社会開発調査部報告書

No. 2

メキシコ合衆国
沿岸部水質環境モニタリング計画調査
事前調査報告書

平成10年11月

国際協力事業団

JICA LIBRARY
1147299[0]

社調二
J R
98 - 109

メキシコ合衆国沿岸部水質環境モニタリング計画調査事前調査報告書
平成10年11月

1147299 [0]

メキシコ合衆国
沿岸部水質環境モニタリング計画調査
事前調査報告書

平成 10 年 11 月

国際協力事業団

序　　文

日本政府は、メキシコ合衆国（以下、メキシコと略す）政府の要請に基づき、同国の沿岸部水質環境モニタリング計画に係る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することと致しました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成10年7月26日より8月15日までの21日間にわたり、長崎大学環境科学部教授　早瀬隆司氏を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

調査団は、本件の背景を確認するとともにメキシコ政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年11月

国際協力事業団
理事　泉　堅二郎

タンピコ市と周辺地域地形図

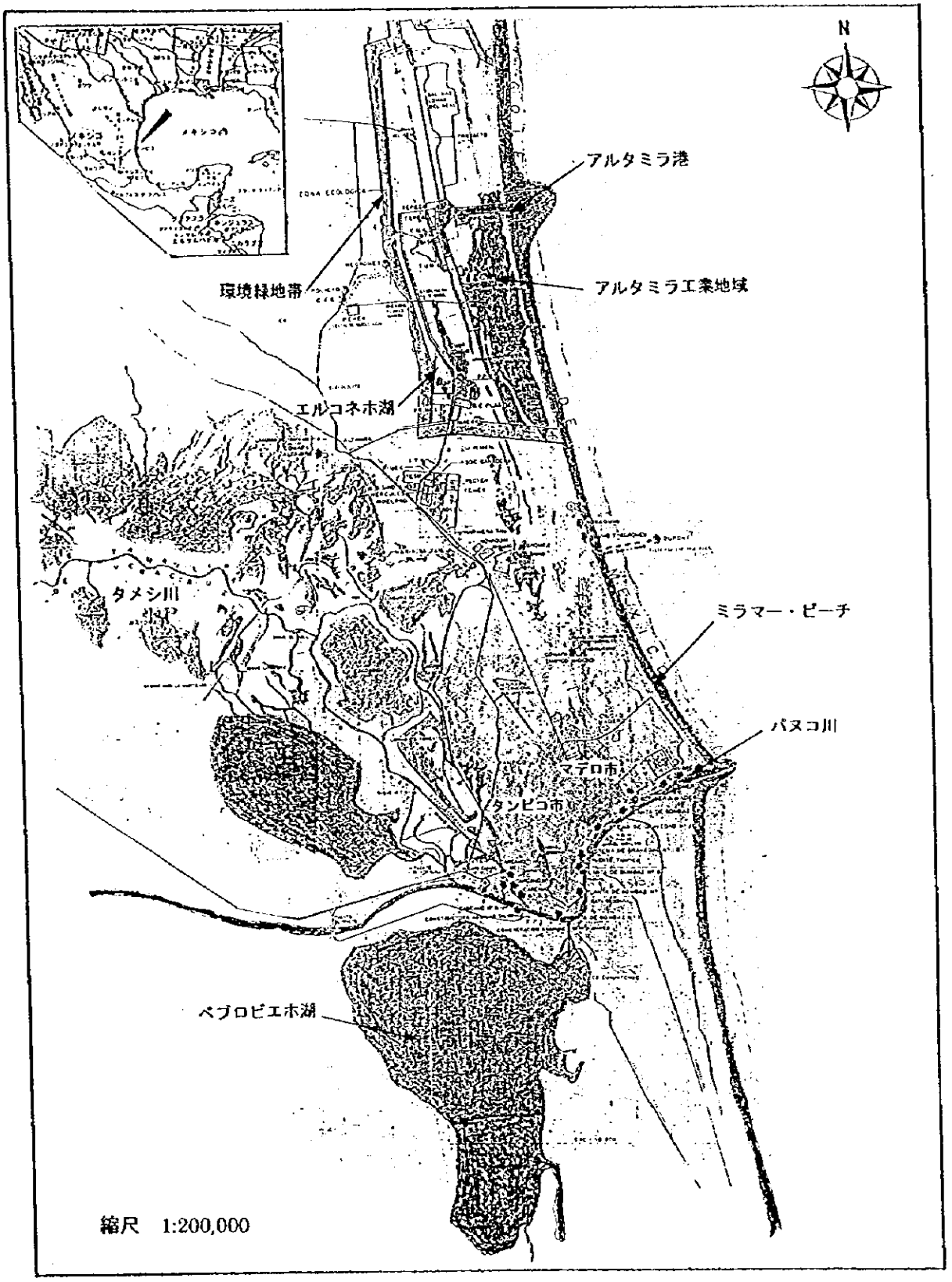


写真１　パヌコ川突堤先端付近からパヌコ川河口とミラマー・ビーチを臨む

写真２　ミラマー・ビーチ南部海浜

写真３　アルタミラ工業地区からの工業廃水

写真４　アルタミラ工業地区の工業廃水排水路の一部

写真５　アルタミラ港

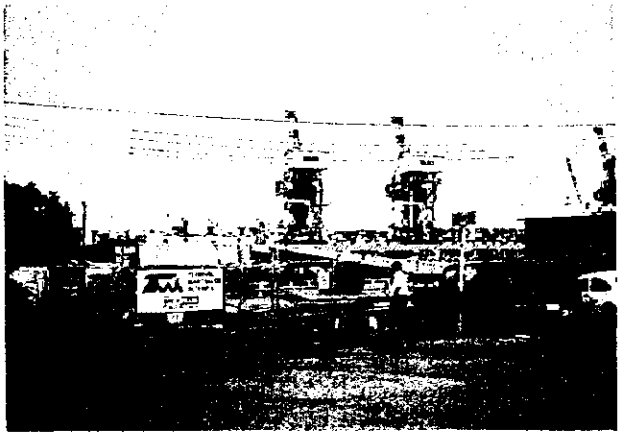


写真６　アルタミラ工業港のターミナル

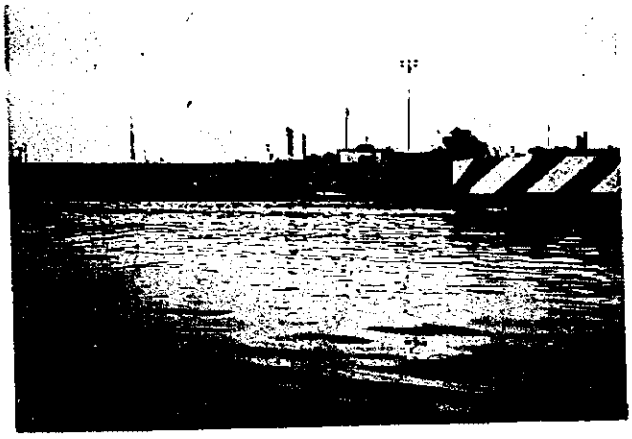


写真７　タメシ川とパヌコ川の合流点付近

写真８　パヌコ川への都市排水吐き口の状況

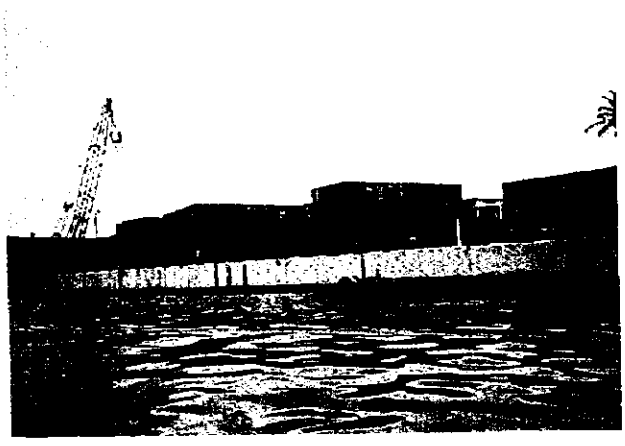


写真９　パヌコ川へ生下水を排出するタンピコ市下水道の吐き口

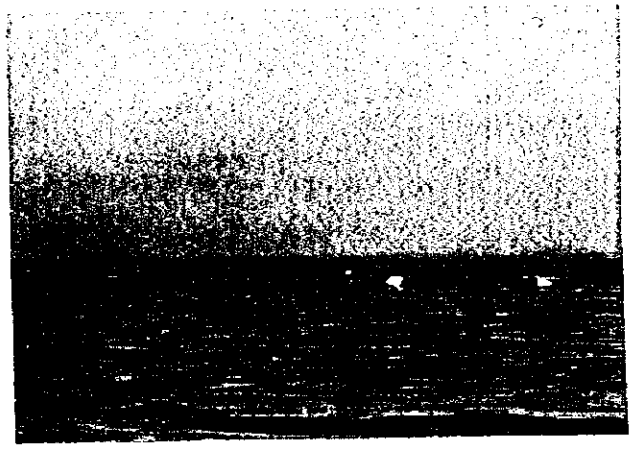


写真 10　プエブロビエホ・ラグーンのカキ漁

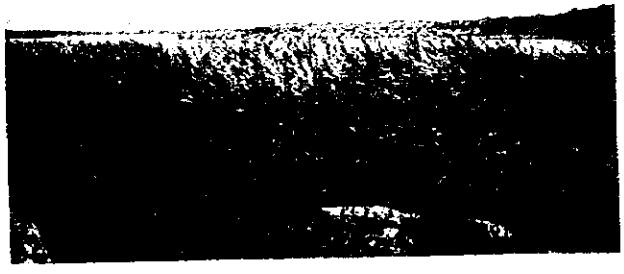


写真 11　工業廃水の主要放流先コネホ・ラグーンの遠望

写真 12　チャイレール湖の上水道取水口付近

略語とキーワード

機関名

API	港湾管理者(Administración Portuaria Integral (de Altamira))
CNA	国家水委員会(Comisión Nacional del Agua)
CRIP	(タンピコ)地域水産研究センター (Centro Regional Investigación Pesquera (de Tampico))
IMTA	メキシコ水工学研究所(Instituto)
INE	環境庁(Instituto Nacional de Ecología)
INEGI	国家地理情報統計局 (Instituto Nacional de Estadística Geograrafía e Informatica)
LFM	連邦海洋法(Lay Federal del Mar)
LGEEPA	生態系保全と環境保護一般法 (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente)
PEMEX	メキシコ石油公社
PROFEPA	環境検察庁(Procuraduría Fedral de Protección al Ambiente)
SCT	通信運輸省(Secretaría de Comunicaciones y Transportes)
SEDESOL	社会開発省 (Secretaria de Desarrollo Social)
SEMARNAP	環境天然資源漁業省 (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca)
UNAM	メキシコ国立自治大学(Universidad Autonoma de México)

法・制度等

LAN	国家水法(Ley de Aguas Nacionales)
LFDMA	水問題に関する権利の連邦法 (Ley Federal de Derechos en Materia de Agua)
LGEEPA	生態系保全と環境保護一般法 (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente)
NOM	公定基準(Norma Oficial Mexicana)

計画・プロジェクト名

Laboratorio Nacional de Referencia	リファレンス実験所
Programa Agua Limpia	水浄化計画
Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua	水質モニタリング計画
Programa Frontera XXI	国家計画21
PROMMA	メキシコ水管理近代化プロジェクト (Proyecto para la Modernización del Manejo del Agua en Mexico)
SNICA	国家水質情報システム (Sistema Nacional de Información de Calidad del Agua)

目　　次

序　文
地　図
写　真
略語とキーワード

第1章　事前調査の概要 …… 1
1－1　事前調査の目的 …… 1
1－2　事前調査団の構成 …… 1
1－3　調査日程 …… 2
1－4　主要面談者 …… 3
1－5　協議の概要 …… 3

第2章　本格調査への提言 …… 5
2－1　対象地域の概要 …… 5
2－1－1　気象状況 …… 5
2－1－2　地勢・地形・水文 …… 7
2－1－3　メキシコ湾 …… 11
2－1－4　海岸 …… 18
2－1－5　河川 …… 18
2－1－6　ラグーン …… 19
2－1－7　タマウリパス州／タンピコ市・周辺の産業 …… 19
2－2　各分野の現状と課題 …… 23
2－2－1　公共下水道による都市排水 …… 23
2－2－2　工業廃水処分の現況 …… 26
2－2－3　その他の都市排水・衛生施設 …… 27
2－2－4　上水道施設 …… 27
2－3　環境予備調査結果 …… 28
2－3－1　環境政策の背景 …… 28
2－3－2　環境政策の経緯 …… 28
2－3－3　環境関連主要法令 …… 29
2－3－4　環境関連機構・組織 …… 34

2－3－5　調査対象区域環境の現況 …… 39
2－4　タンピコ地域の水質環境及び水質分析・モニタリングの現状と課題 …… 42
2－4－1　タンピコ沿岸水域・ラグーン・河口域の水質環境 …… 42
2－4－2　水質モニタリング地点 …… 43
2－4－3　水質分析方法 …… 43
2－4－4　水質・底質・生物データ保有状況 …… 44
2－4－5　水質分析機材保有状況 …… 44
2－4－6　水質分析・モニタリングに関する今後の課題 …… 45
2－5　調査の基本方針 …… 45
2－6　調査対象範囲 …… 47
2－7　調査項目とその内容 …… 48
2－7－1　調査項目 …… 48
2－7－2　開発調査の内容 …… 49
2－8　調査工程と要員構成 …… 54
2－9　調査実施のための必要機材 …… 54
2－10　調査実施上の留意点 …… 55

付属資料

資料1　S/W …… 59
資料2　M/M …… 65
資料3　T/R …… 70
資料4　主要面談者リスト …… 87
資料5　Q/N …… 89
資料6　収集資料リスト …… 109
資料7　水質分析機構／水質分析機器販売代理店リスト …… 117
資料8　打合せ議事録 …… 118

第1章　事前調査の概要

1－1　事前調査の目的

メキシコ（面積 1,970,000km²、人口 9,300 万人、GNP4,010 ドル／人（1994 年））は、10,000km 以上の海岸線を有し、沿岸部には約 100（12,500km²）のラグーン（礁湖・湖沼）が存在し、重要な自然資源となっている。国家開発計画（1995～2000）及び環境プログラム（1995～2000）においても、将来的な開発のための重要な地域として認識されている。

しかし、近年沿岸部の動植物資源には、工業廃水、生活雑廃水等による汚染の影響が現れ、何百もの動物が死亡するなどの問題が発生している。

1996 年現在、環境天然資源漁業省（SEMARNAP）の下部組織で政府の独立機関である国家水委員会（CNA）では、10 の沿岸地域に 26 のモニタリング基地を設置しモニタリングを実施しているが、海水の水質分析にかかる方法が確立されておらず、測定項目も BOD、COD 及び大腸菌等に限られている。

また、同国では世界銀行の借款により大陸部の水管理ネットワーク構築を計画しているが、沿岸部の水質保全に関しては世界銀行の融資枠外として別途検討することとなっている。

かかる背景から、メキシコ政府は 1997 年８月、我が国に対し、沿岸部の水質モニタリング計画策定のため、本件調査の実施に関する協力を正式に要請した。これを受けて本格調査の S/W（実施細則）協議・署名を目的として事前調査団を派遣した。

1－2　事前調査団の構成

担当業務	氏　名	所　　属	派遣期間
総括／海洋環境	早瀬　隆司	長崎大学環境科学部教授	7／26～8／6
調査企画	増田　　大	国際協力事業団 社会開発調査部社会開発調査第二課	7／26～8／6
水質分析／ モニタリング計画	行平　英基	アイ・シー・ネット(株)	7／26～8／15
海洋汚染	佐田　昭平	(株)東光コンサルタンツ	7／26～8／15
通訳	菅野　喜巳	(財)日本国際協力センター	7／26～8／15

1－3　調査日程

日順	月　日	曜日	調　査　日　程	宿泊地
1	7月26日	日	（増田他） 東京（17:20）→ロサンゼルス（11:15）〈JL062〉 （早瀬） 大阪（17:30）→ロサンゼルス（11:45）〈JL060〉 （全員） ロサンゼルス（13:00）→メキシコシティ（18:40）〈MX901〉	メキシコシティ
2	27日	月	日本大使館表敬、JICA事務所打合せ 外務省表敬、CNA表敬・打合せ	メキシコシティ
3	28日	火	S/W協議	メキシコシティ
4	29日	水	メキシコシティ（07:05）→タンピコ（08:00）〈MX740〉 現地踏査	タンピコ
5	30日	木	現地踏査 タンピコ（21:10）→メキシコシティ（22:00）〈MX749〉	メキシコシティ
6	31日	金	S/W協議	メキシコシティ
7	8月 1日	土	団内打合せ	メキシコシティ
8	2日	日	団内打合せ	メキシコシティ
9	3日	月	S/W・M/M協議	メキシコシティ
10	4日	火	S/W・M/M署名 大使館報告、JICA事務所報告	メキシコシティ
11	5日	水	メキシコシティ（09:25）→ロサンゼルス（11:00）〈MX900〉 （増田） ロサンゼルス（13:00）→ （早瀬） ロサンゼルス（13:00）→ （コンサルタント）資料整理	機中泊 メキシコシティ
12	6日	木	（増田） →東京（16:15）〈JL061〉 （早瀬） →大阪（17:45）〈JL069〉 （コンサルタント）CNA、メキシコ国立大学（UNAM）	メキシコシティ
13	7日	金	国家地理情報統計局（INEGI）	メキシコシティ
14	8日	土	資料整理	メキシコシティ
15	9日	日	メキシコシティ（10:30）→タンピコ（11:25）〈MX742〉	タンピコ
16	10日	月	CNAタンピコ事務所、タンピコ地域水産研究センター（CRIP）、 東北部大学（UNE）、Laboratorio SAS（水質分析会社） Index-Lab（水質分析会社）	タンピコ
17	11日	火	タンピコ魚市場、環境天然資源漁業省（SEMARNAP） 市上下水道公社（COMAPA）、海軍省 タンピコ（15:05）→メキシコシティ（16:00）〈MX755〉	メキシコシティ
18	12日	水	CNA、資料整理	メキシコシティ
19	13日	木	大使館報告、JICA事務所報告	メキシコシティ
20	14日	金	メキシコシティ（10:30）→	機中泊
21	15日	土	→東京（16:50）〈JL011〉	

1－4　主要面談者

付属資料　資料1（M/M）に記載のとおりである。

1－5　協議の概要

調査団は、7月 27 日より現地調査を開始し、CNA 等関係機関を訪問した。これら関係者から有益な情報を収集するとともに、現地踏査を実施し、調査対象地域の絞り込み及び現状把握を行った。CNA の協力を得てこれらの調査はほぼ順調に進捗し、問題点等を抽出したうえで、本格調査の方向性について協議し、これらを S/W 及び M/M に取りまとめ、8月4日に Ing. Cesar Herrera Toledo 局長と早瀬調査団長との間で署名・交換を了した。

協議の概要は、次のとおりである。

（1）本件調査団受入れに対し、メキシコ側は終始協力の姿勢を示し、調査対象地域の現地踏査には常時 CNA が同行するなど、本件調査に対するメキシコ側の真剣かつ積極的な取り組みが窺われた。

（2）本件調査で求められている沿岸部の水質モニタリング計画の策定と、既にメキシコで世界銀行の援助により実施されている陸水部についての水質モニタリングに関する計画との分担が不明確であったが、今回先方と協議したところ、先方が求めているのは塩水の水質分析及びモニタリング技術であることが判明した。今後は両者の調整を図っていくことも必要である。

（3）本件調査は、同国タマウリパス州タンピコ市沿岸部をパイロットサイトとしてモニタリング計画を策定するものであるが、今後は、CNA 自身が本調査で策定するガイドラインによって、全国の沿岸部でのモニタリング計画を作成していくことになる。そのため、技術移転について先方より強く要請があった。特に海域の水質分析及びモニタリングに関しては全く経験がないため、技術移転及び我が国での研修の必要性が強く求められた。

（4）モニタリング及び水質分析に必要な機材に関しては、原則として先方が準備するべき旨説明したところ、先方にて現在保有している機材に関しては提供できるが、新たに調達することは予算的・時間的な問題の双方から困難であり、調査に不可欠な機材については JICA で調達するよう要請があった。なお、要請書に、本件調査終了後に CNA が得られるものとしてラボラトリーがあげられていたが、分析機材等を含めたラボラトリー一式ではなく、ラボラトリーを整備できる技術及び機器操作等に係る技術・知識であることを確認した。

(5) パイロットサイトにおいて提案されるモニタリング計画について実際にモニタリングを実施し、その提案が適正であるかを評価するよう要請があったが、過程に実施と評価の要素を含んでいることを説明し、調査終了の時点でカウンターパート（C/P）機関が独自で評価を実施することが可能となるよう技術移転を行うこととした。

(6) 先方が機材を調達するにあたって、調達に1年以上の時間を要するため、可能な限り早い段階で調達すべき機材の計画と提出をするよう要請があった。特に先方は2000年から本調査に基づいた全国での沿岸部モニタリングの実施を検討しており、1999年3月頃には提案を行うよう要請された。当方より、先方が当方と共同で調査を実施していくなかで、どのような機材が必要かについては知識が得られるため、先方にて独自に調達することは妨げないが、調査の結果としてその時期までに提案を行うのは困難である旨説明した。これに対して先方より中間報告書に機材の提案を盛り込むよう要請があった。

(7) 報告書についてはスペイン語で作成するよう要請があった。調査工程及び必要性を勘案し、着手報告書、中間報告書、最終報告書案のメイン及び最終報告書のメインについてはスペイン語で作成することとし、その他の報告書については希望を書き留めるにとどめた。なお、実際にその他の報告書についてスペイン語で作成するかについては、持ち帰り検討することとした。

(8) 先方に適正な数の C/P を配置するよう求めたが、本調査に専属で配置できるメンバーは5～6人である旨回答があった。本件調査の目的をかんがみるに、調査終了後に先方にて独自に全国展開するために必要な技術移転を行うには、C/P の人数が不足していると考えられ先方に申し入れたところ、専属ではないが、日本側調査団の専門分野にあわせた C/P を配置する旨回答があった。

(9) パイロットサイトの調査結果を全国5か所に拡張するとの情報を先方に確認したところ、当初5か所の候補地をあげていたが、そのなかからタンピコ市を選定しており、今後特に特定の5か所に拡張する計画はないことを確認した。

(10) 上記を踏まえメキシコ側と協議を行い、S/W 及び M/M を署名・交換した。

第２章　本格調査への提言

２－１　対象地域の概要

２－１－１　気象状況

（１）気象一般状況

タマウリパス州は南北に細長く延びた地域で、北部と南部では気象状況が大きく異なる。特にタンピコ市付近から南のメキシコ湾沿岸地域は熱帯性気候帯に属し、年間を通じて気温と湿度が高く、動植物相も熱帯性の特徴を示している。年平均気温の分布状況から、タマウリパス州は大別して 26℃以上の高温地域、22～26℃の中温地域、18～22℃の温暖地域の３地域に分類され、タンピコ市と周辺地域は中温地帯に属する。それぞれの地域別面積は次のとおりである。

・高温地域　　：　34,923.85 km²
・中温地域　　：　40,893.23 km²
・温暖地域　　：　　340.76 km²

また、湿度別には次の５地域に大別されている。

・高湿度地域　：　7,302.51 km²
・中湿度地域　：　47,201.39 km²
・低湿度地域０：　16,259.57 km²
・　〃　　１：　2,208.80 km²
・　〃　　２：　3,185.35 km²

（２）タンピコ市の気温

気候は熱帯性で、年平均気温は 24.1℃と年間を通じて高温である。1921～1996 年の最低年平均気温は 1974 年の 23.1℃、最高は 1995 年の 25.6℃であった。夏期７、８月の平均気温は 28℃前後、冬期１、２月の平均最低気温は 18～19℃と幾分低くなる。既往最高、最低気温は、それぞれ３月の 42℃と、12 月と１月の０℃となっている。気温状況は表２－１のとおりである。

表２－１　気温状況　　単位：℃

月　別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
月平均気温	18	19	22	24	26	28	28	28	27	26	22	20	24
月平均高温	21	22	25	27	30	31	31	31	30	28	25	22	27
月平均低温	15	16	19	21	24	25	25	25	24	22	19	16	21
最高気温	33	40	42	37	38	36	37	37	37	33	37	32	最高 42
最低気温	3	2	7	1	17	20	21	22	17	3	1	0	最低 0

出典：“International Station Meteorological Climate Summary, Version4.0.” 及び「理科年表　1996年版」
統計期間　1961～1990年、北緯22度13分、西経97度51分、H=6 m

（3）タンピコ市の相対湿度

年平均相対湿度は高く、午前は91%、午後は69%となっている。７月の平均湿度が年間で最も高く、午前が 94%、午後は 70%、また、月平均最低湿度は３月の 68%となっている。午前と午後の月別平均湿度は次表のとおりである。

表２－２　月別相対湿度表　　単位：%

月　別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
午前相対湿度	90	90	91	92	92	93	94	93	93	92	89	89	91
午後相対湿度	72	69	68	70	69	69	70	68	70	68	69	71	69

出典：“International Station Meteorological Climate Summary, Version4.0.” 及び「理科年表　1996年版」
統計期間　1961～1990年、北緯22度13分、西経97度51分、H=6 m

（4）タンピコ市の降雨量

年間平均降雨量は 910.3mm で、夏期の６～10 月の５か月間に降雨が集中し、年降雨量の 80%近くに達する。降雨継続時間が 30 分から１時間程度の短時間で強度の降雨が度々あり、また、ハリケーン、熱帯性低気圧の影響による強風を伴う豪雨が発生する。過去の年間最大降雨量は 1976 年の 2,038.4mm で、同年７月には 669.0mm を記録している。過去の記録によればハリケーン等による豪雨発生数は年平均１～２回程度となっているが、年により発生数は変わっている。

表２－３　月別平年降水量　　単位：mm

月　別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
月平均降雨量	23.3	21.4	15.6	15.1	38.9	155.0	102.1	124.1	218.3	107.0	41.2	48.3	910.3

出典：「理科年表　1996年版」統計期間　1961～1990年、北緯22度13分、西経97度51分、H=6 m

（5）タンピコ市の風向・風速

年間を通じての風は東北の風向で、春期から夏期にかけては北あるいは北西寄りの風向となる。秋期から冬期にかけては強風が多くなる。乾期は雨期に比べ風が弱く、期間

中の 10%はほとんど無風となる。年間平均風速は 1.8～2.0m/s である。最近のハリケーンと熱帯性低気圧でタンピコに最も接近したのは、1995 年 8 月 9～12 日の熱帯性低気圧 Gabrelle と 1996 年 8 月 19～25 日のハリケーン Dolly で、タンピコ付近での最大風速は、それぞれ 60、70 ノットと記録されている。

表２－４　平均風速　　単位：km/h

月　別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
月平均風速	25	25	22	22	22	20	20	20	18	24	29	25	24

出典：“International Station Meteorological Climate Summary, Version4.0.” 及び「理科年表　1996 年版」
統計期間　1961～1990 年、北緯 22 度 13 分、西経 97 度 51 分、H=6 m

（6）地震

メキシコを南北に縦断する環太平洋火山帯は、メキシコ中央部の山脈・高原と重なっており、過去に大規模な地震が多発している。1900～1997 年 6 月までの間に合計 28,375 回の地震が発生、このうち、マグニチュード 6 ないし 8 の規模は合計 149 回発生した。

震源地のほとんどが太平洋側に集中し、メキシコ湾側地域での発生回数は比較的少なく、また、その規模も太平洋側に比べ小さい。タンピコを含む東北部地域で同期間中に発生した地震回数は 229 を数えるが、マグニチュード 5 の規模が 1 回、4 が 59 回、3 あるいはそれ以下の規模が 169 回となっている。過去の記録では、タンピコとその周辺では大きな被害は発生していない。1998 年 6 月には主として南部地域で 15 回、最大マグニチュード 4.8 の規模の地震が発生した。

２－１－２　地勢・地形・水文

（1）タマウリパス州

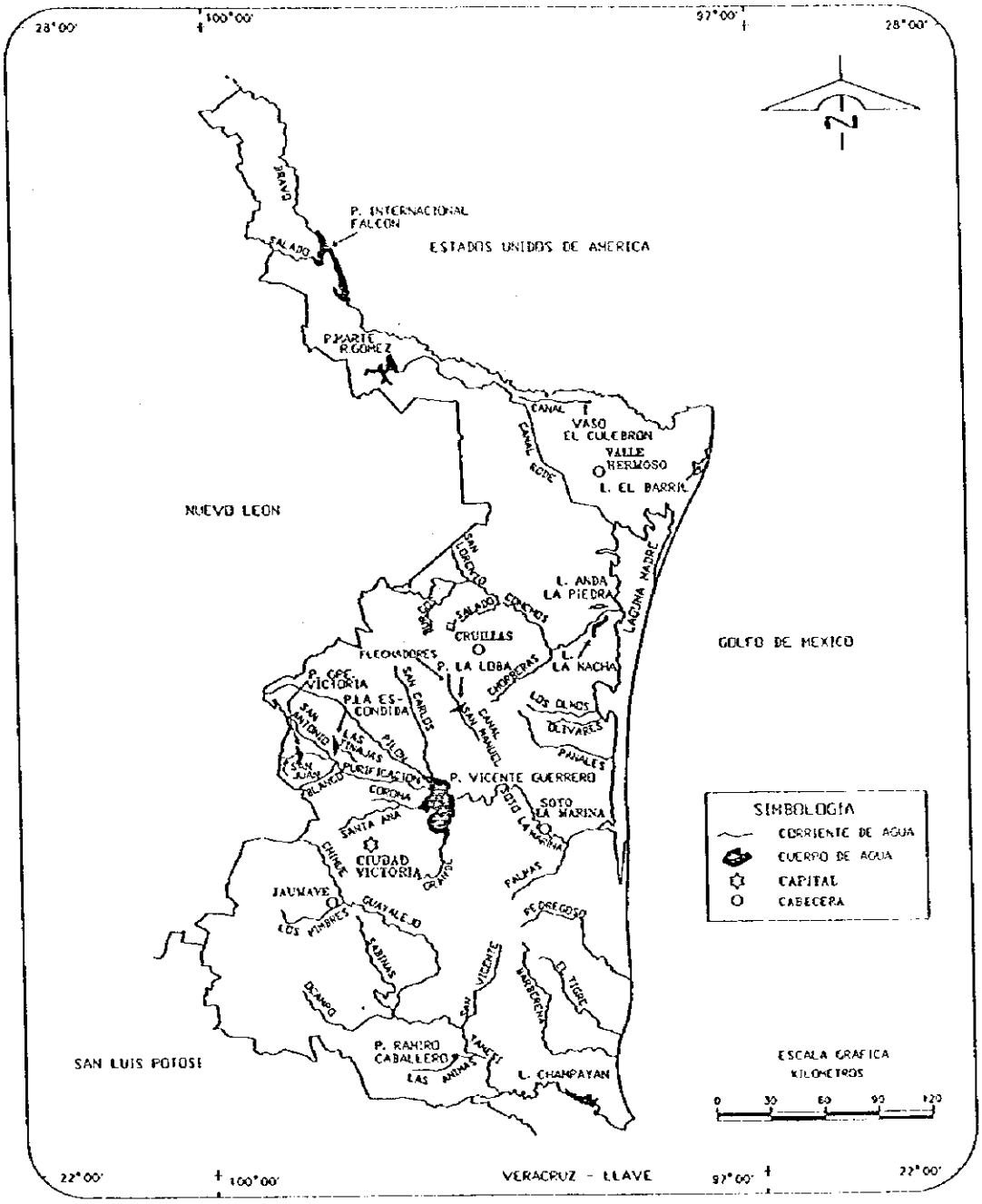
タマウリパス州は、メキシコの北西部、北緯 22 度 12 分 48 秒～27 度 40 分 47 秒、西経 97 度 08 分 38 秒～100 度 08 分 52 秒の間に位置する。北回帰線はブスタマンテ北部を通り、ビクトリー市とソト・ラ・マリーナの南、ジャラとアルダマの北側を走っている。

北は米国、南はベラクルス州とサンルイス・ポトシ州、東はメキシコ湾、さらに、西はヌエボ・レオン州にそれぞれ接している。タマウリパス州の行政区域総面積は 89,829km²、ラグーン湿地帯などを除く陸地面積の合計は 76,157.53km² で、43 の市町村が州に属し、1996 年の総人口は 2,249,581 人、そのうち都市部定住人口が 1,823,704 人、農村部人口が 425,877 人、原住民人口は 10,994 人と発表されている。タマウリパス州は人口規模で全国 13 番目、行政区域面積では 6 番目の規模となっている。

地域的にはメキシコ湾岸低地に属し、米国との国境リオ・ブラボー河口からユカタン半島までは平坦で低湿な平野が続き、海岸は遠浅でラグーンが多く、また、よく砂州が発達している。タマウリパス州は広範囲な行政区域を擁し、地勢・地形は変化に富む。気象状況は場所によって大きく異なり、北部中央部は半乾燥地域で温暖であり、降雨量は年間を通じて少なく、南部と東南部地域では、土地の高度によってかなり変動はあるものの、一般に気温が高く降雨量も多い。

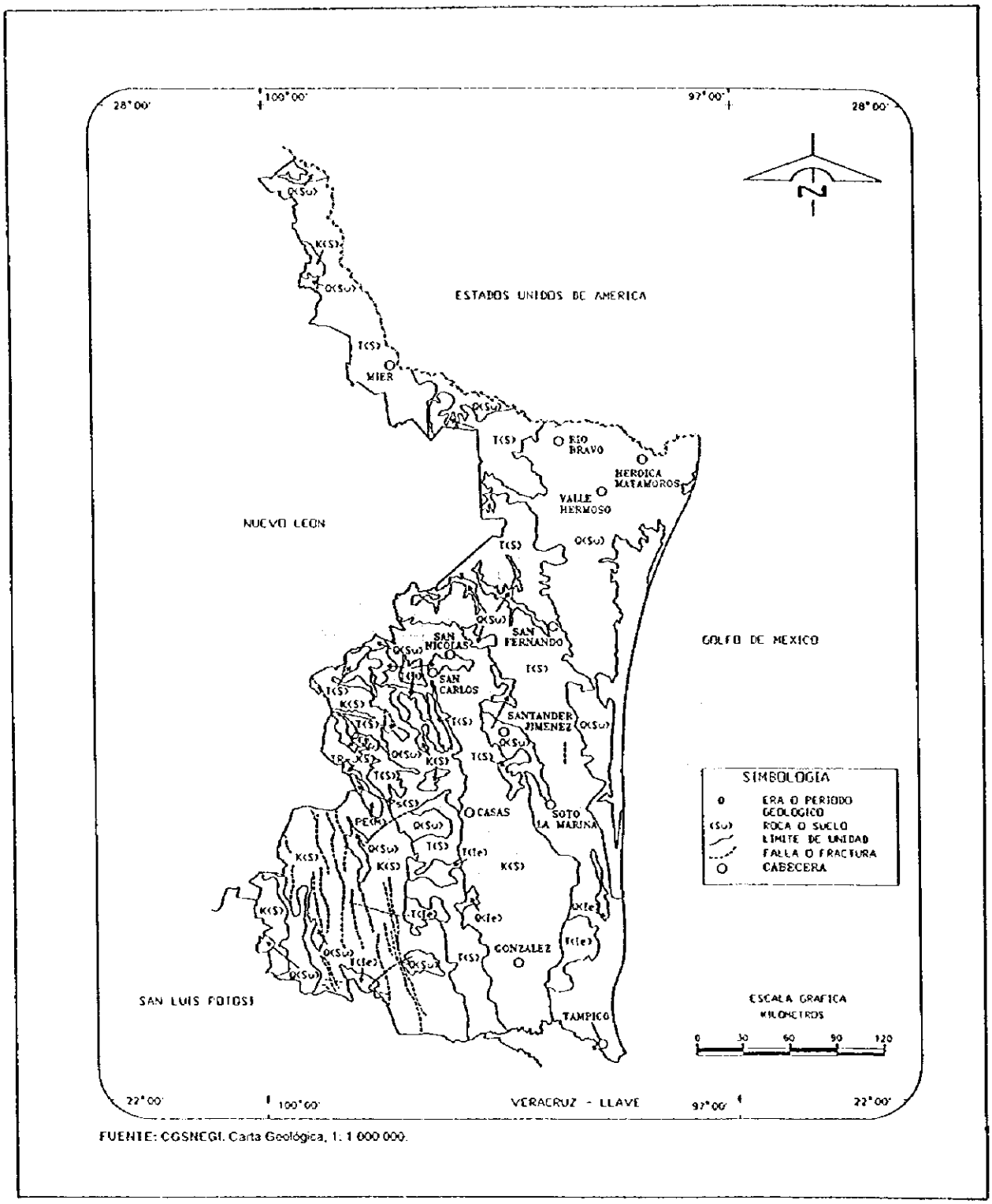
タンピコ市付近から南は湿熱が激しくなり、広く熱帯林が発達する。在来マラリアその他の熱帯病原の勢力が強く不健康地とされていたが、近年は衛生管理、築港、開墾、熱帯作物栽培などが広く行われている。タンピコとトウスパンの間に存在する油田地帯をはじめとして、湾岸に操業中や未開発の油田地帯が多い。

タマウリパス州と調査対象区域の主要河川、地質分布等の位置は、図２－１、２－２に示すとおりである。タマウリパス州の地形・地質は複雑に分布しているが、タンピコ市周辺沿岸部は新生代第３紀層水成岩が地層を形成している。



FUENTE: INEGI. Carta Topográfica, 1: 1 000 000 (segunda edición).
CGSNEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1: 1 000 000.

図２－１　タマウリパス州の河川・ラグーン位置図



FUENTE: CGSNEGI. Carta Geológica, 1: 1 000 000.

図２－２　タマウリパス州の地質図

(2) タンピコ、マデロ市と周辺地域

タンピコ、マデロ、アルタミラ市はタマウリパス州の南端、北緯22度13分00秒、西経97度51分19秒（タンピコ市）に位置し、居住人口563,834人を擁し、ほぼ連続した市街地となっている。タンピコと海岸側に隣接するマデロ市はメキシコ最古の油田地帯にあり、石油精製施設、石油関連工場群と、石油・天然ガス積出港湾施設がある。1901年に石油がこの近辺で発見されて以来、タンピコ市は世界でも有数の石油積出港として栄え、さらに、1970～1980年にかけての空前の石油ブームにより石油関連施設が増設され、タンピコ、マデロ、アルタミラの地域は石油関連産業の中心地として発展してきた。

タンピコ市の南部をパヌコ川が東方向に走りメキシコ湾に流入、さらに南端にはプエブロビエホ・ラグーンが広がり、東側は鉄道路線をはさみマデロ市と接している。海岸地域とラグーンに近い場所は海抜が5mを下回る低地も多く、雨期にはしばしば浸水する。市街地は一般に平坦で、地盤は海抜10m前後の所が多いが、市街地の西部・南西部には海抜20mを超える丘陵地がある。一方、市の東南部パヌコ川を越えたビジャ・クワウテモック地区の給水タンク近辺では、海抜60mに及ぶ森林丘陵地となっている。

2－1－3　メキシコ湾

メキシコ湾は楕円形をなし、北は米国、西と南側はメキシコに接し、東西方向の長さ約1,600km、南北方向の幅約1,300km、湾岸線延長約4,800km、海域面積は約564,000km^{2}に及び、米国のミシシッピー川を含む33の大規模河川と多くの中小河川が流入し、207の入江と河口を持ち、流域には米国、メキシコ、キューバ、グァテマラを含んでいる。湾の出口は、東のユカタンとフロリダ両半島の間で約760km、その中間に位置するキューバはフロリダから約180km、また、ユカタン半島からは約190km離れている。ユカタン海峡はカリブ海に面し、フロリダ海峡は大西洋につながっている。湾の平均水深は1,450mで最深部では3,850mある（図2－3、2－4参照）。

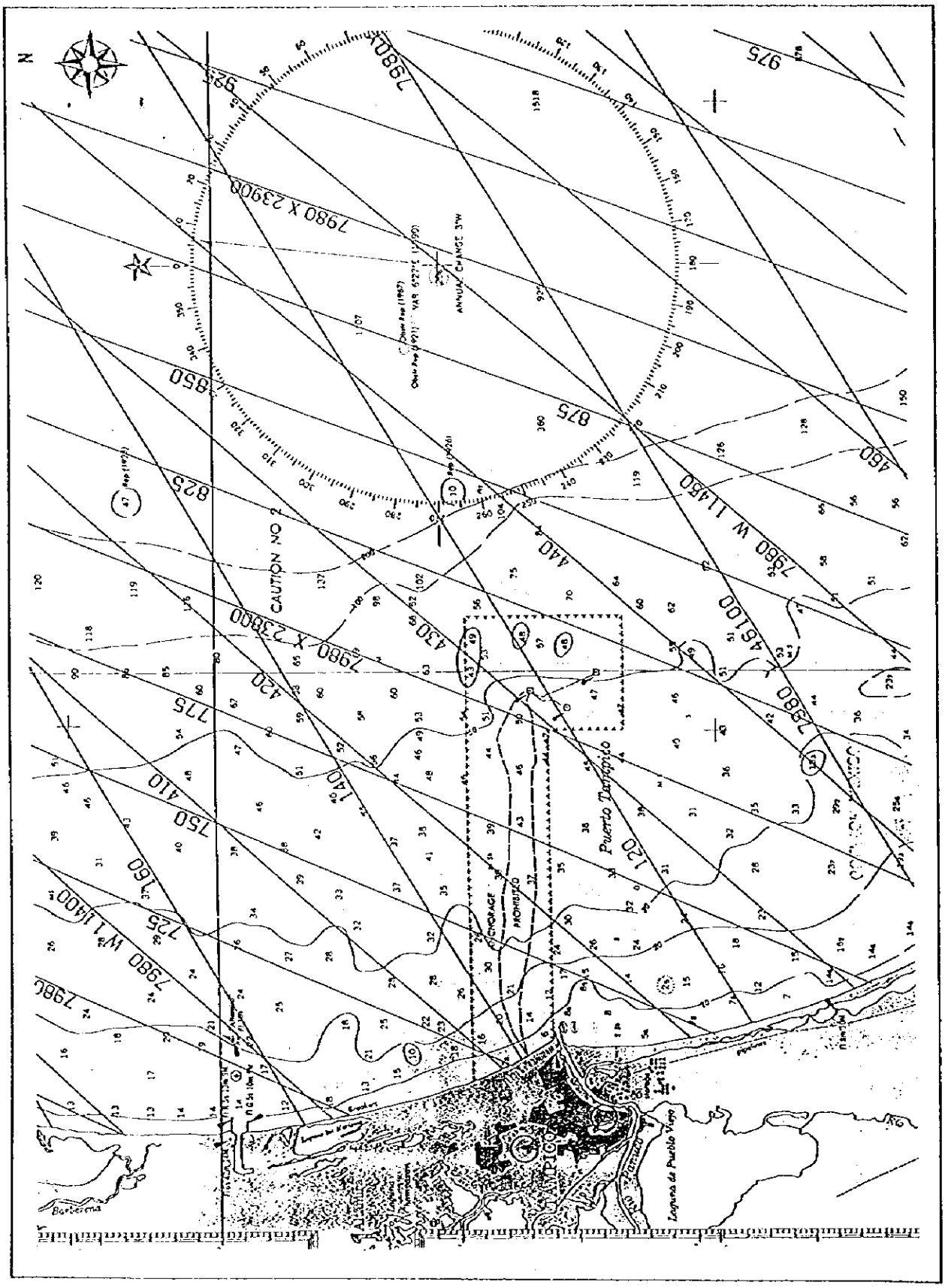


図２－３　メキシコ湾、タンピコ沖の海図

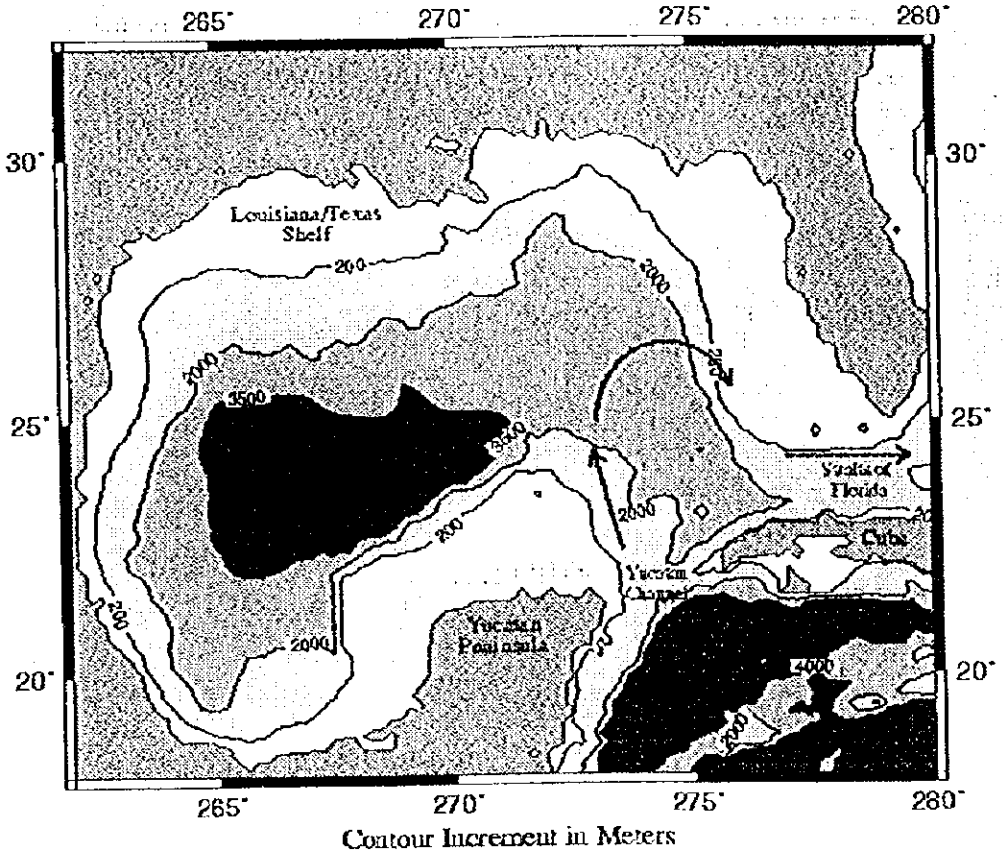


図２－４　メキシコ湾海面水位上昇と潮流温度分布の状況（1998年６月28日）

海水温度は、大西洋側の同緯度の水温に比べ数度高く、夏期と冬期では幾分変化する（図２－５参照)。潮の干満の差は比較的小さく、小潮で約 80cm、大潮でも 120cm 程度で、タンピコ港での潮位の変化もあまり大きくない。1998 年度潮位表によれば、タンピコ海岸の予想潮位は次のとおりとなり（ただし、基準面は MLWS とする)、タンピコ港における高潮位と低潮位の予想発生時間と潮位は、表２－５に示すとおりである。

平均高潮位		平均低潮位	
大潮	小潮	大潮	小潮
52cm	21cm	－18cm	9cm

また、1998 年予想最高潮位は 64cm、最低潮位は－24cm となっている。メキシコ湾の主な海流は北回帰潮流の分流で、ユカタン半島を通りメキシコ湾に流入する。この潮流は時計方向に流れ、フロリダ海峡を通過してアンティレス潮流に合流してフロリダ潮流となり、それがガルフ潮流の始まりとなる。

９～３月の恒風は北風で、３～11 月は南風である。非常に強い風が冬期に吹き、また、夏の終わりあるいは早秋に襲来することがある。一般にメキシコ側の湾底の勾配は強く、急速に水深が増す。潮流はほとんどの場合北に向かって流れるが、海岸付近では局部的に風向などの影響で変化することがある。最大潮流速は一般的に１～２ノットの間であるが、海岸近辺では、地形、河川、気象条件等でかなり速くなることがある。タンピコ沖では最大２ノット程度で、ほぼ北方向に向かっている。

メキシコ湾ではしばしば直径 300～400km に及ぶ大規模な渦巻き流が生じ、湾内潮位は平均水面から±50～60cm と変動し、全体で約 120cm に及ぶことがある。このような渦巻き流はメキシコ湾内を移動してガルフ潮流に入り、湾内流量の約 1/3 にも達する規模となっている。年に一度ぐらいの割合で、時計回り高気圧性の渦巻きがこのような環状の流れを寸断し、湾内を東から西の方向へ横切ることがある。また、メキシコ湾を移動するサイクロンは、湾内深部の栄養分を含んだ冷水を表面へ持ち上げることから、魚類の生産性を高める効果があるものと考えられている。

メキシコ湾の海水面塩分濃度は、タンピコ沿岸では、パヌコ川やラグーンなどからの淡水流入の影響を受けるため、湾中心部に比べ幾分低く 35.4～35.6‰の範囲にある。タンピコ付近海水の水温、溶存酸素、窒素、燐の垂直濃度分布等は収集資料を参照。

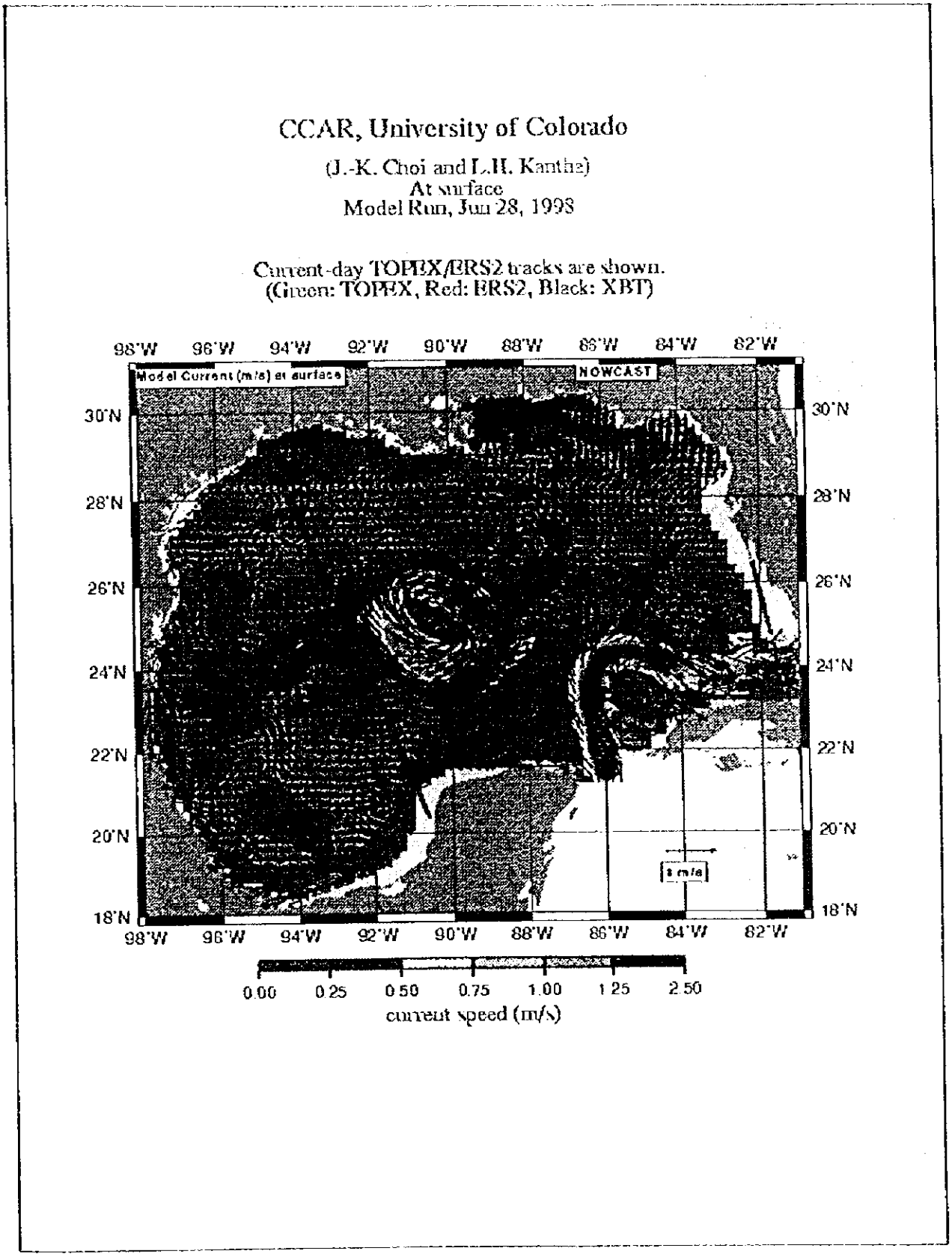


図２－５　メキシコ湾海面潮流の状況（1998年6月28日）

表２－５　タンピコ港潮位表（1998 年）１／２

Tampico Harbor (Madero), Mexico, 1998

Times and Heights of High and Low Waters

July

	Time	Height		Time	Height
1 W ○	0054 0413 1834 2203	0.8 1.0 0.5 0.7	15 30 15 21	16 Th ○	0053 0720 1446 2232	0.7 1.2 0.3 1.0	27 37 9 30
2 Th	0140 0818 1609	0.6 1.0 0.3	18 30 9	17 F	0206 0725 1540	0.9 1.2 0.1	27 37 3
3 F	0038 0254 0814 1644	0.9 0.8 1.0 0.2	27 24 30 6	18 Sa	0037 0407 0722 1032	1.3 1.2 1.3 -0.1	46 37 40 -3
4 Sa	0180 0459 0806 1719	1.0 0.9 1.0 0.0	30 27 30 0	19 Su	0150 1724	1.5 -0.2	46 -6
5 Su	0230 1734	1.1 -0.1	34 -3	20 M	0242 1815	1.6 -0.3	49 -9
6 M	0303 1630	1.3 -0.2	40 -6	21 Tu	0327 1904	1.6 -0.4	49 -12
7 Tu	0335 1906	1.3 -0.3	40 -9	22 W	0407 1951	1.7 -0.5	52 -9
8 W	0407 1943	1.4 -0.3	43 -9	23 Th ●	0447 2035	1.6 -0.2	49 -6
9 Th ○	0440 2021	1.6 -0.4	46 -12	24 F	0513 0959 1234 2117	1.5 1.3 1.4 -0.1	46 40 43 -3
10 F	0512 2101	1.6 -0.3	46 -9	25 Sa	0539 1024 1240 2156	1.5 1.2 1.3 0.1	46 37 40 3
11 Sa	0544 2142	1.5 -0.3	46 -9	26 Su	0559 1057 1445 2232	1.4 1.1 1.2 0.3	43 34 37 9
12 Su	0613 2223	1.4 -0.1	43 -3	27 M	0614 1135 1554 2306	1.3 1.0 1.2 0.5	40 30 37 15
13 M	0637 1233 1624 2310	1.4 0.9 1.0 0.1	43 27 30 3	28 Tu	0623 1218 1717 2337	1.3 0.9 1.1 0.7	40 27 34 21
14 Tu	0698 1313 1723 2354	1.3 0.8 0.9 0.4	40 24 27 12	29 W	0626 1307 1909	1.2 0.8 1.1	37 24 34
15 W	0716 1359 1950	1.2 0.6 0.9	37 18 27	30 Th	0003 0628 1359 2200	0.9 1.2 0.7 1.1	27 37 21 34
				31 F ○	0016 0623 1452	1.0 1.3 0.5	30 40 15

August

	Time	Height		Time	Height		Time	Height		Time	Height
1 Sa	0615 1543	1.3 0.4	40 12	16 Su	0047 1606	1.8 0.2	55 6	1 Tu	0120 1636	1.8 0.6	55 18
2 Su	0207 1637	1.4 0.3	43 9	17 M	0144 1708	1.9 0.2	58 6	2 W	0148 1731	1.9 0.5	58 15
3 M	0212 1718	1.5 0.2	46 6	18 Tu	0227 1805	1.8 0.2	56 6	3 Th	0212 1822	1.9 0.5	58 15
4 Tu	0240 1802	1.6 0.1	49 3	19 W	0302 1857	1.9 0.2	58 6	4 F	0236 0744 1113 1911	1.9 1.6 1.7 0.5	58 49 52 15
5 W	0306 1845	1.7 0.1	52 3	20 Th	0331 0820 1114 1944	1.8 1.6 1.7 0.3	55 49 52 9	5 Sa	0258 0803 1232 1959	1.9 1.6 1.8 0.6	58 46 55 18
6 Th	0334 1928	1.7 0.0	52 0	21 F ●	0358 0854 1228 2027	1.6 1.5 1.7 0.4	46 46 52 12	6 Su ○	0317 0829 1343 2047	1.8 1.4 1.8 0.7	55 43 55 21
7 F ○	0401 0905 1134 2010	1.7 1.4 1.5 0.0	52 43 46 0	22 Sa	0415 0858 1332 2107	1.7 1.4 1.7 0.6	52 43 52 18	7 M	0332 0901 1437 2135	1.8 1.2 1.8 0.9	55 37 56 27
8 Sa	0426 0926 1248 2053	1.7 1.4 1.5 0.1	52 43 46 3	23 Su	0429 0922 1431 2143	1.6 1.3 1.6 0.7	49 40 49 21	8 Tu	0343 0959 1513 2225	1.7 1.0 1.9 1.2	52 30 58 37
9 Su	0448 0954 1401 2137	1.7 1.3 1.5 0.3	52 40 46 9	24 M	0438 0951 1529 2216	1.5 1.2 1.6 0.9	46 37 49 27	9 W	0351 1033 1737 2318	1.7 0.8 1.8 1.4	52 24 55 43
10 M	0507 1029 1520 2222	1.6 1.2 1.5 0.6	49 37 46 18	25 Tu	0442 1023 1630 2246	1.5 1.1 1.6 1.1	46 34 49 34	10 Th	0355 1113 1913	1.7 0.7 1.8	52 21 56
11 Tu	0521 1111 1647 2308	1.5 1.0 1.4 0.8	46 30 43 24	26 W	0441 1059 1740 2315	1.5 1.0 1.6 1.0	46 30 49 30	11 F	0022 0352 1210 2105	1.7 1.5 0.6 2.0	52 46 18 61
12 W	0532 1159 1832 2358	1.5 0.8 1.4 1.1	46 24 43 34	27 Th	0438 1141 1909 2341	1.5 0.9 1.5 1.4	46 27 46 43	12 Sa ○	1314 2258	0.6 2.0	18 61
13 Th	0538 1235 2043	1.5 0.6 1.5	46 18 46	28 F	0434 1230 2121	1.6 0.9 1.6	49 27 49	13 Su	1425	0.5	15
14 F ○	0558 1336 2306	1.5 0.4 1.6	46 12 49	29 Sa ○	0006 0425 1326	1.6 1.0 0.8	46 30 24	14 M	0013 1509	2.1 0.6	64 18
15 Sa	0242 0623 1501	1.5 1.6 0.3	46 49 9	30 Su	0342 1432	1.7 0.7	52 21	15 Tu	0102 1649	2.1 0.6	64 18
				31 M	0053 1538	1.8 0.7	55 21				

September

	Time	Height		Time	Height
16 W	0138 1752	2.0 0.6	61 18
17 Th	0206 0717 1053 1846	1.9 1.7 1.8 0.7	58 52 55 21
18 F	0227 0731 1214 1935	1.8 1.6 1.8 0.6	56 49 55 24
19 Sa	0243 0751 1319 2018	1.8 1.4 1.8 1.0	55 43 55 30
20 Su ●	0253 0814 1416 2057	1.7 1.3 1.9 1.1	52 40 58 34
21 M	0258 0839 1510 2134	1.7 1.2 1.9 1.2	52 37 58 37
22 Tu	0259 0905 1602 2208	1.6 1.1 1.9 1.4	49 34 58 43
23 W	0256 0933 1636 2241	1.6 1.0 1.8 1.5	49 30 55 46
24 Th	0250 1005 1759 2316	1.6 0.9 1.8 1.6	49 27 55 49
25 F	0244 1042 1909	1.7 0.9 1.8	52 27 55
26 Sa	0000 0231 1126 2042	1.8 1.7 0.8 1.8	49 52 24 55
27 Su	1220 2219	0.8 1.9	24 58
28 M ○	1325 2323	0.8 1.9	24 58
29 Tu	1437	0.8	24
30 W	0004 1549	2.0 0.8	61 24

Time meridian 90° W. 0000 is midnight, 1200 is noon.
Heights are referred to the chart datum of soundings.

Tampico Harbor (Madero), Mexico, 1998

Times and Heights of High and Low Waters

October

	Time	Height		Time	Height
1 Th	0035 1655	2.0 0.6	61 24	16 F	0049 0633 1148 1829	1.7 1.3 1.8 1.0	52 40 49 30
2 F	0100 0844 1028 1758	2.0 1.6 1.7 0.6	61 49 52 24	17 Sa	0103 0655 1300 1921	1.6 1.2 1.7 1.1	49 37 52 34
3 Sa	0122 0656 1200 1854	1.9 1.4 1.5 0.9	58 43 46 27	18 Su	0112 0718 1400 2009	1.6 1.0 1.7 1.2	49 30 52 37
4 Su	0138 0719 1317 1949	1.8 1.2 1.8 1.0	55 37 56 30	19 M	0115 0742 1453 2053	1.5 0.9 1.8 1.3	46 27 55 40
5 M ○	0152 0750 1426 2045	1.7 1.0 2.0 1.2	52 30 61 37	20 Tu ●	0114 0806 1541 2135	1.5 0.8 1.8 1.4	46 24 55 43
6 Tu	0201 0828 1539 2141	1.7 0.8 2.1 1.4	52 24 64 43	21 W	0108 0832 1629 2218	1.5 0.7 1.8 1.4	46 21 55 43
7 W	0206 0907 1651 2241	1.7 0.6 2.1 1.6	52 18 64 49	22 Th	0059 0900 1717	1.5 0.6 1.8	46 18 55
8 Th	0210 0952 1808 2335	1.7 0.4 2.1 1.7	52 12 64 52	23 F	0030 1608	0.8 1.8	18 55
9 F	0202 1042 1932	1.8 0.4 2.1	55 12 64	24 Sa	1006 1908	0.5 1.8	15 55
10 Sa	1138 2100	0.4 2.1	12 64	25 Su	1047 2016	0.5 1.8	15 55
11 Su	1240 2219	0.4 2.1	12 64	26 M	1137 2119	0.6 1.8	18 55
12 M ○	1351 2318	0.5 2.0	15 61	27 Tu	1236 2210	0.5 1.8	15 55
13 Tu	1507 2359	0.6 1.9	18 58	28 W ○	1345 2248	0.6 1.8	18 55
14 W	1622	0.6	24	29 Th	1500 2317	0.6 1.7	18 52
15 Th	0028 1730	1.8 0.6	55 18	30 F	0556 1615 2339	1.2 0.6 1.7	37 18 52
				31 Sa	0555 1116 1730 2355	1.1 1.4 0.6 1.6	34 43 18 49

November

	Time	Height		Time	Height
1 Su	0616 1243 1659	0.8 1.6 1.0	24 49 30
2 M	0008 0646 1057 1947	1.5 0.6 1.7 1.2	46 18 52 37
3 Tu ○	0016 0722 1505 2054	1.5 0.3 1.8 1.0	46 9 58 40
4 W	0021 0801 1815 2205	1.5 0.1 2.0 1.4	46 3 61 43
5 Th	0021 0845 1717	1.5 0.0 2.0	46 0 61
6 F	0031 1624	-0.1 2.0	-3 61
7 Sa	1021 1931	-0.1 1.9	-3 58
8 Su	1114 2035	0.0 1.8	0 55
9 M	1212 2130	0.1 1.7	3 52
10 Tu ○	1313 2212	0.3 1.6	9 49
11 W	1425 2243	0.5 1.5	15 46
12 Th ○	0537 0639 1559 2304	1.0 1.1 0.7 1.4	30 34 21 43
13 F	0537 1059 1854 2319	0.9 1.2 0.6 1.3	27 37 18 40
14 Sa	0558 1231 1603 2327	0.7 1.3 1.0 1.3	21 40 30 40
15 Su	0622 1338 1907 2329	0.6 1.4 1.1 1.2	18 43 34 37
16 M	0647 1434 2007 2326	0.4 1.5 1.1 1.2	12 46 34 37
17 Tu	0714 1522 2105 2313	0.3 1.5 1.1 1.2	9 46 34 37
18 W ●	0740 1606	0.2 1.5	6 46
19 Th	0808 1647	0.1 1.6	3 49
20 F	0837 1729	0.0 1.6	0 49
21 Sa	0910 1813	0.0 1.6	0 49
22 Su	0945 1859	0.0 1.6	0 49
23 M	1025 1946	0.0 1.5	0 46
24 Tu	1111 2029	0.0 1.5	0 46
25 W	1203 2105	0.1 1.5	3 46
26 Th ○	1304 2133	0.3 1.4	9 43
27 F	0506 0707 1416 2155	0.8 0.9 0.4 1.3	24 27 12 40
28 Sa	0450 1013 1539 2210	0.8 0.9 0.8 1.2	24 27 24 37
29 Su	0511 1204 1708 2221	0.4 1.1 0.8 1.2	12 34 24 37
30 M	0543 1328 1806 2228	0.1 1.3 1.0 1.1	3 40 30 34

December

	Time	Height		Time	Height
1 Tu	0620 1434 2002 2231	-0.2 1.5 1.1 1.2	-6 46 34 37
2 W	0701 1535	-0.4 1.6	-12 49
3 Th ○	0745 1633	-0.5 1.7	-15 52
4 F	0831 1729	-0.6 1.7	-18 52
5 Sa	0918 1822	-0.6 1.6	-18 49
6 Su	1006 1917	-0.5 1.5	-15 46
7 M	1055 1955	-0.3 1.4	-9 43
8 Tu	1145 2031	-0.1 1.3	-3 40
9 W	1237 2058	0.1 1.2	3 37
10 Th	1334 2116	0.3 1.1	9 34
11 F	0471 1438 1440 2132	0.5 0.7 0.5 1.0	15 21 15 30
12 Sa	0447 1539 1600 2139	0.4 0.8 0.7 0.9	12 24 21 27
13 Su	0517 1310 1730 2140	0.2 0.9 0.8 0.9	6 27 24 27
14 M	0547 1411 1901 2132	0.0 1.0 0.8 0.9	0 30 24 27
15 Tu	0618 1459	-0.1 1.1	-3 34
16 W	0649 1529	-0.3 1.2	-9 37
17 Th	0718 1618	-0.3 1.2	-9 37
18 F	0750 1650	-0.4 1.2	-12 37
19 Sa	0822 1724	-0.4 1.3	-12 40
20 Su	0857 1759	-0.4 1.3	-12 40
21 M	0933 1832	-0.4 1.2	-12 37
22 Tu	1013 1904	-0.4 1.2	-12 37
23 W	1055 1933	-0.3 1.1	-9 34
24 Th	1142 1956	-0.1 1.1	-3 34
25 F	0300 0530 1235 2013	0.8 0.8 0.1 1.0	18 18 3 30
26 Sa	0218 0634 1341 2026	0.3 0.8 0.4 0.9	9 18 12 27
27 Su	0352 1111 1811 2034	0.1 0.7 0.8 0.9	3 21 18 27
28 M	0431 1254 1706 2037	-0.2 1.0 0.8 0.9	-6 30 24 27
29 Tu	0518 1404	-0.8 1.2	-15 37
30 W	0601 1501	-0.7 1.3	-21 40
31 Th	0649 1552	-0.6 1.4	-18 43

Time meridian 90° W. 0000 is midnight, 1200 is noon.
Heights are referred to the chart datum of soundings.

表２－５　タンピコ港潮位表（1998年）２／２

Tampico Harbor (Madero), Mexico, 1998

Times and Heights of High and Low Waters

January

	Time	Height		Time	Height
	h m	ft / cm		h m	ft / cm
1 Th	1002 / 1842	−0.6 / 1.2	−19 / 37	16 F	0227 / 1041 / 1640	0.7 / −0.2 / 0.8	21 / −6 / 24
2 F	1049 / 1908	−0.4 / 1.1	−12 / 34	17 Sa	0011 / 0338 / 1112 / 1847	0.5 / 0.6 / 0.0 / 0.8	15 / 18 / 0 / 24
3 Sa	0128 / 1137 / 1930	0.9 / 0.7 / −0.2 / 1.0	18 / 21 / −6 / 30	18 Su	0055 / 0507 / 1140 / 1851	0.4 / 0.5 / 0.2 / 0.7	12 / 15 / 6 / 21
4 Su	0201 / 0537 / 1228 / 1944	0.5 / 0.6 / 0.1 / 0.9	15 / 18 / 3 / 27	19 M	0142 / 0713 / 1205 / 1852	0.3 / 0.5 / 0.4 / 0.7	9 / 15 / 12 / 21
5 M ○	0243 / 0841 / 1329 / 1958	0.2 / 0.6 / 0.4 / 0.8	6 / 18 / 12 / 27	20 Tu ○	0230 / 1019 / 1221 / 1853	0.2 / 0.5 / 0.4 / 0.7	6 / 15 / 12 / 21
6 Tu	0329 / 1117 / 1453 / 2001	−0.1 / −0.7 / 0.6 / 0.9	−3 / 21 / 18 / 27	21 W	0317 / 1852	0.0 / 0.8	0 / 24
7 W	0416 / 1304 / 1656 / 2001	−0.3 / 0.9 / 0.6 / 0.9	−9 / 27 / 24 / 27	22 Th	0403 / 1352 / 1654 / 1837	−0.1 / 0.8 / 0.7 / 0.8	−3 / 24 / 21 / 24
8 Th	0505 / 1411	−0.5 / 1.1	−15 / 34	23 F	0447 / 1415	−0.3 / 1.0	−9 / 30
9 F	0553 / 1502	−0.6 / 1.2	−18 / 37	24 Sa	0531 / 1445	−0.4 / 1.1	−12 / 34
10 Sa	0640 / 1547	−0.7 / 1.2	−21 / 37	25 Su	0615 / 1516	−0.6 / 1.1	−18 / 34
11 Su	0728 / 1628	−0.7 / 1.2	−21 / 37	26 M	0659 / 1551	−0.7 / 1.2	−21 / 37
12 M ○	0810 / 1705	−0.7 / 1.2	−21 / 37	27 Tu	0744 / 1623	−0.7 / 1.2	−21 / 37
13 Tu	0851 / 1737	−0.6 / 1.1	−18 / 34	28 W ●	0828 / 1653 / 2159	−0.7 / 1.2 / 0.6	−21 / 37 / 24
14 W	0930 / 1806 / 2302	−0.5 / 1.0 / 0.7	−15 / 30 / 21	29 Th	0951 / 0913 / 1718 / 2228	0.9 / −0.6 / 1.1 / 0.7	27 / −18 / 34 / 21
15 Th	0124 / 1007 / 1426 / 2333	0.8 / −0.4 / 0.9 / 0.6	24 / −12 / 27 / 18	30 F	0210 / 0956 / 1739 / 2305	0.9 / −0.4 / 1.0 / 0.6	27 / −12 / 30 / 18
				31 Sa	0334 / 1044 / 1754 / 2049	0.8 / −0.2 / 0.9 / 0.3	24 / −6 / 27 / 9

February

	Time	Height		Time	Height
	h m	ft / cm		h m	ft / cm
1 Su	0511 / 1131 / 1805	0.7 / 0.1 / 0.8	21 / 3 / 24	16 M	0557 / 1114 / 1707	0.7 / 0.4 / 0.8	21 / 12 / 24
2 M	0641 / 0708 / 1222 / 1813	0.1 / 0.7 / 0.4 / 0.8	3 / 21 / 12 / 24	17 Tu	0006 / 0715 / 1140 / 1706	0.2 / 0.7 / 0.6 / 0.8	6 / 21 / 18 / 24
3 Tu ○	0139 / 0933 / 1325 / 1816	−0.1 / 0.8 / 0.7 / 0.8	−3 / 24 / 21 / 24	18 W	0058 / 0941 / 1207 / 1704	0.1 / 0.8 / 0.7 / 0.8	3 / 24 / 21 / 24
4 W	0240 / 1156 / 1519 / 1806	−0.3 / 0.9 / 0.8 / 0.9	−9 / 27 / 24 / 27	19 Th ○	0158 / 1641	0.0 / 0.9	0 / 27
5 Th	0342 / 1320	−0.4 / 1.1	−12 / 34	20 F	0256 / 1302	−0.1 / 1.0	−3 / 30
6 F	0442 / 1412	−0.5 / 1.1	−15 / 34	21 Sa	0359 / 1334	−0.2 / 1.1	−6 / 34
7 Sa	0539 / 1453	−0.6 / 1.2	−18 / 37	22 Su	0457 / 1405	−0.3 / 1.2	−9 / 37
8 Su	0631 / 1528	−0.6 / 1.2	−18 / 37	23 M	0550 / 1436	−0.4 / 1.2	−12 / 37
9 M	0719 / 1558 / 2046 / 2320	−0.5 / 1.1 / 0.8 / 0.9	−15 / 34 / 24 / 27	24 Tu	0642 / 1504 / 2008 / 2319	−0.4 / 1.2 / 0.9 / 1.0	−12 / 37 / 27 / 30
10 Tu	0803 / 1624 / 2059	−0.4 / 1.0 / 0.8	−12 / 30 / 24	25 W	0731 / 1528 / 2027	−0.4 / 1.2 / 0.8	−12 / 37 / 24
11 W ○	0829 / 1644 / 2119	0.9 / −0.3 / 1.0 / 0.7	27 / −9 / 30 / 21	26 Th ●	0840 / 0819 / 1546 / 2054	1.0 / −0.3 / 1.1 / 0.7	30 / −9 / 34 / 21
12 Th	0128 / 0918 / 1657 / 2143	0.9 / −0.2 / 0.9 / 0.6	27 / −6 / 27 / 18	27 F	0153 / 0907 / 1604 / 2129	1.0 / −0.2 / 1.0 / 0.5	30 / −6 / 30 / 15
13 F	0274 / 0931 / 1705 / 2211	0.9 / −0.1 / 0.8 / 0.5	27 / −3 / 24 / 15	28 Sa	0311 / 0958 / 1616 / 2209	1.1 / 0.1 / 0.9 / 0.3	34 / 3 / 27 / 9
14 Sa	0321 / 1020 / 1708 / 2244	0.8 / 0.1 / 0.8 / 0.4	24 / 3 / 24 / 12				
15 Su	0423 / 1047 / 1707 / 2322	0.8 / 0.3 / 0.8 / 0.3	24 / 9 / 24 / 9				

March

	Time	Height		Time	Height
	h m	ft / cm		h m	ft / cm
1 Su	0432 / 1045 / 1625 / 2256	1.0 / 0.3 / 0.9 / 0.1	30 / 9 / 27 / 3	16 M	0453 / 1037 / 1577 / 2222	1.0 / 0.6 / 0.9 / 0.2	30 / 18 / 27 / 6
2 M	0602 / 1137 / 1630 / 2349	1.0 / 0.6 / 0.9 / −0.1	30 / 18 / 27 / −3	17 Tu	0557 / 1111 / 1520 / 2302	1.0 / 0.8 / 0.9 / 0.1	30 / 24 / 27 / 3
3 Tu	0747 / 1236 / 1630	1.0 / 0.8 / 0.9	30 / 24 / 27	18 W	0718 / 1157 / 1514 / 2350	1.0 / 0.8 / 0.9 / 0.1	30 / 24 / 27 / 3
4 W	0849 / 0952	−0.2 / 1.1	−6 / 34	19 Th	0904	1.0	30
5 Th ○	0158 / 1142	−0.2 / 1.2	−6 / 37	20 F	0049 / 1048	0.0 / 1.1	0 / 34
6 F	0306 / 1250	−0.3 / 1.2	−9 / 37	21 Sa ○	0158 / 1151	0.0 / 1.2	0 / 37
7 Sa	0418 / 1335	−0.3 / 1.2	−9 / 37	22 Su	0310 / 1203	−0.1 / 1.3	−3 / 40
8 Su	0523 / 1410	−0.2 / 1.2	−6 / 37	23 M	0419 / 1306	−0.1 / 1.3	−3 / 40
9 M	0620 / 1437 / 1936 / 2307	−0.2 / 1.1 / 0.9 / 1.0	−6 / 34 / 27 / 30	24 Tu	0523 / 1333 / 1902 / 2241	−0.1 / 1.2 / 0.9 / 1.0	−3 / 37 / 27 / 30
10 Tu	0709 / 1456 / 1950	−0.1 / 1.1 / 0.8	−3 / 34 / 24	25 W	0622 / 1355 / 1916	−0.1 / 1.2 / 0.7	−3 / 37 / 21
11 W	0800 / 0753 / 1514 / 2008	1.0 / 0.0 / 1.0 / 0.7	30 / 0 / 30 / 21	26 Th	0611 / 0718 / 1412 / 1941	1.1 / 0.0 / 1.1 / 0.5	34 / 0 / 34 / 15
12 Th ○	0120 / 0831 / 1523 / 2030	1.0 / 0.1 / 0.9 / 0.6	30 / 3 / 27 / 18	27 F ●	0129 / 0812 / 1425 / 2013	1.2 / 0.2 / 1.0 / 0.3	37 / 6 / 30 / 9
13 F	0214 / 0906 / 1527 / 2053	1.0 / 0.2 / 0.9 / 0.5	30 / 6 / 27 / 15	28 Sa	0242 / 0905 / 1435 / 2051	1.2 / 0.4 / 0.9 / 0.1	37 / 12 / 27 / 3
14 Sa	0305 / 0938 / 1524 / 2119	1.0 / 0.4 / 0.8 / 0.4	30 / 12 / 24 / 12	29 Su	0355 / 1000 / 1442 / 2133	1.3 / 0.6 / 0.9 / −0.1	40 / 18 / 27 / −3
15 Su	0357 / 1007 / 1524 / 2148	1.0 / 0.5 / 0.8 / 0.3	30 / 15 / 24 / 9	30 M	0510 / 1057 / 1446 / 2220	1.3 / 0.8 / 1.0 / −0.2	40 / 24 / 30 / −6
				31 Tu	0632 / 1205 / 1441 / 2312	1.3 / 0.8 / 1.0 / −0.3	40 / 27 / 30 / −9

Time meridian 90° W. 0000 is midnight, 1200 is noon.
Heights are referred to the chart datum of soundings.

Tampico Harbor (Madero), Mexico, 1998

Times and Heights of High and Low Waters

April

	Time	Height		Time	Height
	h m	ft / cm		h m	ft / cm
1 W	0603	1.3	40	16 Th	0722 / 2309	1.2 / −0.1	37 / −3
2 Th	0010 / 0938	−0.3 / 1.3	−9 / 40	17 F	0639	1.2	37
3 F ○	0117 / 1059	−0.2 / 1.3	−6 / 40	18 Sa	0064 / 0951	−0.1 / 1.3	−3 / 40
4 Sa	0231 / 1155	−0.1 / 1.3	−3 / 40	19 Su ○	0110 / 1045	−0.1 / 1.3	−3 / 40
5 Su	0347 / 1234	0.0 / 1.2	0 / 37	20 M	0224 / 1124	0.0 / 1.3	0 / 40
6 M	0457 / 1302 / 1841 / 2232	0.1 / 1.1 / 0.8 / 0.9	3 / 34 / 24 / 27	21 Tu	0340 / 1153 / 1810 / 2141	0.0 / 1.2 / 0.7 / 0.8	0 / 37 / 21 / 24
7 Tu	0559 / 1322 / 1852 / 2358	0.2 / 1.0 / 0.7 / 1.0	6 / 30 / 21 / 30	22 W	0454 / 1215 / 1814 / 2353	0.1 / 1.1 / 0.6 / 0.9	3 / 34 / 18 / 27
8 W	0652 / 1335 / 1910	0.3 / 1.0 / 0.6	9 / 30 / 18	23 Th	0602 / 1231 / 1837	0.2 / 1.0 / 0.3	6 / 30 / 9
9 Th	0104 / 0738 / 1342 / 1931	1.0 / 0.4 / 0.9 / 0.4	30 / 12 / 27 / 12	24 F	0058 / 0707 / 1242 / 1908	1.1 / 0.4 / 1.0 / 0.1	34 / 12 / 30 / 3
10 F	0200 / 0819 / 1344 / 1953	1.1 / 0.5 / 0.9 / 0.3	34 / 15 / 27 / 9	25 Sa	0212 / 0810 / 1251 / 1944	1.2 / 0.6 / 0.9 / −0.2	37 / 18 / 27 / −6
11 Sa ○	0250 / 0857 / 1342 / 2017	1.1 / 0.8 / 0.9 / 0.2	34 / 18 / 27 / 6	26 Su ●	0321 / 0913 / 1257 / 2025	1.4 / 0.8 / 0.9 / −0.3	43 / 24 / 27 / −9
12 Su	0338 / 0933 / 1309 / 2043	1.1 / 0.7 / 0.9 / 0.1	34 / 21 / 27 / 3	27 M	0428 / 1016 / 1258 / 2108	1.4 / 0.9 / 1.0 / −0.5	43 / 27 / 30 / −15
13 M	0425 / 1010 / 1335 / 2111	1.2 / 0.8 / 0.8 / 0.0	37 / 24 / 27 / 0	28 Tu	0536 / 2155	1.6 / −0.5	46 / −15
14 Tu	0516 / 1054 / 1330 / 2144	1.2 / 0.8 / 0.9 / 0.0	37 / 24 / 27 / 0	29 W	0646 / 2245	1.4 / −0.5	43 / −15
15 W	0614 / 2223	1.2 / −0.1	37 / −3	30 Th	0758 / 2340	1.4 / −0.4	43 / −12

May

	Time	Height		Time	Height
	h m	ft / cm		h m	ft / cm
1 F	0907	1.3	40	16 Sa	0613 / 2337	1.3 / −0.3	40 / −9
2 Sa	0040 / 1005	−0.2 / 1.2	−6 / 37	17 Su	0902	1.3	40
3 Su ○	0146 / 1047	0.0 / 1.2	0 / 37	18 M ○	0036 / 0941	−0.2 / 1.2	−6 / 37
4 M	0301 / 1117 / 1753 / 2113	0.1 / 1.1 / 0.8 / 0.7	3 / 34 / 18 / 21	19 Tu	0144 / 1010 / 1719 / 2005	0.0 / 1.1 / 0.5 / 0.6	0 / 34 / 15 / 18
5 Tu	0415 / 1158 / 1756 / 2315	0.3 / 1.0 / 0.5 / 0.8	9 / 30 / 15 / 24	20 W	0301 / 1031 / 1713 / 2243	0.2 / 1.0 / 0.4 / 0.7	6 / 30 / 12 / 21
6 W	0524 / 1150 / 1814	0.4 / 0.9 / 0.4	12 / 27 / 12	21 Th	0424 / 1045 / 1735	0.4 / 1.0 / 0.1	12 / 30 / 3
7 Th	0037 / 0625 / 1157 / 1805	0.9 / 0.5 / 0.9 / 0.2	27 / 15 / 27 / 6	22 F	0625 / 0546 / 1057 / 1807	0.9 / 0.6 / 0.9 / −0.1	27 / 18 / 27 / −3
8 F	0140 / 0726 / 1158 / 1856	1.0 / 0.6 / 0.8 / 0.1	30 / 18 / 24 / 3	23 Sa	0143 / 0706 / 1105 / 1844	1.1 / 0.7 / 0.9 / −0.4	34 / 21 / 27 / −12
9 Sa	0232 / 0810 / 1156 / 1923	1.1 / 0.7 / 0.8 / 0.0	34 / 21 / 24 / 0	24 Su	0251 / 0823 / 1109 / 1924	1.3 / 0.9 / 1.0 / −0.6	40 / 27 / 30 / −18
10 Su	0319 / 0856 / 1151 / 1949	1.1 / 0.8 / 0.9 / −0.1	34 / 24 / 27 / −3	25 M ●	0352 / 2007	1.4 / −0.7	43 / −21
11 M	0402 / 2016	1.2 / −0.2	37 / −6	26 Tu	0451 / 2052	1.5 / −0.7	46 / −21
12 Tu	0446 / 2047	1.2 / −0.3	37 / −9	27 W	0549 / 2130	1.4 / −0.7	43 / −21
13 W	0532 / 2122	1.2 / −0.3	37 / −9	28 Th	0644 / 2226	1.4 / −0.6	43 / −18
14 Th	0623 / 2201	1.3 / −0.3	40 / −9	29 F	0737 / 2315	1.2 / −0.4	40 / −12
15 F	0716 / 2246	1.3 / −0.3	40 / −9	30 Sa	0824	1.2	37
				31 Su	0906 / 0902	−0.2 / 1.1	−6 / 34

June

	Time	Height		Time	Height
	h m	ft / cm		h m	ft / cm
1 M ○	0100 / 0931	0.0 / 1.0	0 / 30	16 Tu	0012 / 0931 / 1342 / 1817	−0.1 / 1.1 / 0.5 / 0.6	−3 / 34 / 15 / 18
2 Tu	0201 / 0950 / 1551 / 2148	0.2 / 0.9 / 0.5 / 0.6	6 / 27 / 15 / 18	17 W ○	0112 / 0849 / 1553 / 2128	0.2 / 1.1 / 0.4 / 0.7	6 / 34 / 12 / 21
3 W	0310 / 1002 / 1709 / 2352	0.4 / 0.9 / 0.3 / 0.7	12 / 27 / 9 / 21	18 Th	0226 / 0902 / 1624 / 2345	0.8 / 1.0 / 0.1 / 0.9	15 / 30 / 3 / 27
4 Th	0428 / 1007 / 1733	0.6 / 0.8 / 0.1	18 / 24 / 3	19 F	0400 / 0911 / 1701	0.7 / 1.0 / −0.1	21 / 30 / −3
5 F	0513 / 0548 / 1008 / 1759	0.9 / 0.7 / 0.6 / 0.0	27 / 21 / 18 / 0	20 Sa	0118 / 0546 / 0915 / 1743	1.1 / 0.9 / 1.0 / −0.4	34 / 27 / 30 / −12
6 Sa	0210 / 0703 / 1005 / 1827	1.0 / 0.8 / 0.9 / −0.1	30 / 24 / 27 / −3	21 Su	0223 / 1627	1.3 / −0.6	40 / −18
7 Su	0258 / 1855	1.1 / −0.3	34 / −9	22 M	0320 / 1912	1.4 / −0.7	43 / −21
8 M	0338 / 1926	1.2 / −0.3	37 / −9	23 Tu	0411 / 1957	1.5 / −0.7	46 / −21
9 Tu ○	0415 / 1956	1.2 / −0.4	37 / −12	24 W	0459 / 2042	1.5 / −0.7	46 / −21
10 W	0453 / 2032	1.3 / −0.5	40 / −15	25 Th ●	0543 / 2127	1.4 / −0.6	43 / −19
11 Th	0534 / 2109	1.3 / −0.5	40 / −15	26 F	0626 / 2210	1.4 / −0.4	43 / −12
12 F	0615 / 2150	1.3 / −0.5	40 / −15	27 Sa	0659 / 2253	1.3 / −0.2	40 / −6
13 Sa	0656 / 2233	1.3 / −0.4	40 / −12	28 Su	0728 / 2334	1.2 / 0.0	37 / 0
14 Su	0734 / 2320	1.3 / −0.2	40 / −9	29 M	0750 / 1427 / 1625	1.1 / 0.7 / 0.8	34 / 21 / 24
15 M	0806	1.2	37	30 Tu	0814 / 0804 / 1457 / 1900	0.2 / 1.0 / 0.6 / 0.7	6 / 30 / 18 / 21

Time meridian 90° W. 0000 is midnight, 1200 is noon.
Heights are referred to the chart datum of soundings.

2－1－4　海岸

パヌコ川河口部分の左岸約9 km にわたって平坦で遠浅な海岸が続き、絶好の海水浴場となっている。マデロ市の Boulevard Adolfo Lopez Mateos の近くから、ミラマー・ビーチが始まる。この付近の海岸は波浪も少なく比較的遠浅で、海岸から数十メートル離れた海中でも1ｍくらいの水深で、水浴、ヨット・セーリング、水上スキー、釣りなどの海上スポーツが盛んな場所となっている。

海岸北部には、近年豪華な設備を備えた高級ホテルも開業し、その他の大小ホテルをあわせ長期滞在客も多い。海岸南端の河口左岸には海中に約2 km 伸びた突堤（Las Eocolleas）があり、パヌコ川をメキシコ湾から分けている。この突堤は良好な釣り場で、多くの釣り人が訪れている。また、この突堤沖には多くのイルカが生息し、時々海面に姿を現すことでも知られている。

2－1－5　河川

タンピコ市南部を東西に流れるパヌコ川はメキシコ市付近に端を発し、タンピコ港南部の河口からメキシコ湾に流下する総延長約 600km、流域面積約 84,956km^2、年間の総流出量は約 165 億 m^3 にも及ぶ大河である。流域内には、タンピコ市のほか多くの市町村を擁し、流域内総人口は 400 万人に及ぶ。河口付近で川幅は 400m、水深は中央部で 11～13m あり、数千トンの大型船の航行が可能で、上流約 15km まで船舶が遡上できる。

パヌコ川への海水の遡上は上流数キロメートルにまで及び、タンピコ市付近でのパヌコ川の塩分濃度は高い。流域にはメキシコ市域の一部も含み、メキシコ市から発生する未処理汚水の一部、約 5,000m^3／日を、50km にも及ぶトンネルを通しパヌコ川の上流に放流しているといわれている。流域内から排除される生活排水、工業廃水、農業廃水の総量は 43.9m^3/s に及び、年間 BOD 総流入量は 590,100 トンで、そのうち生活排水が 296,600 トン、工業廃水が 293,600 トンと推定され、メキシコの湾流入河川では最大の汚濁負荷量となっている。

タメシ川は、かつてパヌコ川に平行して流れメキシコ湾に直接流下していたが、約 20 年前に市街地の開発等の理由で河床ルートを変更し、エル・モラリージョ付近でパヌコ川と合流する現在の形状となった。タンピコ市の西側を東南方向に流下し、市の南西端でパヌコ川に合流するまでに、チャンパヤン、コスタ、トルトゥガ、プエルタ、アルタミラ、チャイレール等多くのラグーンとつながり、約 150km 上流まで船舶の航行が可能といわれている。

この流域は魚類生育に適し多くの種類の魚が生息する。マス、バス、ボラ、シー・バス、ツノサメ、ニシンダマシ、小カニ、エビ、ピラニア、コイ、スズキ等も繁殖し、フィッシング・スポーツも盛んである。メキシコ湾沿岸地域とともに、タンピコ市周辺河川の約 60km、チャイレールとチャンパヤン・ラグーンの合計 60,000ha に及ぶ広範囲な地域で、フィッシング・

スポーツが全国的な人気を集めている。

2－1－6　ラグーン

タンピコ市の中央部には、カルピンテロ、西側にはチャイレール、北西にはエスコンディーダ、プエルタ、北部にはアルタミラ、マリスマス、さらにパヌコ川をはさみ南にプエブロビエホ等大小数多くのラグーンが存在する。さらにメキシコ湾に沿った幅広い低湿地帯と海岸があり、降雨によって広範囲にわたり頻繁に浸水する。市の南部の湾沿いには平行する小河川が存在し、さらに一部にはマングローブの群生が見られる。

プエブロビエホはタンピコ周辺で最大のラグーンで、東北端がパヌコ川とつながり塩分濃度が高い。水深は浅く、平均で1m 前後、最深部で 1.5m 前後となっている。カキ、エビの主要な生産地で、カキの年間生産高は 3,600 トンに及ぶ。パヌコ川の汚染水流入の影響で、ラグーンの北部の水質は生物的な汚染が進んでいるが、南部は現在までのところ汚染の影響は少ない。ラグーン周辺地域の集落からの生活排水が未処理のまま流入し、湖水汚染の原因の一つとされている。

チャイレール、エスコンディーダの両ラグーンは、パヌコ川の影響を受けない淡水潟で汚染も少なく、タンピコ、マデロ、アルタミラの生活用水、工業用水の主要な供給源となっている。チャイレールには多くの魚類、鳥類が生息し、市民の主要なレクリエーション地となっている。

カルピンテロ・ラグーンはタンピコ市のほぼ中心部に位置し、自然公園として 120ha の陸地面積と 80ha の水面積を有する。ラグーン周辺の湿地帯には、多くの魚類、鳥類等が生息あるいは飛来している。週末には多くの市民が訪れるレクリエーション地で、ボートレース等が行われる。このラグーンの水質は海水の影響を受けず比較的良好であり、タンピコ市とマデロ市の上水道水源の一部として利用されている。

2－1－7　タマウリパス州／タンピコ市・周辺の産業

(1) 農産・牧畜

タマウリパス州ウワステカ地域には約 16,307ha の耕作地があり、農産物の育成に適した土壌と、変化に富んだ気候、整備された灌漑施設等により、コーリャン、麦、トウモロコシ、タマネギ、ピーマン、キュウリ、トマト、豆類等の主要生産地となっている。

牧畜も盛んに行われ、世界各地の優秀な牛の交配などによる品種改良も行われ、良質な牛肉と酪農製品を多く産出している。ウワステカ地域で年間 617,437 ガロンの牛乳、牛肉 9,590 トン、山羊 1,600 トン、羊 23 トン、豚 146 トン、鶏肉 26 トン、鶏卵 4 トン、蜂蜜 1 トンを産出している。また、海産物も主要産業の一つで、エビ、ザリガニ、カキ、

カニ類などを生産する。

(2) 水産業

チャイレール、カルピンテロ等のラグーンでは、淡水性の魚類、エビ等を、タメシ川、パヌコ川とその流域ではブラック・バス、ボラ、ツノサメ、スズキ、カニ、エビ、ティラピア、ピラニア、コイ、マス等、多くの魚類を産出する。また、プエブロビエホ・ラグーンでは天然カキとエビの生産が盛んで、カキの漁獲量は年間 3,600 トンに及んでいる。

メキシコ湾沿岸では多くの魚類、エビ、貝類を産出する。1994 年度には州の総漁獲量は 25,737 トンで、うち 2,297 トンを米国に輸出している。漁獲量のうちエビの生産が最も多く、全漁獲量 11,560 トン、うち 1,040 トンが輸出され、売上高は総額 112 万ドルとなった。1997 年度の統計によれば、タンピコ地区のエビ漁獲量は 3,500 トン、タマウリパス州全体では 35,000 トンとなっている。

(3) タンピコ港とアルタミラ港

タンピコ港は、湾岸地域で、さらには、メキシコ全体で、最も活発に機能している港湾である。タンピコ港はその規模から、タマウリパス州側の２都市とベラクルス州側の２都市にまたがり、港湾の施設はベラクルス州の方向に拡張発展している。タンピコ港の荷役取扱量は全国第２位の規模で、現在、海運では全国の取扱量の 13.2%を占め、沿岸貿易では、ペメックスの取扱量を除き 3.1%を占めている。タンピコ港の効率的な貨物取扱と港湾運営は、ロンドンのロイド保険会社も認定しているとのことである。過去 83 年間港湾ストライキが行われていない。

タンピコ港には年間平均 1,150 隻の船舶が寄港し、約 800 万トンの貨物を取り扱うが、そのうち 80%が輸出品、20%が輸入物資と沿岸交易物資となっている。米国のブラウンスビルやヒューストンなどに対抗しメキシコ湾貿易港としての位置を確保するため、業務のコンピューター化など効率化をめざしている。

約 20 年前、タンピコの北約 26km のアルタミラに大規模な工業港を建設、モンテレイ工業地域の工業関連原料・製品の取扱港として供用を開始した。新たに輸出製品関連企業のための輸出港として利用が進められ、また、タンピコ港への製品集中の分散も図られている。アルタミラ工業地域は 11,744ha の面積を占有し、その 56.5%を工業用地、17.6%を市街地、14.3%を生態系保存地とする地域計画がある。工業用地の周辺は、緑地帯を設け環境保全に配慮している。

(4) 工業生産

タマウリパス州の石油精製品生産量はメキシコ総生産量の 13.2%を占め、その他、基礎化学薬品、石油化学製品、電子機器類、自動車等の産業がある。主要な工業生産の種目と規模は次のとおりである。

	工場数	従業員数
金属製品、機器類産業	604	54,182
化学製品産業	85	17,381
食品、飲料、たばこ産業	1,377	15,946
繊維、縫製産業	248	6,960

タマウリパス州の工業生産は大きく分類すると、石油関連と部品組立工業とに分けられる。石油採掘と石油関連産業は主としてタンピコとマデロ市付近に集中し、石油精製施設は主としてレイノサにある。組立工場は幾つかの周辺地域に点在し、石油関連産業はアルタミラ工業地区に集中している。

マデロ精油所はメキシコでは最大級の規模を持ち、タンピコ港で自社専用のタンカー・ターミナルを保有する。この地域の私営石油化学工業の年間生産量 14,500 万トンは、現在建設中の事業が完成すれば約 60%の増加が見込まれている。1996 年度には、メキシコ全体の石油化学製品生産量の 50%以上を、また、全国生産量の 80%以上の酸化チタン、合成ゴム、黒炭、プラスチック等を生産した。アルタミラを中心とし大規模工場とその生産品、年間生産高等は表２－６のとおりである。

表２－６　アルタミラ工業地区の主要工業生産品と生産量

工場名／製品名	年間生産高 (t)	輸出割合 (%)	主要原材料	最終製品
1. BASF MEXICANA				
アクリル分散媒繊維補助製品	25,000		スチレンモノマー、アクリル酸ブチルアクリルニトル、アクリル酸エチル	皮革、繊維、製紙産業、自動車、電子産業、家財道具
繊維染料	5,000			
ポリスチレン	2,000	20		
ガラス	143,000			
スチレン重合物(ABS)	130,000		アクリル酸メチル、ブタジェン	
2. DUPONT				
二酸化チタン	96,000	70		接着剤、ボール紙、ワックス、印刷油、塗料、印刷インク、布地、エナメル、陶器、色ガラス
酸化鉄	70,000			
3. FINACRIL				
アクリル　ファイバー	60,000	60	チタン鉄鉱、塩素、合成ルチル、コークス、アルミン酸ナトリューム、ケイ酸ナトリューム	繊維産業
4. G.E PLASTICS				
ABS 樹脂	30,000	70	アクリルニトル スチレン、アクリルニトリルポリブタジェン、添加剤、色素	工業利用の技術プラスチック、家財道具、電話、一般機器とプラスチック
SAN 樹脂	4,000			
5. GRUPO PRIMEX				
PVC 樹脂	185,000		塩化ビニール、オルトキシレン、２エチルヘキサノール	電線、硬質プラスチック管、フィルム、布地、ボトル及び包装材料の再被覆、テープ、録音レコード、ビニールタイル及びアルキド樹脂
PVC 合成物	31,000	70		
無水フタレイン	32,000			
ジオクチル・フタル酸	35,000			
6. HERCULES FIBRAS MEX				
ポリプロピレン繊維	15,000	－	ポリプロピレン	使い捨ておしめ、衛生ナプキン
7. INDELPRO				
ポリプロピレン	135,000	35	プロピレン、触媒、添加剤、オイル	バッテリーケース、洗濯機部品、自動車部品、ファイバー及びフィラメント、家具、玩具、ラフイヤ繊維
8. INDUSTRIAS NEGROMEX				
ポリブタジェン、ゴム	20,000		ブタジェン、スチレン、アクリルニトリル	タイヤ、アキュムレータ、靴底、スポーツシューズ、手袋、家庭用及びアクセサリー
ブタジェン・スチレンゴム	110,000			
ブタジェン・アクリルニトルゴム	2,000	70		
熱可塑性ゴム	17,000			
9. NOVAQUIM				
アクセレータ	5,000	35	ジメチルアミン、二硫化物、アニリン、オルトトルデイン	タイヤゴム産業、産業用バンド、ホース、ゴム製長靴、靴底及び手袋
オゾン化防止剤	3,000			
酸化防止剤	1,000			
10. NHUMO				
黒色色素	106,000	30	コンバージョンオイル、天然ガス	タイヤ、ホース、靴底
11. PECTEN POLIESTERS				
PET グレードボトル	200,000	－	テレフタル酸	飲料水、食品その他消費財の容器

工場名／製品名	年間生産高 (t)	輸出割合 (%)	主要原材料	最終製品
12. PETROCEL ジメチルテレフタル酸 テレフタル酸	390,000 36,000	70	パラキシレン、メタノール	ポリエステル合成繊維、同時に、繊維、プラスチック樹脂及びオイルエステル・ケーブルフィルムの製造に使用される
13. POLICYD PVC 樹脂	105,000	70	ビニール塩化物、ポリビニールアルコール、イニシエーター	ケーブル被覆、ボトル、玩具、管、タイル、フィルム、録音レコード、靴、タペストリー
14. POLIOLES 膨張性ポリスチレン	20,000	20	スチレンモノマー、ペンタン、PVP	建設、自動車産業、家具、梱包材
15. PPG INDUSTRIES 沈殿シリカ	30,000	–	珪酸ナトリューム、硫酸	ゴム産業、タイヤ、ホース、靴底、被覆、塗料
16. TEMEX テレフタル酸	350,000	–	パラキシレン	ビデオ用ポリテレフタル酸製造
17. CRYONINFURA 窒素、酸素、水素、アルゴン	500	–	–	製造工程に使用するガス
18. ENERTEX 電力、蒸気	年間 120MW 800,000 lb/hr		–	組合企業への電力供給
19. SCHULLER DE MEXICO	240,000ﾛｰﾙ		–	工業及び商業施設、教育施設及び住宅建設における防水加工や隔離
20. TEPEAL パラキシレン、メタノール、オルトキシレン、2－エチルヘキサノール、ビニール塩化物	950,000		–	石油化学産業の原材料の受け取り、保管、配分を行う海洋ターミナル

出典： タマウリパス州広報 -アルタミラ工業地域

2－2 各分野の現状と課題

2－2－1 公共下水道による都市排水

現在、タンピコ、マデロ、アルタミラ地域では、1日当たり 171,617.3m³ の汚水が合計 93 か所の排水口から河川、ラグーン、海域等の公共水域に排出されている。うち 59 か所の汚水吐き口は CNA の公共水域排水許可を得たうえで汚水を放流しているが、その他は未承認である。市街地からの汚水排水量は表2－7のとおりとなっている。

表２－７　タンピコ、マデロ、アルタミラ市街地の汚水排水状況

	利用者数	排水か所数	汚水種別	排出量 (m³/d)	排出量 (m³/s)
タンピコ	8	18	家庭汚水	86,982.0	
同			工業廃水	51.7	
マデロ	6	12	家庭汚水	48,210.3	
同			工業廃水	64,975.0	
アルタミラ	53	63	家庭汚水	2,538.6	
同			工業廃水	45,057.7	
合計	67	93	家庭汚水	137,730.9	1.60
			工業廃水	110,102.4	1.27
総排水量				247,833.3	2.87

出典：CNA leaflet "Inventario de Descargas de Aguas Residuales"

タンピコ、マデロの公共上下水道施設は CNA が建設を行い、COMAPA（Comision Municipal de Agua Potable y Alcantarillado）に移管され、COMAPA が運営・管理を行っている。タンピコ、マデロ市街地全域には公共下水道施設はほぼ完備され、各家庭、商店、事務所等の汚水は下水取付管を通じて公共下水道に流入している。市街地に点在する小規模の工場・事業所等からの廃水も公共下水道施設で家庭排水とともに収集しているが、アルタミラ工業地域の大規模工場の廃水は個別に収集処理したあと公共水域に放流し、公共下水道施設には取り入れない。CNA によれば、1995 年度におけるタンピコ市下水道への接続総戸数は 102,077 戸で、一般家庭 91,972、商店 9,260、工場 845 となっている。

下水排除方式は、雨水と汚水を別個に収集する分流式を採用、原則として別々に排除するが、家屋の屋根や庭からの流出雨水は必ずしも分離収集されていないため、雨天時にかなりの雨水が汚水管に流入している。路面の流出雨水は道路側溝に設置の雨水マスで収集、近くの雨水路あるいは河川へ排除する。

公共下水道排水区域は、大別すると数か所の排水区に分けられ、それぞれ汚水を自然流下あるいはポンプにより公共水域へ排除する。北部排水区域の一部を除き、南部排水区からの汚水は未処理のまま自然流下、あるいはポンプ排水によりパヌコ川に放流している。現在、公共下水道からの汚水は、タメシ川への４か所、パヌコ川への６か所、合計 10 か所の吐き口から排出している。パヌコ川への排水口のうち４か所はポンプ場から排除している（図２－６参照）。

下水管渠は、最小口径 200mm～最大口径 1,800mm の鉄筋コンクリート管と函型渠で、管の接合には耐水ジョイントを用い下水管内への地下水流入、地中への汚水滲出を阻止することを図っている。管渠の敷設深度が増し自然流下が困難となる箇所には中継ポンプを設置、汚水を揚水し放流箇所まで送水を継続する。ポンプ場は縦型汚水ポンプを用いるドライピット・タイプである（収集資料「下水道施設平面図」参照）。

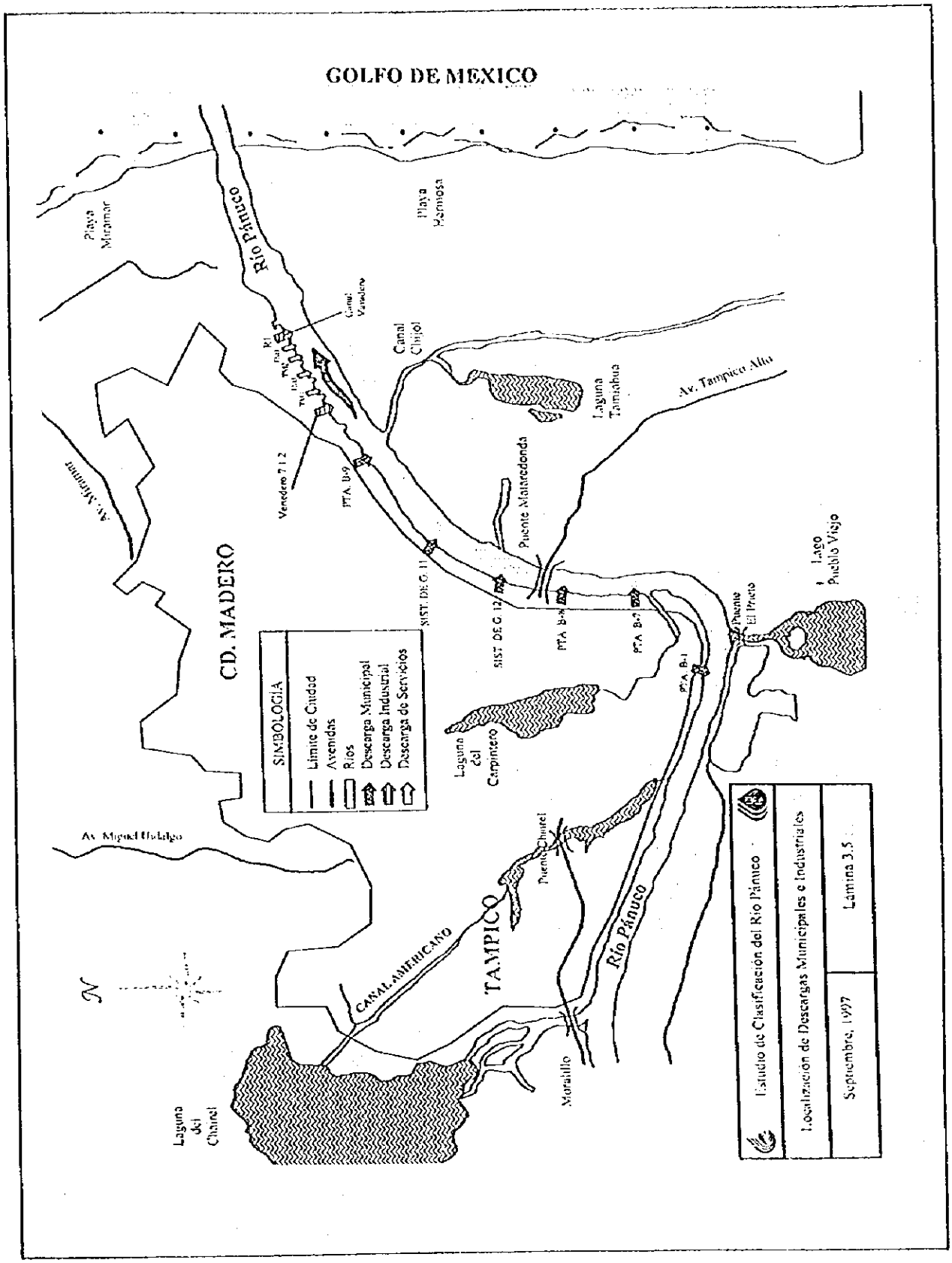


図２－６　公共下水道、工業廃水の吐き口位置図

北部排水区の汚水は枝線、準幹線を流下し、鉄道路線に沿って敷設した汚水幹線を通り飛行場北東部パパロアパン付近の酸化池へ送り、２次処理後ティエラ・ネグラ・ラグーンへ放流している。酸化池の公称処理能力は 0.35m³/s、年間総処理量は 7,884,000m³ となっているが、現在、この酸化池の北側約 100m の敷地に活性汚泥法（長時間ばっき方式）処理場が工期 18 か月の予定で建設中である。８月現在で施設全体の約 30%が完成し、1999 年 11 月には完成の予定である。計画処理能力は 0.6m³/s で、将来、処理能力を 0.9m³/s に増加する計画がある。CNA の計画では、処理水の全量を工業用水として再利用する計画を立てているが、詳細はいまだ決定されていない。

南部排水区からパヌコ川とタメシ川へ放流中の生汚水は、現在のところ特別な処理計画はなく、当分の間は生汚水の公共水域への直接放流は避けられない。現在建設中の活性汚泥法処理施設が完成した時点においても、公共下水道からの総排水量 1.6m³/s のうち 0.6m³/s が２次処理を受けるのみであり、パヌコ川への生活排水による汚濁負荷量の早期削減は期待できない。

２－２－２　工業廃水処分の現況

アルタミラ地区には多くの工場が存在し、大量の工業廃水を排出している。工業廃水はすべて放流水質基準値に照らし必要な処理を行い、CNA の放流認可を得たのち、近接のラグーン、河川、海域に放流している。アルタミラ及びマデロ工業地区の工業廃水処理の概況は、表２－８のとおりである。

表２－８　アルタミラ・マデロ工業地区廃水処理の状況

処理地域	廃水処理施設種別			処理能力	処理量
	酸化池方式	その他	合計	(l/sec)	(m³/year)
１．アルタミラ工業地区					
公共処理施設	1	—	1	30	946,080
私営処理施設	—	16	16	381.6	12,034,137
合　　計	1	16	17	411.6	12,980,217
２．マデロ工業地区					
公共処理施設	—	1	1	330	10,406,880
私営処理施設	—	--	—	--	---
合　　計	—	1	1	330	10,406,880
３．総計	1	17	18	741.6	23,387,097

出典：Anuario Estadistico del Estado de Tamaulipas, Edicion 1997, pp 61, 62.

表２－８の処理施設のうち「その他」は、薬品処理、海中放流などが含まれ、CNA によればすべての工業廃水は放流基準を一応満足しているとしているが、工業廃水の現状の把握については更に詳細な調査が必要と考えられる。

2－2－3　その他の都市排水・衛生施設

現在、都市排水は主として公共下水道によっているが、公共下水道施設の普及率は 100%に及ばず、一部の未普及地域でのし尿の排除は、個別のし尿浄化槽で浄化し、処理水は近接の排水路あるいは地中浸透による排除を行う。そのほか、溝や地中を通してし尿を直接河川、ラグーンあるいは海に投棄しているが、排水溝の設備を全く持たない集落もある。タンピコ、マデロ、アルタミラ市街地での排水の状況は、表2－9のとおりとなっている。

表2－9　施設別都市排水の状況　　単位：m³

都市	合計	公共下水道	浄化槽	河川/ラグーン/海	地中浸透等	排水路以外	その他
タンピコ	68,289	59,230	4,662	384	51	3,802	160
マデロ	42,310	32,782	4,471	440	107	4,454	56
アルタミラ	26,568	4,665	3,084	2	12	18,810	13
合計	137,167	96,677	12,217	826	170	27,066	229

出典：Anuario Estadistico del Estado de Tamaulipas, Edicion 1997.

2－2－4　上水道施設

上水道施設も下水道施設と同様、CNA が建設し、COMAPA が運営管理を行っている。市街地区のほとんどに内径 38～915mm の給水管が敷設されている。給水のタイプ別の利用者数は、表2－10のとおりとなっている。

表2－10　上水道給水施設の状況

	利用者数 総計	家屋内給水 利用者数	敷地内給水管 接続者数	共同水栓等 利用者数	給水管 未接続者数
タンピコ・マデロ	68,289	52,872	13,297	748	1,292
アルタミラ	26,586	7,197	12,038	1,199	6,133
合　計	94,875	60,069	25,335	1,947	7,425

出典：Anuario Estadistico del Estado de Tamaulipas, Edicion 1997, pp 49.

浄水場施設は、タンピコ、マデロ、アルタミラ各市にそれぞれに1か所、合計3か所から給水を行っている。水源はチャイレール等の淡水湖に頼っている。タンピコ市街地の大半へ給水するプエルタ浄水場では、Bartolo で取水した原水を急速砂ろ過法により処理しているが、各浄水場からの発生汚泥、排水などは、CNA の許可を得て近接する河川等へ投棄している。

1995 年度における水道料金は、1戸当たり平均 257.47 ペソ、1 m³ 当たり 0.43 ペソ、1人当たり 55.37 ペソで、料金の合計は 2,987 万ペソとなっている。年間総給水量 68,192,303m³ に対し有収水量は 40,747,696m³ と低く、未収率は約 40.2%に及ぶ。（1 US$＝6.135 ペソ　95 年5月 31 日現在）

2－3　環境予備調査結果

2－3－1　環境政策の背景

熱帯と温帯の両地域にまたがるメキシコは、極めて変化に富む自然環境を持ち、世界で最も多種多様な動植物が存在する国の一つである。近年に至り、急激な人口増加、開発による環境破壊、熱帯林の急速な破壊・減少に伴い多種の動植物が絶滅の危機に瀕しつつある。さらに、交通と工業開発の急速な増加により主要都市での大気汚染が進み、スモッグによる住民の健康被害が急増するに至り、ようやく環境改善の必要性が認識されるようになってきた。

1970 年代に至り、主としてメキシコ・シティで、環境破壊への緊急対策の必要性が認識され始め、最初に民間グループの主導による活動が始まった。60 グループの団体を統合した MEM (Movimiento Ecologico Mexico) が発足、さらに、学者・有識者による "Groupo de Cien" 等も結成され、これら団体を中心に積極的な環境保護キャンペーンが行われてきた。特に、原子力発電所建設反対がきっかけとなり、次第に環境対策に対する社会の関心が高まってきたのである。

メキシコ政府は、当初、資金不足等の理由で環境汚染対策には消極的であったものの、1980 年代に至り「持続可能な環境を保全する経済発展の必要性」を認識するに至り、1989 年にはメキシコ首都圏の大気汚染対策として、燃料代替・改善、都市交通の合理化、生態系の修復等を内容とした「メキシコ首都圏大気汚染対策総合計画」を策定した。1994 年には、ほとんどの環境関連機関を統合し、新たに SEMARNAP を設立し、本格的に「持続可能な環境保護政策」を推進する中心機関として発足させた。

2－3－2　環境政策の経緯

メキシコは過去 10 年以上にわたり、国家の近代化推進と平行して環境と資源の保護という困難な目標に挑戦してきた。現在、メキシコが世界経済のなかで占める重要な立場を認識し、近代化と人口急増に伴う環境破壊問題への対応政策を進める時期にきているのは明白である。

社会的ニーズと人口増加に対応し、政府は強力な経済発展の優先政策を集中的に進めた。その結果、大規模な資源、自然環境、公衆衛生環境の破壊が引き起こされた。このような状況から、1988 年には Carlos Salina de Gortari 大統領政権の下でこれまでの政策の大幅変更を余儀なくされ、環境保護政策の推進が決定されたのである。

1998 年に改定された経済多様化政策のなかで初めて環境保護の必要性が強調され、環境保護と自然資源保存政策が優先政策として取り上げられた。その結果、「工業技術が間接的に社会と経済発展へ及ぼす影響について考慮を払うべき」とするメキシコの環境関連の法案が成立した。このような背景から、最近の環境に直接関連しない法律においても、すべての商工業活動は環境法律に定められた条項への適合が義務づけられるようになったのである。たとえば、

「輸出保全工場の開発と運営に係る法令第18条（Decree for the Development and Operation of the Maquiladora Industry for Exportation, December 22, 1989）」によれば、輸出を目標とする輸出保全工業の開発と運営にあたっては、全従業員が環境法律に定める条件に従わなければ、その業務の継続が認定されないとしている。

同様に、「メキシコ国民の投資促進と外国投資規制に関する法律第５条（Regulations of the Law to Promote Mexican Investment and Regulate Foreign Investment, May 16, 1989）」によれば、同法により認可された 100%外国資本の企業は、環境に係る法令・規制を遵守し、適切な技術を用いることが要求される。

メキシコ政府は、これら環境関連法律に基づき 1989 年には全国で 160 工場、1990 年には 357 工場、さらに、1991 年には 1,728 工場を、環境保護上に不適切な施設であるとし閉鎖した。その結果、現在ではメキシコ国内にあるほとんどの工場は環境関連法を遵守し、これら法律で要求する基準に適合するよう技術と施設の改善を行ったといわれている。

２－３－３　環境関連主要法令

現在のメキシコの環境関連法令は、メキシコの環境行政の有効化を目標として、その執行と経済開発のメカニズムを考慮している。その政策実行については不十分な点もあるが、基本法で定めた多くの目標は実行されつつあるといえよう。法令執行のメカニズムのうちには、州・市町村の一部責任分担を含む監督官公庁の設置、環境インパクト・アセスメント実施要求と、生態系保護・環境基準設定等がある。

（1）生態系保全と環境保護一般法

憲法では生態系均衡と環境保護基本法に基づいて、環境保護と回復を行うことを定めている。このように、環境問題は憲法のレベルにまで引き上げられた。同法は次の６基本事項から形成されている。

1）一般事項：環境保護に係る権限の中央政府、州政府、地方市町村等への委譲について規定している。中央政府にすべての法律的権限が与えられており、現在では SEDESOL の管理下にある。同時に、SEDESOL とその他機関との間の権限分担についても定めている。

2）自然保護地域：自然保護のため、特別の制限が必要な地域を指定している。たとえば、特別な動物の生息地や独特なレクリエーション地域などである。さらに、それぞれの保護地域のタイプに適用する法律の規制計画と、政府による指定と規制の手続きについて説明している。この法律により、生物圏保護地、特別生物圏保護地、国定（立）公園、国定海洋公園、自然資源、自然モニュメント、動植物、都市公園、生態保全地域の必要な地域等、９タイプの特別規制地域が指定された。

3）自然資源の合理的利用：水利用、水圏生態系、土地利用、土地資源の合理的な管理手段を定めている。ここで示す方針は、調査・開発行為が確実に生態系のバランスを保ち、資源の再生が可能な方法で行われるべきことを規定している。

4）環境保護：大気、水、土壌、残存危険物などを含む７項目、基準の設定と規制の執行に係る官公庁の権限について規定している。最初の項目では、大気汚染問題とその規制について規定している。これらに関する法律的な権限は、州政府と地方政府に移管されている。第２項目は水質汚染の防止とその規制に関するもので、特に、水生態系保護について定め、幾つかの項目については、大気と同様に州政府と地方政府に権限が委譲されている。第３項目は、土壌汚染の規制、固形廃棄物、工場と都市地域からの廃棄物についても規定し、さらに、殺虫剤、肥料と毒性化学物質の規制について、各関連官公庁間の協力を要求している。第４項目は危険廃棄物の規制に関するもので、危険廃棄物の確認手段と危険廃棄物によって生じる被害減少計画についての提案を行っている。その他の項目は、危険廃棄物、原子力発電、騒音、振動、熱エネルギー、照明、臭気、視覚汚染などの規制に係る、環境基準と法令の執行権限を委任された官公庁に関するものである。

5）市民の参加：政府は環境活動への市民参加促進を義務づけ、特別な環境問題解決のためには、民間グループ、私営企業、一般市民等の環境活動の協力・統合が必要としている。たとえば、環境的に妥当な労働場所の確保については、労働組合と協定を結ぶことが必要であるとしている。

6）環境規制、安全対策と制裁方法：規制と安全の方法、また規則違反に対する調査・制裁に関する手段を定め、さらに、調査、モニタリングの方法、行政的制裁、行政的アピール方法、連邦政府の環境的犯罪と罰則等についても定めている。規制執行に係る保護条項があり、環境を汚染する企業を監督官庁に告発する者は、何人も法律により保護されることが定められている。告発を受けた司法省は告発された環境汚染の事実を調査し、事実と判定された場合には、違反者に対し制裁を科し汚染の除去を命じることができる。

（2）環境保護基本法

環境保護基本法の 28 条、29 条の規定により、認可が必要な事業はあらかじめ環境影響評価（EIA）を監督官庁に提出し認定を得なければならない。これらの規則は、建設事業の着手前、あるいは事業が環境へ悪影響を及ぼす可能性があると判断された場合、必要に応じ規制権限を政府に与えるなど、環境影響に関する重要な項目が含まれている。企業は事業運営開始に先立ち、SEDESOL にその企業内容について報告し認可を受けな

ければならない。審査の結果、その事業が環境に悪影響を及ぼすおそれがないと判断されれば操業許可が与えられる。

1）大気汚染防止・規制

生態系均衡と環境保護基本法の大気汚染防止規則は、中央政府の法律の範囲を定義している。この規則では、報告の義務、排気の調査を含む事業運転許可の取得等について規定し、大気中に排気を放出する企業は排気放出の許可を得なければならないとしている。監督官公庁は、作業行程、排気の種類、危険残留物、排気の制御方法等について判定のうえ、基準に適合した場合に許可を与える。

2）水質汚濁防止・規制

水質汚濁防止・規制法は環境関連規制としては初期のもので、制定後 20 年以上経過した現在の状況に必ずしもそぐわなくなってきた。1992 年になり、政府は現実に即応した新しい国家水資源法（National Water Law（Ley de Aguas Nacionales）D.O., at 22, December 1, 1992）を制定し、滞水、流水、地下水、伏流水、水利権等、水資源に係る事項について、国家が管理・規制することとした。

同法により、農業・水資源省（SARH）は国家的な水資源管理の権限を、CNA に移譲することになった。さらに、追加の法令等により一層広範囲な水資源の管理・開発を規定し、その執行の権限と責任が CNA に大幅に移譲されたことは、環境保全と国家水資源の持続的利用を積極的に推進する政府の決意の表れであるといえよう。

かつて SARH の管理の下に、市町村、特に米国との国境沿いの市町村で、汚水浄化プロジェクトが進められてきたが、現在では、企業廃水の公共下水道施設への排除による水質汚濁に対し、市町村自身が制限、確認、禁止を行う等多くの権限を委譲されている。

3）危険廃棄物規制

危険廃棄物規制法では、危険廃棄物を出す企業・施設は SEDESOL に登録し、廃棄物のタイプについて報告する義務を課した。また、廃棄物の運搬・貯蔵・収集・投棄等の方法、安全確保とモニタリング方法、違反に対する制裁の執行等についても定めている。危険廃棄物の輸出入は、輸出入に関する告示により事前許可を得なければならない。

危険廃棄物の管理はすべて国家の権限下にあり、SEDESOL がその任にあたる。州と地方行政機関は危険廃棄物の管理権限は持たないが、特定の州と SEDESOL の間では、危険廃棄物の不法投棄の監視や法の執行等の実務代行に合意がある。

(3) 環境基準

環境技術的基準はSEDESOLが1988年以来、Official Gazette of the Federationで設定してきた規則で、環境悪化の可能性がある企業活動が遵守すべき仕様、施設の方式、基準等、また、特定工場排気の最大許容基準と廃棄物管理貯蔵施設の最低基準等についても規定している。水質規制値の設定などについては、CNAがその責を負う。

CNAが1989年に出した『公共用水域の水質環境基準』の中の沿岸水質基準は以下のとおりである（収集資料）。

＜公共用水域（沿岸水域）環境水質基準＞

項　目	水質基準
無機的項目	
アルミニウム	0.02mg/l
ヒ素	0.04mg/l
バリウム	0.5mg/l
ホウ素	0.009mg/l
カドミウム	0.0009μg/l
シアン	0.001mg/l
残留塩素	0.0075mg/l
銅	0.003μg/l
六価クロム	0.05mg/l
鉄	0.05mg/l
フッ素	0.5mg/l
リン酸	0.002mg/l
リン（元素）	0.0001mg/l
水銀	0.00002mg/l
ニッケル	0.008μg/l
硝酸	0.04mg/l
亜硝酸	0.002mg/l
アンモニア	0.01mg/l
溶存酸素	5.0mg/l
銀	0.002μg/l
鉛	0.006μg/l
セレン酸塩	0.4mg/l
硫化水素	0.002mg/l
Talio	0.02mg/l
亜鉛	0.09μg/l
有機的項目	
アセナフテン	0.01mg/l
アクロレイン	0.0005mg/l
アルドウリン	0.001mg/l
ベンゼン	0.005mg/l
PCB	0.00003mg/l
BHC	0.000003mg/l
BHC（リンデン）	0.0002mg/l
BIS（フタル酸）	0.02944mg/l
クロルディン	0.00009mg/l
クロロベンゼン	0.0016mg/l
２クロロフェノール	0.1mg/l

クロロナフタレン	0.00007mg/l
ジクロロフェニルジクロロエタン（DDD）	0.00004mg/l
2ジクロロエチレン（DDE）	0.0001mg/l
DDT	0.02mg/l
ジクロロベンゼン	1.1mg/l
1、2ジクロロエタン	2.24mg/l
1、2ジクロロエチレン	2.24mg/l
1、2ジクロロプロパン	0.1mg/l
1、2ジクロロプロピレン	0.008mg/l
ディエルドリン	0.0007mg/l
ジエチルフタル酸	0.02944mg/l
ジメチルフタル酸	0.02944mg/l
2、4ジニトロフェノール	0.05mg/l
クレゾール	0.01mg/l
2、4ジニトロトルエン	0.0059mg/l
2、6ジニトロトルエン	0.0059mg/l
エンドスルファノ	0.00003mg/l
エンドリン	0.00004mg/l
エチルベンゼン	0.5mg/l
フェノール	0.06mg/l
フロランテン	0.0004mg/l
ヘプタクロル	0.0005mg/l
ヘキサクロロベンゼン	0.0016mg/l
ヘキサクロロブタディエン	0.0003mg/l
ヘキサクロロシクロペンタディエン	0.00007mg/l
ヘキサクロロエタン	0.009mg/l
芳香族炭化水素	0.1mg/l
イソフォロン	0.1mg/l
ナフタレン	0.02mg/l
ニトロベンゼン	0.07mg/l
2ニトロフェノール	0.05mg/l
Nニトロソディフェニラミン	33.0mg/l
Nニトロソディメティラミン	33.0mg/l
NニトロソディNプロピラミン	33.0mg/l
パラチオン	0.00004mg/l
ペンタクロロフェノール	0.0005mg/l
陰イオン界面活性剤	0.1mg/l
ダイオキシン	0.00000001mg/l
1、1、2、2テトラクロロエタン	0.09mg/l
テトラクロロエチレン	0.1mg/l
四塩化炭素	0.5mg/l
トルエン	0.06mg/l
トキサフェン	0.0000002mg/l
1、1、2トリクロロエタン	0.3mg/l
トリクロロエチレン	0.02mg/l
微生物学的項目	
糞便性大腸菌	100MPN/100ml

（4）計測と標準規格法

1992年7月に発効したこの法律は本来NAFTAのために準備したもので、製品と廃棄物の測定法、化学物質の収集と試験を含む企業の活動方法等について、メキシコ標準規格を定めている。国家基準協議会が中心となり関連政府機関を支援、適正な国家規格の

設定に協力してきた。1993年10月18日にメキシコ政府は、工種別工業廃水の最大許容排出限度について33件の国家基準（NOMs）を、さらに、10月22日には排気汚染物の最大許容量についての国家基準13件を制定した。

（5）環境行政、罰則

「生態系保全と環境保護一般法の大気汚染防止規定」に基づき、環境行政機構、環境法違反に対する罰則等を定めている。法律違反により発生した被害の状況・程度に応じて、3種類の制裁を科すことができる。

1）行政的罰則

メキシコ環境法令・規則に対する違反行為に対する罰金、施設の閉鎖、あるいは逮捕等について規定している。罰金額は、罰金が科せられる時点でのメキシコ連邦地区最低賃金の20～2万倍の範囲で決められることになっており、約84,000米ドルに達することもある（1994年度）。運転認可を取り消すことで、違反施設の全面閉鎖、あるいは部分閉鎖が命じられる。違反者の逮捕・拘束期間は36時間を限度とする。

2）社会的罰則

州政府と地方行政体は、違反者に対し関連法規に基づいて制裁を科す権限を委任されている。「生態系均衡と環境保護基本法の大気汚染防止規定」に踏り、連邦政府と州政府間の協力合意に基づき制裁を科すことになる。再度にわたる違反を犯した場合は、罰金額は2倍となり事業所施設は閉鎖されることになる。現在までは、事業所の責任額を査定し、1回違反の場合としての定額課徴金を科すことが認められている。

3）犯罪的罰則

ある事業所が犯罪的違反を犯したと考えられる場合、SEDESOLは適切な法律手段によりその事業所を告訴する権限を有する。違反者に対しては3か月～9年の範囲の懲役刑と、その違反の状況あるいは規模により、連邦地区の最低日額賃金（1994年の場合、約4.53米ドル）の100～2万倍の罰金を科すことができる。

2－3－4　環境関連機構・組織

（1）メキシコ政府

1）SEDESOL

1982年以来環境保護関連法の執行については都市開発・環境省（SEDUE）が行ってきたが、1992年5月25日にメキシコ政府は、新たに環境行政組織としてSEDESOLを発足させSEDUEを解散した。1992年6月にはSEDESOLの機能と構造についてDIARIO OFICIALで公示し、メキシコの環境法令を執行するため、環境

庁（INE）と環境検察庁（PROFEPA）を SEDESOL から分離し、独立した別機構としてそれぞれ関連業務を執行することになった。

INE は環境政策の設定と監理を、PROFEPA は環境法の執行の責を負う。INE は次の４局に分かれ、それぞれの業務を行っている。

①環境計画局（Direccion General de Planeacion Ecologica）

②環境基準局（Direccion General de Normatividad Ambiental）

③天然資源・環境利用局（Direccion Generalde Aprovechamiento Ecologico de los Recursos Naturales）

④調査・開発局（Direccion General de Investigacion y Desarrollo Technologico）

2）生物多様性知識・利用国家委員会（CONABIO-Comicion Nacional Para el Conocimiento y Usode la Biodiversidad）

1992 年３月 16 日付で大統領令により、生物多様性の利用と認識のための国家委員会を設立した。この委員会は実行グループにより構成され、技術長官は SEMARNAP 大臣が任命されている。この委員会は、SEDESOL、SRE（外務省）、SHCP（大蔵省）、SE（エネルギー省）、SECOFI（商工業省）、SEP（教育省）、SSA（保健省）、SECTUR（観光省）の各省大臣が任命されている。基本的な任務は、現在メキシコの多くの機関・グループが行っている活動と協力し、①データベース、ネットワークなどをとおしたメキシコの生物多様性の知識／理解、②持続可能な生物資源の利用、③社会への生物多様性に対する知識の普及等を目的とする。そのため、現在、各分野の機関やグループなどが行っている研究やプロジェクトの支援を行っている。この目的達成のため、多くの会議セミナーなどを開催し、また、多くの研究報告書などを刊行している。

3）SEMARNAP

自然環境保護に関して政府と民間との共同責任の強化を図り、効率的な環境、天然資源管理行政遂行のため、既存関連機関を統合した新機構として設立された。この省の機構は、大臣の下に４つの行政、技術部局がありそれぞれ担当業務を行うが、この部局とは分離した大統領直轄の５独立機関、CNA、INE、PROFEPA、メキシコ水技術研究所（IMTA）、漁業庁（INP）がある。また、政府関連部門、専門家、個人、NGO などから構成される技術諮問会、４か所の SEMARNAP 地方支所が設置されている（図２－７参照）。

この省の権限としては、国家レベルでの上・下水道に対する予算決定を行い、それぞれ州の予算限度の決定を行うことがあり、さらに、EIA の検閲と承認は INE をとおして行う。

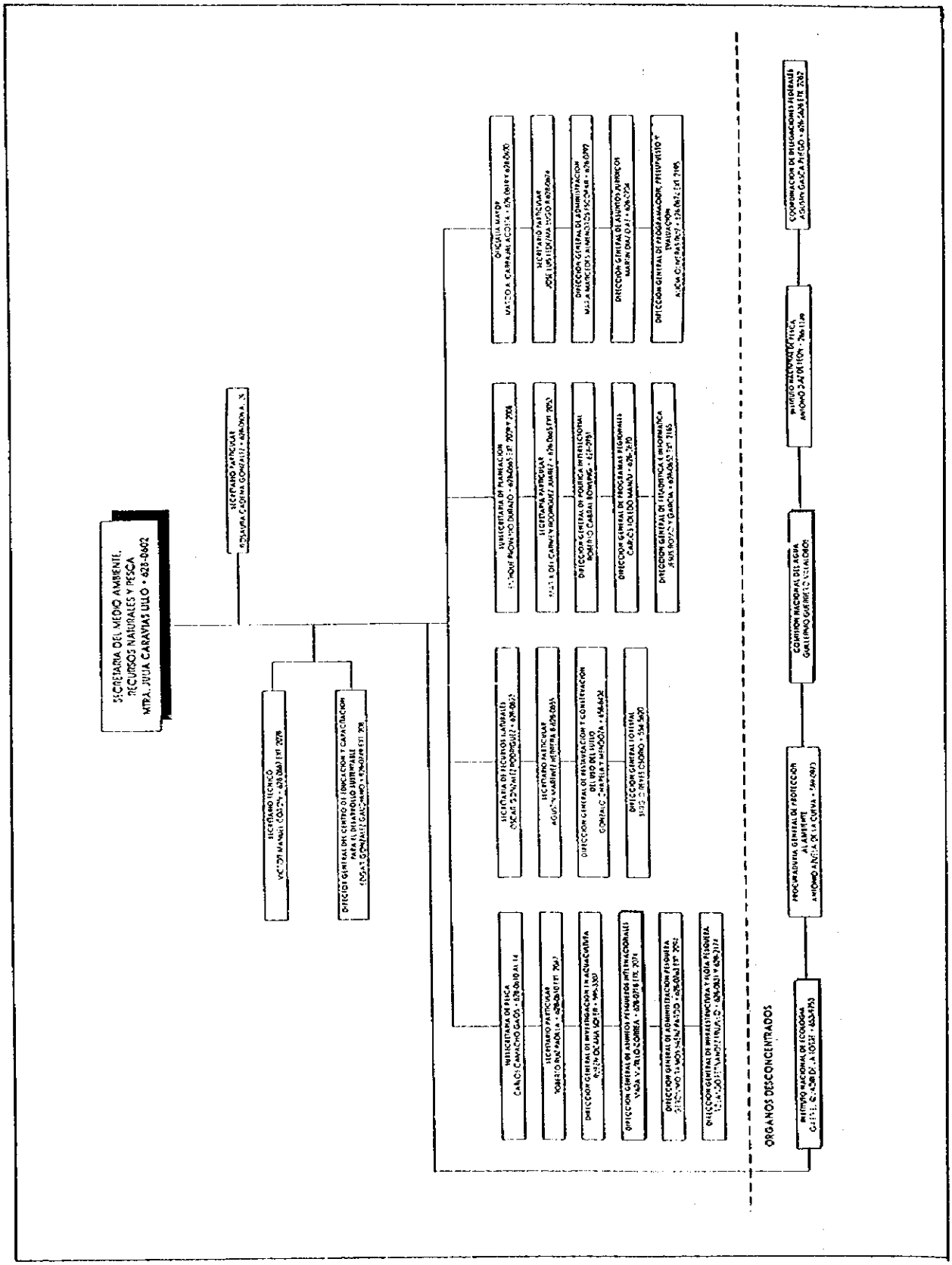


図２－７　SEMARNAP 組織図

4）CNA

本開発調査の C/P 機関である。SARH の技術担当機関として 1989 年に創設され、水資源開発関連政策の適用、改定、モニター等を行ってきたが、その後組織の改革により SEMARNAP 付属の機関となった。水に関する技術の基準設定、IMTA と共同で国家研修プログラムの開発と実行などを行い、事業執行のモニタリング、資料収集、年報の編集、発行等も行っている。CNA はほかの４独立機関と同様、SEMARNAP に属するものの、独自の政策執行権限を有する組織である。1992 年５月には、放流水質基準設定などの権限が SEDUE から CNA に移管され、CNA がメキシコの水質汚濁の防止と管理の政策を準備している。

CNA の組織は、総裁の下に６つの局を持ち（図２－８参照)、今回の海洋モニタリングプロジェクトの執行は、陸水モニタリングを含む PROMMA（水資源管理プロジェクト）と同様、技術局が中心となって進めることになり、タンピコでの業務は CNA タンピコ支所が中心となって推進する。

（2）国際機関の動向

1）世界銀行

現在、総額３億 4,200 万ドルの規模で CNA が PROMMA を進めている。このプロジェクトの主な目的は次のとおりである。

・研修と技術協力

・気象観測、水理・水文、気候等のモニタリングネットワークの近代化

・水資源利用管理機構の効率化と強化

・計画と情報システム確立

・ダム、貯水池の運営と安全の近代化

具体的な水質汚染関連事業としては、メキシコ全土の陸水モニタリングシステムの設置計画が進められている。全土の河川、ラグーン、地下水等、内陸部分の水質モニタリング・ネットワークの構築であり、全国で 13 か所の水質試験、研究所の設置を計画している。しかしながら、この計画はあくまでも陸水を対象とし、海洋のモニタリングは除外されている。

2）外国援助機関

ドイツから主として地下水開発関係への協力、フランスからは上水道技術者などの研修等が行われた。米国のメキシコ湾環境保全への協力としては、20 年前からウミガメ保護への協力、NAFTA によるリオ・グランデ川周辺地域の水質汚濁防止への協力、さらに、精油所からのオイル・リーク対策への人材・資材面での協力を行っている。

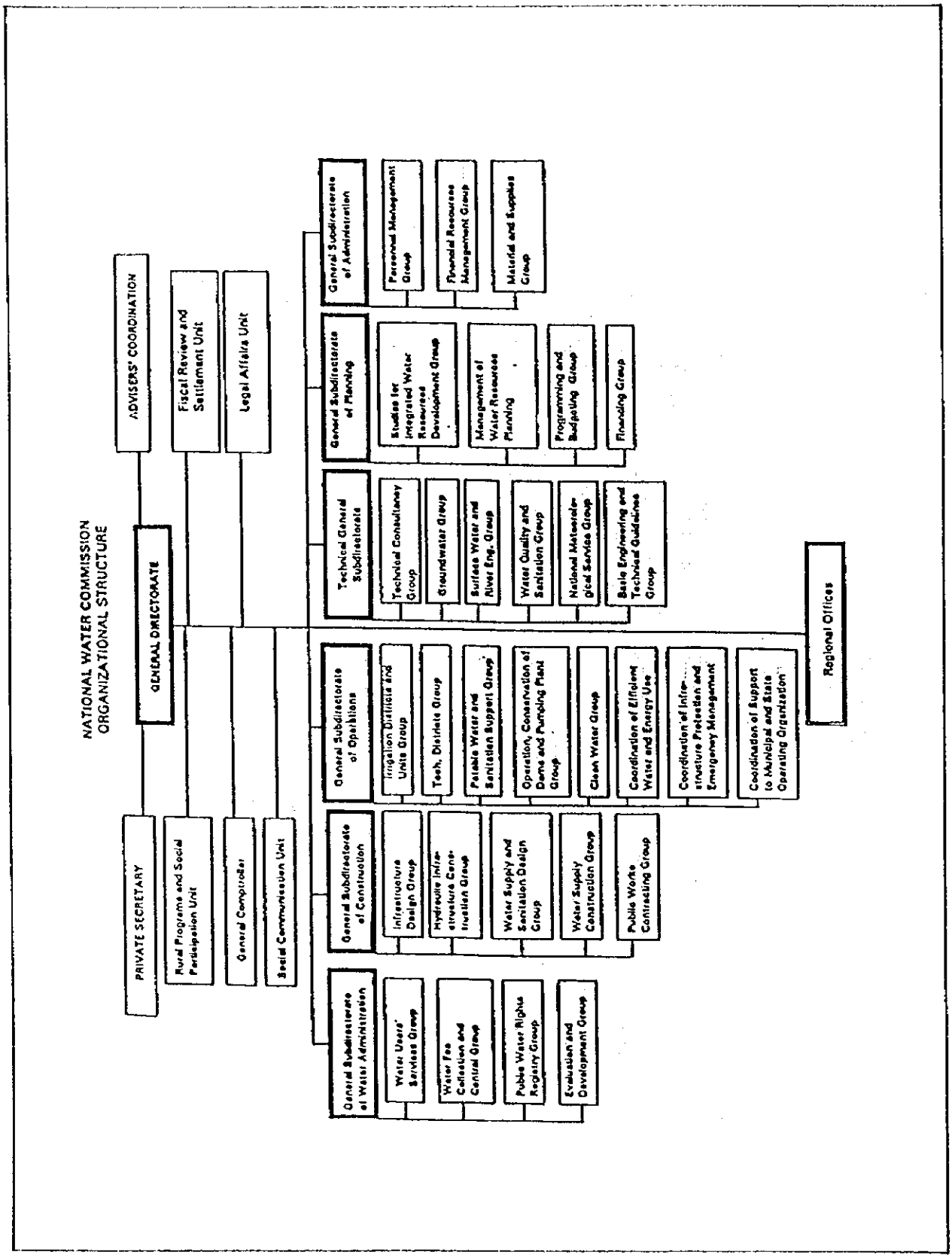

NATIONAL WATER COMMISSION
ORGANIZATIONAL STRUCTURE
ADVISERS' COORDINATION
GENERAL DIRECTORATE
PRIVATE SECRETARY
Fiscal Review and Settlement Unit
Legal Affairs Unit
Rural Programs and Social Participation Unit
General Comptroller
Social Communication Unit
General Subdirectorate of Administration
Personnel Management Group
Financial Resources Management Group
Material and Supplies Group
General Subdirectorate of Planning
Studies for Integrated Water Resources Development Group
Management of Water Resources Planning
Programming and Budgeting Group
Financing Group
Technical General Subdirectorate
Technical Consultancy Group
Groundwater Group
Surface Water and River Eng. Group
Water Quality and Sanitation Group
National Meteorological Service Group
Basic Engineering and Technical Guidelines Group
General Subdirectorate of Operations
Irrigation Districts and Units Group
Tech. Districts Group
Potable Water and Sanitation Support Group
Operation, Conservation of Dams and Pumping Plant Group
Clean Water Group
Coordination of Efficient Water and Energy Use
Coordination of Infrastructure Protection and Emergency Management
Coordination of Support to Municipal and State Operating Organization
Regional Offices
General Subdirectorate of Construction
Infrastructure Design Group
Hydraulic Infrastructure Construction Group
Water Supply and Sanitation Design Group
Water Supply Construction Group
Public Works Contracting Group
General Subdirectorate of Water Administration
Water Users' Services Group
Water Fee Collection and Control Group
Public Water Rights Registry Group
Evaluation and Development Group

図２－８　CNA 組織図

カナダの協力としては、カナダ環境省による水質モニタリングのためのスタッフ・トレーニング、毒物に関するセミナー、コンピューターによる化学分析等の水質関連技術協力等が進められている。

2－3－5　調査対象区域環境の現況

(1) 動物

メキシコ湾岸部の湿地帯やラグーンは世界でも有数の動物群生息地であり、多くの渡り鳥、カモメ、アジサシ、その他水鳥の繁殖地として知られているが、最近急速に進んでいる開発、それに伴う河川、海洋の汚染により影響を受けている。絶滅の危機に瀕すると考えられる種とし、5種類のクジラ、ワニ、ウミガメ、マナティーなどがあげられている。

1) カメ

世界に現存するウミガメ8種のうち7種がメキシコ沿岸水域に生息している。タマウリパス州沿岸部のラペスカ、テペウアヘス、ランチョヌエボ、アルタミラ地区の海岸が、絶滅の危機に瀕しているタイセイヨウヒメウミガメの生息・産卵地として知られている。近年、この種は卵の盗掘、カメの皮革、甲羅の被服、装飾品材料用としての捕獲、さらに、魚網による窒息等により急速に減少してきた。現在、SEMARNAPの国立水産研究所が中心となり、21年前から米国と協力し、ボランティアの参加も得て卵の保全、孵化、放流、保護を進めている。

2) 魚貝類

タマウリパス州メキシコ湾岸部は多くの魚類、クルマエビ類、カキ類を産出する世界有数の産地である。SEMARNAP タマウリパス支所によれば、リオ・ブラボーからタンピコまでの 420km の沿岸部は魚類の有数な生息地であり、20 万 ha に及ぶマリア・ラグーン等には、サメ、エビ、カニ等を含む多くの魚種が生息している。沿岸部には、シンガポールや台湾などの企業により石油基地、倉庫等多くの建設が進められているが、現在までのところ、これらの事業による海域の汚染と漁獲量減少などの影響も特に認められない。

現在、タマウリパス州には 35 の漁業組合があり、合計 4,500 人が漁業に従事している。クルマエビ類が主要な産出品で、1997 年度におけるタンピコ地区のエビ漁獲量は約 3,500 トン、州全体では約 35,000 トンで、メキシコ全州では6番目の規模となっている。1992 年頃よりエビの養殖も盛んに行われ、米国との国境からサンアンドレス・ラグーンまでの沿岸部に6か所、約 450ha の養殖池が作られており、来年度には世界銀行の協力で、約 800ha の養殖池の開発を進める予定である。

タマウリパス沿岸部海域の水質汚染については、現地タンピコの SEMARNAP 事務所は「大規模な赤潮発生の事実はなく、むしろパヌコ川やリオ・ブラボー等の大河川からの大量な流入汚濁による直接的な影響がはるかに深刻で、沿岸部からの排水などによる大規模な海洋汚染はあまり考えられない」と見ている。

しかしながら、1996 年 10 月 24 日付マタモロス発 AP 電によれば、「"赤潮"の発生による海水浴客の皮膚炎を阻止するため、タマウリパス州政府がマデロ海岸の一部を閉鎖した」と伝えている。また、「タマウリパス州の漁港 La Pesca で"赤潮"の被害を受けた約 4 トンの魚類を州政府の指示で埋立処分し、沿岸部マドレ・ラグーンでのカキの採取を禁止した」とも報じている。州当局はタマウリパス沿岸部で操業中の漁船の検査を行い、同時に、海鮮料理店に対し貝類の販売中止を指示している。1996 年 9 月には、米国テキサス州衛生当局もメキシコ湾沿岸部の赤潮発生の報告を受け、カキ、アサリ、イガイなどの採取を禁止した。

現在、SEMARNAP は 8 ～15 日の間隔でクルマエビ養殖場での水質調査を実施しているが、今年度は世銀プロジェクトで一部ラグーンの水質調査も行う予定がある。エビ漁はラグーン内に限り海洋での捕獲は原則禁止し、また、エビがラグーンを出る時期あるいは繁殖の時期（5 ～2 月の時期）にも禁止しているため、この時期のエビ生産額は減少する。また、干天のため海水塩分の増加による影響も無視できない。

タマウリパス州ではエビとサメ漁業に対して厳格な規制を行っている。サメ漁業については 1994 年 12 月以降新規の捕獲許可発行を停止し、その規制結果が明確になるまでの間、新規許可の発行停止を継続する予定であったが、ベラクルス州が規制に同調しなかったことから、タマウリパス州も 1998 年度は暫定的措置として約 100 件の新規漁獲許可を与えた。

エビ漁業については内陸部河川区域を含む総許可件数を固定、2 年ごとに見直しを行い、必要に応じて更新することになっている。1997 年度には、個人 158 件 922 隻、協同組合 92 件 2,269 隻、共同グループ 12 件、その他 4 件 36 隻など合計 3,466 隻の漁船について許可した。1996 年以降はこれらの規制を強化し、大型船舶については規制が行き届いているものの、小型船の規制は困難である。

3）陸上・淡水動物

チャイレール・ラグーンには、エビ、カニ、その他数種類のカメが、またカルピンテロ・ラグーンには、カニ、イグアナ、ワニ等が生息、その周辺の湿地帯には、ニシンダマシやシー・バスのほかに、コイ、カメ等が生息している。タマウリパス州には 21 種の両生類、60 種の爬虫類、さらに 40 種のコウモリが存在するといわれている。

4）鳥類

タマウリパス州には、熱帯鳥類のハミングバード、キヌバネドリ、オウム、インコ、フウキンチョウ等多くの熱帯性鳥類が見られ、大西洋側ではタンピコの南部あたりから生息し、西側では Mazatlan 付近から観察される。東南部地域の森林地帯ではコンゴウインコ、オオハシ、オウム、ケツアルなどが生存し、アルタミラの一部ラグーンにはフラミンゴが飛来する。タマウリパス州では、特に２種のオウムが絶滅の危機に瀕しているといわれている。タマウリパス州の El Cielo 自然保護地域には 225 種の鳥類が生息し、175 種の渡り鳥が飛来する。この地域の生態系は厳格に保護され、これら保護地域内での構造物建設禁止、居住立入り制限など、人間の活動は厳しく禁止されている。

チャイレール・ラグーンには、白色トキ、サギ類、ツル類、ばら色ヘラサギ、中央アメリカ・レンカク、紫バン等が飛来あるいは生息している。また、カルピンテロ・ラグーン周辺の湿地帯には、アヒル、ペリカンも生息している。

(2) 植物相

タマウリパス州は熱帯性と亜熱帯性植物相の混在する地域で、州全体を植生タイプ別の表面積で表すと、次のとおりとなる。

・ナラ、ブナ類の森林　　：　6,237.43km²
・サンザシ、棘イバラ類の森林：　21,530.60km²
・meson folio de monta 森林　：　142.39km²

タンピコ地域に接近するタマウリパス州東南部内陸部には、シエラ・マドレ・オクシデンタルの一部をなす保全地域があり、温帯性と熱帯性植物相との接点となっている。大別すれば、落葉性熱帯雨林、高樹林、オーク林（ナラ、カシワ、カシ）、かん木など４種の植物タイプが存在し、それぞれの生態系を形成している。樹木の主な種類としては、ヒマラヤ杉、オーク、熱帯ラン、アカシア、タイサンボク、モクレン、サボテン等が存在する。

・cedar　　：ヒマラヤ杉
・oak　　：オーク
・tropical orchids　：熱帯ラン
・acasias　　：アカシア
・magnolias　　：タイサンボク、モクレン
・cactuses　　：サボテン

タンピコ市周辺の低湿地にはマングローブの植生が見られるが、アルタミラ工業地域

周辺では近年の開発により減少が見られる。

２－４　タンピコ地域の水質環境及び水質分析・モニタリングの現状と課題

２－４－１　タンピコ沿岸水域・ラグーン・河口域の水質環境

タンピコ周辺海域（パヌコ川河口域、プエブロビエホ・ラグーン）の水質は、工場・家庭排水の影響を受けて富栄養化が進行している。

まず、汚染指標とされる大腸菌群数と糞便性大腸菌群数の数値が、パヌコ川河口域からプエブロビエホ・ラグーンまでの広い範囲にわたって高くなっている。CNA が 1989 年に発表した沿岸水域の水質基準によれば、糞便性大腸菌群数の基準値は 200MPN/100ml とされている。タンピコ地域国立水産研究センター（CRIP）と海軍省の報告によれば、タンピコ沿岸域、特にパヌコ川河口内は 10,000MPN/100ml（1996 年 1997 年の年平均）と基準値を大きく上回る（収集資料）。また、カキ養殖場があるプエブロビエホ・ラグーンでは、CRIP が観測する５定点のうち、３か所が 800MPN/100ml 以上の値を示し、特に生活排水・し尿が直接流入するパヌコ川へ抜けるラグーン出口付近での数値が高い（1995 年８月～1996 年２月、収集資料）。月別に見ても 11 月を除き糞便性大腸菌は基準値を上回っている。ラグーン内では、このように糞便性大腸菌群数の値が高いため、現在生食用のカキの出荷が保健省の指導により停止されている。海水浴・観光の場となるメキシコ湾に面する砂浜沖（ミラマー・ビーチ沖を含む）は、100MPN/100ml 以下であり、比較的良好な状態となっている。

次に、無機栄養塩類については、海軍省が測定する４定点についても、硝酸態窒素（1.1mg/l 以上）、亜硝酸態窒素（0.016mg/l 以上）、リン酸態窒素（0.58mg/l 以上）と、ともに基準値を上回っている（収集資料）。

また、重金属類としては、タンピコ海域のブラウンシュリンプ中の水銀濃度は、食品薬品管理局やオーストラリアの定める基準値を満たした。しかし、鉛の濃度は平均 0.214mg/l で、基準値の 0.006mg/l を大きく上回った報告がある。魚類のメンハーデン類（ニシン科）の肝臓中の鉛濃度においても基準値を上回ったが、メンハーデン類とボラ類の組織中のカドミウム濃度は、オーストラリアの基準値より低かった。また、メンハーデン類と Cathrops melanopus の組織中の亜鉛濃度は、オーストラリアの基準値を上回った。メンハーデン類、Cathrops、ボラ類、タポンの組織中の銅濃度は、オーストラリアの基準値以下であった（収集資料）。

車両とボートを使用した現場視察によって、排水管（工業・家庭排水）からパヌコ川河口域へ放出される異臭を放つ灰色ないし灰黒色の汚濁水、居住地域での海上に設置されたトイレからのし尿の垂れ流し状況、パヌコ川河口沿岸のゴミの散乱状況、コネホ・ラグーンへのアスファルト製造工場からのフェノールや油分を含んだ黒色の工場廃水等の汚染状況を視察することができた。

このように、パヌコ川河口域とラグーン域では、工業・家庭排水による沿岸水質環境への悪影響が認められた。

2－4－2　水質モニタリング地点

沿岸水域の水質モニタリングを実施する中心的な機関は、海軍省と CNA である。両機関が実施するタンピコ及び周辺沿岸水域のモニタリング観測点の数は、パヌコ川河口域とミラマー・ビーチ沖に９定点と、プエブロビエホ・ラグーン内に 11 定点ある。しかしこれらのほとんどは不定期に実施される観測点であり、効果的な水質評価が実施されているモニタリング定点は存在していない（収集資料）。定期的なモニタリング定点は、海軍省によるパヌコ川河口域の４定点に限られる（収集資料）。

2－4－3　水質分析方法

CNA は、これまでに陸水を中心に水質分析を実施してきたため、海水分析の経験は皆無に等しい。タンピコにある CNA の分析実験所での水質分析項目とそれぞれの項目の分析方法を以下に記す（収集資料）。

測定項目	測定方法	１週間に処理し得るサンプル数
pH	電位法（ORP/pH メーター）	50
電気伝導率	電気的方法（電気伝導率測定装置）	50
色度	比色	50
濁度	比濁法、濁度計	50
総固形物	重量法	30
残留性総固形物	重量法	30
揮発性総固形物	重量法	30
浮遊固形物	重量法	30
残留性浮遊固形物	重量法	30
揮発性浮遊固形物	計算法	30
溶解性蒸発残留物	重量法	30
沈降性物質	容量法	30
アルカリ度	容量法（硫酸）	30
アルカリ度	容量法（フェノールフタレイン）	50
硬度	容量法（キレート滴定法）	50
カルシウム	容量法（キレート滴定法）	50
マグネシウム	計算法	50
塩化物イオン	Mohr 法	50
重炭酸濃度	容量法（硫酸）	50
炭酸濃度	容量法（硫酸）	50
硫酸イオン	比濁法	50
DO	ウインクラー法アジ化ナトリウム変法	50
COD	二クロム酸カリウム法（還流冷却）	15

BOD	20℃５日間培養 （ウインクラー法アジ化ナトリウム変法）	20
リン酸	モリブデン青法	30
オルトリン酸	比色法（アスコルビン酸）	30
硝酸	カドミウム・銅カラム還元－ ナフチルエチルジアミン吸光光度法	50
アンモニア窒素	容量法（ケルダール法）	20
洗剤類 （陰イオン海面活性剤）	メチレンブルー・クロロホルム抽出	20
グリース・油類	Soxhlet 抽出	20
フェノール類	４－アミノアンチピリン（クロロホルム抽出）	20
大腸菌群数	メンブレンフィルターによるろ過	50
糞便性大腸菌群数	メンブレンフィルターによるろ過	50
コレラ菌	Hisopo de Moore	8
六価クロム	ジフェニルカルバジド吸光光度法	50

２－４－４　水質・底質・生物データ保有状況

タンピコ海域の水質データを掲載している資料としては、海軍省、CNA、CRIP、南部バハカリフォルニア自治大学カンペチェ自治大学の各機関から出されている報告書、論文及び書籍がある。また、科学雑誌『環境汚染毒物学レビュー（Rev Env Contam Toxicol）』には、メキシコ沿岸域の重金属汚染についての研究報告がなされている（収集資料リスト参照）。

パヌコ川上流域を含めたタンピコ水域の水質モニタリングを実施してきた中心的な機関は、CNA と海軍省である。しかしながら、長い間双方の水質データが１つの報告書にまとめられることがなかった。そのため CNA は 1997 年に両機関の所有する水質環境データ（1994、1995、1996 年）をまとめ、『沿岸水域の環境水質基準』との比較を行った総合報告書「Calidad del Agua en las Zonas Costeras de Mexico, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua Dic. 1997」を作成している。また、CNA と海軍省の水質生データを掲載した資料も CNA 内にある（収集資料）。

２－４－５　水質分析機材保有状況

タンピコにある、将来的には海水の水質分析を担う予定の分析実験所には、次のような水質分析機器並びにサンプリング機材がある（収集資料）。

機器名	台数
フィールド調査用分析機器（HACH） （pH、DO、残留塩素、沈降性物質測定用）	1
pH、DO、電気伝導率、溶解性蒸発残留物測定器	2

残留塩素、フェノール類、銅、pH、色度、濁度測定用機器 (LAMOTTE)	1
塩分濃度、電気伝導率、温度測定器 (YSI 30)	1
溶存酸素計 (YSI)	1
塩分濃度計 (ORION)	1
プランクトンネット用ろ水計	1
電子流速計	1
採水器 2L PVC (WILDCO)	1
プランクトンネット (KAHLSICO)	1
採泥器 (EKMAN)	1
採泥器 (MEGAMED)	1
SECCHI 透明度板	1

この分析・実験室には、使用可能な原子吸光光度計やガスクロマトグラフィーはない。これらの機器を使用する必要がある分析項目（重金属類、農薬類等）については、タンピコ市内の分析会社にサンプルを持ち込んで分析を依頼している。

２－４－６　水質分析・モニタリングに関する今後の課題

以上のようなタンピコ沿岸域の水質分析・モニタリング状況を考慮すると、今後 CNA が水質モニタリングシステムを構築するためには、以下のようなステップが必要と考えられる。

①分析実験室の整備
（クリーンラボ、クリーンベンチ、廃液管理等）
②沿岸域水質分析・モニタリングに必要な機材の整備（採水器具、分析機器類、試薬等）
③水質分析項目の選定とサンプリング・分析方法の習得
④水文関連調査・底質調査・生物モニタリングに必要な技術の習得
⑤水質データの解析・評価・利用・管理技術の習得
⑥分析技術に関する公的基準（分析法）の作成及び制度化
⑦モニタリングシステムの計画立案手法習得

２－５　調査の基本方針

本開発調査では、対象水域においてモニタリング計画を作成するとともに、対象水域以外のほかの沿岸水域におけるモニタリング計画作成のためのガイドラインを策定することを目的として

おり、さらにその過程でC/Pに対して、自立的に同様の調査を企画、実施、評価しモニタリング計画を作成することができるだけの技術及び経験の移転を図ることについても目的とする。

タンピコ市周辺地域には広大な湿原地帯が広がっている。これら広大な自然の水システムについては一体のものとして全体的にとらえて管理していくことが理想ではあるが、現実的には利水状況、汚染状況等を踏まえて各水域の重要性あるいは緊急性等の観点から調査対象水域を絞ってモニタリング計画を策定していかざるを得ない。このような理由で、メキシコ側との協議の結果、本調査では、以下の５水域を調査対象地域とした。

①パメコ川下流水域

観光、舟運や水産に用いられているが、有機性汚濁や有害物質の汚濁が懸念される。

②プエブロビエホ・ラグーン

主としてカキの水産が盛んであるが、富栄養化や有機性汚濁あるいは細菌性の汚染が懸念される。

③タンピコ市沿岸水域

海水浴等の観光資源であるが、有機性汚濁や細菌性汚濁が懸念されている、

④アルタミラ沿岸水域

ウミガメをはじめとする多様な生物の棲息が見られるものの、有機性汚濁及び有害物質による汚染が懸念される。

⑤コネホ・ラグーン

同じく生物の生態が観察されるにもかかわらず、有機汚濁や有害物質による深刻な汚染が観察されている。

これら５水域において、その汚染状況を的確に、また遅滞なく把握評価するためのモニタリング計画を作成することが主要な目的の一つであり、そのための調査を実施する。したがって、調査では各対象水域ごとの利水状況、水質汚濁状況とその汚染源等について現況の把握を行い、その将来動向や水域の物理的特性をも勘案しながらモニタリング計画を作成する。

モニタリング計画を作成するための調査の手順は、以下の３段階から構成される。

第一段階　現地調査計画の作成

文献資料等の収集を行い現地調査計画を作成する。現地調査計画では、モニタリング候補地点、採水分析スケジュール、採水あるいは試料採取方法、分析項目、分析方法、精度管理方法等を設定する。水質だけではなく底質も含む。また有害物質については生物生体の汚染についても調査計画に含める。モニタリング地点の評価のためには適宜水の流れについての測定やシミュレーションが必要な場合もある。現地調査の結果を評価して最終的なモニタリング計画を作成することとなるので、あらかじめ評価の方針についても明らかにしておく必要がある。

第二段階　現地調査の実施

各候補地点、採水頻度及び分析項目の妥当性の評価のための現地調査を、上記調査計画に基づき実施する。

第三段階　水質モニタリング地点、採水頻度、分析項目の決定のための分析評価の実施

モニタリング計画に盛り込むべきモニタリング地点、採水（試料採取）分析頻度、採水（試料採取）方法、分析項目、分析方法、データの整理と評価の方法、QA/QC の方法等についての妥当性を検討する。水域の汚染の全体像が把握できるか、利水障害の早期把握により被害の未然防止に役立てることができるか、実施に要するコストは妥当なものか、等の視点から評価を行うものとする。

メキシコ側からは、モニタリング計画の作成ののち、その適用可能性を確認し問題点を改善するための試行的なモニタリングの実施を行うことについても要望があったが、これは上記①～③の作業と類似の作業になることから今回は含めないこととした。ただし、上記①～③の作業の実施にあたってはメキシコ側から要望のあった、「提案された計画に基づくモニタリングの実施」と「その提案された計画の評価」という過程をも意識しながら進めていく必要がある。

モニタリング計画には、モニタリング結果の解析評価の方法、公表の方法についての提言も含むものとする。

本開発調査での今一つの主要な目的は、ほかの水域におけるモニタリング計画作成のためのガイドラインの作成である。各水域の汚濁の種類（有機汚濁、有害物質、富栄養化、細菌性汚染等）、また水利用の種類（水産、海水浴、観光等）を勘案しながら、個々の水域におけるモニタリング計画作成のための手順、留意事項等を整理し、ガイドラインを作成する。ガイドラインに示される手順には、モニタリング計画の提案、試行、評価の過程を含むものとする。また、ガイドラインでは、実施に要する人員、機材と費用の概算等を算定することにより提案されるモニタリング計画の実施可能性を評価する手続きを含んでいることが望ましい。

最後に、技術移転についてであるが、最初に述べたように C/P が自立的に対象水域を選定し、モニタリング計画を作成し、実施、評価できるようになることを目的とし、実施することが必要である。

２－６　調査対象範囲

調査対象水域は以下の５か所である。

①パヌコ川のタメシ川合流点より河口までの水域

（生活系・工業系廃水が流入し、工業港、漁港、漁場等として利用される水域）

②プエブロビエホ・ラグーン

（生活系排水とパヌコ川河口域の水が流入し、カキ養殖場、エビ・魚類等の漁場として利

用される水域)

③パヌコ川河口からアルタミラ地域までの沿岸海域

(海水浴・釣りなどのレクリエーション・観光の場所であるミラマー・ビーチと生態学的に貴重な湿地帯沿岸を含む水域)

④アルタミラ貿易港

(アルタミラ工業地域からの工業廃水が流入し、港湾施設、物流・貿易の場として利用される水域)

⑤コネホ・ラグーン

(工業系廃水が流入し、周辺に貴重な湿地生態系がある水域)

2－7　調査項目とその内容

2－7－1　調査項目

事前調査の結果、メキシコの沿岸域水質環境基準及び CNA が予定している分析項目を考慮して、調査・分析項目はおおむね以下のとおりとする。

＜水質調査項目＞

一般項目：

水温、塩分濃度、色度、臭い、pH、COD、TOC、DO、ss、NH4-N、NO2-N、NO3-N、有機態窒素、PO4-P、T-P、ヘキサン抽出物質、クロロフィル a、大腸菌群数、糞便性大腸菌群数等

健康項目：

フェノール類、銅、亜鉛、クロム、ニッケル、水銀、アルキル水銀、カドミウム、ヒ素、フッ素、シアン、有機リン、鉛、六価クロム、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、四塩化炭素、PCB、HCB (ヘキサクロロベンゼン)、アルドリン、ディルドリン、エンドリン、DDT、クロルディン等

＜底質調査＞

一般項目：

COD、灼熱減量、酸化還元電位、TOC

含有量試験：

カドミウム、シアン、有機リン、鉛、クロム、ヒ素、水銀、アルキル水銀、PCB、銅、亜鉛、フッ素、油分、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、四塩化炭素、PCB、HCB (ヘキサクロロベンゼン)、アルドリン、ディルドリン、エンドリン、DDT、クロルディン等

溶出試験：

カドミウム、シアン、有機リン、鉛、六価クロム、ヒ素、水銀、アルキル水銀、PCB、銅、鉛、亜鉛、フッ素、油分等

＜有害物質の生物体内蓄積調査＞

対象生物として、汽水域を含めた沿岸域に広く回遊・分布する次の生物を利用する。

①水産物として利用され、かつ生態的地位の高いロバロ（アカメ科）

②ボラ

③指標種として広く使用され、かつ水産上重要なアメリカガキ

また、野生生物への影響という観点から生態学的に重要な地域に位置するコネホ・ラグーン内の魚類、カキ類、クルマエビ類を利用した調査も行う。

分析項目：

PCB、HCB、DDT、アルドリン、ディルドリン、エンドリン、水銀、鉛、カドミウム、亜鉛、銅等

＜赤潮調査＞

赤潮発生状況・被害調査、赤潮生物調査、環境データとの比較・検討

2－7－2　開発調査の内容

本件調査の調査内容は、以下のとおりである。

(1) 国内準備作業

1) 関連資料、情報の収集、分析

事前調査団が収集した資料を中心に、自然状況、社会状況等国内で収集可能な資料の収集・分析を行う。

2) インセプション・レポートの作成

調査の基本方針、方法、工程、手順等を検討し、調査全般の作業項目および作業分担を明示したインセプション・レポートを作成する。また、調査全体を通して、メキシコ側に技術移転を行う分野、項目、内容、方法、時期等についての計画（案）を策定し、インセプション・レポートに盛り込む。今回は特に塩水の分析を含め、水質分析に係る技術移転に重点をおくよう配慮すること。

(2) 第1次現地調査

1) インセプション・レポートの説明・協議

インセプション・レポートをメキシコ側に提出し、その内容について説明・協議の上、合意を得る。

2）既存資料・情報の収集・解析

調査に必要な既存資料・情報の収集・解析を行う。

3）現地踏査

調査対象域内の海岸、湖沼、河川等の自然環境、社会経済状況、都市域における排水・廃棄物処理の現状等を確認し、調査対象５水域それぞれについてモニタリング地点を検討する。

4）負荷量解析

ポイント・ソース及びノン・ポイント・ソースの種類、位置及び発生負荷量を調査し、負荷特性を把握する。

5）モニタリングの実施

現地踏査結果を踏まえ、調査対象地域におけるモニタリング方法を検討し、先方と確認し、モニタリングを実施する。調査項目は、水質、底質、流況とし、各調査項目の詳細及び調査地点数はシミュレーションモデルの構築、機材整備状況等とも関連させる。

6）水質分析の実施

雨季、乾季の特性を考慮しつつ水質の分析計画を策定し、乾季における水質分析を実施する。また、水質分析の技術移転計画を策定し、先方への技術移転を行う。先方が保有する分析機器に限りがあるため、当事業団調達機材を参照の上、分析項目を検討する。

7）水質シミュレーションモデル構築の計画策定

シミュレーションモデルは、モニタリング地点決定のためのプロセスや、評価の手法、汚濁源との相関関係等を調べるための手法として先方に紹介するもので、必ずしも対象５水域の全てについて実施する必要はない。ケーススタディとして必要と思われる水域及びモデルを選定し、シミュレーションモデル構築のための計画と併せて、先方に説明の上、合意を得る。

8）機材整備計画（案）の検討

全国沿岸部で実施するモニタリング及び水質分析用ラボラトリー整備に必要な機材の整備計画（案）を検討しプログレスレポート（１）にとりまとめる。機材の具体的な仕様、数量、調達方法等を、先方 C/P の財政的負担能力、技術力等を勘案しながら検討すること。

9）プログレスレポート（１）の作成・提出・協議

第１次現地調査結果をプログレスレポート（１）にとりまとめ、先方に説明し、合意を得る。

(3) 第1次国内作業

1) 水質シミュレーション暫定モデルの構築

第1次現地調査で得られた乾季のデータを基に、シミュレーション暫定モデルの構築を行う。

(4) 第2次現地調査

1) モニタリング及び水質分析の実施

第1次現地調査に引き続き、モニタリング及び水質分析を実施する。雨季のデータを収集し、また先方 C/P への技術移転を図る。

2) 水利用及び土地利用の将来動向把握

調査対象地域における、水利用及び土地利用の将来的な動向を把握し、モニタリング計画に活用する。特にアルタミラ地域は工業地帯としての開発計画が存在するので、考慮すること。

3) プログレスレポート（2）の作成・提出・協議

第1次及び第2次現地調査結果及び第1次国内作業におけるシミュレーションモデル構築の経過等をプログレスレポート（2）にとりまとめ先方に説明し、合意を得る。

(5) 第2次国内作業

1) 水質シミュレーションモデルの解析

第1次及び第2次現地調査で得られたデータを基に、水質シミュレーションモデルの構築及び解析を行う。解析は国内で行うがその手法については、現地 C/P に移転されるよう配慮すること。

2) 水質モニタリング計画の策定

第1次及び第2次現地調査及び水質シミュレーションモデル解析の結果を受けて、本対象地域におけるモニタリング計画を数案策定し、比較検討を行う。

3) インテリムレポートの作成

これまでの測定結果及びそれに基づくモニタリング計画について、インテリムレポートにとりまとめる。

(6) 第3次現地調査

1) インテリムレポートの提出・協議

インテリムレポートを先方に提出し、その内容について合意を得る。モニタリング計画に関しては、代替案との比較によりモニタリング地点等を選定するに至った経緯

等について十分に説明し、理解を得ることとする。

2）最適モニタリング計画の選定

提示したモニタリング計画について、実際にモニタリング及び分析を実施し、最適案を選定する。

3）技術移転セミナーの詳細検討

第４次現地調査時に実施する技術移転セミナーについて、そのテーマ、会場、人数等について先方と協議し、合意を得る。

（7）第３次国内作業

1）モニタリング計画の策定

第３次現地調査における実際のモニタリング、分析の実施結果を踏まえ、モニタリング方法、項目、体制、機材整備計画、ネットワーク計画を含むモニタリング計画を策定する。策定する計画は、５水域各々について策定するものとするが、共有・共通で実施できる内容については、共通の計画とすることを妨げない。

2）組織・制度への提案

沿岸域でのモニタリングを実施する上で、組織及び制度への提案を行う。世銀の協力における組織・制度への提案を踏まえ、整合性を図るものとする。先方の財政状況等も勘案しつつ、実効性のある維持管理体制（技術・人材・コスト）を提案すること。

3）概算事業費の算出

提案するモニタリング計画の概算事業費を算出する。

4）事業実施計画

将来的に全国にモニタリング体制を展開する上での段階的なモニタリング体制整備方法等を提案する。

5）技術移転結果のとりまとめ

調査全体を通じて実施された技術移転に関してレポートにとりまとめ、今後の C/P の技術維持・向上のための計画を提案する。

6）技術移転セミナー準備

7）ドラフト・ファイナル・レポートの作成

対象５水域におけるモニタリング計画（含組織・制度への提案）及び全国へ展開する実施計画（組織・制度、事業費等）等、調査結果全体を内容とする、ドラフトファイナルレポートを作成し、あらかじめ先方に送付する。

(8) 第４次現地調査

1) ドラフト・ファイナル・レポートの説明・協議

ドラフト・ファイナル・レポートを提出・協議し、先方の合意を得る。調査団帰国後１カ月以内に先方からのコメントを取り付ける。

2) 技術移転セミナーの実施

3) 技術移転結果総評

調査全体を通じて実施された技術移転の結果を、調査団及び C/P の両サイドより発表し、双方の技術移転効果を確認する。

(9) 第４次国内作業

先方からのコメントを受け取ってから１カ月以内にファイナル・レポートを作成し、当事業団に提出する。

<留意事項>

調査定点は、初回の調査結果を評価して次回以降の調査に役立て、調査者自身が適切な状態になるよう設定する。

CNA 分析実験所には原子吸光光度計、ガスクロマトグラフィー等の重要な分析機器がない。したがって、分析実験所において分析ができない水質分析項目については、その分析を分析会社へ委託する。

潮流調査の計測作業は 15 日連続して行い、計測位置は海底より１ m 上方、水面より１ m 下方を標準とする。メキシコ湾タンピコ付近の潮流は、一般に緩やかな（平均１ノットから最速で２ノット前後）北方向流であるが、パヌコ川河口付近では、河川流量、満・干潮などの影響を受け、複雑な流れを示すことなどを考慮し、計測作業計画を立案する必要がある。

モニタリング定点を科学的に決定するためのツールとして使用し、かつ水質汚濁機構の理解を促すため、プエブロビエホ・ラグーンとパヌコ川河口域からアルタミラに至る沿岸域については、栄養塩類収支の解析（プエブロビエホ・ラグーンのみ）と汚濁拡散シミュレーションモデルを導入する必要性について CNA 側と協議する。必要と判断された場合には、汚濁負荷量・水深・流向流速・潮位等の観測項目、観測点、分析項目、分析精度等を検討し調査を始める。ただし、シミュレーションモデルの解析作業は日本国内で行う。

2－8　調査工程と要員構成

（1）本格調査の全体所要月数は、S/Wに記載されているとおり全体で17か月とする。

（2）団員の主要な分野構成は次のとおりである。

①総括

②水質・底質・有害物質体内蓄積・赤潮調査（1）

③水質・底質・有害物質体内蓄積・赤潮調査（2）

④水文・水理・気象

⑤汚濁解析

⑥水質モニタリング計画

⑦地域開発・社会経済

⑧業務調整

2－9　調査実施のための必要機材

本格調査に必要な主要資機材のリストは、おおむね以下のとおりである。重金属類、農薬類、有機塩素化合物類、TOC については、分析会社へ発注するため、ここではこれらの分析計及び周辺機器・部品は除外した。

項　　目	数
STD 計	1台
バンドン採水器　3リットル	5台
コアサンプラー	5個
プランクトンネット	1式
自記式流行流速計　AANDERAA, RCM-7	10台
ブイ	5個
鉄ブイ	5個
アンカー	5個
シュクル	30個
さる環	8個
ロープ	2組
ワイヤー	1式
サーミスター　AANDERAA, TR-7	5台
TOC 測定器　島津製作所 TOC5000A	1台
分析用電子天秤	2台

分光蛍光光度計　島津製作所 RF-1500	1台
複光束式分光光度計　島津製作所 UV-1200	1台
超音波洗浄器　FINE, W-200	1台
純水製造装置　日本ミリポア、ミリ RO-10 プラス	1台
純水製造装置　日本ミリポア、ミリ Q プラス	1台
シェーカー（ホルダー共）SGI, VS-S	2台
ホットプレート、約 200×300mm	3台
マグネチックスターープレート　FINE, ノーバーII	3台
ステンレス・フィルターホルダー（47mm）	6台
フィルターホルダー・マニホールド（6本用）	1台
吸引ろ過ポンプ（ミリカップ）	1台
メンブレンフィルター0.45 μm、47mm、100/pk	50pk
GFC フィルター、Whatman、47mm、100/pk	50pk
液相分離ろ紙、90mm、100/pk	20pk
テフロン製分解容器（底質）三愛科学 KK	10個
生物顕微鏡	2台
PC/IBM compatible コンピューター	1台
プリンター	1台
冷凍庫　RT-115PTA 型　星崎	1台
投網（魚類・エビ類等生物採集用）	1式
小型巻網、約 20m（魚類・エビ類等生物採集用）	1式

2－10　調査実施上の留意点

メキシコ側 C/P である CNA の水質分析・モニタリングの経験は陸水に基づいたものであり、沿岸水域での経験は皆無に等しい。しかしながら、陸水の水質分析・モニタリングの基本技術・知識は持っていること、及び日本や米国への留学・研修経験者が数人いることを考慮すると、CNA 側の海水を対象とした技術の習得は早いと考えられる。

CNA は、国内初の沿岸水域の水質モニタリングを行う分析・実験所（リファレンスラボ）を作り、かつ信頼できるデータを得るための公定分析方法を確立することにも大きな関心を寄せている。しかしながら、タンピコにある CNA の分析・実験室には、原子吸光光度計やガスクロマトグラフィー等の基本的分析機器はなく、現在所有する分析機器類も古いものが多い。CNA は、1999 年中の早い段階で分析・実験所の整備計画を立案したい意向を持っている。したがって調査では、必要な機材の選定やクリーンラボ等実験室の整備、廃液の保存・処分法等包括的な分

析・実験室の整備計画に対して適切な助言を与える必要がある。

前述のように、水質分析の一部は分析会社へ委託することとなる。しかしながら、分析会社においても海水の分析を実施した経験は陸水のそれに比べるとはるかに少ない。海水の公定分析法が存在しないことを考慮すると、分析会社の分析結果を 100%信頼することはできないと CNA 側は考えている。したがって、メキシコ国立自治大学の海洋科学研究所等にも水質分析を依頼してクロスチェックを実施する必要がある。

現在 CNA は世界銀行融資による内陸水の PROMMA を進めている。このプロジェクトの動向を見ながら、技術・機材整備・情報処理等で陸水域と沿岸水域のモニタリングが水準的に釣り合う計画を提言できる資質が要求される。

水質分析を実施する機関は、CNA のほかに海軍省、大学、国立水産研究所があり、必要な場合これらの関係機関への協力要請、また積極的参画を促す努力を CNA とともに進めていく調整能力も必要とされる。