virgili, 2010. Disponível em:

<https://www.desenvolupamentsostenible.org/es/-los-riesgos-naturales/3-concepto-y-tipo-de-riesgo/3-4-riesgo-de-movimientos-del-terreno/3-4-2-hundimientos-y-subsidencias>. Acesso em: 23 jun. 2021.

SALAS, Crisbelis. Se hunde campo petrolero en Lagunillas. **La Verdad** [online], 24 de nov. De 2016. Disponível em: <http://www.laverdad.com/zulia/109776-se-hunde-campo-petrolero-en-lagunillas.html>. Acesso em: 17 set. 2022.

SALAZAR ZAÍD, Iván José. **Los incendios de Lagunillas**. Colección Rafael María Baralt. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt (UNERMB). Impresos Grafifor C.A. Maracaibo, Venezuela. 2018. ISBN 978-980-427-068-0. Disponível em: <https://www.calameo.com/books/005575289e594116346b4>. Acesso em: 22 out. 2021.

SANOJA OBEDIENTE, Mario. **Historia Socio-cultural de la Economía Venezolana: 14.500 años anp-2010**. Edición Bicentennial. Banco Central de Venezuela. Caracas, 2010. Disponível em: <https://silo.tips/download/historia-socio-cultural-de-la-economia-venezolana-aos-anp-mario-sanoja-obediente>. Acesso em: 28 jun. 2022.

SCHLUMBERGER. **Venezuela WEC 1997 Evaluación de Pozos**. Schlumberger Sureco, C.A. Caracas, Venezuela, 1997. Disponível em: <https://cupdf.com/download/dl/submit>. Acesso em: 3 nov. 2021.

Shell, C.P.C. **Report on the Lake Level Control Survey 1970**. Departamento de Topografía Agosto de 1970.

_____. **Report on the Lake Level Control Survey 1972**. Departamento de Topografía, agosto de 1972.

SIEVERS, Wilhelm. **Mapa del norte de Venezuela**. Zúrich, Suíça: ETH-Bibliothek Zürich. [1896]. 1 mapa, color. Escala 1:3.000.000. DOI: <https://doi.org/10.3931/e-rara-39311>. Disponível em: <https://www.e-rara.ch/zut/content/zoom/11671302>. Acesso em: 9 jul. 2021.

SINDICATO DOS PETROLEIROS DA BAHIA. **O primeiro Campo comercial de petróleo do Brasil e o sonho da independência econômica e da soberania nacional**. 31 de julho de 2019. Disponível em: <https://www.sindipetroba.org.br/2019/o-primeiro-campo-de-petroleo-do-brasil-e-o-sonho-da-independencia-economica-e-da-soberania-nacional/>. Acesso em: 27 jan. 2024.

_____. **80 anos da descoberta do Campo de Candeias, na Bahia: o início da indústria do petróleo no Brasil**. 14 de dezembro de 2021. Disponível em: [80 anos da descoberta do Campo de Candeias, na Bahia: o início da indústria do petróleo no Brasil - Sindipetro BA : Sindipetro BA](https://www.sindipetroba.org.br/2021/80-anos-da-descoberta-do-campo-de-candeias-na-bahia-o-inicio-da-industria-do-petroleo-no-brasil-sindipetro-ba-sindipetro-ba). Acesso em: 27 jan. 2024.

SOUSA GONÇALVES, Rafaela. **História Ambiental da Apa do Pratigi – Bahia**. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente – PPGM. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, BA, Brasil, 2014. Disponível em: [Rafaela Sousa - Dissertação.pdf](#). Acesso em: 14 dez. 2021.

STRAKA, Tomás (compilador). **La Nación Petrolera: Venezuela 1914–2014**. Universidad Metropolitana. Caracas, Venezuela, 2016. ISBN 978-980-247-226-0. Disponible em: <https://www.unimet.edu.ve/unimetsite/wp-content/uploads/2023/09/La-Nacion-Petrolera-Venezuela-1914-2014.pdf>. Acceso em: 4 ago. 2022.

SUBSIDENCIA: el precio del petróleo no es lo único que se hunde. **El Correo del Orinoco** [online], 30 de abril 2016. Disponible em: <https://www.elcorreodelorinoco.com/subsidencia-precio-del-petroleo-no-lo-unico-se-hunde/>. Acceso em: 19 set. 2022.

SUÑER, Francisco. **Croquis de las diferentes Expediciones y marchas que el Ejército Nacional de Costa firme a verificado desde su salida de Puertocabello y toma de Maracaybo en Sepbre de 1822 hasta la fecha**. Madrid, España: Archivo Cartográfico de Estudios Geográficos del Centro Geográfico del Ejército. Biblioteca Virtual de Defensa. [1823]. 1 mapa, color. Escala [ca. 1:617.000]. Disponible em: https://www.europeana.eu/en/item/418/BVMDDefensa_bib_BMDB20200246336. Acceso em: 17 jan. 2022.

TABORDA, Manuel. **Petróleo y Clase Obrera. Orígenes de la clase obrera venezolana**. Fondo Editorial Universidad Nacional Experimental “Rafael María Baralt” (UNERMB). Colectivo de Investigación Desarrollo de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (CI-DCOLM). Colección: Poderes Creadores del Pueblo. Centro de Estudios Socio-Históricos y Culturales. Cabimas, Venezuela, 2016. ISBN 978-980-12-5979-4. Disponible em: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Venezuela/ceshc-unermb/20160721032438/TABORDA.pdf>. Acceso em: 7 ago. 2022.

TINKER SALAS, Miguel. Relaciones de poder y raza en los campos petroleros venezolanos 1920-1940. **Revista Asuntos**. Año 5, número 10. Petróleos de Venezuela (PDVSA), Centro Internacional de Educación y Desarrollo (CIED). ISSN 1316-4171. Caracas, noviembre 2001.

TOMÁS, Roberto; HERRERA, G.; DELGADO, Jose; PEÑA, Fernando. Subsidencia del terreno. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**. 17. 295-302, 2009. ISSN 1132-9157. Disponible em: https://www.researchgate.net/publication/254492214_Subsidencia_del_terreno/link/0b495265c328b0e5a000000/download. Acceso em: 9 fev. 2022.

TOVAR LANGE, M.; CODDOU, R. B. **Mapa de la cuenca de Maracaibo**. Bogotá, Colombia: Biblioteca Virtual del Banco de la República [1921]. 1 mapa, color. Escala 1:250.000. Disponible em: <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll13/id/544/rec/58>. Acceso em: 13 fev. 2022.

TRISCHLER, Helmuth. El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos? **Desacatos: revista de ciências Sociais**, nro. 54, mayo-agosto 2017, pp. 40-57. ISSN 2448-5144. Disponible em: <https://www.scielo.org.mx/pdf/desacatos/n54/2448-5144-desacatos-54-00040.pdf>. Acceso em: 9 abr. 2023.

UNESCO. Bem-vindo ao Antropoceno! **O Correio da UNESCO**, abril-junio 2018, número 2, 66 p. ISSN 2220-2285 e-ISSN 2220-2293. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261900_por. Acesso em: 9 abr. 2023.

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. **Glosario de Geografía**. 2018. Disponível em: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/47867/7/Glosario%20de%20Geograf%C3%ADa%20.pd.f>. Acesso em: 24 jul. 2022.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI. Derrumamientos i subsidencias. **Módulos Universitários em Ciência do Desenvolvimento Sustentável (MOUDS)**. 2021. Disponível em: <http://www.desenvolupamentsostenible.org/es/-los-riesgos-naturales/3-concepto-y-tipo-de-riesgo/3-4-riesgo-de-movimientos-del-terreno/3-4-2-hundimientos-y-subsidencias>. Acesso em: 9 fev. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Mapa Geológico de Venezuela a Escala 1:750,000**. Preparado en cooperación con la Escuela Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela y la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. U.S. Geological Survey Open File Report 2006-1109. Disponível em: https://pubs.usgs.gov/of/2006/1109/north_ven_spanish_150dpi.jpg. Acesso em: 4 nov. 2021.

USTA RODRÍGUEZ, Rosmari. **Interpretación sísmica estructural 2D de los campos Tía Juana y Lagunillas, Costa Oriental del lago de Maracaibo, estado Zulia**. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela, 2012. Disponível em: <http://caelum.ucv.ve/handle/10872/16561>. Acesso em: 15 mai. 2021.

VELEDA, Rafael; ESTRELA, Igo. **Maceió está afundando**. 23 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.metropoles.com/materias-especiais/afundamento-de-maceio-provoca-exodo-urbano-de-55-mil-pessoas>. Acesso em: 2 mar. 2022.

VENEZUELAN SUN LIMITED. **Lago de Maracaibo. Concesiones petroleras**. Bogotá, Colombia: Biblioteca Virtual del Banco de la República [1923]. 1 mapa, color. Escala 1:500.000. Disponível em: <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll13/id/499/rec/5>. Acesso em: 13 fev. 2022.

VON HELLERMANN, Pauline. Partial stories: repeat photography, narratives and environmental change in Tanzania. **Visual Anthropology**, 33(4), pp. 363-391, 2020. ISSN 0894-9468. DOI: <https://doi.org/10.1080/08949468.2020.1791575>. Disponível em: <https://research.gold.ac.uk/id/eprint/27593/>. Acesso em: 5 fev. 2023.

WAGNER, Erika; TARBLE DE RUÍZ, Kay. Lagunillas: A New Archeological Phase for the Lake Maracaibo Basin, Venezuela. **Journal of Field Archaeology**, Vol. 2, No. 1/2 (1975), pp. 105-118. Maney Publishing. Doi: <https://doi.org/10.2307/529621>. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/529621>. Acesso em: 10 jun. 2021.

WATER QUALITY AUSTRALIA. **Estrategia Nacional de Gestión de la Calidad del Agua (NWQMS)**. Disponible em: <https://www.waterquality.gov.au/issues/acid-sulfate-soils>. Acceso em: 21 jan. 2022.

WEBB, Robert H.; BOYER, Diane E.; TURNER, Raymond M. **Repeat photography: methods and applications in the natural sciences**. Island Press. Washington, DC., 2010. ISBN-10: 1-59726-713-9. Disponible em: <https://vdoc.pub/download/repeat-photography-methods-and-applications-in-the-natural-sciences-7hq7fu9iuev0>. Acceso em: 19 out. 2022.

WILHELMUS, Peters; VILLALOBOS M., Idelmo. Caracterización física, química y mineralógica de algunos suelos de la Guajira, distrito Páez, estado Zulia. **Revista de la Facultad de Agronomía** 6(2): 641-650, enero 1981-noviembre 1983, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Disponible em: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/download/25850/26476/>. Acceso em: 15 jan. 2022.

WORSTER, Donald. **Transformaciones de la Tierra**. Selección, traducción y presentación de Guillermo Castro H. Editorial Coscoroba. Montevideo, Uruguay, 2008. ISBN 978-9974-7893-4-0. Disponible em: <http://ambiental.net/wp-content/uploads/2015/12/WorsterTransformacionesTierra.pdf>. Acceso em: 15 out. 2021.