

Ministerio del Ambiente  
y de los Recursos  
Naturales Renovables



ALTERNATIVES FOR THE CONTROL OF MAN - INDUCED  
PERTURBATIONS IN THE LAGUNA DE TACARIGUA  
ECOSYSTEM - VENEZUELA

Caracas, Agosto - 1980

**ELABORADO POR:**

**Rondney V. Salm. (Ph.D) Consultor del Gobierno de Venezuela.**

**Versión en Castellano de Edmundo Miralles Pereira.  
Asesor del Director General de Administración del Ambiente.  
Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.**

C O N T E N T S :

	<u>Page.</u>
Principal Threats to the Laguna de Tacarigua ecosystem....	1
Principal Recomendations.....	2
Acknowledgements.....	4
Introduction.....	5
Laguna de Tacarigua.....	7
The Functional Unit.....	8
The Siltation Problem.....	10
Obstruction of Fresh Water Drainage.....	15
Reduction and Deterioration of Mangrove Habitat...	17
The Controversial Inlet.....	23
Unare and Piritu lagoons.....	25
Summary.....	27
References.....	29

PRINCIPAL THREATS TO THE LAGUNA DE TACARIGUA ECOSYSTEM

1. Siltation of the western portion of the lagoon by diverted waters of the Rio Guapo.
2. Destruction and deterioration of mangrove habitat by garbage disposal and resort development.
3. Interference with the flow of fresh water draining into the lagoon system.
4. Proposed construction of a permanent inlet to the lagoon

PRINCIPAL RECOMMENDATIONS

1. It is recommended that the jurisdiction of the Parque Nacional Laguna de Tacarigua be extended by declaration of zonas protectoras to include all critical areas within the functional boundaries of the lagoon ecosystem.
2. It is recommended that the water balance of the Laguna de Tacarigua system be determined.
3. It is recommended that a minimum seasonal flow of water be guaranteed by the operators of the dam.
4. It is recommended that Madre Casañas be blocked in its upper reaches and the water diverted through a suitable pantano to the lagoon.
5. It is recommended that all streams draining into the lagoon or into the Rio Guapo below the dam be identified and mapped, and that their watersheds be delineated.
6. It is recommended that garbage disposal and collection facilities be developed in Tacarigua de la Laguna.
7. It is recommended that the law protecting mangroves from destruction, alteration or contamination be rigidly enforced by INPARQUES.
8. It is recommended that the natural cycle of bar formation across the lagoon inlet continue unimpeded.
9. It is recommended that the natural lagoon inlet be opened under supervision of INPARQUES only.

./-

10. It is recommended that the LAGUNAMAR development be redesigned with INPARQUES and/or MARNR to restore and maintain the contribution of this area to the productivity of the Laguna de Tacarigua eco system.
  
11. It is recommended that survey and research leading to formulation of management plans for Unare and Piritu lagoons be initiated.

ACKNOWLEDGEMENTS

My thanks are due to Dirección General de Administración del Ambiente and INPARQUES, of the MARNR, for facilities, assistance and support provided during the course of this study. I am particularly grateful to Edmundo Miralles P. and Iván Rodríguez of MARNR, to Ricardo Muñoz-Tébar, and to Mario Gabaldón López of INPARQUES for invaluable assistance in the field - and during the preparation of this report, and for infinite patience with my many questions - all in English.

To you, and to all the people, too many to list, who helped in innumerable ways and whose knowledge and ideas contributed much to this report, I extend my sincere thanks.

Finally, my thanks to Doña Carmen Hernández Domínguez for typing this report.

## INTRODUCTION

Naturally productive ecosystems provide free what man could barely match with expensive maricultural projects. It would be difficult to exaggerate the value to man of coastal lagoons and estuaries. These productive systems provide subsistence and security to the inhabitants of many coastal communities through their role in food production and their significance in the life cycles of many marine organisms, not to mention the benefits accruing from their recreation potential, aesthetic appeal and importance to birdlife. But no evolving society has been free of short-sighted development decisions. The coastal zone in general, and lagoons and estuaries in particular, have been altered by such activities as harbour development, agricultural practices in the watersheds, resort development, garbage disposal and dumping of sewage. These may alter the quality of estuarine waters, reduce organic detritus production, and reduce fish nursery and feeding habitat, thereby diminishing fish production. Or they may accelerate the natural progression from productive estuary to coastal plain.

The lagoons of northern Venezuela are no different to those of other parts of the world : both their contribution to fisheries and the adverse impact of human manipulations in these immensely productive ecosystems has been recognised and documented in the literature (e.g. Pannier, 1974; Canestri, et al, 1975).

This report results from observations made at Laguna de Tacarigua between -

August 5th and 9th, 1980, a search through available literature, and many interviews with people who know the lagoon and its surroundings.

It is the aim of this report to :

1. identify existing and potential forms and causes of degradation of the Laguna de Tacarigua ecosystem; and
2. suggest means by which further degradation may be minimised.

LAGUNA DE TACARIGUA

Much of the information on Laguna de Tacarigua is in the heads or files of people who have studied there. Some information has made it into the literature (e. g. Chacartegui & Baldy, 1978; Font, 1978; Gamboa et al, 1971; Okuda, 1969; Zoppi de Roa, 1974). Data are fragmentary, so it is difficult to piece together trends in lagoon development. This difficulty is compounded by the large fluctuations in such parameters as water temperature, salinity and turbidity, or fish populations and fishery statistics which are characteristic of coastal lagoon environments. Hence data collected over short periods of time, at different times of the year, in different years, and from different parts of the lagoon are not reliably comparable. Consequently, there is no definitive evidence that salinity, for example, is increasing in Laguna de Tacarigua, as is widely believed. For these reasons I have limited my conclusions and recommendations to the obvious problems.

...

## THE FUNCTIONAL UNIT

The brackish water in Laguna de Tacarigua results from mixing of fresh water with sea water entering through the inlet and seeping in through porous areas of the coastal barrier. Likely sources of fresh water are rivers (notably Rio Guapo), streams, rains, ground water seepage, and surface runoff. Lagoon water may range from almost fresh to hypersaline. In the dry season the lagoon level will drop when loss of lagoon water through the inlet, and through evaporation and evapotranspiration exceed the sum of all inputs. At this point tidal currents will supercede the estuarine currents in the region of the inlet, the circulation is anti-estuarine and salt water flows into the lagoon.

However, if tidal flushing of the inlet is insufficient to keep it open, the inlet will be blocked by longshore drift of sand. When the water level of the lagoon is high, estuarine circulation prevails, flow of water from the lagoon scours the inlet and maintains it open.

Clearly, the water balance of the lagoon is a function of forces operating on it from outside, not inside the limit of its shorelines. Consequently, one has to look beyond the shorelines to the watersheds to delineate functional boundaries of the Laguna de Tacarigua ecosystem. Similarly, surrounding swamps which act as natural filters of silt borne down rivers, and connected channels and waterways, which influence overall lagoon productivity and community stability are all part of the same functional unit.

Thus there is the need to delineate the functional boundaries of the Laguna de Tacarigua ecosystem and to manage all components of the system. Such management is effected best by a single agency whose responsibilities would include fulfilling all management requirements, and evaluation and revision of the management plan.

It is recommended, therefore, that the jurisdiction of the Parque Nacional Laguna de Tacarigua be extended to include the watersheds of the Rio Guapo below the dam, the watersheds of the streams south of the lagoon, all pantanos south of the lagoon, the development known as LAGUNAMAR and surrounding swamps and coastal barrier from the Rio Guapo to and including Tacarigua de la Laguna. These areas should be declared zona protectora and the limits to activities within them clearly defined.

## THE SILTATION PROBLEM

a) The new Rio Guapo delta.

The gravest, most obvious and most urgent problem in the Laguna de Tacarigua is siltation in the western zone called El Guapo (Figure 1). In 1964 the water from the Rio Guapo was diverted to the lagoon via a channel, called Madre Casañas, built to avert flooding problems in low-lying villages on the Rio Guapo flood plain. Although the drop in elevation is approximately the same, Madre Casañas, is much shorter than the meandering Rio Guapo. The relief of Madre Casañas bed is greater than that of Rio Guapo, hence the flow of water is faster. Consequently, there is erosion of the channel bed as it develops towards its new equilibrium level. The result of this erosion is deposition of a vast amount of silt in the El Guapo zone of Laguna de Tacarigua.

Since 1964 a delta of 225 hectares has developed in El Guapo at the mouth of Madre Casañas. Trees along the lagoonward border of the delta, principally Laguncularia and Rhizophora, are all 3 to 5 metres tall which would suggest that lagoonward growth of the delta has stopped, or at least slowed over the last 5 years. The delta functions as a fairly effective silt trap and water seen seeping through the vegetation was notably less silty than that in the main stream. Nonetheless, silt continues to be deposited in the lagoon through Madre Casañas. A plume of silty water, which discolours much of the shallow western part of the lagoon, was clearly visible from the air.

Silt deposition accelerates the succession from productive lagoon to coastal plain. In addition primary productivity is inhibited in turbid waters. This, together with the added stress imposed on fishes and invertebrates living in and coping with a silt-laden environment, adversely effects the production of commercial fishes and shrimps. Lower production of commercial species means lowered fishery yield. Lower fishery yield means lowered per capita income -- from fisheries with consequent ramifications throughout the Tacarigua de la Laguna community.

Siltation in the western part of Laguna de Tacarigua is the most critical problem threatening the lagoon. The most urgent action required is elimination, or at least reduction, of silt reaching the lagoon through Madre Casañas.

Unfortunately, diversion of waters back to the original bed of the Rio Guapo is now no longer a viable option for these reasons. The bed of the Rio Guapo has become densely forested and silted up. Free flow of water down the original -- river bed would be inhibited and flooding would be the inevitable result. The system of channels through which rising Guapo waters flooded into the lagoon has been interrupted by roads and developments, and would need to be restored. Finally, the bed of Madre Casañas is now at least 4 metres lower at its parting from the Rio Guapo than the original river bed. This renders it unlikely that Madre Casañas could be blocked effectively, at least not without major construction and expense. An additional disadvantage of this alternative is that fresh water input would be diverted away from the southwestern portion of the lagoon

where biotic communities have developed over the last 16 years in conditions created by this input. The consequences of such alteration of hydrographic conditions on these biotic communities may well be catastrophic.

A second alternative would be to leave things as they are and allow continued growth of the delta. The premise is that the delta would grow until such time as it forms an efficient sediment trap. In the interim siltation would continue in the El Guapo portion of the lagoon. Indeed, the critically shallow El Guapo zone may be filled in by sediments and lost to fishery production.

The most effective and preferred alternative is to build an inland delta by blocking Madre Casañas and spreading the flow of water over a wide area of pantanos where sediments may settle or be trapped by vegetation. After considering several sites at which to block the channel, the suggestion of Dr. David Pérez Hernández of the Dirección de Hidrología, MARNR, is undoubtedly the best alternative. Madre Casañas would be blocked in its upper reaches and flow diverted through existing pantanos - the natural sediment traps, and from here the filtered waters would find their own way down to the lagoon. Madre Casañas travels roughly east for about half its length, then it turns abruptly northeast close to a low-lying area of pantanos. It may well be appropriate to seal off the northeast arm of Madre Casañas and continue the flow east into the pantanos. However, studies of the waters of Rio Guapo and Madre Casañas, and of the surrounding areas must precede final location of a dyke across the channel.

This alternative is preferred because it utilises natural filtration systems i.e. -

the pantanos, it is inexpensive to effect, and it does not drastically alter flow of fresh water into the western portion of the lagoon. However, a disadvantage of the plan is that it may require relocation of people settled or farming in the zone of new discharge which would be flooded.

It is recommended that Dr. David Pérez Hernández of the Dirección de Hidrología of MARNR be called upon to formulate a plan detailing where to block Madre Casañas, and where and how to divert the waters to a suitable pantano so that fresh water continues to drain predominantly into the western portion of Laguna de Tacarigua, and to outline a programme of monitoring studies.

It is recommended that INPARQUES be responsible for effecting the monitoring programme.

It is recommended that the plan be prepared and acted upon immediately sufficient studies are completed.

b) Erosion in the Rio Guapo watershed.

While flying from the dam along Rio Guapo and Madre Casañas to the Laguna de Tacarigua, it was evident that erosion of the river bed was the major source of silt in the river. Nonetheless, there was some additional contribution to the silt load along the course of the river.

The base of the dam is the site of large scale earth movement. Rain water runoff can be seen to carry a great deal of silt into the Rio Guapo. Streams feeding into the Guapo, particularly from the west, were muddy, and runoff from small farm -

plots and houses close to the river bank also contributed some, through comparatively little, sediment to the river.

It is recommended that streams draining into Rio Guapo be identified and mapped, and that the Rio Guapo watershed below the dam be delineated.

It is recommended that zonas protectoras be declared to 50 metres from the banks of Rio Guapo and its feeder streams.

It is recommended that erosion controls be enforced at all construction sites, developments or farms within the watershed of the Rio Guapo below the dam.

## OBSTRUCTION OF FRESH WATER DRAINAGE

Adequate fresh water input is vital to the functioning of the brackish lagoon. Too little fresh water will cause a drop in lagoon water level, an increase in temperature and salinity and a decrease in dissolved oxygen with potential - massive mortality of fishes. Too much water may cause local flooding and, if sustained, cause drowning of mangrove vegetation.

a) The dam on the Rio Guapo.

Completion of the dam on the Rio Guapo will enable regulation of the flow of fresh water to the Laguna de Tacarigua. This has both advantages and disadvantages. Chief amongst the advantages is the ability to avoid episodic massive - fish mortalities during unusually dry periods by maintaining a flow of fresh water into the lagoon. Chief amongst the disadvantages is the ability to abruptly alter conditions in the shallow western part of the lagoon by sudden large differences in the volume of water released from the dam. For example, sudden increase in the volume of released water may cause a localised precipitous drop in salinity in the lagoon and consequent death of organisms in the effected area.

It is recommended, therefore, that a study be initiated to determine the water balance of the Laguna de Tacarigua system.

It is further recommended that a minimum seasonal flow of water, based on preliminary finding of the above study, be guaranteed by the operators of the dam.

b) The southern watersheds.

An east-west highway south of the lagoon runs between the lagoon and its southern watersheds.

There are frequent bridges and culverts along this stretch of highway and, but for one, possibly two, places, drainage under the road would appear to be adequate. However, no appraisal of what effect the road has on drainage from the south into the lagoon can be confirmed until completion of a study to measure - this.

It is recommended, therefore, that a study be initiated to :

- Identify and map streams and channels south and east of Laguna de Tacarigua which drain into the lagoon system;
- Determine if and how flow of these streams and channels is impeded;
- Identify sites where flow is impeded and recommend how flow at these - sites may be improved ; and
- Recommend guidelines for future road construction and urban development.

It is recommended that it be the responsibility of INPARQUES to periodically inspect and clear culverts identified by the above study.

It is recommended that culverts be lowered wherever they are above ground.

It is recommended that it be prohibited to divert streams draining into the Laguna de Tacarigua system for agricultural, domestic or other purposes.

## REDUCTION AND DETERIORATION OF MANGROVE HABITAT

Well developed mangrove forests are the feature of Laguna de Tacarigua which distinguish it from Unare and Piritu, the two closest lagoons. The deeper margins of the lagoon, such as along the south-central portion, tend to be lined by mangle rojo (Rhizophora) backed by mangle negro (Avicennia) or mangle blanco (Laguncularia), or both. The shallower margins, such as the western part of the lagoon, are lined principally by mangle blanco with forests of mangle negro toward the landward margin. Stands of mangle rojo of varying size are scattered throughout the lagoon. These stands more or less divide the lagoon in five zones (figure 1).

Certain of the ways in which mangroves augment lagoon productivity are listed below.

1. Leaf fall from mangroves, averages about 8 metric tons of dry organic material per hectare per year (Odum, 1976). These leaves disintegrate forming a fine detritus which is the foodbase of a number of crabs, shrimps and small fishes. These animals may themselves be eaten by larger fishes and wading birds. Thus detritus produced by mangroves is the base of the foodweb supporting local fisheries, offshore fisheries, and the abundant and varied birdlife which so enriches the value of Laguna de Tacarigua.
2. Submerged roots and trunks of mangroves themselves become covered by epiphytes and provide food, such as gastropods, to certain fishes like the

commercially important mojarra (Eugerres plumieri).

3. The intertwined roots and trunks of mangroves provide shelter to hosts of juvenile fishes and shrimps. These are the nurseries for such commercially important species as camaron blanco (Penaeus sp.), mojarra (Eugerres plumieri), lisa (Mugil curema) and lebranche (Mugil liza), not mention other invertebrates and fishes that may be the food of birds and predatory fishes.

Clearly, destruction or deterioration of the mangrove habitat will lead to reduced production of fishes and invertebrates. This reduced production will lower the value of the lagoon to fisheries and to birdlife. Consequently, its potential as a source of livelihood to the residents of Tacarigua de la Laguna, both through the fisheries and tourist attraction of the area, will be diminished.

a) Garbage disposal.

Piles of garbage bags and litter along country highways and roads are ample evidence of the careless attitude of certain travellers and residents throughout Estado Miranda. It is of little surprise therefore, to find the beaches and mangroves in the vicinity of Tacarigua de la Laguna choked by garbage. Garbage dumped in mangroves serves only to deteriorate and reduce the habitat available as nurseries to juvenile fishes and shrimps.

It is recommended that garbage disposal and collection facilities be developed at Tacarigua de la Laguna.

It is recommended that the importance of mangroves be convincingly explained to residents of and visitors to Tacarigua de la Laguna.

It is recommended that the law protecting mangroves from destruction, alteration or contamination (Decreto N° 110 - 26 de Mayo de 1974) be rigidly enforced by INPARQUES, to control cutting of trees or dumping of garbage in or near mangroves or channels through the mangroves.

It is recommended that mangroves in the vicinity of Tacarigua de la Laguna be cleared of litter.

b) LAGUNAMAR : can it make a positive contribution ?.

The first step of the LAGUNAMAR development plan calls for deforestation, dredging and filling of 146 hectares of mangrove. At least this amount of mangrove has already been destroyed. This represents a loss of 1,168 metric tons dry weight of organic matter every year from the Laguna de Tacarigua system. This figure is undoubtedly low as the effects of the deforestation, dredging, filling and construction will affect an area of about 700 hectares, i.e. the entire area of mangrove and associated habitat between Puerto Tuy and Tacarigua de la Laguna.

At this point it must be stressed that the system of channels and swamps between Tacarigua de la Laguna and Puerto Tuy is linked to and is part of the Laguna de Tacarigua ecosystem. This area cannot be isolated without a loss to the system. This loss would be in the form of lowered detritus production and reduced nursery habitat. Both of these parameters affect the lagoon fishery and, to some extent, the offshore fishery

as well. Thus, while it may be possible to completely isolate the LAGUNAMAR development from the lagoon by blocking all channels and seepage areas communicating with the lagoon, this would result in the loss of some 700 hectares of nursery and detritus producing habitat. Such a loss would be felt by the Tacarigua de la Laguna fishermen.

However, there is room for both the LAGUNAMAR development and a healthy Laguna de Tacarigua ecosystem. The situation as it stands now is that a considerable area of mangrove has already been filled and destroyed. Stands of mangrove have been isolated by dredging operations and are dead. The question for the future is how can the area be developed to achieve compatibility between interests of the developers and the interest of sustained lagoon productivity?.

I believe an alternative would be to build a series of interconnecting channels through the development which both maximises the total length of channel banks and enables free flow of water to all parts of the system without detracting from the real estate potential of the development. Mangroves planted or naturally colonising the sandy channel banks will stabilize the banks and at the same time enrich the waterways by production of detritus and nursery habitat. Such an alternative would offer :

- Lots for development.
- Stable channel banks consolidated by mangroves.

- Detritus production from mangrove trees.
- Food and nurseries for fishes and invertebrates.
- Improved flow through stagnant areas of dead mangrove.
- Reduction in mosquito populations in stagnant areas.

It is recommended that the LAGUNAMAR development be redesigned with INPARQUES and/or MARNR so as to maximise the area for mangrove growth along channels, and to restore and maintain the contribution of this area to the productivity of the Laguna de Tacarigua ecosystem. This design should be subjected to final approval by INPARQUES and MARNR.

It is recommended that channel banks remain unlined by retaining wall or other structures except for small landings or other access points approved in the development plan by INPARQUES/MARNR.

It is recommended that mangroves be planted or allowed to naturally colonise channel banks, and that these mangroves not be disturbed in any way

It is recommended that owners of plots bordering waterways be responsible for the maintenance of mangroves on the banks of channels bordering their property.

It is recommended that garbage disposal and collection facilities in the development be provided.

It is recommended that INPARQUES enforce protection of mangroves and the prohibition on dumping of garbage in LAGUNAMAR and vicinity (this is in line with an earlier recommendation calling for this area to be declared zona protectora).

It is recommended that the contract of sale of lots in LAGUNAMAR clearly  
states all regulations controlling building and other activities within the zona  
protectora.

### THE CONTROVERSIAL INLET

As mentioned earlier in the report, the water level of the lagoon is variable and depends on the interaction of many factors. High water level in the lagoon maintains a strong flow of water through the inlet to the sea and keeps the inlet open, fishes and shrimps are free to enter or leave the lagoon. The juveniles of fishes spawning at sea enter the lagoon to feed and shelter in the mangrove nurseries.

In the past the inlet would have opened naturally once the lagoonal water level had risen sufficiently to break through the bar. However, people have settled in low-lying areas which flood before the water level rises high enough to open the inlet naturally. Consequently, the inlet now is opened both officially by MARNR and unofficially by fishermen.

No obvious problems arise from artificially maintaining the mouth open until such time as tidal currents supercede the outflow from the lagoon. At this time marine sands and sea water will intrude through the inlet and alter local hydrographic and bathymetric conditions. The major danger of establishing a permanent open inlet to the Laguna de Tacarigua is one of increased salinity in the lagoon. This may be result in two ways. First, the area in and around the inlet would need to be dredged periodically to remove sand deposited in the inlet by longshore drift and tidal currents. Salt water would intrude through the dredged channel as a wedge under the brackish lagoon waters and penetrate the lagoon. Second, when

lagoon waters are low, sea water will flow freely into the lagoon, again increasing its salinity. This problem will be particularly pronounced by construction of a deep wide opening.

The formation of a bar across the lagoon inlet when lagoon waters are low is natural insurance against massive influx of sea water. In the interests of maintaining the hydrographic conditions and biotic communities of Laguna de Tacarigua as they are, it would be a mistake to build a permanently open entrance to the lagoon.

It is recommended that the natural cycle of bar formation across the lagoon inlet continue unimpeded.

It is recommended that the maximum level to which lagoon waters may rise before flooding ensues should be calculated.

It is recommended that a permanent datum post, marked with the maximum water level, be placed in the lagoon in front of the Parque Nacional Laguna de Tacarigua headquarters.

It is recommended that the lagoon inlet be opened only under supervision of INPARQUES, and only when the lagoon waters rise to the maximum datum level.

It is recommended that opening of the lagoon at all times and by all individuals, other than those designated by INPARQUES, be prohibited.

### UNARE AND PIRITU LAGOONS

Observations of Unare and Piritu lagoons were limited to a cursory inspection from the air and, in the case of the former, to parts accessible by car. It is clear that these two lagoons are quite different to Laguna de Tacarigua. They are evidently shallower and lack the well developed mangroves of Tacarigua. Mangle negro - (Avicennia) formed a narrow fringe, typically in the south, along the deeper shores of these two lagoons. The northern southwestern and western shores typically had low relief and were bordered by extensive sand/mud flats and lacked mangrove.

The number of boats, fishermen, and flocks of flamingoes and other wading birds in both Unare and Piritu lagoons is evidence of the productivity of these two lagoons.

Trophic relationships are clearly different in Unare and Piritu to the mangrove detritus based foodweb of Laguna de Tacarigua.

Laguna de Piritu now has a permanently open inlet flanked by two large groynes. The two inlets to Laguna de Unare were each blocked by an outer naturally formed bar, and an inner man-made causeway. The water level in Laguna de Unare was very low, probably because of diversion of the Rio Uchire out of the lagoon. Extensive flats were exposed in the western part of the lagoon on which people were settling and building houses. I have too little information to predict the fate of these settlers or the water level of the lagoon if a permanently open entrance to the lagoon is constructed. But the hydrographic conditions of the lagoon would be altered. The salinity of this relatively fresh lagoon could be expected to increase. At this stage the effect of such an increase in salinity on the productivity and trophic structure of the lagoon

cannot be estimated.

It is recommended that studies be initiated in Laguna de Unare to :

- determine sources of primary production;
- define the foodweb supporting birdlife and fisheries;
- predict changes in hydrographic conditions resulting from intrusion of sea water through a permanently open mouth; and
- predict the effect of these altered conditions on the foodbase of birdlife and commercially exploited fishes and shrimps.

It is recommended that survey and research leading to the formulation of management plans for Laguna de Unare and Laguna de Piritu be initiated.

SUMMARY

The Laguna de Tacarigua appears to have suffered little man-induced disturbance over all but the western region. Here, the lagoon has been and continues to be severely altered to the detriment of the system. The three major forms of impact are siltation, destruction and deterioration of mangrove habitat, and obstruction of fresh water flowing into the lagoon. The most serious existing problem is - siltation of the El Guapo zone of the lagoon by turbid water flowing in through Madre Casañas channel. Diversion of Rio Guapo through Madre Casañas has - caused accelerated erosion of both the river and channel beds. The resulting silt, together with that contributed by construction at the base of the dam and along the course of the river, has formed a 225 hectares delta in El Guapo.

Mangrove habitat is being destroyed by garbage disposal in the vicinity of Tacarigua de la Laguna. More than 100 hectares of mangrove have been filled and altered by the LAGUNAMAR development with consequent loss of about 700 - hectares of productive mangrove habitat.

The dam on the Rio Guapo clearly interferes with flow of fresh water to the lagoon. But careful regulation of water released from the dam may prove - advantageous to the lagoon in periods of flood or prolonged drought. Roads dividing the lagoon from its water catchments also interfere with the free flow of fresh water into the lagoon.

A potential fourth problem would result from construction of the proposed permanent opening to the lagoon. Sea water will intrude through the opening when the lagoon water level is low and increase lagoon salinity.

These problems and the thirty two recommendations concerning them are condensed in table 1 into principal themes, and both immediate and follow-up actions are proposed. Also listed in the table are lists of benefits accruing from these actions, and possible consequences should no actions be taken. To a lesser or greater extent, the problems listed currently do, or will, degrade environmental conditions and stress biotic communities within the lagoon system. Unless remedial or preventative measures are taken, the productivity of the lagoon will diminish and its value to fisheries and birdlife - and consequently its continued attraction to tourists, and its justification as a national park will be reduced. Benefits of the proposed actions have a common theme. This is the sustained value of the lagoon in all contexts mentioned above. The beneficiaries of these sustained values will be the residents of Tacarigua de la Laguna. This community - clearly stands to lose revenue from fisheries and tourism if the productivity of the lagoon is allowed to decline.

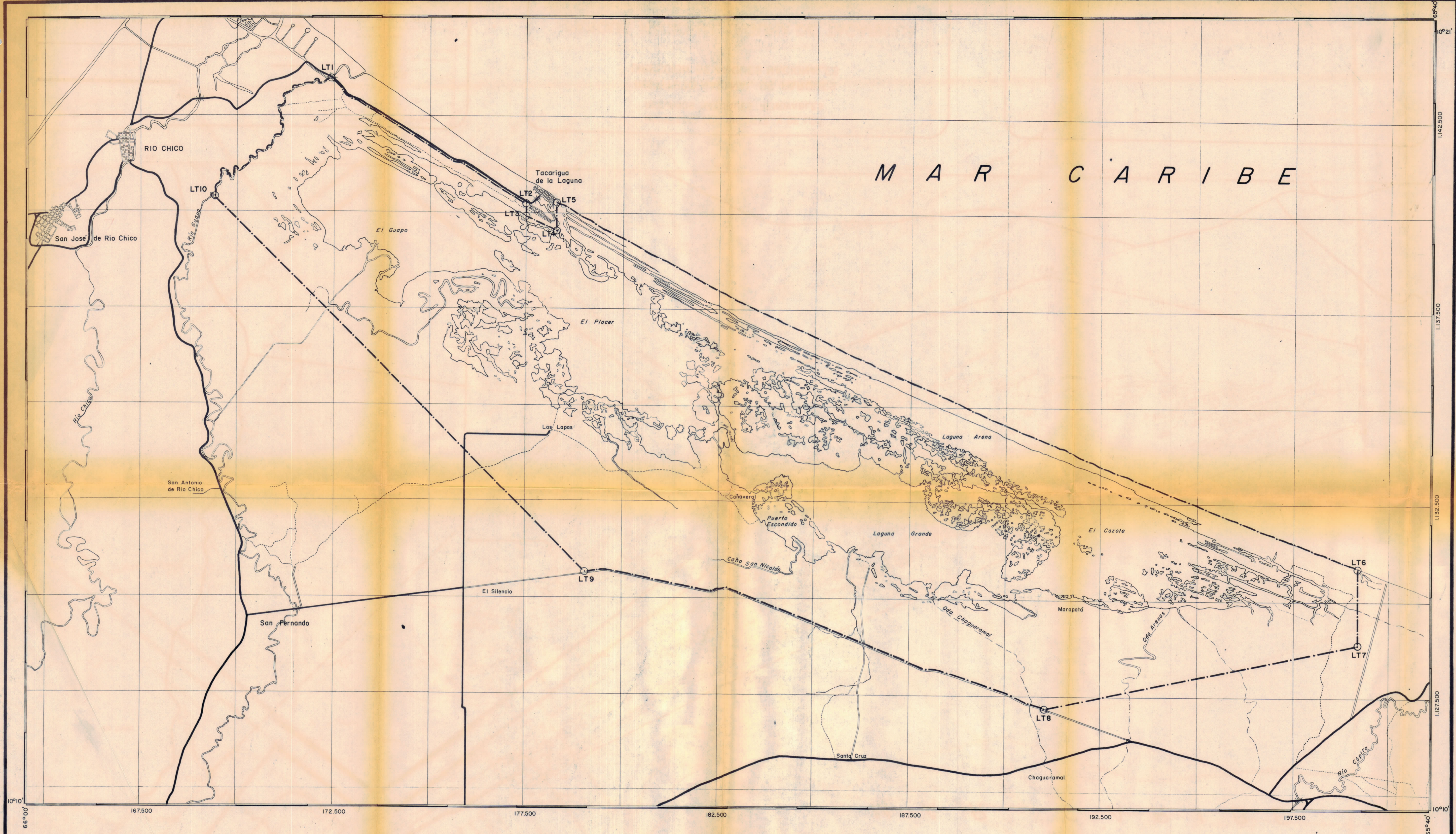
The current jurisdiction of the Parque Nacional Laguna de Tacarigua is inadequate to successfully manage the lagoon ecosystem and to deal with the above problems. The jurisdiction of the park must extend over all critical areas within the functional boundaries of the ecosystem.

REFERENCES

- Canestri, V., O. Ruiz - S., F.A. Rhode, & L. Saavedra - B. 1973. Diagnóstico de la destrucción de los ecosistemas de manglares en las areas Tucacas - Chichiriviche (Estado Falcón) y Carenero (Estado Miranda). Venezuela Min. Agr. y Cría, Oficina Nac. Pes., Informe Técnico N° 61 : 33 pp.
- Chacartegui, F.J., & P. Baldy. 1978. Consideraciones preliminares sobre la sedimentación en la Laguna de Tacarigua, Estado Miranda. División de Geología Marina, Dirección de Geología, Ministerio de Energía y Minas. Caracas, Venezuela : 44 pp, 8 figs.
- Font, J.P. 1978. Estudio hidráulico de la Laguna de Tacarigua. Informe Incostas S.A. : 43 pp.
- Gamboa, B.R., A. J. García, J. Benítez & T. Okuda. 1971. Estudio de las condiciones hidrográficas y químicas en el agua de la Laguna de Tacarigua. Bol. Inst. - Oceanogr. Univ. Oriente, 10 (2) : 55 - 72, 5 tables, 19 figs.
- Odum, W.E. 1976. Ecological guidelines for tropical coastal development. IUCN Publications New Series, N° 42. Morges, Switzerland.
- Okuda, T. 1969. Estudio comparativo de las condiciones hidrográficas de las lagunas Unare y Tacarigua, Venezuela. Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras, UNAM - UNESCO.  
Nov. 28 - 30, 1967. Mexico : 291 - 300, 7 figs.
- Pannier, F. 1974. Uso y protección de nuestros manglares. Líneas, 207 : 22-25.
- Zoppi de Roa, E. 1974. Comparación de algunas características del plancton entre las Lagunas Costeras de Tacarigua y Unare, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 13 (1-2) : 129 - 146, 16 figs. 5 tables.

.=.=.=.=.=..

August, 18th, 1980.-



**SIGNOS CONVENCIONALES**

Carretera pavimentada	—————
Carretera engrazonada	—————
Sendero	-----
Puente	-----
Lindero de Parque Nacional	-----
Batallon de lindero	LT 10
Corriente permanente	~~~~~
Corriente intermitente	~~~~~

SITUACION RELATIVA REGIONAL

SITUACION RELATIVA NACIONAL

**MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**INSTITUTO NACIONAL DE PARQUES**  
**DIRECCION DE PARQUES NACIONALES**  
  
**PARQUE NACIONAL LAGUNA DE TACARIGUA**  
  
 SUPERFICIE ..... 18.400 Has.  
 FECHA DEL DECRETO . . 13-02-74

**ESCALA**

kilómetros

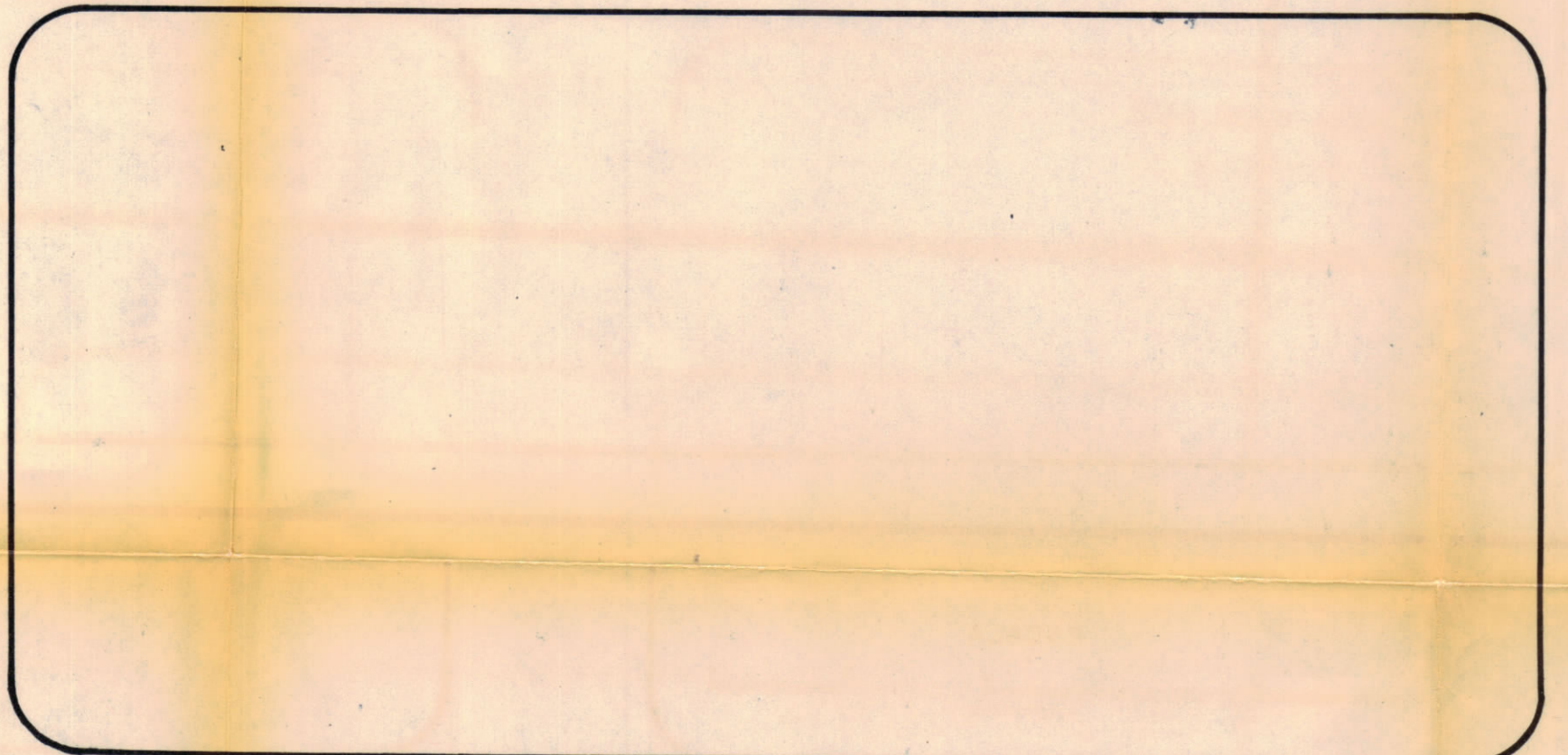


TABLE 1. LAGUNA DE TACARIGUA: PRINCIPAL PROBLEMS, THEIR CAUSES, AND PROPOSED ACTIONS

PROBLEM	CAUSE	IMMEDIATE ACTION	FOLLOW-UP ACTION	ACTION BENEFITS	NO-ACTION CONSEQUENCES
Deposition of silt by Rio Guapo	<p>DIVERSION OF RIO GUAPO TO LAGOON</p> <p>CONSTRUCTION BELOW DAM</p> <p>EROSION IN WATERSHED</p>	<p>PREFERRED ALTERNATIVE: BLOCK MADRE CASAÑAS AND DIVERT WATER THROUGH PANTANOS TO LAGOON</p> <p>OR</p> <p>SECONDARY ALTERNATIVE: LEAVE DELTA TO DEVELOP NATURALLY</p> <p>EROSION CONTROL</p> <p>IDENTIFY AND MAP STREAMS FEEDING INTO RIO GUAPO BELOW DAM AND DELINEATE WATERSHED</p> <p>DECLARE ZONAS PROTECTORAS TO SOM. FROM RIO GUAPO AND FEEDER STREAMS</p> <p>INCREASE JURISDICTION OF PARQUE NACIONAL LAGUNA DE TACARIGUA TO INCLUDE THESE ZONES</p> <p>REQUIRE EROSION CONTROL AT ALL DEVELOPMENT SITES WITHIN WATERSHED.</p>	<p>MONITOR FLOODING AND FLOW OF WATER TO LAGOON DURING WET SEASON</p> <p>EVALUATE AND, IF NECESSARY ALTER NEW DELTA TO ENSURE DIFFUSE FLOW OF WATER TO LAGOON</p> <p>MEASURE GROWTH OF DELTA</p> <p>MEASURE SILT DEPOSITION AND BATHYMETRY CHANGE IN WESTERN PART OF DELTA</p> <p>REVERT TO PREFERRED ALTERNATIVE IF SILTATION PERSISTS</p> <p>PERIODIC SITE INSPECTION - PARTICULARLY DURING RAINS</p> <p>LAW ENFORCEMENT IN PROTECTED ZONE</p> <p>MONITORING OF WATERSHED FOR SOURCES OF EROSION</p> <p>REVISION OF EROSION CONTROLS TO IMPROVE CONTROLS AND INCLUDE NEW SOURCES OF EROSION.</p>	<p>REDUCED EROSION OF RIVER + CHANNEL BEDS</p> <p>REDUCED SILTATION + INCREASED LONGEVITY OF LAGOON</p> <p>REDUCED TURBIDITY + INCREASED PRIMARY PRODUCTIVITY</p> <p>SUSTAINED FISHERIES PRODUCTION</p> <p>SUSTAINED LIVELIHOOD OF FISHERMEN AND CONTINUED STABILITY OF TACARIGUA DE LA LAGUNA COMMUNITY</p>	<p>CONTINUED EROSION OF RIVER + CHANNEL</p> <p>CONTINUED SILTATION AND ACCELERATED PROGRESSION FROM LAGOON TO COASTAL PLAIN</p> <p>REDUCED VALUE OF LAGOON TO FISHERIES AND BIRDLIFE, AND FOR RECREATION</p> <p>REDUCED PER CAPITA INCOME TO TACARIGUA DE LA LAGUNA FROM FISHERIES AND TOURISM</p>
Interference of water draining into Laguna de Tacarigua	<p>DAM ON RIO GUAPO</p> <p>DYKE EFFECT OF ROAD CONSTRUCTION</p>	<p>STUDY WATER BALANCE OF LAGUNA DE TACARIGUA</p> <p>MAINTAIN MINIMUM SEASON RELEASE OF WATER FROM DAM</p> <p>STUDY TO DETERMINE POINTS AT WHICH ROADS OBSTRUCT FLOW OF WATER TO LAGOON</p> <p>LOWER CULVERTS WHERE NECESSARY</p> <p>PROHIBIT DIVERSION OF STREAMS FOR ANY PURPOSE</p>	<p>MONITOR SEASONAL SALINITY AND BATHYMETRIC CHANGES IN WESTERN LAGOON</p> <p>EVALUATE AND, IF NECESSARY, INCREASE/DECREASE FLOW REQUIREMENTS FROM DAM</p> <p>BASED ON FINDINGS OF STUDY:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BUILD NEW CULVERTS WHERE NECESSARY</li> <li>- EXTEND JURISDICTION OF PARQUE NACIONAL LAGUNA DE TACARIGUA TO INCLUDE SOUTHERN WATERSHEDS</li> <li>- DESIGN WATERSHED MANAGEMENT PLAN TO ENSURE FREE FLOW OF WATER TO LAGOON</li> </ul> <p>PERIODICALLY INSPECT AND CLEAR CULVERTS</p>	<p>MAINTENANCE OF HYDROGRAPHIC CONDITIONS, Biotic COMMUNITIES, PRODUCTIVITY AND FISHERIES</p> <p>SUSTAINED LIVELIHOOD OF FISHERMEN AND CONTINUED STABILITY OF TACARIGUA DE LA LAGUNA COMMUNITY</p>	<p>DECREASED FLOW OF FRESH WATER TO LAGOON AND REDUCED WATER LEVEL IN DRY SEASON</p> <p>INCREASED WATER TEMPERATURE, EVAPORATION AND SALINITY, AND DECREASED DISSOLVED OXYGEN</p> <p>MASSIVE FISH MORTALITY</p> <p>DECREASED FISHERY YIELD AND DECREASED PER CAPITA INCOME FROM FISHERIES TO TACARIGUA DE LA LAGUNA COMMUNITY</p>
Reduction and deterioration of mangrove habitat	<p>GARBAGE DISPOSAL</p> <p>LAGUNAMAR DEVELOPMENT</p>	<p>BUILD GARBAGE DISPOSAL AND COLLECTION FACILITIES</p> <p>CLEAN UP MANGROVES</p> <p>PREFERRED ALTERNATIVE: REDESIGN OF LAGUNAMAR BY DEVELOPERS AND MARRN/ INPARQUES</p> <p>OR</p> <p>SECONDARY ALTERNATIVE: SEAL OFF CHANNELS AND SEEPAGES CONNECTING LAGUNAMAR WITH LAGOON</p>	<p>ENFORCEMENT OF LAW PROTECTING MANGROVES BY INPARQUES</p> <p>COLLECT AND REMOVE GARBAGE</p> <p>PERIODIC INSPECTIONS TO ENSURE PROPERTY OWNERS MAINTAIN MANGROVE GROWTH ON CHANNEL BANKS</p> <p>NONE</p>	<p>SUSTAINED OR INCREASED FISH PRODUCTION</p> <p>SUSTAINED LIVELIHOOD OF FISHERMEN AND CONTINUED STABILITY OF TACARIGUA DE LA LAGUNA COMMUNITY</p> <p>NONE</p>	<p>DECREASED FISH NURSERY AND FEEDING HABITAT</p> <p>DECREASED FISHERIES PRODUCTION AND DECREASED PER CAPITA INCOME FROM FISHERIES TO TACARIGUA DE LA LAGUNA COMMUNITY</p>
Intrusion of sea water	<p>PROPOSED CONSTRUCTION OF PERMANENTLY OPEN ENTRANCE</p>	<p>ALLOW NATURAL CYCLE OF BAR FORMATION ACROSS INLET TO CONTINUE</p> <p>PLACE DATUM POST MARKED WITH MAXIMUM LAGOON WATER LEVEL IN FRONT OF PARQUE NACIONAL LAGUNA DE TACARIGUA HEADQUARTERS</p>	<p>OPENING OF LAGOON INLET BY INPARQUES</p>	<p>MAINTENANCE OF CURRENT SALINITY REGIME INSIDE LAGOON</p>	<p>INCREASE IN LAGOON SALINITY WITH POSSIBLE CHANGE IN EXISTING BIOTIC COMMUNITIES</p>

ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE LAS  
PERTURBACIONES PROVOCADAS POR EL HOMBRE  
EN EL ECOSISTEMA DE LA LAGUNA DE TACARIGUA

Caracas, Agosto - 1980

## PRINCIPALES AMENAZAS AL ECOSISTEMA DE LA LAGUNA DE TACARIGUA

1. Sedimentación de la porción occidental de la Laguna, por las aguas derivadas del Río Guapo.
2. Destrucción y deterioro del habitat del manglar por la disposición de residuos sólidos y desarrollos recreacionales.
3. Interferencias con el flujo de agua dulce a la Laguna.
4. Proposición de construir una comunicación permanente al mar

Recomendaciones más Importantes.

1. Se recomienda que sea extendida, la jurisdicción del Parque Nacional Laguna de Tacarigua, mediante la declaración de Zonas Protectoras, hasta incluir todas las áreas críticas dentro de las fronteras funcionales del ecosistema de la Laguna.
2. Se recomienda la determinación del balance hidrológico del sistema de la Laguna de Tacarigua.
3. Se recomienda garantizar un caudal mínimo estacional de agua, liberada de la presa del Guapo.
4. Se recomienda el bloqueo del canal Madre Casañas en sus tramos superiores y que las aguas sean desviadas hacia la laguna, a través de un pantano adecuado.
5. Se recomienda la identificación y señalamiento en un mapa de todos los cursos de agua que drenan sobre la Laguna, o sobre el río Guapo, aguas abajo de la presa.
6. Se recomienda implementar medidas para la recolección y disposición de residuos sólidos en Tacarigua de la Laguna.
7. Se recomienda la aplicación estricta de la legislación dirigida a la protección de los manglares.
8. Se recomienda no impedir el cumplimiento del ciclo, natural de la formación de la barra en la boca de la Laguna.
9. Se recomienda que la boca natural de la Laguna sólo pueda ser abierta bajo la supervisión de INPARQUES.

10. Se recomienda rediseñar los planes de desarrollo de LAGUNAMAR, para restaurar y mantener la contribución de esta área a la productividad del ecosistema de la Laguna de Tacarigua.
11. Se recomienda la iniciación de estudios dirigidos a la formulación de planes de manejo de las lagunas de Píritu y Unare.

## RECONOCIMIENTO

Doy las gracias a la Dirección General de Administración del Ambiente y a INPARQUES, del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, por las facilidades, asistencia y apoyo, suministrados durante el curso de este estudio.

Particularmente agradezco a Edmundo Miralles Pereira e Iván Rodríguez, del MARNR, y a Ricardo Muñoz-Tébar; y a Mario Gabaldón López, de INPARQUES, por la invaluable asistencia en el campo y durante la preparación del informe y por la infinita paciencia con mis numerosas preguntas todas en inglés.

A ustedes y a todas las personas, demasiada numerosas para nombrarlas, que me ayudaron en diversas formas y cuyos conocimientos e ideas contribuyeron mucho con este informe, les expreso mis sinceras gracias.

Finalmente mis gracias a Doña Carmen Hernández por mecanografiar este trabajo.

## INTRODUCCION

Los ecosistemas que son productores en forma natural, aportan gratis lo que el hombre sólo podría lograr poniendo en ejecución costosos planes mariculturales. Es difícil exagerar el valor que tienen para el hombre los estuarios y lagunas costeras. Estos sistemas productores le garantizan subsistencia y seguridad a los habitantes de muchas comunidades litorales, ya sea como elaboradores de alimentos, por su importancia para el ciclo vital de muchos organismos marinos o por los beneficios que brindan por su potencial recreacional, bellezas escénicas e importancia para la avifauna. Pero ninguna sociedad en evolución se ha visto libre de las consecuencias que surgen de la adopción de planes de desarrollo formados con criterio restringido. La zona costera en general, y los estuarios y lagunas en particular, se han visto alterados por actividades tales como creación de bahías, prácticas agrícolas en las vertientes acuíferas, sitios de concurrencia masiva, la disposición de residuos sólidos y la descarga de aguas servidas. Estas actividades pueden alterar la calidad de las aguas estuarinas, disminuir la producción de detritos orgánicos y reducir la cría de peces y el habitat alimentario, bajando de este modo la producción pesquera; o pueden acelerar la progresión natural de estuario productivo a llanura costera.

Las lagunas del Norte de Venezuela no son diferentes de aquellas que se encuentran en otras partes del mundo: tanto su contribución al desarrollo pesquero como el impacto negativo que las manipulaciones inconscientes del hombre han causado a estos inmensamente productivos ecosistemas, han sido reconocidos y documentados en diversas publicaciones (Pannier, 1974; Canestri et al, 1975; por ejemplo).

Este informe es el resultado de las observaciones hechas en la Laguna de Tacarigua, entre el 5 y el 9 de agosto de 1980, del exámen de

la bibliografía asequible y de muchas entrevistas con personas que conocen la laguna y sus alrededores.

Tiene por finalidad este informe:

1. Identificar las causas y formas, actuales y potenciales, de degradación del ecosistema de la Laguna de Tacarigua; y
2. Sugerir aquellas medidas que podrían disminuir degradaciones ulteriores.

## LAGUNA DE TACARIGUA

Gran parte de la información que existe sobre la Laguna de Tacarigua se encuentra en la mente o en los archivos de las personas que la han estudiado. Alguna información ha sido publicada; por ejemplo, Chacartegui y Baldy, 1978; Font, 1978; Gamboa et al, 1971; Okuda, 1969; Zoppi de Roa, 1974. Estos datos son fragmentarios, por lo que resulta difícil concatenarlos con las tendencias en la laguna. Esta dificultad surge de las grandes fluctuaciones de parámetros tales como temperatura del agua, salinidad y turbidez, o poblaciones ícticas y estadísticas pesqueras características del ambiente de las lagunas costeras. Por ello, la información lograda en cortos períodos de tiempo, en diferentes épocas del año, en distintos años y en diversas partes de la laguna, no son confiablemente comparables. Consecuentemente, no existe una evidencia determinante de que, por ejemplo, la salinidad de la laguna haya venido aumentando, como es creencia de muchas personas. Por esta razón, mis conclusiones y recomendaciones se limitan a los problemas obvios.

### LA UNIDAD FUNCIONAL

El agua salobre de la Laguna de Tacarigua es el resultado de la mezcla del agua de mar que penetra a la laguna por la boca, y recorriéndose a través de la barrera costera, con aguas dulces. Aparentemente el agua dulce de la laguna procede de ríos (principalmente el Río Guapo), arroyos, lluvia, filtraciones subterráneas y escorrentías. El agua de la laguna puede variar de casi dulce a hipersalina. En la estación seca, el nivel de la laguna bajará cuando la pérdida a través de la boca, la evaporación y la evapotranspiración excedan la suma de todas las fuentes de ingreso. En este punto, las corrientes determinadas por las mareas se sobreponen a las corrientes estuarinas en la boca, la circulación se invierte y el agua salada penetra a la laguna.

Sin embargo, si el flujo de la marea en la boca es insuficiente para mantenerla abierta, ésta quedará bloqueada por la acumulación de la arena del arrastre litoral. Cuando el nivel de la laguna es alto, prevalece la circulación estuarina, el flujo del agua de la laguna se escurre por la boca y la mantiene abierta.

Claramente, el balance del agua de la laguna es una resultante de las fuerzas que actúan sobre ella desde el exterior, y no desde dentro, de los límites de sus orillas.

Consecuentemente, uno debe ver más allá de las riberas de la laguna, hacia las cuencas, para delinear las fronteras funcionales del ecosistema de la Laguna de Tacarigua. Igualmente, los pantanos que la rodean, los cuales actúan como filtros naturales de los azolves traídos por los ríos y canales o caños los cuales influyen la productividad total de la laguna y la estabilidad de la comunidad, son todos parte de la misma unidad funcional.

Así, existe la necesidad de delinear las fronteras funcionales del ecosistema de la Laguna de Tacarigua y de manejar todos los componentes de dicho sistema. Tal manejo es realizado mejor si se hace a través de una sola entidad, cuyas responsabilidades abarquen desde la formulación hasta la evaluación y revisión de todo el plan.

Se recomienda, por tanto, que la jurisdicción del Parque Nacional Laguna de Tacarigua, sea extendida hasta incluir la cuenca del río Guapo después de la presa, la cuenca de los arroyos que se encuentran al sur de la laguna, todos los pantanos al sur de la laguna, el complejo conocido como LAGUNAMAR, los pantanos que lo rodean y la barra costera desde el Río Guapo hasta, e incluyendo, Tacarigua de la Laguna.

Estas áreas deben ser declaradas zonas protectoras y las respiraciones a las actividades dentro de ellas deben ser perfectamente definidas.

## EL PROBLEMA DE LA SEDIMENTACION

### a) El nuevo delta del río Guapo

El más grave, notable y urgente problema en la Laguna de Tacarigua es la sedimentación en la zona occidental, conocida como El Guapo. En 1964, el agua del río Guapo fue desviado hacia la laguna a través de un canal llamado "Madre Casañas", el cual fue construido con el propósito de evitar las inundaciones, en las comunidades asentadas en las tierras bajas de la cuenca de este río. Aunque la pendiente es más o menos igual, Madre Casañas es mucho más corto que el tortuoso río Guapo. El relieve del cauce del canal Madre Casañas es mayor que el del río Guapo, por esta razón el flujo del agua es más rápido. Consecuentemente hay erosión del cauce del canal a medida que éste se desarrolla hacia su nuevo nivel de equilibrio. El resultado de esta erosión es la disposición de una gran cantidad de lodo en la zona del Guapo, en la Laguna de Tacarigua.

Desde 1964 se ha desarrollado un delta de más o menos 225 hectáreas, en la desembocadura del canal Madre Casañas. Los árboles que se encuentran hacia el borde de la Laguna, en el delta, principalmente LAGUNCULARIA Y RHIZOPHORA, tienen todos de 3 a 5 metros de alto, lo cual sugiere que el crecimiento del delta hacia la laguna se ha detenido, o al menos, disminuido, durante los últimos cinco (5) años. El delta funciona como una medianamente efectiva trampa de azolvé y el agua que se vió fluir por entre la vegetación era notablemente menos lodosa que la que fluía por el centro del canal. No obstante, el sedimento sigue invadiendo la laguna a través

del canal Madre Casañas. Una estela de agua lodosa, la cual decoloraba mucho de la parte llana occidental, era visible claramente desde el aire.

La sedimentación acelera la conversión de laguna productora en llanura costera. Además de esto, la productividad primaria es inhibida en las aguas turbias. Así, además de la tensión impuesta a los peces e invertebrados que viven allí y se desenvuelvan en un ambiente cenagoso, afecta adversamente la producción de camarones y peces comerciales. La baja producción de especies comerciales significa una reducción en la cosecha y esto último representa una disminución del ingreso per cápita en la actividad pesquera, con las ramificaciones consecuentes hacia los pescadores de la Laguna de Tacarigua.

La sedimentación en la parte occidental de la Laguna de Tacarigua es el problema más crítico que amenaza a la Laguna. La acción más urgente que se requiere es la eliminación o, al menos, la reducción de la entrada de sedimentos a través del canal Madre Casañas.

Lamentablemente, la desviación de las aguas del Canal Madre Casañas hacia el cauce original del río Guapo ya no es una opción viable, por las razones siguientes: El cauce del río Guapo se ha cubierto de vegetación alta y de sedimentos. El flujo libre del agua por el cauce estaría inhibido y las inundaciones serían inevitables. El sistema de canales, a través del cual el río Guapo vertía sus aguas en la laguna, ha quedado interrumpido por la carretera y los asentamientos, y sería necesario restablecerlo. Finalmente, el cauce del canal Madre Casañas está ahora cuatro metros, por lo menos, más bajo que el nivel original del cauce del río Guapo. Ello significa que no podría bloquearse de manera efectiva, o al menos, sin que tuviesen que hacerse grandes y costosas obras. Otra desventaja de esta alternativa es que la entrada

de agua dulce sería desviada de la parte suroeste de la Laguna, donde se han desarrollado comunidades bióticas durante los 16 años en que ha estado entrando esta agua dulce. La consecuencia de tal alteración de las condiciones hidrográficas sobre las comunidades bióticas, podrían ser catastróficas.

Una segunda alternativa sería dejar las cosas como están y permitir que el delta siguiera creciendo. La premisa es que el delta crecería hasta que llegara a constituirse en una efectiva trampa de sedimentación. En el interin, la sedimentación continuaría en la zona del Guapo, en la Laguna. De hecho, la zona llana del Guapo se rellenaría con los sedimentos y se perdería toda la producción pesquera.

La medida más efectiva, y por ello preferible, sería construir un delta en tierra, bloqueando el Madre Casañas y dejando que el flujo de agua se regara por sobre los pantanos, donde el sedimento se fijaría o quedaría atrapado por la vegetación. Después de considerar varios sitios para bloquear, la sugerencia del Dr. David Pérez Hernández, de la Dirección de Hidrología del MARNR, es sin duda la mejor alternativa. El Madre Casañas debería ser bloqueado en el trampo superior y el flujo desviado a través de los pantanos existentes - la trampa de sedimentación natural - y de aquí, las aguas filtradas encontrarían su propia vía hacia la Laguna. El Madre Casañas se desplaza mas o menos hacia el Este por aproximadamente la mitad de su curso; entonces, gira abruptamente hacia el Noreste cerca de un área baja de pantanos. Podría ser adecuado sellar el brazo Noreste del Madre Casañas y continuar el flujo hacia el Este por los pantanos. Sin embargo, es necesario hacer previamente un estudio de las aguas del río Guapo y del canal Madre Casañas, así como del área que los circunda, para

decidir la ubicación del punto de taponamiento del canal.

Esta es la alternativa preferida porque utiliza los sistemas de filtración naturales, es decir, los pantanos; es barata su realización y no altera drásticamente el flujo del agua dulce hacia la región occidental de la Laguna. La desventaja del plan es, sin embargo, que tal vez sea necesario reubicar las personas que viven en los asentamientos agrícolas que serían inundados.

Se recomienda solicitar del Dr. David Pérez Hernández que formule un plan detallado del sitio donde habría de bloquearse el Madre Casañas, dónde y cómo desviar las aguas hacia un pantano apropiado, (de modo que el agua continúe fluyendo predominantemente hacia la parte occidental de la laguna) y el diseño de un programa de estudios previos.

Se recomienda que sea INPARQUES el responsable de llevar a cabo esos estudios. Se recomienda que el plan se ponga en ejecución tan pronto se haya realizado un número suficiente de esos estudios.

#### b) Erosión en la Hoya del Guapo.

Mientras sobrevolábamos desde la presa a lo largo del río Guapo, y del canal Madre Casañas, pudimos comprobar que la erosión del cauce del río era la mayor fuente de sedimentos en el mismo. Sin embargo, existe una contribución adicional en la carga de sedimentos a lo largo del curso del río. En la base de la presa ha habido un gran movimiento de tierra. El escurrimiento de las aguas de lluvia se veía que arrastraba gran cantidad de sedimentos al río. Los arroyos que caen al Guapo, particularmente los del

Oeste, eran lodosos y los escurrimientos de los conucos y casas cercanas a la costa del río también contribuían, aunque en grado menor, con los sedimentos que éste arrastraba. Se recomienda que los cursos de agua que drenan en el río Guapo, sean identificados y señalados en un mapa y que el curso del río Guapo, después de la presa, sea delineado.

Se recomienda que se declare zona protectora una faja de 50 metros a los lados del río Guapo y sus efluentes. Se recomienda reforzar los controles de erosión en todos los sitios de construcción, asentamientos o desarrollos, que se encuentran dentro de la hoya del río Guapo, después de la presa.

#### OBSTRUCCION DEL DRENAJE DE AGUAS DULCES.

Un aporte de agua dulce proporcionado resulta vital para el funcionamiento de la laguna salobre. Si se restringe la entrada de agua dulce en forma significativa, habrá una disminución del nivel de la laguna, aumentará su temperatura y salinidad y se reducirá el oxígeno disuelto, lo cual se traduciría potencialmente, en una mortalidad masiva de peces. Por el contrario, demasiada cantidad de agua dulce provocará inundaciones locales y de mantenerse, causaría el anegamiento de la vegetación del manglar.

##### a) La Presa sobre el Río Guapo.

La terminación de la presa sobre el río Guapo permitirá regular el flujo de agua dulce a la Laguna de Tacarigua. Esto tiene sus ventajas y desventajas. La más importante de las primeras es que será posible evitar las mortalidades masivas de peces que se suceden periódicamente durante las estaciones excesivamente secas; y entre las

segundas, la capacidad de cambiar abruptamente las condiciones en la parte llana occidental de la Laguna, por las súbitas diferencias en el volumen de las aguas liberadas por la presa. Por ejemplo, el aumento súbito en el volumen de las aguas liberadas, puede ocasionar una caída precipitada en la salinidad del sector y consecuentemente la muerte de los organismos de esta área.

Se recomienda, por esta razón, iniciar un estudio que permita conocer el balance hidrológico del sistema de la Laguna de Tacarigua.

Se recomienda garantizar, posteriormente, un flujo estacional mínimo de agua, el cual será cuantificado por los estudios indicados en la recomendación anterior.

b) Las Cuencas del Sur.

Existe una carretera que corre en la dirección Este-Oeste y que separa la Laguna de sus cuencas del sur. Hay una serie de puentes y alcantarillas sobre esta carretera pero, posiblemente, sólo en uno o dos casos el drenaje se realiza en forma adecuada. Sin embargo, no es posible juzgar acerca de la acción de esta carretera sobre el drenaje natural del sur de la laguna, hasta tanto no se realice un estudio que la determine.

Se recomienda, por tanto, que se inicie un estudio para:

- Identificar y señalar en un mapa todos los cursos de agua al Sur y al Este de la Laguna que alimenten el sistema;
- Determinar si, y en que forma, el flujo de estos cursos esta represado
- Identificar los sitios donde los cursos de agua están impedidos y recomendar la forma de solucionar los impedimentos; y

- Recomendar normas para la construcción de futuras carreteras y de desarrollos urbanos.

Se recomienda que quede como responsabilidad de INPARQUES la periódica inspección y limpieza de las alcantarillas identificadas en el estudio señalado.

Se recomienda que, aquellas alcantarillas que actualmente se encuentran por sobre el nivel del suelo, sean descendidos para permitir el libre flujo de las aguas.

Se recomienda que se prohíba la desviación de los cursos de agua que concurren a la laguna, con propósitos agrícolas, domésticos o de otra índole.

#### REDUCCION Y DETERIORO DEL HABITAT DEL MANGLAR

Un bosque de mangles bien desarrollado es la característica que distingue a la Laguna de Tacarigua, de las de Unare y Píritu, las albuferas más cercanas a ella. Las secciones más profundas de la Laguna, tales como la porción Sur-Central, tienden a estar delineadas por mangle rojo (*Rhizophora*), el cual tiene por detrás mangle negro (*Avicennia*) o mangle blanco (*Laguncularia*), o ambos. Las secciones más llanas, tales como la porción occidental de la Laguna, están bordeadas principalmente por mangle blanco con plantaciones de mangle negro hacia la parte de la tierra. Agrupaciones de mangle rojo de distintos tamaños, se encuentran diseminadas dentro de la Laguna. Estas agrupaciones permiten, más o menos, dividir la Laguna en cinco zonas (Figura 1).

Algunas de las formas por medio de las cuales el manglar aumenta la productividad de la Laguna, se enumeran a continuación:

1. Las hojas que caen de los manglares promedian aproximadamente ocho (8) toneladas de material orgánico seco, por hectárea, por año (Odum, 1976). Estas hojas se desintegran formando un detrito fino que constituye la base alimenticia de un número de cangrejos, camarones y pequeños peces. Estos animales pueden a su vez ser comidos por peces mayores o por aves zancudas. En esta forma, el detrito producido por el manglar es la fuente alimenticia que soporta la pesquería interna, la pesca en el exterior y la abundante y diversa avifauna, enriqueciendo así el valor de la Laguna de Tacarigua.
2. Las raíces sumergidas y los troncos de los mangles se recubren de epífitas y proveen alimento a ciertos peces (tales como gasterópodos), como la comercialmente importante mojarra (*Eugerres plumieri*).
3. Las raíces entrelazadas y los troncos de los mangles brindan refugio a los peces juveniles y camarones. Estos son los viveros para especies comerciales importantes como el camarón blanco (*Penaeus* sp.) mojarra (*Eugerres plumieri*), lisa (*Mugil curema*) y lebranche (*Mugil liza*), sin mencionar otros invertebrados y peces que pueden ser el alimento de aves y peces depredadores.

De hecho, la destrucción o deterioro del habitat del manglar reducirá la producción de peces e invertebrados; esta reducción en la producción disminuirá el valor de la Laguna para la pesca y para la avifauna. Consecuentemente, su potencial como medio de vida para los residentes de Tacarigua de la Laguna, tanto desde el punto de vista de la pesquería como de atracción turística, se verá mermado.

#### a) Disposición de Resíduos Sólidos.

Montones de bolsas de basura y desperdicios a lo largo de las

autopistas y carreteras constituyen una clara evidencia de la descuidada actitud de ciertos transeuntes y residentes del Estado Miranda. Por ello no resulta sorprendente encontrar las playas y manglares en la vecindad de Tacarigua de la Laguna, contaminadas con basura. La basura lanzada a los manglares sólo sirve para deteriorar y reducir el hábitat usable como vivero para los peces juveniles y camarones.

Se recomienda implementar sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos en Tacarigua de la Laguna.

Se recomienda resaltar la importancia de los manglares a los visitantes y residentes de esta población.

Se recomienda que INPARQUES refuerce en forma estricta, el instrumento legal que protege los manglares de la destrucción, alteración o contaminación (Decreto N° 110, 26-05-74), controlando el corte de árboles y la disposición de residuos dentro o cerca de los manglares o de los canales que los cruzan.

Se recomienda la limpieza de todos los manglares situados en las inmediaciones de Tacarigua de la Laguna.

b) LAGUNAMAR : ¿Podría ser una contribución positiva?

El primer paso del plan del complejo LAGUNAMAR exige la deforestación, dragado y relleno de 146 hectáreas de manglares. Por lo menos, esta cantidad de manglares ha sido destruido hasta el momento. Esto representa una pérdida de 1.168 toneladas métricas de peso seco de materia orgánica, anuales, del Sistema Laguna de Tacarigua. Esta cifra es sin duda alguna baja, ya que los efectos de la deforestación, dragado, relleno y construcción incidirán en un área de más o menos 700 hectáreas, es decir, el área total de

manglares y hábitat asociado entre Puerto Tuy y Tacarigua de la Laguna. En este punto es necesario recalcar que el sistema de canales y pantanos entre Tacarigua de la Laguna y Puerto Tuy está interrelacionado y forma parte del ecosistema de la Laguna de Tacarigua. El área no puede ser aislada sin que se perjudique el sistema. Este perjuicio se pone de manifiesto en la forma de una reducción de la producción de detritos y en la disminución del hábitat de cría. Ambos parámetros afectan la pesca interna y en igual extensión la pesca marítima en el exterior de la Laguna. Así, aún cuando pueda ser posible aislar completamente el complejo LAGUNAMAR de la Laguna, mediante el taponamiento de todos los canales y áreas de percolación que se comunican con la Laguna, ésto representaría la pérdida de unas 700 hectáreas de hábitat de cría y de producción de detritos. Tal pérdida sería sentida por los pescadores de la Laguna.

Sin embargo, un desarrollo como LAGUNAMAR y un ecosistema sano en la Laguna de Tacarigua resultan compatibles. La situación actual es que una considerable cantidad de manglares ha sido ya destruída y rellenada. Grupos de mangles han sido aislados por el dragado y están muertos. La cuestión para el futuro es: ¿en que forma el área puede ser desarrollada, haciendo compatible los intereses de los desarrollistas y el interés de una productividad sostenida de la Laguna?. Yo creo que una alternativa podría ser la construcción de una serie de canales interconectados, dentro del complejo, que lleve al máximo la longitud total de las orillas de canales y deje libre el flujo de agua a todas las partes del sistema, sin menoscabo del desarrollo urbanístico. Los manglares plantados, o que colonicen naturalmente las orillas de los canales, estabilizarán estas orillas y al mismo tiempo enriquecerán los canales de circulación, con la producción de detritos y de hábitat de cría. Tal alternativa ofrecería:

- Parcelas para el desarrollo
- Orillas de canal estable , consolidadas por los manglares
- Producción de detritos por los árboles del manglar
- Alimentos y vivero para peces e invertebrados
- Mejoramiento del flujo a través de las áreas estancadas de los manglares muertos
- Reducción de la población de mosquitos en las áreas estancadas

Se recomienda que el complejo LAGUNAMAR sea rediseñado con INPARQUES y/o Administración del Ambiente, de modo de llevar al máximo el área para crecimiento del manglar a lo largo de los canales y para restaurar y mantener la contribución de esta área a la productividad del ecosistema de la Laguna de Tacarigua. Este diseño debe gozar de la aprobación de INPARQUES y de Administración del Ambiente.

Se recomienda que las orillas de los canales no estén revestidos con muros de contención u otras estructuras, excepto en accesos reducidos, los cuales deben ser aprobados por las autoridades del MARNR.

Se recomienda plantar manglares o permitir que ellos colonicen en forma natural las orillas de los canales y que estos manglares no sean perturbados en forma alguna.

Se recomienda hacer a los propietarios de parcelas ubicadas

a los lados de estos canales, responsables del mantenimiento de los manglares en las orillas de aquellos que limiten con sus parcelas.

Se recomienda prever facilidades para la recolección y disposición de residuos sólidos.

Se recomienda que INPARQUES reglamente la protección de los manglares y prohíba la acumulación de basuras en el complejo LAGUNAMAR y sus alrededores (esto está de acuerdo con la recomendación anterior de declarar el área zona protectora).

Se recomienda que en el contrato de ventas de parcelas en LAGUNAMAR queden claramente establecidas las regulaciones que controlen las edificaciones y otras actividades dentro de esta zona protectora.

#### LA CONTROVERSIAL BOCA

Como se dijo al comienzo de este informe, el nivel de agua de la Laguna es variable y depende de la interacción de muchos factores. Un nivel alto del agua de la Laguna produce una corriente a través de la boca, hacia el mar y no permite que ésta se cierre; los peces y los camarones son libres de entrar o salir de la albufera. Los juveniles de los peces que se reproducen en el mar entran a la laguna para alimentarse y refugiarse entre los manglares.

En el pasado, la boca se abría en forma natural tan pronto como el nivel del agua subía lo suficientemente como para abrirse paso a través de la barra. Sin embargo la gente se asentó en las áreas bajas, las cuales se inundan antes que el nivel de la Laguna haya subido lo

suficiente como para abrir la boca y como consecuencia de ello, hoy día la boca es abierta oficialmente por el MARNR o particularmente por los pescadores.

Ningún problema surgiría de mantener la boca artificialmente abierta hasta el momento en que la corriente de las mareas sobrepasen la fuerza de la corriente de salida de la Laguna. En este momento las arenas marinas y el agua del mar penetrarán a través de la boca y alterarán las condiciones hidrográficas y batimétricas locales. El mayor riesgo de establecer una vía de comunicación con el mar, permanentemente abierta, es el aumento de la salinidad de las aguas de la laguna; este riesgo podría expresarse en dos formas:

Primero, el área dentro y alrededor de la boca necesitaría ser dragada periódicamente para quitar la arena depositada en la boca por el oleaje y la corriente de las mareas; el agua salada entraría a través del canal dragado, como una cuña por debajo de las aguas salobres de la laguna, y penetraría en ésta. Segundo, cuando las aguas de la albufera están bajas, el agua de mar fluiría libremente dentro de la Laguna aumentando, igualmente, la salinidad.

El problema sería particularmente notable si se construye una boca ancha y profunda.

La formación de una barra atravesada a la boca de la Laguna cuando las aguas de ésta son bajas, es una seguridad natural contra el flujo masivo de agua salada. En el interés de mantener las condiciones hidrográficas y las comunidades bióticas de la Laguna de Tacarigua como están actualmente, parecería un error construir una entrada permanente a la Laguna.

Se recomienda que el ciclo natural de la formación de la barra que atraviesa la boca de la Laguna no sea impedido.

Se recomienda que sea calculado el nivel máximo, al cual las aguas de la Laguna puedan alcanzar antes de producir una inundación.

Se recomienda la fijación de un poste, o mira, marcado al nivel máximo permisible de las aguas, frente a la Oficina de INPARQUES, en Tacarigua de la Laguna.

Se recomienda que la boca de la Laguna sea abierta sólo bajo la supervisión de INPARQUES y únicamente cuando las aguas de ésta alcancen el nivel marcado en el poste señalado en la recomendación anterior.

Se recomienda que la apertura de la boca de la Laguna en cualquier momento y por cualquier persona, distinta a la designada por INPARQUES, sea absolutamente prohibida.

## LAGUNAS DE PÍRITU Y UNARE

Las observaciones de las lagunas de Píritu y Unare, estuvieron limitadas a una breve inspección desde el aire y en el caso de la última a las partes accesibles por automóviles. Es evidente que estas dos lagunas son muy diferentes de la Laguna de Tacarigua; ellas son definitivamente más llanas y carecen de los bien desarrollados manglares de Tacarigua. El mangle negro (*Avicennia*), forma un borde estrecho, típicamente en el sur, a lo largo de las costas más profundas de estas dos lagunas.

Las costas del norte, suroeste y oeste, típicamente tienen un bajo relieve y están bordeadas por llanuras de arena/lodo y carecen de manglares.

El número de botes, pescadores y las bandadas de togogos y otras zancudas, tanto en Unare como en Píritu, son evidencias de la productividad de ambas Lagunas. Las relaciones tróficas son claramente diferentes en Unare y Píritu, a aquellas de la Laguna de Tacarigua, con una cadena alimenticia basadas en los detritos de manglares.

La Laguna de Píritu tiene actualmente una comunicación con el mar permanentemente abierta flanqueada por dos espigones. Las dos bocas de Unare fueron bloqueadas por una barra exterior formada naturalmente y por una vía de paso interior hecha por el hombre. El nivel del agua de la Laguna de Unare era muy bajo, probablemente debido a las desviaciones del Río Uchire fuera de la Laguna. En la parte occidental de la Laguna se han formado llanuras extensivas que están siendo utilizadas para asentamientos y construcción de casas. Tengo muy poca información para predecir el destino de estas comunidades o del nivel de la laguna si se construye una entrada permanente.

Pero las condiciones hidrográficas de la Laguna serían alteradas. La salinidad de esta Laguna relativamente dulce es de esperar que aumente. En este estado el efecto de tal aumento en la salinidad sobre la productividad y estructura trófica de la Laguna, no puede ser estimada; se recomienda iniciar los estudios en la Laguna de Unare, para:

- Determinar las fuentes de producción primaria
- Definir la cadena alimenticia que soporta la avifauna y la pesquería
- Predecir los cambios de las condiciones hidrográficas como resultado de la instrusión de agua de mar a través de una boca abierta permanentemente; y
- Predecir el efecto de estas condiciones alteradas sobre la base alimenticia de la avifauna y de los peces y camarones comercialmente explotados.

Se recomienda la iniciación de investigaciones que conduzcan a la formulación de planes de manejo de las Lagunas de Píritu y Unare

## RESUMEN

La Laguna de Tacarigua parece haber sufrido muy pocos disturbios inducidos por el hombre, excepto la región occidental. Aquí la Laguna ha sido y continúa siendo severamente alterada con el consiguiente perjuicio del sistema.

Las tres formas principales de impacto son: sedimentación, destrucción y deterioro del hábitat de los manglares y obstrucción del flujo de agua dulce a la Laguna.

El problema más grande en la actualidad es la sedimentación de la zona de El Guapo de la Laguna, por agua turbia que fluye a través del canal Madre Casañas. La desviación del Río Guapo a través de Madre Casañas, ha causado erosión, tanto en el cauce del río como en el del canal. El azolve resultante junto con aquel aportado por la construcción en la base de la presa y a lo largo del curso del río, ha formado un delta de 225 - hectáreas aproximadamente en el Guapo.

El hábitat de los manglares está siendo destruido por la disposición de residuos sólidos en la vecindad de Tacarigua de la Laguna. Más de 100 hectáreas de manglares han sido rellenados y alterados por el complejo LAGUNAMAR, con la consecuente pérdida de más o menos 700 hectáreas de hábitat de manglares productivos.

La presa sobre el río Guapo, interfiere claramente con el flujo de agua dulce a la albufera. Pero una regulación cuidadosa del agua liberada desde la presa, puede resultar ventajosa a la Laguna en la época de inundaciones o de sequía prolongada. Las carreteras que separan la Laguna de sus colectores de agua, también interfieren con el libre flujo de estas aguas hacia la Laguna.

Un cuarto problema potencial resultaría de la construcción de la propuesta boca permanente de la Laguna. El agua del mar entrará por esta boca, cuando el nivel del agua de la Laguna sea bajo y aumentará la salinidad de ésta. Estos problemas y las 32 recomendaciones que se refieren a ellos, están condensados en la tabla 1, dentro de los temas principales y además, están las acciones propuestas, tanto las mediatas como las inmediatas. También se numeran en la tabla los beneficios que se derivan de estas acciones y las posibles consecuencias de no ser tomadas. En una mayor o menor extensión los problemas enumerados corrientemente degradan o degradarán las condiciones ambientales, y someten o someterán las comunidades bióticas a tensiones ("stress") dentro del sistema de la Laguna. A menos que se tomen medidas correctivas o preventivas, la productividad de la Laguna disminuirá y su valor para las pesquerías y para la avifauna y consecuentemente su permanente atracción a los turistas y su justificación como Parque Nacional, se verán reducidas. Los beneficios de las acciones propuestas tienen un tema común. Este es el valor sostenido de la Laguna en todos los contextos mencionados arriba. Los beneficiarios de estos valores sostenidos serán los residentes de Tacarigua de la Laguna. Esta comunidad está sujeta a perder sus ingresos procedentes de la pesquería y turismo si la productividad de la Laguna se deja declinar.

La jurisdicción actual del Parque Nacional Laguna de Tacarigua, es inadecuada para manejar con éxito el ecosistema y resolver los problemas citados arriba. La jurisdicción del Parque debe extenderse sobre todas las áreas críticas dentro de las fronteras funcionales del ecosistema.

## REFERENCIAS

- CANESTRI, V. O. Ruiz S., F.A. Rhode, & L. Saavedra - B.  
Diagnóstico de la destrucción de los ecosistemas de manglares en las áreas Tucacas - Chichiriviche (Edo. Falcón) y Carenero (Edo. Miranda). Venezuela, Min. Agr. y Cría - Oficina Nac. de Pesc., Informe Técnico N° 61 : 33pp
- CHACARTEGUI, F.J., & Baldy. 1978.  
Consideraciones Preliminares sobre la Sedimentación en la Laguna de Tacarigua, Edo. Miranda. División de Geología Marina, Dirección de Geología, Ministerio de Energía y Minas. Caracas, Venezuela. 44 pp, 8 figs.
- FONT, J.P. 1978. Estudio Hidráulico de la Laguna de Tacarigua.  
Informe Incostas S.A. 43 pp.
- GAMBOA, B.R., A.J. Garcia, J. Benitez y T. Okuda. 1971.  
Estudio de las condiciones Hidrográficas y Químicas en el agua de la Laguna de Tacarigua. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. 10 (2): 55-72, 5 tablas, 19 figs.
- ODUM, W.E, 1976  
Ecología guidelines for Tropical Coastal de Velopment. INCN Publications New Series, N° 42. Morges, Switzerland.
- OKUDA, T. 1969.  
Estudio comparativo de las condiciones Hidrográficas de las Lagunas Unare y Tacarigua, Venezuela. Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Inter Lagunas Costeras, UNAM - UNESCO, Nov. 28-30, 1967. México: 291-300, 7 figs.
- PANNIER, F. 1974.  
Uso y Protección de nuestros manglares. Lineas, 207: 22-25
- ZOPPI DE ROA, E. 1974.  
Comparación de algunas Características del Planeton entre las Lagunas Costeras de Tacarigua y Unare, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 13 (1-2): 129 -146 , 16 figs. 5 tablas.

# TABLA 1

PROBLEMA	CAUSA	ACCIONES INMEDIATAS	ACCIONES ULTERIORES	BENEFICIOS	CONSECUENCIAS DE NO HACERLO
Depósito de sedimentos por el rfo Guapo	<p>Desviación del rfo hacia la laguna:</p> <p>Movimiento de tierra debajo de la presa:</p> <p>Erosiones en la cuenca:</p>	<p>Alternativa primaria: Bloqueo del Madre Casañas y desvío de las aguas a través de los pantanos.</p> <p>Alternativa secundaria: Permitir el desarrollo natural del Delta.</p> <p>Control de la erosión.</p> <p>Identificar y señalar en un mapa los cursos de agua que afluyen aguas abajo de la presa y delinear la hoya.</p> <p>Establecer zona protectora al Rfo Guapo y sus afluentes.</p> <p>Ampliar la jurisdicción del P.N. Laguna de Tacarigua, para incluir estas zonas.</p> <p>Ampliar el control de erosión en todos los sitios de desarrollo que se encuentran dentro de la hoya.</p>	<p>Determinar el área de inundación y el flujo de agua hacia la laguna en la estación húmeda.</p> <p>Evaluar y si es necesario alterar el nuevo delta para asegurar la difusión del flujo de agua hacia la laguna.</p> <p>Medir el crecimiento del delta.</p> <p>Medir el depósito de sedimento y los cambios batimétricos en el oeste de la laguna.</p> <p>Volver a la alternativa primaria si persiste la sedimentación.</p> <p>Inspección periódica del sitio, especialmente en el período de lluvias.</p> <p>Cumplimiento estricto de la Ley en la Zona Protectora.</p> <p>Vigilancia de la cuenca en busca de signos de erosión.</p> <p>Revisión de los métodos de control de erosión a fin de mejorarlos e incluir las nuevas fuentes de erosión.</p>	<p>Reducción de la erosión del cauce del rfo y canales.</p> <p>Reducción de la sedimentación y prolongación de la vida de la laguna.</p> <p>Reducción de la turbidez y aumento de la productividad primaria.</p> <p>Producción sostenida de la pesca.</p> <p>Medio de vida permanente para los pescadores y estabilidad continua para la comunidad de Tacarigua de la Laguna.</p>	<p>Erosión permanente del cauce del rfo y de los canales.</p> <p>Sedimentación permanente y aceleración progresiva en la conversión de la laguna en la llanura costera.</p> <p>Reducción del valor de la laguna para la pesca, la avifauna y como centro recreacional.</p> <p>Reducción del ingreso per cápita en Tacarigua de la Laguna por concepto de la pesca y el turismo.</p>
Interferencia de las aguas que drenan en la Laguna de Tacarigua.	<p>Presa sobre el Rfo Guapo:</p> <p>Efecto de dique de las carreteras:</p>	<p>Estudiar el balance hidrológico de la laguna.</p> <p>Mantener un flujo estacional mínimo de la presa.</p> <p>Hacer un estudio que determine los sitios donde la carretera obstruye el paso de las aguas hacia la laguna.</p> <p>Bajar las alcantarillas donde sea necesario.</p> <p>Prohibir el desvío de los cursos de agua con cualquier propósito.</p>	<p>Medir los cambios batimétricos y de salinidad en el oeste de la laguna.</p> <p>Evaluar y si es necesario aumentar o disminuir el agua a ser liberada por la presa.</p> <p>Previo estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir nuevas alcantarillas donde sea necesario.</li> <li>- Extender la jurisdicción del P.N. Laguna de Tacarigua para incluir la cuenca del Sur.</li> <li>- Diseñar un plan de manejo de cuencas para asegurar el flujo libre de las aguas a la laguna.</li> </ul> <p>Inspeccionar periódicamente las alcantarillas.</p>	<p>Mantenimiento de las condiciones hidrográficas, comunidades bióticas, productividad y pesquerías.</p> <p>Medio de vida permanente para los pescadores y estabilidad de la comunidad de Tacarigua de la Laguna.</p>	<p>Disminución del flujo de agua dulce a la laguna y reducción del nivel de agua en la estación seca.</p> <p>Aumento de la temperatura del agua de la evaporación y de la salinidad y disminución del oxígeno disuelto.</p> <p>Mortalidad masiva de peces.</p> <p>Disminución del medio pesquero y reducción del ingreso per cápita para la comunidad de Tacarigua de la Laguna.</p>
Reducción y deterioro del habitat de manglares.	<p>Disposición de residuos sólidos:</p> <p>Complejo LAGUNAMAR</p>	<p>Implementar un programa de recolección y disposición de residuos sólidos.</p> <p>Limpieza de los manglares.</p> <p>Alternativa primaria: Rediseño del Complejo LAGUNAMAR por los promotores, D.G.A.A. e INPARQUES.</p> <p>Alternativa secundaria: Sellar todos los canales y áreas de percolación que comunican el complejo con la laguna.</p>	<p>Hacer cumplir la Ley que protege los manglares.</p> <p>Recoger y retirar los residuos sólidos.</p> <p>Inspecciones periódicas para lograr que los propietarios mantengan el crecimiento de los manglares en las orillas de los canales.</p> <p>Ninguna.</p>	<p>Producción de peces sostenida o aumentada.</p> <p>Medio de vida permanente para los pescadores y estabilidad de la comunidad de Tacarigua de la Laguna.</p> <p>Ninguno.</p>	<p>Disminución de la pesca y del habitat alimentario.</p> <p>Disminución de la productividad, pesquera y del ingreso per cápita por este concepto para la comunidad de Tacarigua de la Laguna.</p>
Intrusión del agua del mar.	<p>Proposición de construir una entrada permanente:</p>	<p>Dejar que continúe el ciclo natural de la formación de la barra frente a la boca.</p> <p>Colocar frente a las oficinas del P.N. Laguna de Tacarigua un poste de marcaje y señalar en él el nivel máximo de la laguna.</p>	<p>Apertura de la boca sólo por las Autoridades de INPARQUES.</p>	<p>Mantenimiento del régimen de salinidad usual dentro de la laguna.</p>	<p>Aumento de la salinidad con posibles cambios en las comunidades bióticas actuales.</p>