


INTERNATIONAL INSTITUTE FOR JAPAN STUDIES
1-1-1 HONJO, TOKYO, JAPAN

THE UNIVERSITY OF TOKYO
INTERNATIONAL INSTITUTE FOR JAPAN STUDIES
1-1-1 HONJO, TOKYO, JAPAN
TEL: 3842-1111 FAX: 3842-1112
WWW.IIJS.UTOKYO.AC.JP

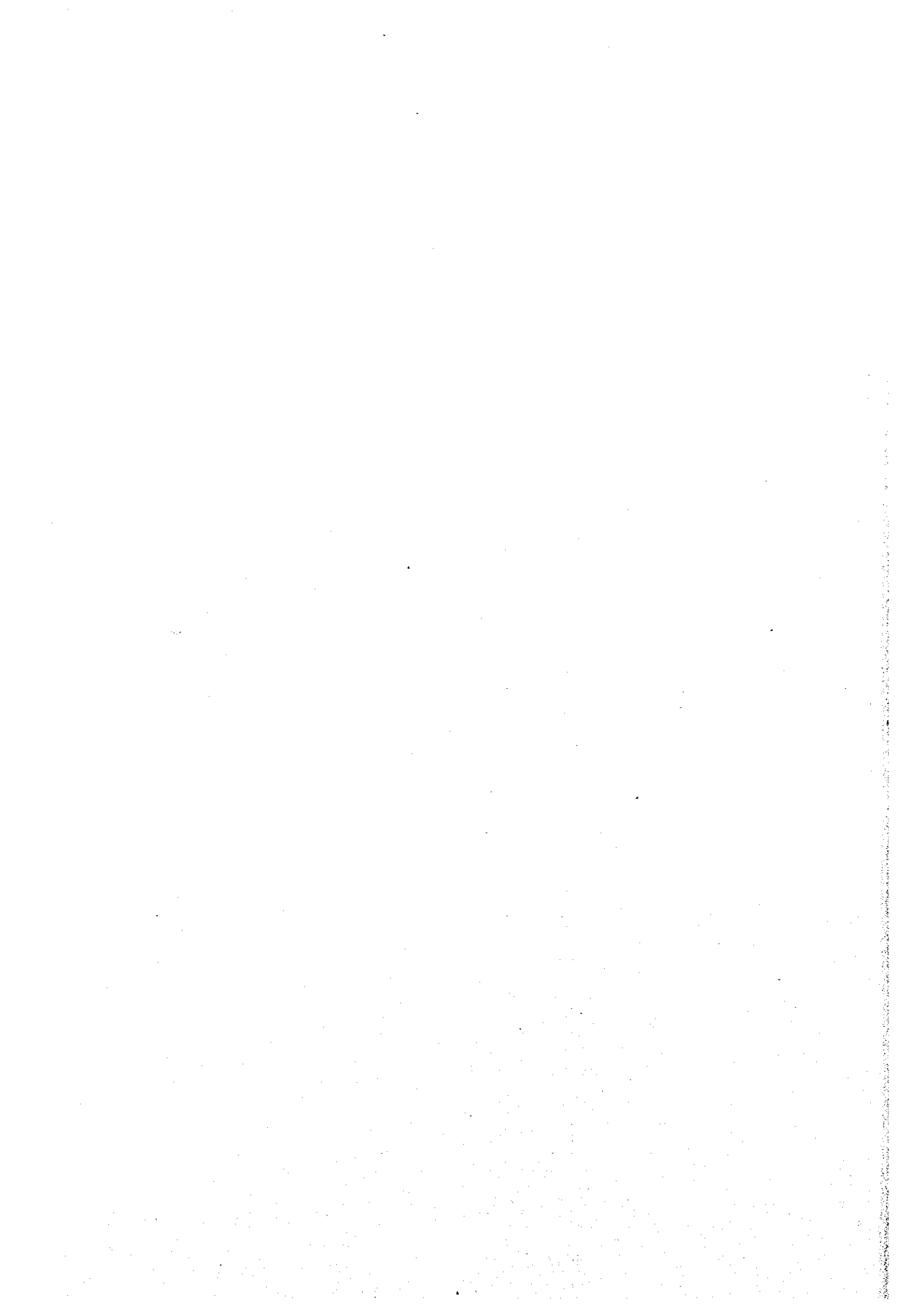
THE UNIVERSITY OF TOKYO
(INTERNATIONAL INSTITUTE FOR JAPAN STUDIES)

JICA LIBRARY

J 1157307 (8)

1997.10.28

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR JAPAN STUDIES
1-1-1 HONJO, TOKYO, JAPAN

ISSN
578
0002



AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

**ESTUDIO PARA EL DESARROLLO DEL
PROGRAMA NACIONAL DE MONITOREO
PARA LA CALIDAD DEL AGUA EN AREAS
COSTERAS EN LOS ESTADOS UNIDOS
MEXICANOS**

**INFORME FINAL
(INFORME PRINCIPAL)**

Marzo 2000

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL
METOCEAN**



1157307 (8)

El tipo de cambio utilizado en este reporte es de:
1 USD = 1 Peso Mexicano (N\$) = 9.25 = 105.00 Yens.
(a fines de Noviembre de 1999)

PREFACE

In response to a request from the Government of the United Mexican State, the Government of Japan decided to conduct a study on "Development of the National Water Quality Monitoring Program in Coastal Areas" and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (JICA).

JICA selected and dispatched a study team headed by Dr. Akira UCHIDA of Pacific Consultants International (PCI) and composed of PCI and Shin-Nippon Meteorological and Oceanographical Consultant Co., Ltd. (METOCEAN) to Mexico 4 times between January 1999 and February 2000. In addition, JICA set up an advisory committee headed by Prof. Takashi HAYASE, Nagasaki University, between January 1999 and March 2000, which examined the study from specialist and technical points of view.

The team held discussions with the officials concerned of the Government of Mexico and conducted field surveys at the study area. Upon returning to Japan, the team conducted further studies and prepared this final report.

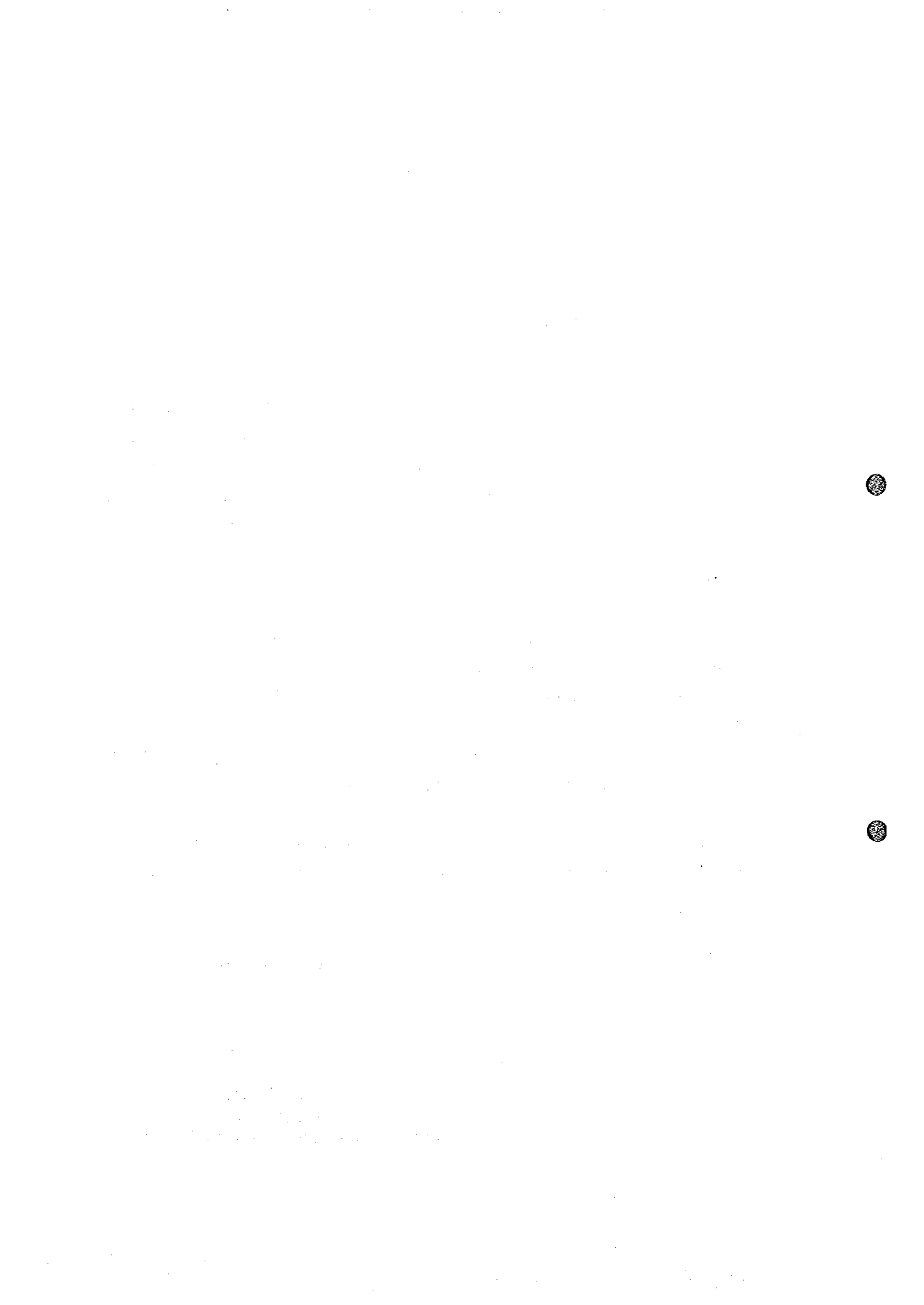
I hope that this report will contribute to the promotion of this project and to the enhancement of friendly relationship between our two countries.

Finally, I wish to express my sincere appreciation to the officials concerned of the Government of Mexico for their close cooperation extended to the Team.

20 March 2000



Kimio FUJITA
President
Japan International Cooperation Agency



March 2000

Mr. Kimio FUJITA
President
Japan International Cooperation Agency

LETTER OF TRANSMITTAL

Dear Sir,

We are pleased to submit to you the final report entitled "The study on Development of the National Water Quality Monitoring Program in Coastal Areas in the United Mexican States." This report has been prepared by the Study Team in accordance with the contracts signed on January 8, 1999 and June 4, 1999 between the Japan International Cooperation Agency (JICA) and The Study Team, jointly organized by Pacific Consultants International (PCI) and Shin-Nippon Meteorological and Oceanographical Consultant Co., Ltd. (METOCEAN).

The report describes the study results of developing guidelines for the national water quality monitoring program for coastal areas in Mexico and developing a specific coastal water quality monitoring plan for the Tampico area.

The report consists of the Main Report and Summary Report, both in English and Spanish, Supporting Report and Data Book in English, and Technology Transfer Report in Spanish.

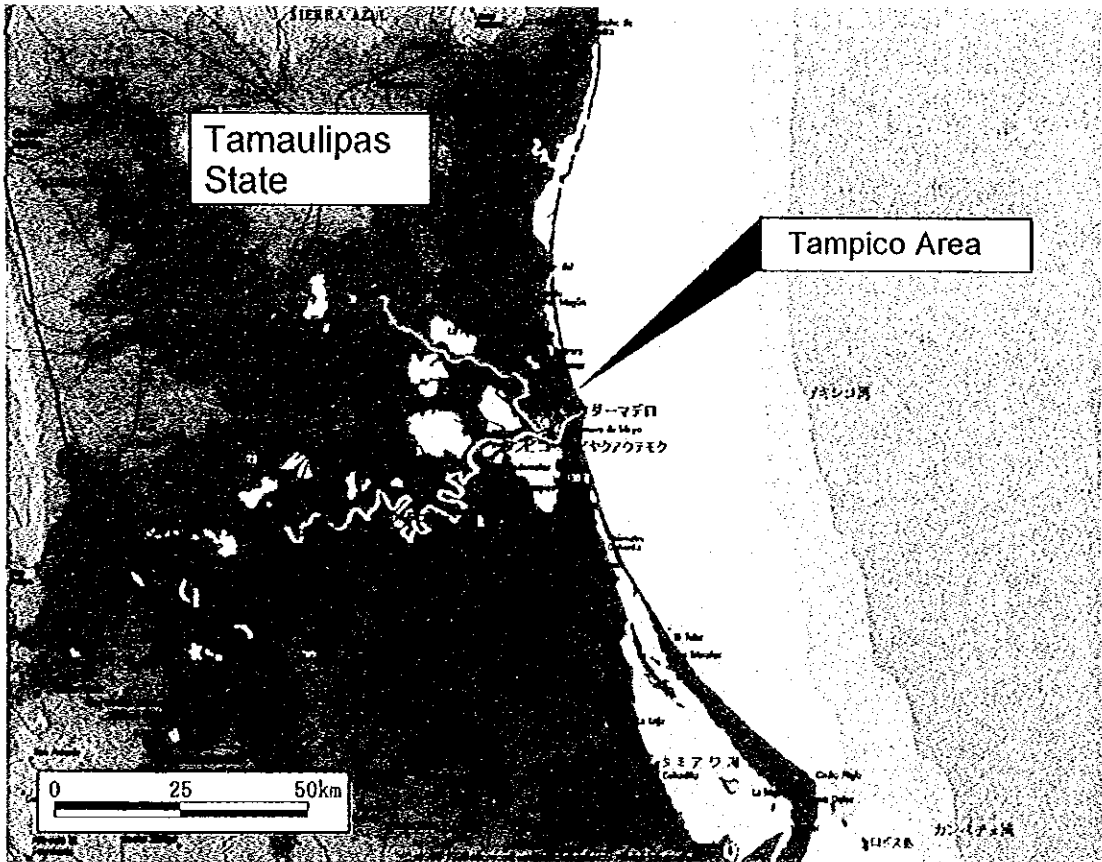
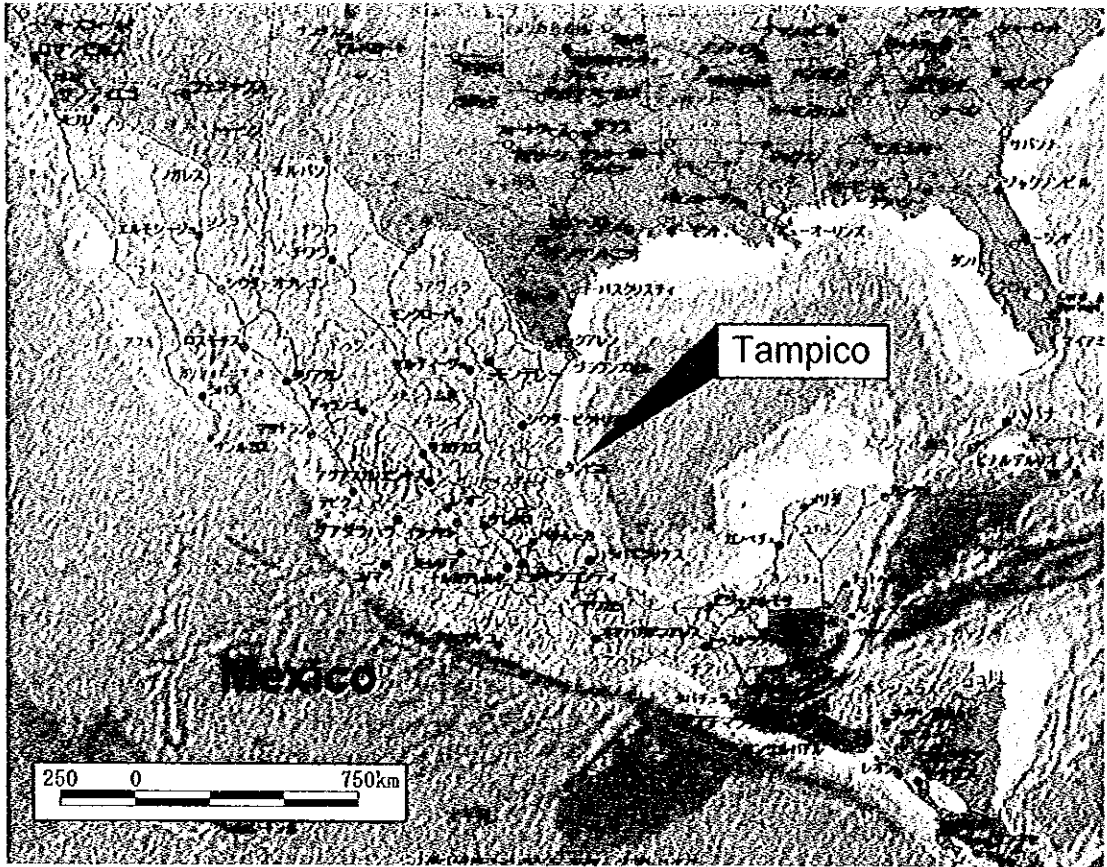
The Main Report presents: i) existing states of coastal environment and water quality monitoring, ii) planning policy for the coastal water quality monitoring, iii) the guidelines for the national coastal water quality monitoring, iv) the coastal water quality monitoring plan for the Tampico area, and v) project implementation schedule. The summary Report presents these results concisely. The Supporting Report describes technical details concerning the methods of coastal water quality monitoring including field surveys, analysis of sea water quality, laboratory management, and data analysis. The Data Book contains detailed information which supports reasoning of developing the monitoring guidelines and the monitoring plan. The Technology Transfer Report describes the various on-the-job and off-the-job training activities carried out in the course of the Study, and their evaluations.

We wish to express grateful acknowledgements to the personnel of your Agency, Advisory Committee, Ministry of Foreign Affairs, Environment Agency, Tokyo Metropolitan Government, and Embassy of Japan in Mexico. We also wish to express sincere appreciation to our counterpart, the National Water Commission (CNA) of Mexico. We hope that the proposed plan and guidelines will contribute to the realization of sustainable development of coastal areas in Mexico.

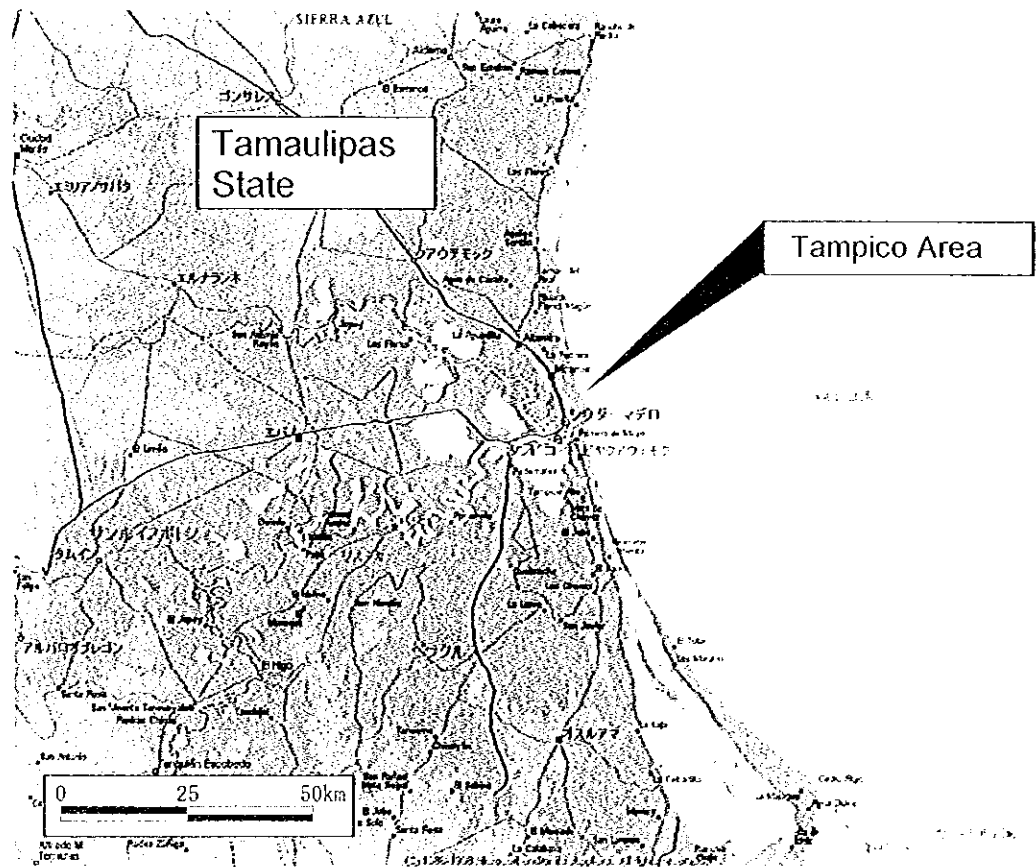
Yours faithfully,

内田 顕

Dr. Akira UCHIDA
Team Leader



Avéa de Estudio



Avéa de Estudio

Tabla de Contenido

Part I SISTEMA ACTUAL

1. Introducción	
1.1 Antecedentes del Estudio	1 - 1
1.2 Realización del Estudio	1 - 2
1.3 Ejecución del Estudio	1 - 3
2. Sistema Actual de Monitoreo de Calidad del Agua	
2.1 Manejo de Calidad del Agua Existente	2 - 1
2.2 Dependencias Relacionadas con el Monitoreo de Calidad del Agua Costera ...	2 - 2
2.3 Comisión Nacional del Agua (CNA)	2 - 2
2.4 Programa de Modernización del Manejo del Agua (PROMMA)	2 - 14
2.5 Conclusiones a los Problemas del Monitoreo de la Calidad del Agua	2 - 21
3. Perfil Ambiental Costero	
3.1 Perfil Ambiental Costero en México	3 - 1
3.2 Perfil Ambiental Costero en la Zona de Tampico	3 - 14
4. Monitoreo Piloto de la Calidad del Agua	
4.1 Planeación para el Monitoreo Piloto de la Calidad del Agua	4 - 1
4.2 Estudio de Corrientes	4 - 3
4.3 Monitoreo de la Calidad del Agua	4 - 16
4.4 Estudio de Muestro de Sedimentos	4 - 38
4.5 Pruebas de Bioacumulación	4 - 51
4.6 Evaluación de las Condiciones Ambientales en la Zona de Tampico	4 - 56
5. Análisis de Carga de Contaminantes y Simulación de Calidad del Agua	
5.1 Análisis de Carga de Contaminantes	5 - 1
5.2 Simulación de Calidad del Agua	5 - 13

Part II PLAN DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA DE LAS ZONAS COSTERAS

6. Política de Planeación del Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras	
6.1 Funciones y Objetivos del Monitoreo de la Calidad del Agua de las Zonas Costeras.....	6 - 1
6.2 Condiciones Necesarias para el Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras	6 - 3
6.3 Dependencia Ejecutora	6 - 3
6.4 Concepto de Planeación	6 - 6
6.5 Componentes del Monitoreo	6 - 8

7.	Lineamientos para el Monitoreo Nacional de la Calidad del Agua en Zonas Costeras	
7.1	Propósito y Utilización de los Lineamientos	7 - 1
7.2	Área de Monitoreo	7 - 2
7.3	Red de Laboratorios para Análisis de Calidad del Agua en Zonas Costeras	7 - 5
7.4	Componentes del Monitoreo	7 - 9
8.	Plan de Monitoreo de Calidad del Agua	
8.1	Objetivos	8 - 1
8.2	Etapas de Plan de Desarrollo	8 - 1
8.3	El Laboratorio de Tampico y el Centro de Referencia	8 - 2
8.4	Plan de Monitoreo y Análisis de la Calidad del Agua	8 - 4
8.5	Plan para el Manajo del Laboratorio	8 - 10
8.6	Centro de Referencia para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras	8 - 14
9.	Ejecución del Proyecto	
9.1	Proyecto Propuesto	9 - 1
9.2	Establecimiento de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras	9 - 3
9.3	Desarrollo del Laboratorio de Tampico y del Centro de Referencia	9 - 14
9.4	Recursos Financieros	9 - 19

Listado de Tablas y Figuras

Capítulo 1

Table 1.1	Actividades Principales.....	1 - 2
Table 1.2	Logros de la Transferencia de Tecnología	1 - 3
Table 1.3	Ejecución del Estudio.....	1 - 3
Table 1.4	Miembros del Comité Directivo y Contraparte Mexicana.....	1 - 4
Figure 1.1	Diagrama de Flujo del Estudio.....	1 - 6

Capítulo 2

Table 2.1	Clasificación de los Cuerpos de Agua para la Norma de Descargas	2 - 1
Table 2.2	Papel de los Grupos de Análisis, Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico	2 - 6
Table 2.3	Parámetros Disponibles y Numero de Muestras Analizadas, 1998	2 - 9
Table 2.4 (1)	Equipo de Monitoreo Principal del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico	2 - 10
Table 2.4 (2)	Equipo de Monitoreo Principal del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico	2 - 11
Table 2.5	Conocimientos y Años de Experiencia del Personal del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico, 1999	2 - 13
Table 2.6	Programas de Capacitación de Calidad del Agua de Tampico, 1997 y 1998.....	2 - 14
Table 2.7	Presupuesto del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico, 1995 - 1999	2 - 14
Table 2.8	Número de Estaciones de Monitoreo Recomendadas por PROMMA.....	2 - 17
Table 2.9	Parámetros para el Monitoreo de Calidad del Agua Recomendadas por PROMMA	2 - 17
Table 2.10	Frecuencia de Monitoreo de Calidad del Agua Recomendada por PROMMA.....	2 - 18
Table 2.11	Equipo de Laboratorio para Laboratorios Regionales del PROMMA.....	2 - 25
Figure 2.1	Organigrama de SEMARNAP	2 - 4
Figure 2.2	Organigrama de CNA	2 - 5
Figure 2.3	Organigrama del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico	2 - 7
Figure 2.4	Instalaciones del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico.....	2 - 12
Figure 2.5	Localización de los Laboratorio Estatales y Regionales de la CNA.....	2 - 20

Capítulo 3

Table 3.1	PIB de los Principales Sectores Económicos (1993 precio base), 1995-1997.....	3 - 9
-----------	---	-------

Table 3.2	Población de las Ciudades y Municipios de la Zona de Tampico.....	3 -23
Table 3.3	Principales Productos Agrícolas en el Estado de Tamaulipas en 1996.....	3 -25
Table 3.4	Producción de Ganado en el Estado de Tamaulipas en 1996.....	3 -25
Table 3.5	Producción Pesquera por Pesos Total en la Zona de Tampico de 1990-1998	3 -25
Table 3.6	Hoteles en las Ciudades de Tampico, Altamira y Madero	3 -26
Table 3.7	Uso Agrícola en los Municipios del Sur de la Zona de Tampico.....	3 -27
Figure 3.1	Ríos en las Zonas Costeras de México.....	3 - 4
Figure 3.2	Promedio Annual de Lluvia en México	3 - 5
Figure 3.3	Áreas Naturales Protegidas y Zonas de Conservación Prioritarias en México	3 - 5
Figure 3.4	Principales Áreas de Desarrollo de la Industria del Petróleo en México.....	3 - 8
Figure 3.5	Proyección de la Densidad de la Población en 2010.....	3 - 8
Figure 3.6	Destinos Turísticos Costeros y Arrecifes Coralinos en México	3 -11
Figure 3.7	Distribución de Puertos Marítimos en México	3 -12
Figure 3.8	Vertientes alrededor de la Zona de Tampico.....	3 -19
Figure 3.9	Distribución de la Industria del Petróleo en la Zona de Tampico	3 -22
Figure 3.10	Zona de desarrollo del Puerto Industrial de Altamira	3 -22

Capítulo 4

Table 4.1	Zonas Piloto de Monitoreo de la Calidad del Agua	4 - 1
Table 4.2	Programa del Estudio de Corrientes.....	4 - 3
Table 4.3	Localización de los Sitios de Observación	4 - 3
Table 4.4	Resumen del Estudio de Medición de Corrientes	4 - 4
Table 4.5	Coefficientes de Difusión en la Zona Costera para una Simulación de la Calidad del Agua.....	4 - 8
Table 4.6	Coefficientes de Difusión para la Simulación de la Calidad del Agua en la Laguna de Pueblo Viejo	4 -13
Table 4.7	Áreas y Puntos de Monitoreo.....	4 -16
Table 4.8	Sitios de Muestreo del Estudio de Monitoreo.....	4 -18
Table 4.9	Lista de los Parámetros de Monitoreo y de los Métodos Analíticos para la Calidad del Agua.....	4 -19
Table 4.10 (1)	Resultados de los Análisis de la Calidad del Agua en la Época de Estiaje (Parámetros Básicos).....	4 -23
Table 4.10 (2)	Resultados de los Análisis de la Calidad del Agua en la Época de Estiaje (Parámetros Básicos).....	4 -24
Table 4.11	Resultados de los Análisis de la Calidad del Agua en la Época de Estiaje (Parámetros de Toxicidad).....	4 -25
Table 4.12	Resumen de los Resultados del Monitoreo Piloto de la Calidad del Agua en la Época de Estiaje (Parámetros Básicos).....	4 -26
Table 4.13	Resumen de los Resultados del Monitoreo Piloto de la Calidad del	

	Agua en la Epoca de Estiaje (Parámetros Tóxicos).....	4 -27
Table 4.14 (1)	Resultados de los Análisis de la Calidad del Agua en la Epoca de Lluvia (Parámetros Básicos).....	4 -30
Table 4.14 (2)	Resultados de los Análisis de la Calidad del Agua en la Epoca de Lluvia (Parámetros Básicos).....	4 -31
Table 4.15	Resultados de los Análisis de la Calidad del Agua en la Epoca de Lluvia (Parámetros de Toxicidad).....	4 -32
Table 4.16	Resultados Resumidos del Monitoreo de la Calidad del Agua en la Epoca de Lluvias (Parámetros Básicos).....	4 -33
Table 4.17	Resultados Resumidos de la Calidad del Agua en la Epoca de Lluvias (Parámetros Tóxicos).....	4 -34
Table 4.18	Zonas y Sitios de Monitoreo	4 -39
Table 4.19	Parámetros de Monitoreo y Métodos Analíticos para el Estudio de Monitoreo.....	4 -41
Table 4.20 (1)	Resultados de los Análisis de los Sedimentos en la época de Estiaje (Parámetros Básicos).....	4 -44
Table 4.20 (2)	Resultados de los Análisis de los Sedimentos en la época de Estiaje (Parámetros Básicos).....	4 -44
Table 4.21	Resultados de los Análisis de los Sedimentos en la época de Estiaje (Parámetros Toxicidad).....	4 -45
Table 4.22	Resumen de Resultados del Estudio de Sedimentos en la Epoca de Estiaje.....	4 -46
Table 4.23	Resultados del Análisis de Sedimento en la Epoca de Lluvias (Parámetros Básicos).....	4 -48
Table 4.24	Resumen de Resultados del Análisis de Sedimentos en la Epoca de Lluvias.....	4 -49
Table 4.25	Muestreo para las Pruebas de Bioacumulación.....	4 -51
Table 4.26	Método Analítico para las Pruebas de Bioacumulación	4 -53
Table 4.27	Resultados del Pruebas de Bioacumulación	4 -55
Figure 4.1 (1)	Localización de los Sitios de Observación para el Estudio de Corrientes en la Zona Costera.....	4 - 5
Figure 4.1 (2)	Localización de los Sitios de Observación para el Estudio de Corrientes en la Laguna de Pueblo Viejo.....	4 - 5
Figure 4.2 (1)	Método para Instalar los correntímetros en la Zona Costera	4 - 6
Figure 4.2 (2)	Método para Instalar los correntímetros en la Laguna.....	4 - 6
Figure 4.3	Diagrama de Dirección de Corrientes en la Zona Costera.....	4 - 8
Figure 4.4	Diagrama de Dirección de Corrientes en la laguna de Pueblo Viejo	4 - 10
Figure 4.5	Coefficiente de Autocorrelación en las corrientes del agua de la Zona Costera	4 - 11
Figure 4.6 (1)	Espectro de Fuerza de las corrientes del agua de la Zona Costera.....	4 -12
Figure 4.6 (2)	Espectro de Fuerza de las corrientes del agua de la Zona Costera.....	4 -13

Figure 4.7	Coefficiente de Autocorrelación de las corrientes del agua de la Laguna de Pueblo Viejo	4 -14
Figure 4.8	Espectro de Fuerza en la Laguna de Pueblo Viejo	4 -15
Figure 4.9	Localización de los Sitios de Monitoreo para Calidad del Agua y Sedimento.....	4 -17
Figure 4.10	Relación entre el DQO y Clorofila -a en la Zona de Monitoreo	4 -22
Figure 4.11	Correlación entre el DQO y el COT de la Calidad del Agua en Epoca de Lluvia.....	4 -36
Figure 4.12	Distribución Horizontal de Plomo en Calidad de Agua (epoca de lluvia)	4 -37
Figure 4.13	Distribución Horizontal de Mercurio en el Sedimento Fondo (epoca de lluvia)	4 -50
Figure 4.14	Sitios de Monitoreo para el Análisis de Bioacumulación	4 -52

Capítulo 5

Table 5.1	Inventario de Fuentes de Contaminacion.....	5 - 3
Table 5.2	Areas de Fuentes No Puntuales por Categoria de Uso del Suelo.....	5 - 4
Table 5.3	Proyección de la Población en el Area de Tampico	5 - 5
Table 5.4	Proyecciones de Producción Relacionada con la Industria Química	5 - 5
Table 5.5	Proyección de las Aguas Residuales Municipales en Tampico entre los años 1999 al 2010	5 - 6
Table 5.6	Perfil Actual de las Aguas Residuales Municipales y Industriales	5 - 7
Table 5.7	Perfil Actual de las Fuentes No Puntuales en la Epoca de Estiaje.....	5 - 8
Table 5.8	Perfil Actual de las Fuentes No Puntuales en la Epoca de Lluvias.....	5 - 9
Table 5.9	Aguas Residuales y Municipales para el año 2010.....	5 -11
Table 5.10	Constantes Amónicas de la Marea en el Puerto de Tampico	5 -22
Table 5.11	Descargas de Aguas Dulces y Carga de Contaminantes en la Laguna de Pueblo Viejo	5 -22
Table 5.12	Rango del Coeficiente de Difusión en la Laguna de Pueblo Viejo.....	5 -23
Table 5.13	Descargas de Aguas y Carga de Contaminantes en Zonas Costeras.....	5 -24
Table 5.14	Rango de los Coeficientes de Difusión en la Zona Costera	5 -25
Table 5.15	Concentraciones Iniciales y Límites para la Zona Costera	5 -25
Table 5.16	Concentraciones Iniciales y Límites para la Zona Costera	5 -25
Figure 5.1	Perfil de Análisis de Carga de Contaminantes.....	5 - 2
Figure 5.2	Cargas de Contaminantes de DQO en Epoca de Lluvia y Estiaje.....	5 -10
Figure 5.3	Cargas de Contaminantes en Epoca de Estiaje y de Lluvia en Términos de DQO para el año 2010.....	5 -12
Figure 5.4 (1)	Variación en el Tiempo del Vector de la Velocidad de Corriente Obtenido en la Zona Costera.....	5 -18
Figure 5.4 (2)	Variación en el Tiempo del Vector de la Velocidad de Corriente Obtenido en la Laguna de Pueblo Viejo.....	5 -19

Figure 5.5	Espectro de Fuerza de los Componentes de Velocidad de Corriente.....	5 -21
Figure 5.6	Series de Tiempo Simuladas de la Elevación de la Superficie del Agua en la Laguna de Pueblo Viejo en la Epoca de Lluvia.....	5 -26
Figure 5.7	Campos de Corriente Simulados en la Laguna de Pueblo Viejo de la Marca Ebb, Marea de Inundación y la Promedio en 24 Horas durante la Epoca de Lluvias.....	5 -28
Figure 5.8	Comparación de la Elipse de Corriente Simulada y la Observada.....	5 -29
Figure 5.9	Series de Tiempo Simuladas de la Concentración de DQO en la Laguna de Pueblo Viejo durante la Epoca de Lluvias.....	5 -30
Figure 5.10	Simulación de la Concentración de DQO en la Laguna de Pueblo Viejo durante la Marea Ebb, Marea Baja y el Promedio de 24 Horas durante la Epoca de Lluvias.....	5 -32
Figure 5.11	Simulación de la Distribución de Concentración de N-Tot en la Laguna de Pueblo Viejo durante la Marea Ebb, Marea Baja y el Promedio en 24 Horas durante la Epoca de Lluvias.....	5 -33
Figure 5.12	Comparación de los Campos de Corriente Simulados y los Vectores Promedio de Corriente Observados en la Zona Costera en Epoca de Lluvias.....	5 -34
Figure 5.13	Simulación de la Distribución de las Concentraciones en las Zonas Costeras.....	5 -33

Capítulo 6

Table 6.1	Opciones para el Establecimiento del Sistema de Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	6 - 5
Table 6.2	Monitoreo de la Calidad del Agua Costera Compartido.....	6 - 6
Figure 6.1	Papel del Monitoreo en la Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	6 - 2
Figure 6.2	Organigrama para las Opciones de la Red Nacional de Laboratorios para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	6 - 4
Figure 6.3	Enfoque de Planeación para el Program Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	6 - 6

Capítulo 7

Table 7.1	Propuesta para el Establecimiento de Oficinas de Monitoreo en el Sitio.....	7 - 3
Table 7.2	Funciones de las Organizaciones para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	7 - 8
Table 7.3	Parámetros de Monitoreo.....	7 -11
Table 7.4	Actividades del Laboratorio Regional con Base en el Organigrama.....	7 -13
Table 7.5	Concepto del Diseño de las Instalaciones del Laboratorio.....	7 -14
Table 7.6	Ejemplo Concreto de un Procesamiento de Aguas Residuales.....	7 -17
Table 7.7	Listado de Equipo para Trabajo en Campo.....	7 -19

Table 7.8	Temas Propuestas para el Seminario Técnico.....	7 - 27
Figure 7.1	Estructura de los Lineamientos para el Manejo de la Calidad del Agua en las Zonas Costeras.....	7 - 2
Figure 7.2	Áreas Prioritarias y Red de Laboratorios para el Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	7 - 4
Figure 7.3	Red Nacional de Laboratorios.....	7 - 6
Figure 7.4	Flujo de Muestras y Datos de Monitoreo.....	7 - 7
Figure 7.5	Distribución de las Estaciones de Monitoreo.....	7 - 10
Figure 7.6	Componentes de los Parámetros Básicos (Calidad del Agua).....	7 - 11
Figure 7.7	Organigrama Propuesta para el Laboratorio Regional.....	7 - 12
Figure 7.8	Procedimiento para la Solicitud de Reactivos Analíticos.....	7 - 15

Capítulo 8

Table 8.1	Metas del Desarrollo del Laboratorio de Tampico como Laboratorio de Monitoreo.....	8 - 2
Table 8.2	Número de Estaciones de Monitoreo en la Zona de Tampico.....	8 - 7
Table 8.3	Parámetros de Monitoreo para la Zona de Tampico.....	8 - 8
Table 8.4	Frecuencia del Monitoreo de Calidad del Agua y de Sedimentos.....	8 - 9
Table 8.5	Personal Necesario para el Laboratorio de la Calidad del Agua en Zona Costera.....	8 - 10
Table 8.6	Equipo Necesario para el Laboratorio de Tampico.....	8 - 13
Table 8.7	Funciones de las Diferentes Secciones del Centro de Referencia.....	8 - 15
Table 8.8	Diseño Conceptual del Centro de Referencia para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	8 - 16
Table 8.9	Instalaciones y Equipo del Centro de Referencia para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	8 - 17
Figure 8.1	Plan de Desarrollo del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico por Años Establecidos.....	8 - 2
Figure 8.2	Organigrama de las Entidades de Monitoreo de Calidad del Agua.....	8 - 3
Figure 8.3	Localización de los Sitios de Monitoreo de Calidad del Agua en Tampico.....	8 - 5
Figure 8.4	Localización de los Sitios de Monitoreo de Sedimento en la Zona de Tampico.....	8 - 6
Figure 8.5	Propuesta del Diseño del Laboratorio de Monitoreo de Tampico y del Centro de Referencia.....	8 - 12
Figure 8.6	Organización del Centro de Referencia para el Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	8 - 14

Capítulo 9

Table 9.1	Estimación de Costos para la Red de Monitoreo de la Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	9 - 3
-----------	---	-------

Table 9.2	Estimación de Costos para el Desarrollo del Laboratorio de Tampico y del Centro de Referencia.....	9 - 3
Table 9.3	Calendario de Equipamiento Propuesto en cada Región Costera	9 - 4
Table 9.4	Propuesta de Equipo de Muestro e Instalaciones para los Laboratorios Regionales.....	9 - 5
Table 9.5	Prioridad de Desarrollo de cada Oficina de Monitoreo en el Sitio	9 - 6
Table 9.6	Propuesta de Equipo de Monitoreo y de Laboratorio /Instalaciones para las Oficinas de Monitoreo en el sitio.....	9 - 7
Table 9.7	Estimación Base de Costos de un Laboratorio Regional 1	9 - 8
Table 9.8	Número de Monitoreos por Zona Prioritaria.....	9 - 9
Table 9.9 (1)	Costo de los Componentes para el Establecimiento de Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	9 - 10
Table 9.9 (2)	Costo de los Componentes para el Establecimiento de Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras.....	9 - 11
Table 9.10 (1)	Calendario de Establecimiento de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras	9 - 12
Table 9.10 (2)	Calendario de Establecimiento de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua en Zonas Costeras	9 - 13
Table 9.11	Estimación Base de los Subcomponentes del Centro de Referencia	9 - 16
Table 9.12	Estimación Base de los Subcomponentes del Laboratorio de Tampico.....	9 - 17
Table 9.13	Costo de los Componentes para el Desarrollo del Laboratorio de Tampico y el Centro de Referencia.....	9 - 18
Table 9.14	Calendario de Ejecución para el Desarrollo del Laboratorio de Tampico y el Centro de Referencia.....	9 - 18
Table 9.15	Alternativas Básicas de Recursos Financieros.....	9 - 19

Lista de Abreviaturas/Acrónimos

DBO	demanda bioquímica de oxígeno
CNA	<i>Comisión Nacional del Agua</i>
DQO	demanda química de oxígeno
OD	oxígeno disuelto
ZEE	Zona Económica Exclusiva
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental)
IMTA	<i>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua</i>
INE	<i>Instituto Nacional de Ecología</i>
INP	<i>Instituto Nacional de la Pesca</i>
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
JIS	Japanese Industrial Standard (Normas Industriales Japonesas)
MSO	monitoring sites office (oficinas de monitoreo)
NOM	<i>Norma Oficial Mexicana</i>
PRO	potencial de oxido-reducción
PHSA	A Practical Handbook of Seawater Analysis
PROFEPA	<i>Procuraduría Federal de Protección al Ambiente</i>
PROMMA	<i>Programa de Modernización del Manejo del Agua</i>
RNM	<i>Red Nacional de Monitoreo</i>
SARH	<i>Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos</i>
SEMARNAP	<i>Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca</i>
SRH	<i>Secretaría de Recursos Hidráulicos</i>
SS	sólidos suspendidos
T-N	nitrógeno total
COT	carbono orgánico total
T-P	fosfato total
T-Hg	mercurio total
TSS	sólidos suspendidos totales
UNAM	<i>Universidad Nacional Autónoma de México</i>
COV	compuestos orgánicos volátiles

Capítulo 1 Introducción

1.1 Antecedentes del Estudio

México se enorgullece de contar con una línea costera de más de 10,000 kilómetros que se extiende a lo largo del Océano Pacífico, Golfo de México, Golfo de California y el Mar Caribe, haciéndolo uno de los países con mayor extensión costera en el mundo. Las zonas costeras incluyen alrededor de cien sistemas lagunares, los cuales representan más de 12,500 km² y son recursos naturales importantes para la pesca, el turismo y otras actividades. El papel relevante de las zonas costeras en el desarrollo futuro de México, ha sido señalado como factor clave del Programa Nacional de Desarrollo 1995-2000 y el Programa Ambiental 1995-2000.

Sin embargo, en años recientes, las zonas costeras y todos sus recursos han mostrado signos de contaminación, debido principalmente a las descargas de aguas residuales municipales e industriales. Los impactos adversos de la contaminación del agua están afectando no sólo la pesca y el turismo sino también la fauna, como en el caso de los delfines, ballenas y aves acuáticas.

En 1996, la Comisión Nacional del Agua (*CNA*) elaboró un informe sobre la calidad del agua de las zonas costeras. El objetivo de este documento fue determinar la situación ambiental de estas áreas. Sin embargo, la información disponible consistía en datos de sólo 26 estaciones localizadas in 10 áreas costeras e incluían algunos parámetros como DBO, DQO y coliformes fecales.

Desde 1996, la *CNA*, a través del PROMMA (Proyecto de Modernización del Manejo de Agua), ha estado instrumentado un programa institucional diseñado para alcanzar las metas definidas en el Plan Nacional Hidráulico 1995-2000. El programa pretende establecer y fortalecer las bases técnicas requeridas para el manejo y desarrollo sustentable de los recursos hídricos del país. Para apoyar al PROMMA, el Gobierno Mexicano consiguió fondos con el Banco Mundial bajo el préstamo 4050-ME, también llamado PROMMA. El préstamo PROMMA sustenta aproximadamente la mitad del total de los costos del proyecto PROMMA, y el Gobierno Mexicano aporta el resto con fondos fiscales.

En respuesta a la solicitud del Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, el Gobierno del Japón, decidió realizar "El Estudio para el Desarrollo del Programa Nacional de Monitoreo para la Calidad del Agua en Áreas Costeras en los Estados Unidos Mexicanos" a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) de acuerdo con el Convenio de Cooperación Técnica entre el Gobierno del Japón y el Gobierno de México firmado el 2 de Diciembre de 1996 en Tokio, Japón.

1.2 Realización del Estudio

(1) Actividades del Estudio

El estudio se realizó a partir de enero de 1999 hasta marzo del 2000 de acuerdo al diagrama de flujo mostrado en la Figura 1.1. Se dividió en cuatro etapas de trabajo en México, y el resto del trabajo se llevó a cabo en Japón.

25 de Enero de 1999, el Equipo de Estudio JICA se movilizó a la Ciudad de México para la Etapa de Trabajo en Sitio I. Posteriormente el Equipo de Estudio entregó y presentó a la CNA el Informe Inicial, con lo cual se comenzó propiamente el Estudio

(1) Actividades Principales

El Equipo de Estudio ha realizado las siguientes actividades en cooperación con la CNA:

Etapas	Actividades Principales
Trabajo en Sitio I	Recopilación de información y datos existentes Reconocimiento de campo Monitoreo Piloto de Calidad del Agua en Época de Estiaje Preparación del Plan de Desarrollo de Equipo Básico
Trabajo en Sitio II	Monitoreo Piloto de Calidad del Agua en Época de Lluvias Estudio de las tendencias futuras en los usos de agua y suelo Análisis de carga de contaminantes Investigación de laboratorios regionales
Trabajo en Sitio III	Explicación y discusión del Informe Intermedio Preparación del Plan de Monitoreo de Calidad del Agua Óptimo

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(2) Entrega de Informes

En el transcurso del Estudio, el Equipo de Estudio entregó los siguientes informes a la CNA: Informe de Avances I, el Informe de Avance II, el Informe Intermedio y el Borrador del

Informe Final.

Este informe final esta compuesto de cuatro volúmenes separados, como se enumeran a continuación:

- Vol. 1: Resumen (Inglés y español)
- Vol. 2: Informe Principal (Inglés y español)
- Vol. 3: Informe de Apoyo
- Vol. 4: Libro de Datos

(3) Transferencia de Tecnología

Para tener un desarrollo más eficiente en el aspecto de los recursos humanos de *CNA* para el monitoreo de la calidad del agua en zona costera costera, se han llevado a cabo varias sesiones de capacitación dentro y fuera del lugar de trabajo. Lo primero fue facilitado por las actividades de oficina y trabajo de campo del Equipo de Estudio, mientras que lo último se efectuó a través de los siguientes seminarios técnicos.

Tabla 1.2 Logros de la Transferencia de Tecnología

Fecha	Títulos	Sitios
Febrero 12	Seminario Técnico en el Laboratorio de Tampico • Navegación y GPS para Monitoreo Costero • Resultados del Muestreo Preliminar	Laboratorio de Tampico
Marzo 19	Conferencia del Día Mundial del Agua* Introducción del Estudio JICA	Ciudad de Tampico
Marzo 24	1º Seminario Técnico de Monitoreo de la Calidad del Agua Costera	Ciudad de México
Junio 29	Reunión de Evaluación del Monitoreo de Calidad del Agua Costera realizado por la <i>CNA</i> en Mayo	Ciudad de Tampico
Julio 28	Seminario Técnico para el Estudio Hidrológico	Ciudad de Tampico
Agosto 26, 27	2º Seminario Técnico de Monitoreo de la Calidad del Agua Costera	Ciudad de Tampico
Agosto 31 – Septiembre 2	Seminario Técnico sobre Simulación de la Calidad del Agua	Ciudad de México
Noviembre 11 - 12	Seminario Técnico sobre Muestreo para la Calidad del Agua (incluyó sesión teórica y práctica de campo)	Ciudad de Tampico

*: Fue conducido por *CNA* y el Gobierno del Estado de Tamaulipas y estuvo abierto al público en general.

1.3 Ejecución del Estudio

Un equipo de consultores formado por JICA realizó el estudio, junto con una contraparte de *CNA*. Se estableció un Comité Directivo por *CNA* para proveer comentarios sobre el estudio, y también un Comité Consultivo fue establecido por JICA. Los miembros de cada comité y del equipo se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 1.3 Miembros del Comité Directivo y Contraparte Mexicana
Comité Directivo**

Nombre	Puesto
Dr. Alberto Jaime P.	Subdirector General Técnico
Sr. César Herrera Toledo	Subdirector General de Programación
Sr. Ignacio Castillo Escalante	Gerente de Saneamiento y Calidad del Agua
Sr. Salvador Aguilera Verduzco	Gerente de Financiamiento
Sr. Alfredo Mora Magaña	Gerente de la Regional Golfo Norte
Contraparte Mexicana	
Nombre	Puesto
Dr. Jesús García Cabrera	Subgerente de Laboratorios y Monitoreo
Sr. Ignacio D. González Mora	Jefe de Proyecto de la Red Nacional de Monitoreo
Srita. Carolina C. Molina Segura	Especialista en Hidráulica Gcia. de Saneamiento y Calidad del Agua
Sr. Homero A. Ramírez Serrano	Especialista en Hidráulica Gcia. de Saneamiento y Calidad del Agua
Sr. José Ma. de la Torre Wolf	Subgerente de Cooperación Internacional
Sr. Guillermo Gutiérrez G.	Jefe de Proyecto (Gcia. de Financiamiento)
Sr. Enrique López Pérez	Subgerente Técnico Regional Golfo Norte
Srita. Evangelina Mancinas Mena	Jefe de Proyecto de Impacto Ambiental (Regional Golfo Norte)
Srita. Francisca Robledo Muñiz	Jefe de Laboratorio (Regional Golfo Norte)
Sr. Jorge Alberto Rodríguez Galindo	Especialista en Hidráulica (Regional Golfo Norte)
Srita. Lilia Mercedes Campos Martínez	Especialista en Hidráulica (Regional Golfo Norte)
Srita. Liliانا Longoria Bolean	Especialista en Hidráulica (Regional Golfo Norte)
Srita. Mónica Miguel Gil	Especialista en Hidráulica (Regional Golfo Norte)
Srita. Lilia Mercedes Gómez Gallardo	Especialista en Hidráulica (Regional Golfo Norte)

Grupo de Soporte Técnico

(Laboratorio de Tampico):

Srita. Ma. del Carmen de la Garza Ramos	Sr. Carlos Alberto Rojas Flores
Srita. Ma. Natividad Cervantes Morales	Srita. Luz María Hernández Escobedo
Sr. Francisco Sergio Nieto Treviño	Sr. Celestino Ortega Méndez
Srita. Elda López Martínez	Sr. Anastacio Mendoza Ramírez
Sr. Baudelio Huerta Medina	Sr. Eusebio González del Angel
Sr. Eustorgio Guerrero Baldazo	Srita. Florencia Cruz Hernández
Sr. Mérida Romero Salvador	Srita. Emelia Rivera Sánchez
Srita. Marta Ortega Méndez	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Tabla 1.4 Miembros del Comité Consultivo de JICA

Nombre	Puesto/Cargo
Comité de Asesores de JICA	
Prof. Takashi Hayase	Presidente
Sr. Kazuo Wanami	Concejal Técnico
Equipo de Estudio de JICA	
Dr. Akira Uchida	Líder del Equipo
Sr. Akinori Sato	Líder Suplente del Equipo / Conservación Ambiental, Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua
Dr. Hisashi Joh	Calidad de Agua y Sedimentos1)
Sr. Kenichi Kuramoto	Calidad de Agua y Sedimentos1 (2)
Sr. Fujio Kojima	Hidrología /Hidráulica /Oceanografía
Dr. Kazuhiko Ikeda	Análisis de Contaminación del Agua
Sr. Masao Itoi	Hidrodinámica y Simulación de la Calidad del Agua
Sr. Tsuyoshi Ito	Programa de Desarrollo Regional / Socioeconomía
Srita. Atsuko Otsuka	Administración

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

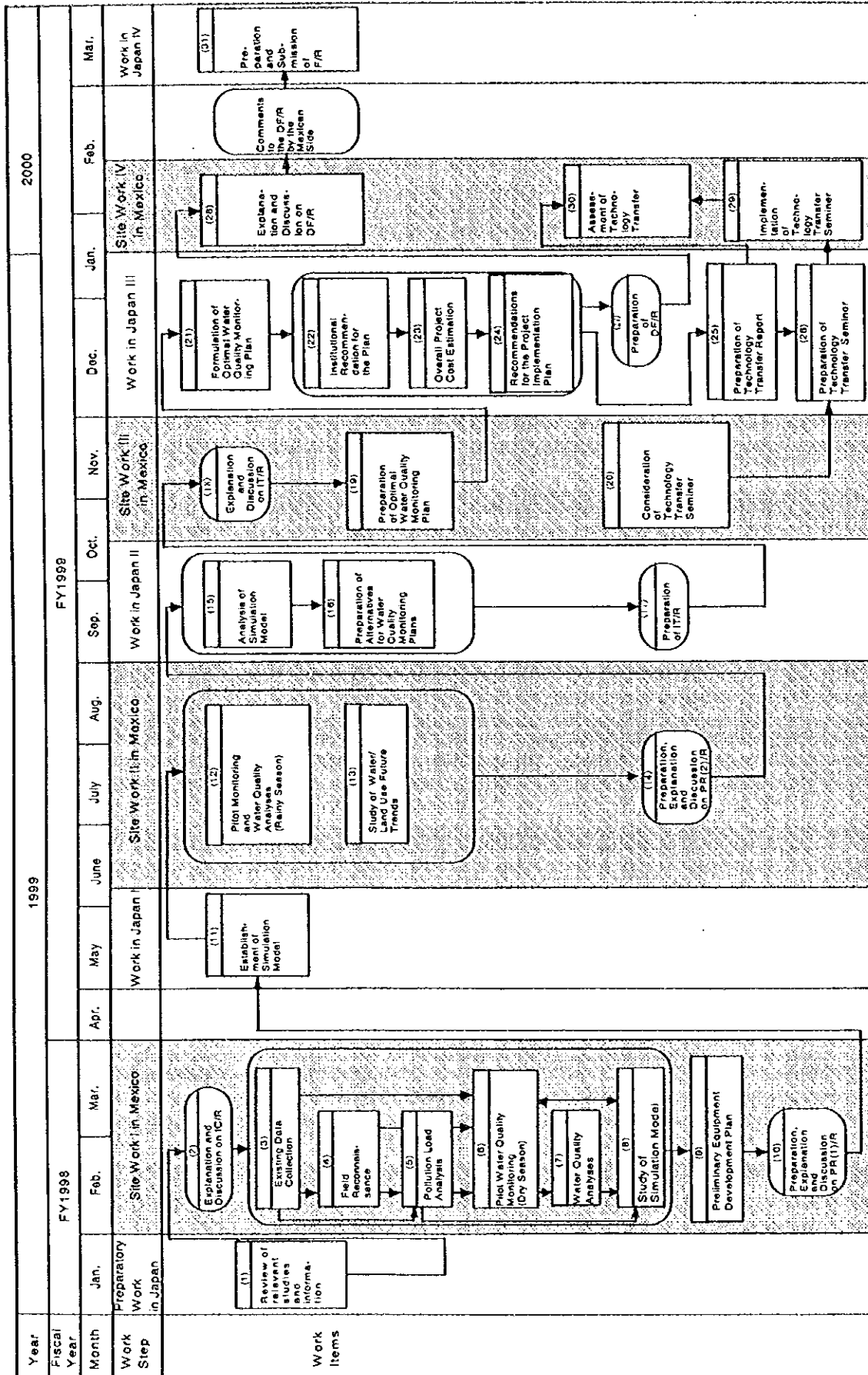


Figura 1.1 Diagrama de Flujo del Estudio

Capítulo 2 Sistema Actual de Monitoreo de Calidad del Agua

2.1 Manejo de Calidad del Agua Existente

Hay dos normas para la conservación del agua y las áreas acuáticas llamadas Criterios Ecológicos de Calidad del Agua y la Norma para Descargas, NOM-001-ECOL-1996. Éstas se describen brevemente a continuación:

(1) Criterios Ecológicos de Calidad del Agua

Los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, CE-CCA-001/89, fueron establecidos por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología en 1989. Se enfocan a evaluar los cuerpos de agua para su uso como suministro de agua potable y para áreas recreativas, en riego agrícola y pecuario, acuacultura (por ejemplo: Tilapia, Carpa, Bagre, Trucha Arcoiris, Langostino, Camarón, Moluscos Bivalvos) y para la conservación de la vida acuática.

Para determinar la calidad del agua, los criterios cubren 29 parámetros generales, 12 metales pesados, 75 compuestos orgánicos tóxicos y dos parámetros sobre radioactividad.

(2) Norma para Descargas

La Norma para Descargas, *NOM-001-ECOL-1996*, fue establecida por SEMARNAP en 1996. Esta norma provee los límites máximos permisibles para las aguas residuales y tiene como objetivo conservar los cuerpos de agua nacionales y los suelos. La norma para las descargas, está establecida de acuerdo con el cuerpo de agua al que se descarga, como se muestra en la Tabla 2.1. Los parámetros de la norma incluyen 8 parámetros básicos (excluyendo compuestos orgánicos) y 9 parámetros de metales pesados tóxicos.

Tabla 2.1 Clasificación de los Cuerpos de Agua para la Norma de Descargas

Cuerpos de agua	Propósitos
Río	<ul style="list-style-type: none">• uso para riego agrícola• uso público urbano• protección de vida acuática
Embalses naturales y artificiales	<ul style="list-style-type: none">• uso para riego agrícola• uso público urbano
Agua costera	<ul style="list-style-type: none">• Explotación pesquera, navegación y otros usos• recreación• estuarios
Humedales	
Suelo	<ul style="list-style-type: none">• agricultura y riego

2.2 Dependencias Relacionadas con el Monitoreo de Calidad del Agua Costera

Las siguientes dependencias realizan monitoreo de calidad del agua en las zonas costeras de México. Estrictamente hablando, sin embargo, sus actividades no pueden considerarse monitoreo porque el monitoreo requiere la colección periódica de datos y un método estándar a seguir.

(1) Secretaría de Marina

Esta dependencia lleva a cabo estudios oceanográficos mar adentro, pero estos estudios no son hechos periódicamente. En la zona costera de Tampico y del Puerto de Altamira, el monitoreo mensual de calidad del agua comenzó desde Agosto de 1998. Los parámetros monitoreados incluyen 16 parámetros tales como la temperatura del agua, transparencia, sólidos suspendidos, oxígeno disuelto y otros.

(2) Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Esta secretaría es responsable del manejo de las áreas portuarias. A pesar de que el agua descargada por los buques es inspeccionada, la secretaría no conduce monitoreo periódico de la calidad del agua ambiental.

(3) Instituciones Académicas

Algunas instituciones académicas, tales como la Universidad Nacional Autónoma de México, realizan investigaciones sobre calidad del agua y otros factores incluyendo parámetros biológicos en las zonas costeras. Estas investigaciones, sin embargo, son hechas con propósitos científicos, no para manejo de las costas. En general, los estudios no son realizados regularmente y el método de muestreo y análisis no son fijos.

2.3 Comisión Nacional del Agua (CNA)

2.3.1 Funciones y Papel de la CNA

La Comisión Nacional del Agua está bajo la autoridad de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (*SEMARNAP*), como una rama federal con poder ejecutivo. *SEMARNAP* tiene las siguientes dependencias (ver Figura 2.1):

- *Comisión Nacional del Agua (CNA)*;
- *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)*;
- *Instituto Nacional de Ecología (INE)*;

-
- *Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); y*
 - *Instituto Nacional de la Pesca (INP).*

La *CNA* fue establecida en 1989 bajo *SEMARNAP*, la *CNA* es la responsable y tiene autoridad sobre el manejo de recursos hídricos. Cuenta con las siguientes seis subdirecciones: Subdirección General de Administración, Subdirección General de Administración del Agua, Subdirección General de Operación, Subdirección General de Programación, Subdirección General de Construcción, y Subdirección General Técnica. El monitoreo de la calidad del agua costera es llevado a cabo por la Subdirección General Técnica (Figura 2.2).

2.3.2 Monitoreo de la Calidad del Agua de *CNA*

La instalación de estaciones a lo largo de la costa, fue considerada por el *PROMMA*, otorgando a la *CNA* la tarea de monitorear la calidad del agua costera. Pero en realidad, la *CNA* nunca ha realizado propiamente esta actividad. Actualmente, la *CNA* no tiene guías de muestreo en agua de mar ni manuales para evaluar la calidad del agua y sedimento, o algún método estándar de análisis de calidad del agua de mar y sedimento en lecho marino.

2.3.3 Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

(1) Establecimiento del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

En 1972, bajo la Secretaría de Recursos Hidráulicos (*SRH*), el laboratorio de la Comisión de Estudio del Río Pánuco localizado en Tampico, Tams., inició su operación. Su principal objetivo fue monitorear la calidad del agua en la cuenca baja del Río Pánuco, incluyendo los ríos, cauces, lagunas, derivadoras y aguas subterráneas de los estados de Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí e Hidalgo. El 28 de Diciembre de 1974, la Secretaría de Recursos Hidráulicos (*SRH*) cambió de nombre a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (*SARH*) con el objetivo de integrar las agencias gubernamentales.

El Laboratorio de Tampico fue establecido en 1974 y se transfirió a la Gerencia Regional de la *CNA* como Laboratorio de Calidad del Agua. Sin embargo, no operó durante parte de 1996, 1997 y 1998 debido a una instalación eléctrica deficiente.

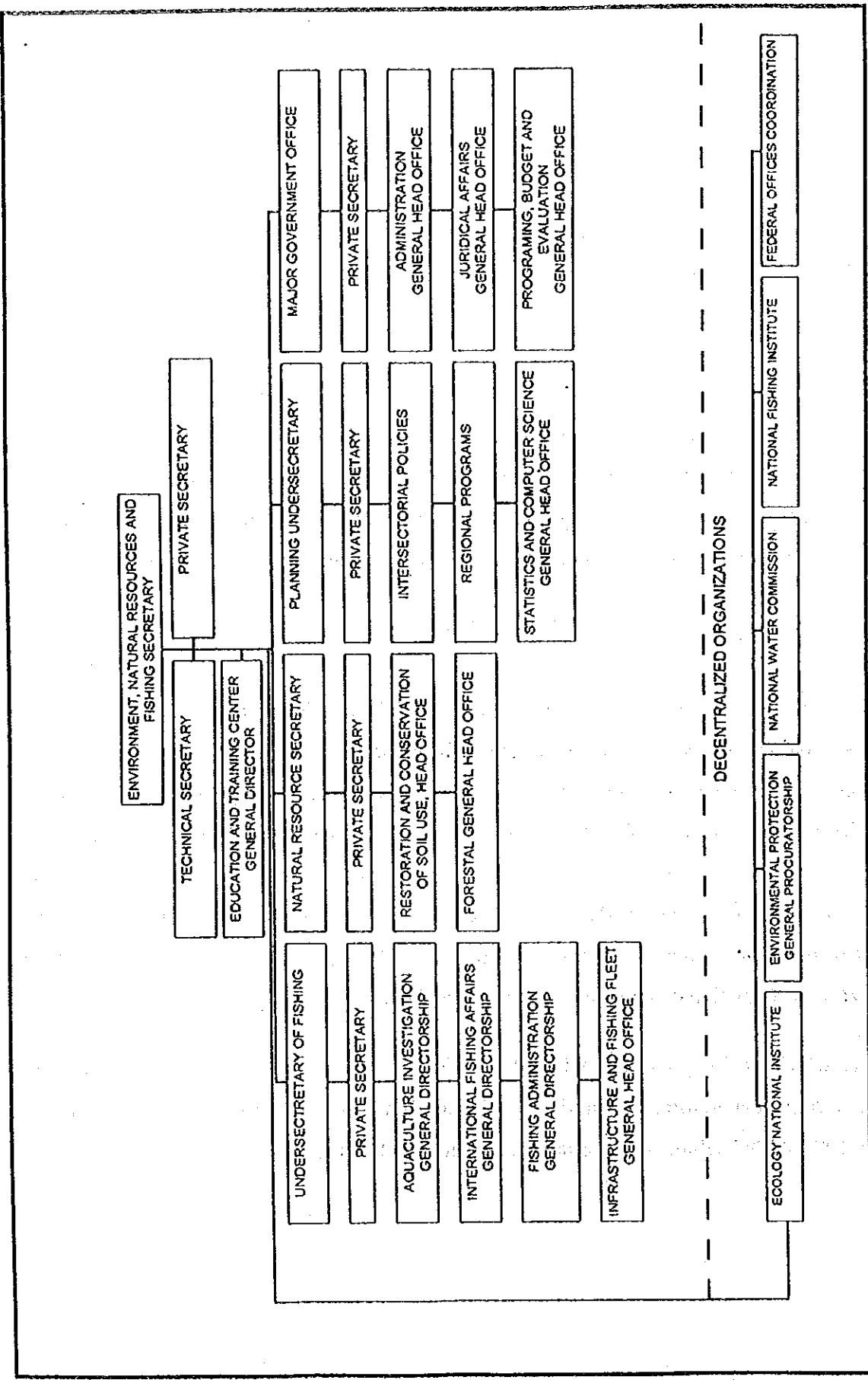


Figura 2.1 Organigrama de SEMARNAP

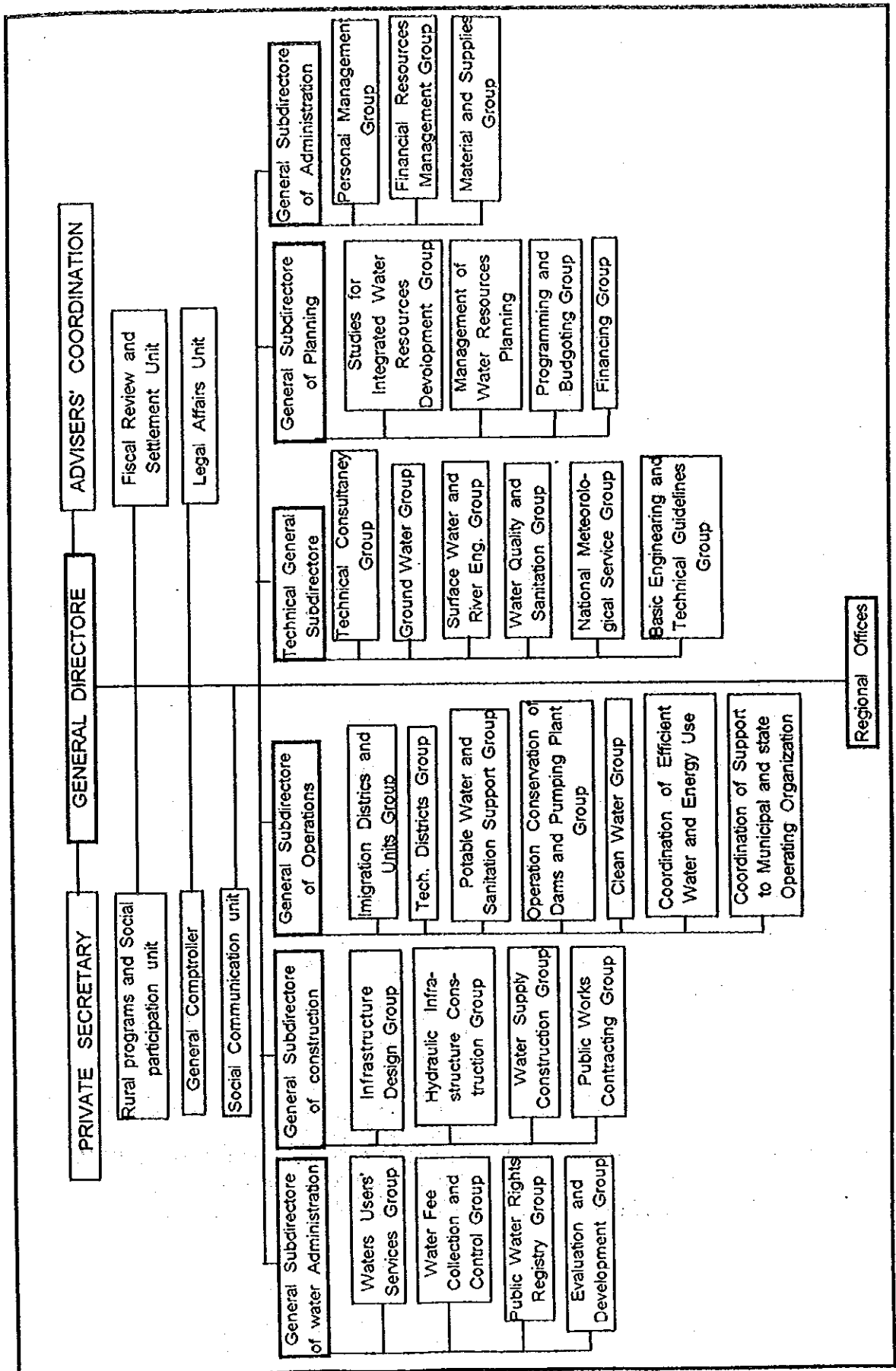


Figura 2.2 Organigrama de CNA

(2) Organización del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

La CNA tiene 13 oficinas regionales bajo las instrucciones de la Dirección General. Una de las oficinas regionales, la Gerencia Regional Golfo Norte, cubre los estados de Tamaulipas, el norte de Veracruz, oeste de San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo. El laboratorio de Tampico se encuentra bajo la Jefatura de Proyecto de Impacto Ambiental, de la Gerencia Regional Golfo Norte.

El Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico tiene tres secciones y un grupo de análisis (referirse a la Figura 2.3). Las tres secciones tienen diferentes responsabilidades relacionadas con la operación y el trabajo de laboratorio, como se muestra a continuación:

Sección de Monitoreo

- preparar el equipo y reactivos para el trabajo en campo
- llevar a cabo el monitoreo de calidad del agua

Sección de Control y Aseguramiento de Calidad

- preparar y manejar las muestras para el grupo de análisis
- administrar el control de calidad a través de la supervisión de las curvas de calibración y blancos
- supervisar a los miembros del personal

Sección de Almacenamiento

- administrar los reactivos y el equipo de laboratorio.

El grupo de análisis está subdividido en cinco grupos: Grupo de Análisis Físico-Químico, Grupo de Análisis de Materia Orgánica, Grupo de Análisis de Nutrientes, Grupo de Análisis de Sustancias Tóxicas y Peligrosas y Grupo de Análisis de Bacterias (ver Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Papel de los Grupos de Análisis, Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

Grupos de Análisis	Parámetros de Responsabilidad
Grupo de Análisis Físico-Químico	pH, Conductividad, Turbidez, Color, Grasas y Aceites, SS, Sales minerales, Dureza, Alcalinidad, Sulfatos
Grupo de Análisis de Materia Orgánica	OD, DBO, DQO
Grupo de Análisis de Nutrientes	Nitrógeno Inorgánico, Nitrógeno Total, Fosfato Inorgánico, Fosfato Total
Grupo de Análisis de Sustancias Tóxicas y Peligrosas	Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM), Cromo hexavalente, Fenoles
Grupo de Análisis de Bacterias	Bacterias Coliformes

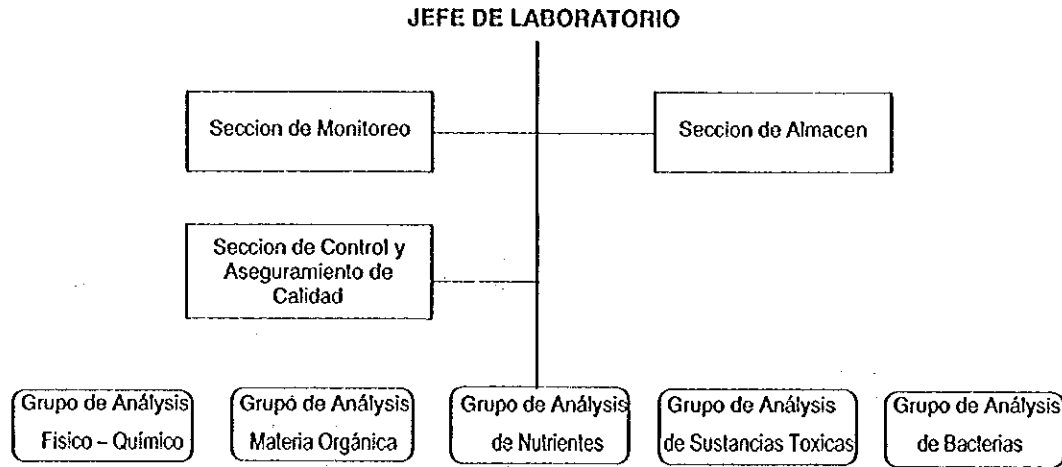


Figura 2.3 Organigrama del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

(3) Disponibilidad de los Parámetros de Análisis

Los parámetros disponibles para el Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico se muestran en la Tabla 2.3; pueden ser divididos en dos tipos de muestras, muestras de agua dulce y muestras de aguas residuales industriales. A pesar de que la mayoría de las muestras son de agua dulce, algunas muestras de aguas residuales industriales se analizaron durante 1998. Principalmente los parámetros básicos que se analizaron en muestras de agua dulce fueron pH, conductividad, SO_4^{-2} , N- NO_3 .

(4) Equipo Principal de Laboratorio

El equipo principal del Laboratorio de Tampico se presenta en la Tabla 2.4. La mayoría del equipo fue comprado hace 15 o 20 años. A pesar de que el equipo se ha mantenido en buenas condiciones, se puede decir que existen problemas desde el punto de vista de eficiencia y control de calidad. Se carece de accesorios y material de vidrio tales como pipetas y tubos, entre otras cosas. El Equipo de Estudio, adquirió el siguiente equipo de laboratorio nuevo: espectrofotómetro de absorción atómica, cromatógrafo de gases, espectrofotómetro, analizador de carbono orgánico total y otros.

(5) Edificio e Instalación Básica

El Laboratorio de Tampico está localizado dentro del área residencial de Ciudad Madero, Tams. El edificio fue construido como casa residencial en 1979, pero se volvió oficina cuando la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, ocupó la estructura. Posteriormente el edificio fue entregado a CNA y acondicionado para el trabajo de laboratorio en 1992. Las instalaciones del Laboratorio de Tampico se muestran en la Figura 2.4.

Los servicios del edificio incluyen:

a) Abastecimiento de Agua

Proveedor : Comisión Municipal de Agua Potable y
Alcantarillado (COMAPA)

Fuente de Agua : Laguna Chairel

Consumo de Agua : 65 m³/mes

Tratamiento del Agua : 1) floculación, 2) sedimentación, 3) filtración de
arena, 4) desinfección con cloro

b) Electricidad

Capacidad Total **127,000 vatios**

para enchufes y luz (110V) 9,818 vatios

para aire acondicionado (220V) 39,200 vatios

para equipo de laboratorio (110/220V) 77,982 vatios

Consumo de Electricidad 1,135 kv/mes

Tabla 2.3 Parámetros Disponibles y Número de Muestras Analizadas, 1998

Tipo de muestra	Parámetros Disponibles	Número de Muestras
Agua Dulce	pH	595
	Alcalinidad Total	357
	Alcalinidad de Fenolftaleína	273
	HCO ₃	304
	CO ₃	246
	Cl ⁻	370
	Cloro Residual	92
	Color	491
	Turbiedad	465
	Conductividad	623
	Sólidos Sedimentables	201
	Sólidos Totales	263
	Sólidos suspendidos totales	251
	Sólidos disueltos totales	466
	Sólidos volátiles totales	248
	Sólidos suspendidos fijos	247
	Sólidos suspendidos volátiles	247
	Fenoles	247
	Dureza total	203
	Dureza cálcica	460
	Oxígeno disuelto	407
	DBO	311
	DQO	279
	Grasas y Aceites	396
	SAAM	256
	PO ₄ ⁻	202
	Ácido Ortofosfórico	430
	NO ₃ -N	329
	NH ₃ -N	533
	Nitrógeno orgánico	270
	Coliformes totales	31
	Coliformes fecales	15
	VCH	385
SO ₄	21	
Cr	591	
Ca	393	
Mg	307	
	321	
Aguas residuales industriales	pH	4
	PO ₄ ⁻	3
	Cr ⁺⁶	3
	SAAM	1
	DQO	1
	DBO	4
	Oxígeno disuelto	4
	Grasas y Aceites	4
	Sólidos disueltos totales	1
	Sólidos suspendidos totales	3
	Sólidos sedimentados	3
	Coliformes fecales	4
	Coliformes totales	1
	Nitrógeno orgánico	3
	NH ₃ -N	3
NO ₃ -N	3	

Fuente:CNA

Tabla 2.4 (1) Equipo de Monitoreo Principal del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

NAME	MODEL	DATE OF BUY	NUMBER
1. Digital Analytical Balance 160 g	Ohaus. Galaxy TM-160		2
2. Granatariial Balance	Ohaus. 7505		1
3. Range Conductimeter	YSI. 31		2
4. Nefelometer	Monitek. TAI		1
5. Digital Potentiometer for specific ions with electrodes of pH, NO ₃ , F-4 and CN-	Corning Ion Analyzer 250		1
6. Digital Potentiometer for specific ions	Orion. 720 A	December 1998	1
7. Spectrophotometer UV-VIS (analogic) with two interchangeable photo tubes	Bausch & Lomb. Spectronic 20		1
8. Colorimeter with a disc integrated in Units Pt-Co	Orbeco-Hellige. Aqua Tester		1
9. Colorimeter with two interchangeable discs in units Pt-Co	Orbeco-Hellige. Aqua Tester	June 1998	1
10. Commercial Refrigerator 12 cubic ft.	Nieto. R-30		1
11. Wet bath for 8 tubes with steel top	Felisa. 373		2
12. Wet bath of 19 liters	Presicion. 184	June 1996	4
13. Incubator for DBO	Precision. FU019ARW2		1
14. Camp. bacteriological incubator	Millipore. MF		1
15. Electric oven for drying	HQR-1330		1
16. Heat extraction Multiunit of 6 units	Lab-Line.5000	Dec. 2, 1998	3
17. Centrifuge with horizontal head with 4 arms	Clay Adams.420101		1
18. Vertical Autoclaves with automatic Control	Aesa.VC-300		2
19. Electric Oven/Bacteriological Incubator with a range of 220°C	Felisa.Fe 292 ^a		1
20. Muffle Oven with a range of 1000°C	Thermolyne. F.627		1
21. Magnetic agitators with porcelain grid	Corning.PC-353		1
22. Heating grid with metallic plate with a range of 800°C	Thermolyne.HPA 2245M		1
23. Heating grid with metallic plate with a range of 800°C	Precision.P/5		1
24. Heating grid with a 6 position agitation	Scorpion Scientific.A6025L12D	June 1998	1
25. Heating grid with 6 heating jackets	Acorpion Scentific. 8025 DI	June 1998	1
26. Digital Rotation vapor	Bucci.RE-121		1
27. Toxic Vapor Extraction Hood	.CP-15	June 1996	1
28. Industrial Voltage Regulator	Sola.2313210		1
29. Salt and temperature measuring device	YSI.33		1
30. Salinometer	YSI.30-10FTSN		1
31. Fluxmeter	General Oceanics lcc.		1
32. Electronic gauge for flow measurement	Global Water		1
33. Water Sampler	Wildco		2
34. Dredge	E Kman		3
35. Dredge	Megamed		1

Tabla 2.4 (2) Equipo de Monitoreo Principal del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

NAME	MODEL	DATE OF BUY	NUMBER
36. Secchi Disc for transparency measurement: a) sedimentary solids b) chlorine c) dissolved oxygen d) pH	Hach.STPL-WRT		1
37. Contamination detector kit for: a) residual chlorine b) Phenols c) Total copper d) Detergents e) Color f) Turbidity. g) pH	La Motte.SSDK		1
38. Oximeter with electrodes for measurements of: a) pH b) conductivity/ total dissolved solids c) dissolved oxygen	Coming.Checkmate 90		2
39. Oximeter with range sensor. 0-20 mg/L	YSI.58		1
40. Salt gauge with electrodes for: a) salinity b) dissolved solids c) conductivity	ORION.130		1
41. Sampling Net for plankton with the case	Kahlsico.008 WA685L		1
42. Digital manual Potentiometer	Lamotte.pH Testr 1		1
43. Multiple gauge to measure: a) pH b) conductivity c) turbidity d) dissolved oxygen e) temperature f) salinity	Horiba.U-10		1

Source: CNA

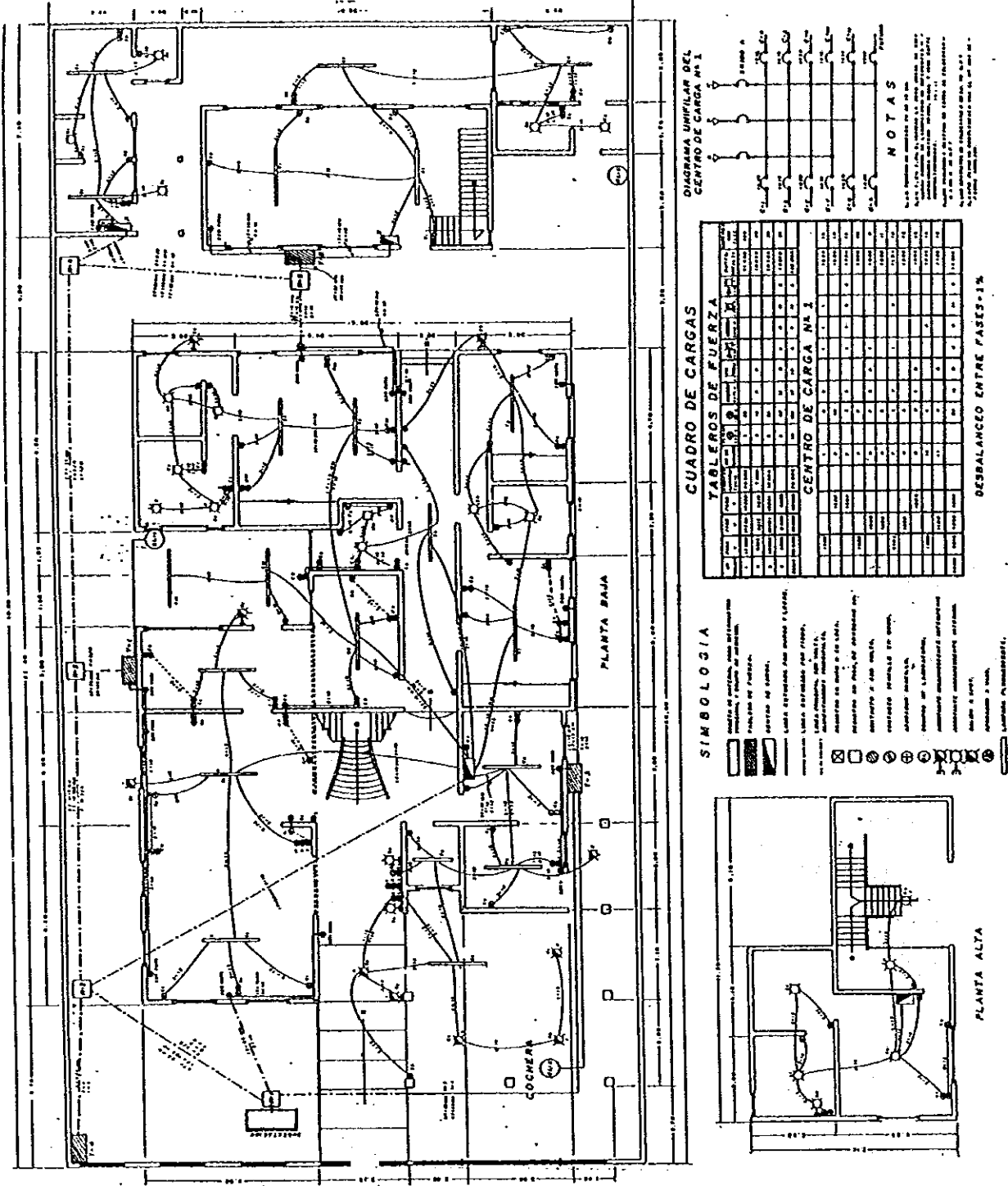


Figura 2.4 Instalaciones del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

(6) Recursos Humanos

a) Personal

En 1999 el Laboratorio de Tampico cuenta con 19 empleados, incluyendo al jefe del laboratorio. Siete (7) empleados tienen conocimientos en Química, 2 en farmacología, y 10 son graduados de secundaria, como se muestra en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Conocimientos y Años de Experiencia del Personal del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico, 1999

Años de Experiencia	unidad: persona					
	Química	Ingeniería Química	Análisis Químico	Farmacobiología	Graduados de Secundaria	Total
0-5				2		2
6-10						0
11-15			1		1	2
16-20			3		1	4
21-	1	2			8	11
Total	1	2	4	2	10	19

Fuente: CNA

b) Capacitación del Personal

El personal del Laboratorio de Tampico llevan a cabo dos tipos de entrenamiento: dentro del trabajo y fuera del trabajo, como se mencionó anteriormente hay cinco grupos de análisis. Dentro del trabajo, los líderes de grupo capacitan a sus respectivos miembros a través del trabajo diario. El entrenamiento fuera del trabajo incluye asistencia a seminarios, programas de capacitación y simposios. Sin embargo, existen pocas oportunidades para los programas de entrenamiento de habilidades y la mayoría de ellos son para graduados universitarios. De esta manera, sólo algunos pueden asistir a estos programas porque la mitad del personal del Laboratorio de Tampico, son graduados de secundaria. La Tabla 2.6 presenta los programas de capacitación que fueron realizados durante 1997 y 1998.

Tabla 2.6 Programas de Capacitación para el Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico, 1997 y 1998

Programas de Capacitación	Personal que asistió	Duración	Llevado a cabo por
Equipo de Análisis	1	Nov. 10 -14, 1997	Univ. Tecnológica Tula-Tepeji.
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	2	Ago. 28 - 29, 1997	SEMARNAP
Plantas de Tratamiento de Agua Municipales	1	Sep. 2 - 5, 1997	CNA
Análisis Químico	1	Nov. 10, 1997	Universidad Nacional Autónoma de México
Análisis de Lombrices Internas Humanas en Aguas Residuales Crudas	1	Dic. 19, 1997	IMTA
Análisis de Lombrices Internas Humanas en Aguas Residuales Crudas	2	May. 4 - 6, 1998	
Rediseño de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua	1	Jun. 22 - 26, 1998	PROMMA
Análisis de Datos para el Control de Calidad	1	Oct. 12 - 16, 1998	UNAM, con fondos de PROMMA

Fuente: CNA

(7) Presupuesto del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico

El presupuesto del Laboratorio de Tampico sufrió un drástico recorte en 1996 y 1997, como se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Presupuesto del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico, 1995 - 1999

Año	Presupuesto (Pesos)
1995	179,000
1996	47,000
1997	69,550
1998	120,000
1999	330,000

Fuente: CNA

Nota: se excluyen salarios

2.4 Programa de Modernización del Manejo del Agua (PROMMA)

Iniciado en 1996, el Programa de Modernización del Manejo del agua (PROMMA) tenía como meta terminar en el año 2001. Sin embargo, este programa ha sido extendido hasta el año 2003 debido a problemas financieros. El plan original del PROMMA, la visualización del instrumento estratégico, contribuye a la implementación de la política de acuerdo al Plan Nacional Hidráulico Plan 1995 -- 2000. Bajo la responsabilidad de la CNA, el PROMMA enfrenta el desafío de resolver los problemas de los recursos hídricos de México. Tales preocupaciones están relacionadas a la eficiencia de manejo, el control de la cantidad y calidad del agua en las diferentes fases del ciclo hidrológico, y la modernización de los sistemas de medición y consolidación, también como los sistemas de manejo e información.

El programa está orientado a establecer y fortalecer las bases técnicas requeridas para el manejo y desarrollo sustentable del agua en todo el país. Se incluye dentro del programa lo siguiente:

- fortalecimiento de los recursos humanos,
- modernización de la infraestructura para el monitoreo y manejo de datos,
- integración del manejo de recursos hidráulicos y
- descentralización de la administración, distribución y control de los usos del agua.

Para la ejecución del *PROMMA*, el Gobierno Mexicano pidió un préstamo al Banco Mundial para pagar los costos parciales de las diferentes actividades para alcanzar los objetivos del Programa. Desde el establecimiento del *PROMMA* en 1996, el Banco Mundial ha financiado alrededor del 54.5% del total de la inversión.

El *PROMMA* comprende el monitoreo de la calidad del agua, hidrología y clima. La Modernización de la Red Nacional de Laboratorios, la Red Nacional de Monitoreo y el Sistema de Información de Calidad del Agua, como sub-componentes del *PROMMA*, han logrado un avance significativo de acuerdo con la última evaluación hecha a fines de 1998 por una Misión del Banco Mundial, formada por un grupo multidisciplinario de consultores internacionales.

La Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua consistirá de varias componentes, cada una con objetivos específicos. La componente de la Red Primaria evaluará periódicamente las condiciones de los cuerpos de agua que son importantes para las diferentes regiones del país. Existen dos criterios para definir la importancia: (1) los usos del cuerpo de agua, y (2) su susceptibilidad a ser contaminados. Esta componente dará la tendencia a largo plazo de los cambios en la calidad del agua. La Red Primaria ha sido diseñada e inició actividades en 1999. La componente Red Secundaria está encargada de la generación de datos para fortalecer las actividades del control de la contaminación. Específicamente, pretende identificar las cargas de contaminantes de los cuerpos de agua que reciben descargas de aguas residuales de las industrias, municipios y el del sector agrícola, los cuales contienen metales pesados y sustancias tóxicas, compuestos orgánicos, tales como compuestos organofosforados y organoclorados entre otros. La Red Secundaria ayudará a determinar el grado de cumplimiento con la Norma de Descargas NOM-001-ECOL-1996. Los sitios prioritarios de esta Red, serán identificados como resultado adicional del procedimiento aplicado para la calibración de la Red Primaria.

La otra componente incluye los Estudios Especiales, los cuales involucran estudios de monitoreo muy intensivos y específicos para evaluar la calidad del agua o identificar las causas de la contaminación y sus impactos. La última componente es llamada Emergencias Hidrocológicas, la cual está dedicada a los eventos súbitos que impactan la calidad del agua y pone en riesgo al ecosistema y a la salud humana. Por otra parte, la rehabilitación del Laboratorio Nacional de Referencia ha iniciado en 1999, incluyendo estudios de diseño y especificaciones de ingeniería para el diseño prototipo de laboratorios regionales. Dos laboratorios regionales han sido seleccionados el Laboratorio Regional del Valle de México (Lomas Estrella) y el Laboratorio Regional Lerma Santiago Pacífico (Guadalajara).

2.4.1 Red Nacional de Monitoreo

Bajo el nuevo concepto de rediseño de la Red Nacional de Monitoreo (*RNM*), la necesidad de respuestas regionales y locales es identificada como un programa federal de monitoreo de la calidad del agua. La meta de la *RNM*, como un programa de monitoreo, es contribuir con la información necesaria para la conservación del agua, de tal manera que los cuerpos de agua propiedad de la nación permanezcan en una situación de equilibrio, que no comprometa los usos asignados al recurso y su uso como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales. La estrategia de rediseño de la *RNM* es, por un lado, a través del establecimiento de componentes con objetivos específicos y, por el otro lado, a través de la evaluación del problema de la calidad del agua desde la perspectiva de un monitoreo integral.

Inicialmente, el Monitoreo de Calidad del Agua realizado por la cubría 803 estaciones de monitoreo, incluyendo 564 estaciones de monitoreo para aguas superficiales y 239 para aguas subterráneas, con 22 parámetros, como la Red Primaria de Monitoreo. Finalmente, sin embargo, 402 estaciones de monitoreo para todo el país fueron recomendadas. Los parámetros de monitoreo recomendados se basaron en el tipo de cuerpo de agua; la frecuencia de monitoreo también dependió del tipo de cuerpo de agua y de los parámetros. La última recomendación de estaciones de monitoreo de calidad del agua, parámetros y frecuencia se muestran en las Tablas 2.8, 2.9 y 2.10 respectivamente. Sin embargo, los parámetros en la Tabla 2.9 son los recomendados para la Red Primaria en el futuro. Actualmente, debido a la carencia de capacidad la *RNM* ha recomendado el análisis de un pequeño grupo de parámetros básicos en los sistemas de agua dulce: DBO, DQO, N-NH₃, P-PO₄, conductividad, OD, SST y coliformes fecales.

Tabla 2.8 Número de Estaciones de Monitoreo Recomendadas por PROMMA

Área	Número de Estaciones de Monitoreo
Estaciones de Aguas Superficiales	201
ríos	143
corrientes y arroyos	3
presas	29
lagos y lagunas	20
canales y descargas	6
Estaciones de Aguas subterráneas	103
Estaciones Costeras	98
bahías y puertos	52
lagunas	22
islas	3
estuarios, cabos y puntas	21
Total	402

Fuente: PROMMA

Tabla 2.9 Parámetros para el Monitoreo de Calidad del Agua Recomendadas por PROMMA

Cuerpo de agua	Usos (clasificación)		
	Fuente de Abastecimiento (doméstica, industrial y ganadería)	Protección de la Vida Acuática/ Recreativo	Riego Agrícola
Ríos	<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de campo • SST • Clorofila a • NO3-N / NO2-N • DBO • Coliformes • Iones principales • Pesticidas 	<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de campo • SST • Clorofila a • NH3-N • PO4-P • DBO • Coliformes • Metales pesados • Bio – monitoreo • Bio- acumulación 	<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de campo • SST • Iones principales
Reservorios o Lagos Artificiales	<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de campo • SST • Clorofila a • NO3-N / NO2-N • DBO • Coliformes • Iones principales • Pesticidas 	<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de campo • SST • Clorofila a • NH3-N • PO4-P • DBO • Coliformes • Metales pesados • Bio – monitoreo • Bio- acumulación 	<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de campo • SST • Iones principales
Acuíferos	<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de campo • NO3-N / NO2-N • Coliformes • Iones principales • COV's 		<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de campo • Iones principales
Áreas Costeras y Estuarios		<ul style="list-style-type: none"> • parámetros de campo • SST • Clorofila a • NH3-N • PO4-P • DBO • Coliformes • Metales pesados • Bio – monitoreo • Bio- acumulación 	

Parámetros de campo: temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, color, pH y olor.

Iones principales: Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Bicarbonato, Cloruro, Sulfato.

Metales pesados: Cadmio, Plomo, Mercurio, Arsénico, Cobre, Cromo, Níquel y Zinc.

SST: Sólidos suspendidos totales COV's: compuestos orgánicos volátiles.

Tabla 2.10 Frecuencia de Monitoreo de Calidad del Agua Recomendada por PROMMA

Cuerpos de Agua	Pruebas Fisico-Químicas	Pruebas Biológicas
Ríos	12 veces/año	2 veces/año
Reservorios	4 veces/año	2 veces/año
Acuíferos	2 veces/año	-
Áreas Costeras	7 veces/año *	2 veces/año

*: durante temporadas altas de turismo: desde fines de Diciembre hasta la mitad de Enero, Semana Santa, desde fines de Junio, Julio, Agosto hasta los inicios de Septiembre.

2.4.2 Modernización de la Red Nacional de Laboratorios

La modernización de la Red Nacional de Laboratorios, es una sub-componente del PROMMA, esta encaminada a cumplir con los tres objetivos siguientes:

- estandarizar, operar y respaldar la red de laboratorios con el fin de desarrollar estudios y proyectos para el manejo y conservación de los recursos hidráulicos del país;
- asegurar los requerimientos analíticos necesarios para la operación de la Red Nacional de Monitoreo y estudios de calidad del agua; y
- obtener datos útiles exactos, precisos y verificables y confiables.

El plan original de la Red Nacional de Laboratorios comprende lo siguiente:

- 1 Laboratorio Central
- 13 Laboratorios Regional
- 20 Laboratorio Estatal

La CNA cuenta con tres tipos de laboratorios. La Red Nacional de Laboratorios se muestra en la Figura 2.5 . Sin embargo, el PROMMA propone que se establezcan 20 laboratorios estatales debido a la falta de recursos. Para eso, la CNA se reestructuró en un Laboratorio Central y 13 Laboratorios Regionales. La Tabla 2.11 presenta el Plan de Desarrollo de Laboratorio del PROMMA, en el cual existen cuatro tipos de laboratorios, el Laboratorio de Referencia y laboratorios de nivel 1, 2 y 3, con base al equipamiento de cada uno.

Aunque la CNA debe cubrir todo el país, el cual tiene mas de 10,000 km de costas, solo cuenta con un Laboratorio Central y 13 Laboratorios Regionales. Para fortalecer la cobertura del monitoreo de la calidad del agua, la CNA planea introducir laboratorios móviles. El laboratorio móvil será de dos tipos, uno de ellos será para la preservación de coliformes durante el transporte, y el otro será para análisis inorgánicos en el mismo vehículo. Sin embargo, hay muchas dificultades para cubrir el monitoreo regional utilizando estas unidades móviles.

El Equipo de Estudio señala los siguientes problemas:

a) Transporte

En el plan para el laboratorio móvil, habrá un laboratorio móvil para cada región. Sin embargo, ya que la costa de cada regional es muy grande, habrá ocasiones en que el vehículo tenga que cruzar no sólo por la costa, sino también por zonas montañosas. Bajo estas condiciones, será muy difícil que un solo vehículo cubra toda la costa de la regional.

b) Precisión del equipo del laboratorio.

Tomando en cuenta las malas condiciones de las carreteras y caminos en las zonas costeras sería muy difícil mantener la precisión de los equipos. Algunos equipos como las balanzas, termómetros, medidores de pH, salinómetros, espectrofotómetros y otros son muy sensibles a las condiciones ambientales de trabajo, éstos deben protegerse de vibraciones y variaciones de temperatura.

Parece razonable suponer que debido al uso limitado que tendría un laboratorio móvil, no es una herramienta que complemente el trabajo de monitoreo de la calidad del agua costera. Este podría ser utilizado razonablemente siempre y cuando se coloque en áreas estratégicas, para monitoreo intensivo de ríos, presas o estudios urgentes y emergencias.

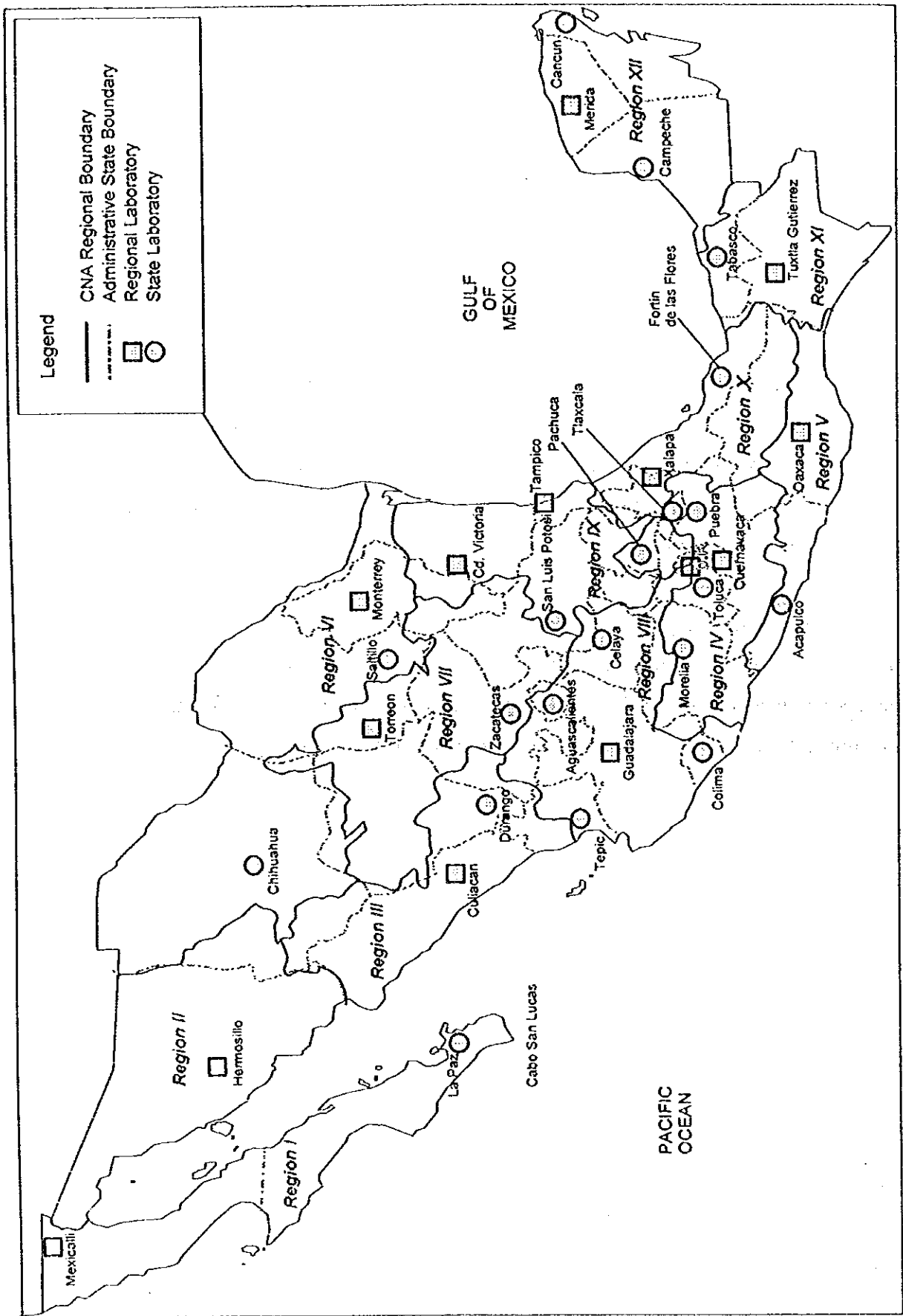


Figura 2.5 Localización de los Laboratorio Estatales y Regionales de la CNA

2.5 Conclusiones a los Problemas del Monitoreo de la Calidad del Agua

Los problemas para la ejecución⁹ del monitoreo de la calidad del agua se investigaron a través de entrevistas, cuestionarios, monitoreos piloto e investigación de los laboratorios regionales. Los problemas encontrados, desde el punto de vista del monitoreo de la calidad del agua costera pueden dividirse en tres:

- falta de instalaciones básicas,
- equipo de laboratorio inadecuado, y
- personal.

(1) Instalaciones del Laboratorio

A pesar las renovaciones que se realizaron en 1992, el edificio del laboratorio de la CNA todavía es inadecuado para el trabajo de análisis químico. Se señalan los siguientes problemas desde el punto de vista de eficiencia operacional del laboratorio.

- edificio inadecuado (polvo en las habitaciones interiores);
- espacio inadecuado para análisis de muestras, almacén de equipo y muestras;
- presión de agua insuficiente;
- capacidad eléctrica insuficiente;
- luz de trabajo inadecuada; y
- falta de aire acondicionado.

(2) Instalaciones y Equipo de Laboratorio

Los problemas referentes a las instalaciones del laboratorio y al equipamiento se pueden dividir en dos tipos: falta de instalaciones y equipamiento del laboratorio inadecuado:

a) Falta de instalaciones básicas

Es difícil realizar incluso los procesos de análisis más básicos debido a la falta de instalaciones y equipo, tales como sistema de tratamiento de aguas, campana de vacío, termostato y agitadores entre otras cosas.

El destilador de agua es un requerimiento mínimo en un laboratorio de calidad del agua. El agua destilada se utiliza para lavar el material de vidrio y para preparar reactivos y curvas de calibración. También se requiere que el destilador de agua produzca agua de la misma calidad. Sin embargo, en algunos laboratorios regionales el destilador de agua no funciona; algunos tienen capacidad insuficiente. El agua de mar normal tiene poca concentración de sales nutrientes y contaminantes, como metales pesados y compuestos orgánicos, así que el agua destilada debe mantenerse con la calidad requerida.

A pesar de que la CNA tiene la función de controlar la calidad del agua, en algunos laboratorios regionales no se han instalado sistemas de tratamiento de aguas. Los análisis químicos requieren de reactivos tóxicos y estándares para la preparación de la curva de calibración, los cuales contienen metales pesados y sustancias tóxicas. Actualmente, la mayor parte de las aguas residuales de los laboratorios se descargan en las áreas públicas sin tratamiento. Las aguas residuales del laboratorio contienen ácidos, álcalis, metales pesados y solventes orgánicos. Es posible que estas aguas aumenten la contaminación de las aguas, aunque las descargas sean pequeñas.

b) Equipamiento inadecuado del laboratorio.

En el caso del Laboratorio de Calidad del Agua de Tampico, la mayoría del laboratorio es viejo, y ha estado en uso durante 15 o 20 años, por este motivo es posible que los datos obtenidos sean inexactos desde el punto de vista de precisión analítica. Es razonable pensar que otros laboratorios de la CNA se encuentren en la misma situación.

Por ejemplo, en el caso del espectrofotómetro, cuando la medición se hace por el coeficiente de absorción, la precisión depende de la selección adecuada de la longitud de onda y las celdas; de no ser así, habrá un error de análisis. La mayoría de los espectrofotómetros utilizados en los laboratorios de la CNA tienen los siguientes problemas desde el punto de vista de la precisión y exactitud.

- La selección de la longitud de onda no es precisa de manera que la longitud de onda más sensible no se puede utilizar para el análisis. Como resultado no se pueden obtener datos precisos.
- Las celdillas de vidrio no son adecuadas para este análisis ya que, debido al grado de transparencia, no se pueden identificar pequeños cambios en el color. Se recomiendan celdas de cuarzo ya que el agua de mar contiene concentraciones bajas de nitrógeno, fosfato y metales.
- Las celdas cilíndricas no son apropiadas. Es difícil detectar la incidencia de la luz en la misma superficie de estas celdas. Se recomienda el uso de celdas cuadradas para el espectrofotómetro.

(3) Personal

a) Falta de conocimientos necesarios

Las personas encargadas de los análisis químicos no tienen suficientes conocimientos en actividades de monitoreo de la calidad del agua como lavado de material, manejo adecuado de los matraces volumétricos y preparación de curvas de calibración.

Por ejemplo, los diferentes procesos involucrados en el análisis de la calidad del agua se deben realizar cuidadosamente. Hay muchos tipos de material de vidrio para medir como pipetas con perilla, pipetas serológicas y pipetas volumétricas. Estas pipetas tienen diferentes intervalos de exactitud, y la pregunta de cuál es la que se debe utilizar depende del uso que se le vaya a dar. Si una persona tiene conocimientos básicos de análisis químicos, puede seleccionar la pipeta adecuada y utilizarla apropiadamente.

b) Falta de oportunidades de capacitación.

Las personas encargadas del monitoreo de la calidad del agua deben tener la experiencia requerida para realizar muestreos y análisis químicos. Sin embargo, la mitad del personal del laboratorio no tiene oportunidad de participar en programas de capacitación, ya que éstos solo están orientados a personas tituladas. A pesar de que el personal ha estado desarrollando su trabajo durante más de 10 años, estos miembros del personal necesitan ser capacitados periódicamente con el fin de adquirir las habilidades necesarias para realizar mejor su trabajo.

c) Formación de trabajo

En los laboratorios de la CNA, se asignan parámetros fijos al personal. La razón por la cual la CNA hace esto, es para asegurar la exactitud y precisión de los datos obtenidos. Sin embargo, el equipo de estudio considera que para el trabajo de laboratorio, es ineficaz que una persona realice parámetros fijos, desde el punto de vista del manejo de datos y operación de laboratorio, por las siguientes situaciones:

- Nadie puede realizar el análisis cuando la persona encargada se encuentra ausente, Para el monitoreo es muy importante que los datos se obtengan de forma regular.

-
- Aun y cuando un sustituto realice el análisis en representación de la persona encargada, la precisión y la exactitud cambia ya que el sustituto no siempre realiza el análisis. Siempre habrá punto de comparación entre los resultados de las dos personas, la que realiza el análisis y el sustituto.
 - El jefe del laboratorio o el personal no pueden capacitar a personal nuevo, ya que no conocen el método de análisis ni otras cuestiones técnicas de cómo hacerlo. Tampoco los principiantes pueden consultar a sus colegas en este esquema de trabajo. Bajo esta situación no se pueden desarrollar las capacidades personales para el análisis.

Como resultado, la persona encargada del análisis no se puede desarrollar técnicamente. Se recomienda que el personal del laboratorio realice varios parámetros.

Tabla 2.11 Equipo de Laboratorio para Laboratorios Regionales del PROMMA

Region	Location	Laboratory Level			Mobile Laborat Mobile Laborator	
		Level 1	Level 2	Level 3	BETEX	Inorganic
I	Mexico City					X
II	Peninsula de Baja Californi: Mexicali	X				X
III	Noroeste		chromatography			X
IV	Pacifico Norte		AAS			X
V	Balsas			X		X
VI	Pacifico Sur	X				X
VII	Rio Bravo			X	X	
VIII	Cuencas Centrales del Nor Torreón		AAS		X	
IX	Lerma Santiago Pacifico			X	X	
X	Golfo Norte			X	X	
XI	Golfo Centro			X	X	
XII	Fontera Sur		chromatography			X
XIII	Peninsula de Yucatan	X				X
	Merida					
	La Estrella			X	X	
	Total	3	4	6	6	7

Level 1: Laboratory equipment for Basic Parameter will be arranged
Level 2: Chromatography or AAS will be arranged
Level 3: Chromatography and AAS will be arranged
AAS: Atomic Absorption Spectrophotometer

