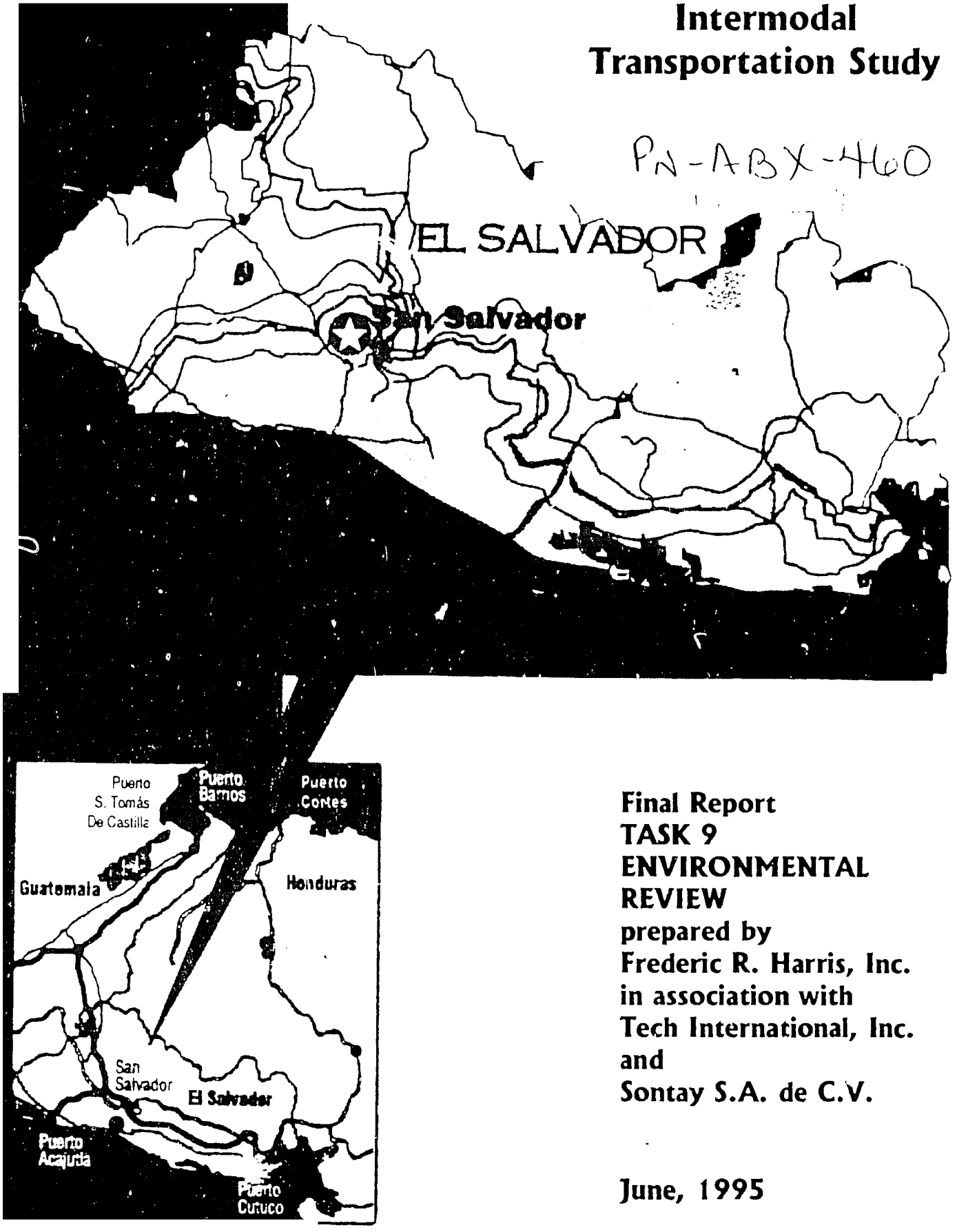
GOES/USAID
Mission to El Salvador
Intermodal
Transportation Study

PN-ABX-460



Final Report
TASK 9
ENVIRONMENTAL REVIEW
prepared by
Frederic R. Harris, Inc.
in association with
Tech International, Inc.
and
Sontay S.A. de C.V.

June, 1995

Frederic R. Harris, Inc.
Condominio Parque Residencial Altamira
Edificio " G " Local 11 y 12
San Salvador, El Salvador
Tel.: 273 - 5755
Tel y Fax : 273 - 5735

HARRIS

San Salvador, June 16, 1995

Mr. Ernesto Girón, CTO
USAID Mission in El Salvador
San Salvad r, El Salvador

Ref.: Intermodal Transportation Study
Contract No. 519-0394-C-00-4112-00
Final Report, Task 9

Dear Mr. Girón:

In compliance with section C.3.6 of above referenced contract enclosed herewith are 10 (ten) copies, in English, of the Final Report of Task 9, **"Environmental Review"**.

We are calling this "Final Report " rather than "Final In - Depth Report " to better reflect its content.

Sincerely yours,

José H. Cosío, P.E.
Team Leader

PN-ABX-460

TASK 9

ENVIRONMENTAL REVIEW

INDEX

		Page
Glossary of Terms		vi
9	ENVIRONMENTAL REVIEW	9-1
9.1	Introduction	9-1
9.1.1	Background	9-1
9.1.2	Objectives	9-1
9.1.3	Scope	9-1
9.1.4	Methodological Criteria for Environmental Assessment	9-1
	a. Prepare an Environmental Reference Framework	9-2
	b. Project Description	9-2
	c. Environmental Classification of Projects	9-3
	• Projects with Low Environmental Impact	9-3
	• Projects with Limited Environmental Impact	9-3
	• Projects with Serious Environmental Impact	9-3
	• Projects Totally Conflictive with Environment	9-3
9.1.5	Organization of the Environmental Review Chapter	9-4
9.2	Institutional and Legal Aspect	9-4
9.2.1	Present Institutional Aspects	9-4
9.2.2	Environmental Legal Aspects in Force	9-6
9.2.3	International Agreements and Treaties	9-8
9.2.4	Proposed Environmental Legal Aspects	9-9

9.2.5 Proposed Institutional Aspects in the draft of Law to Protect Environment 9-10

a. Decision Taking Level 9-10

b. Support Level 9-10

c. Social Participation Level 9-11

d. Execution Level 9-11

9.3 Environmental Frame 9-12

9.3.1 Environmental Problems of El Salvador 9-12

a. Deforestation 9-12

b. Erosion and Soil Loss 9-14

c. Genetic Erosion 9-15

- **Fresh Water Fish** 9-17
- Amphibious 9-17
- Reptiles 9-17
- Birds 9-17
- Mammals 9-17
- Invertebrates 9-17

d. Environmental Pollution 9-18

9.3.2 Project Surroundings 9-20

a. Life Zones 9-20

b. Protected Areas 9-21

c. Cultural Patrimony 9-27

d. Indigenous Population 9-29

9.3.3 Environmentally Critical Areas 9-30

9.3.4 Environmentally Sensible Areas 9-33

9.4 Bank of Projects 9-33

9.4.1. Road Projects 9-33

a. Routine and Periodical Maintenance 9-34

b. Road Improvements Projects 9-35

c. Construction of New Roads 9-35

9.4.2 Railroad Projects 9-35

a. Reconstruction Projects 9-36

b. Construction 9-36

9.4.3 Port Projects 9-38

a. Acajutla Port 9-38

b. Cutuco Port 9-40

9.4.4 Airport Projects 9-41

9.5 Environmental Assessment 9-41

9.5.1 General Environmental Issuess 9-41

a. Main Potential Negative Environmental Effects, Produced by Both Railroads and Highways. 9-41

- Direct Effects: During Construction 9-41
- Direct Effects: Permanent 9-41
- Indirect Effects 9-42

b. Main Negative Potential Environment Effects, Produced by Harbor Projects. 9-43

9.5.2	Projects of Low Environmental Impact	9-44
9.5.3	Projects of Moderate Environmental Repercussions	9-45
9.5.4	Projects of High Environmental Repercussions	9-45
9.5.5	Summary of Environmental Impacts	9-48
9.6	**General Recommendations**	**9-52**
9.6.1	Environment Protection Guide for Projects which do not Require Environmental Impacts.	9-52
9.6.2	Preparation of Limited Environmental Impact Studies	9-53
9.6.3	Preparatoin of Detailed Environmental Impact Studies	9-53
9.6.4	Environmental Impact Studies for Port Projects	9-54
	Bibliography	

LIST OF TABLES

		Page
Table 9.2.1	Institutional Related to Environment	9-6
Table 9.3.1	El Salvador Atmospheric Polluters Produced by Consuption of Energy in 1992,	9-20
Table 9.3.2	Life Zones of El Salvador	9-21
Table 9.4.1	Highway Projects	9-34
Table 9.4.2	Railroad Projects	9-38
Table 9.4.3	Port Projects	9-40
Table 9.5.1	Environmental Effects of Road Projects	9-49
Table 9.5.2	Environmental Effects of Railroad Projects	9-50
Table 9.5.3	Environmental Effects of Port Projects	9-50

LIST OF MAPS

9.1	Salvadorean System of Protected Areas	9-23
9.2	Archeological Sites	9-28
9.3	Critic Environmental Areas	9.31
9.4	Sensitive Environmental Areas	9.32
9.5	Highway Projects	9-37
9.6	Railroad Projects	9-39

LIST OF PHOTOGRAPHS

Photograph No. 1	Deforestation of the Lempa River	9-13
Photograph No. 2	Apperance of the River's shore	9-16
Photograph No. 3	Use of the right of way in San Salvador	9-46

LIST OF ANNEXES

Annex 9.3.1	Tables
Annex 9.3.2	Archeological Periods
Annex 9.6.1	Environmental Guide for Projects that do not require Environmental Impact Study.
Annex 9.6.2	Elaboration Process for specific reference terms for Environmental Impact of each Project.

GLOSSARY OF TERMS

ANDA	Administración Nacional de Acueductos y alcantarillados
BID/IDB	Banco Interamericano de Desarrillo
CCA	Consejo Consultivo del Medio Ambiente
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Rio Lempa
CENDEPESCA	Centro de Desarrollo Pesquero
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CITIES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre
CONAMA	Consejo Nacional del Medio Ambiente
EIA	Evaluaciones de Impacto Ambiental
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
ISAM	Instituto Salvadoreño de Administración Municipal
ISDEM	Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MIPLAN	Ministerio de Planificación, Coordinación y Desarrollo Económico
MOP	Ministerio de Obras Públicas
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMS	Organización Mundial de la Salud
REDPANAIRE	Red Interamericana de Muestreo de Aire
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SEMA	Secretaria Ejecutiva del Medio Ambiente

SINAMA	Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente
SISAP	Sistema Salvadoreño de Areas Protegidas.
UAS	Unidades Ambientales Sectoriales

9 ENVIRONMENTAL REVIEW

9.1 INTRODUCTION

9.1.1 Background

The environment is more frequently presented as a concern of main importance in development projects, specially when these involve engineering works which may alter the conditions of a region.

Transport projects are associated with environmental problems, directly, as environmental impacts are caused as a result of technological actions, or indirectly, when inducing changes in regions that become accessible and therefore making profitable the commerce of natural resources, such as: wood, ornamental or medicinal plants, and animals, such as pets, ornamentals, skin/furs and/or meat.

For this reason, many institutions, as international banks, do not lend money for environmentally conflictive projects and demand the incorporation of the environment variable in development projects to be considered.

This report was prepared in order to assist with this concern, taking into consideration the direction the MOP environmental unit is taking. To this purpose, two meetings were held: one with the UAS personnel and one with the international consultant advising them.

9.1.2 Objectives

The fundamental objective of the environmental review is to carry out a pre-evaluation of projects, identifying main conflicts present in these and their surroundings, in order to serve as one more decision making tool about them.

9.1.3 Scope

The porpuse of this analysis is to environmentally pre-evaluate projects, identifying their main foreseeable problems , and therefore, is not specific environmental impact study for none of these. Such a study should be developed in some of the cases to carry out a Plan for Specific Environmental Management and involve costs of mitigation measures within the financial package of the project.

9.1.4 Methodological Criteria for Environmental Assessment

The utilized criteria for the environmental assessment of projects are in first instance those recommended by international lending agencies, specifically by the World Bank (1992), Technical Papers No. 139 and 140. These criteria are also accepted and applied by the IDB.

10

These criteria are compatible with SEMA's criteria given in their Environmental Agenda and the directives given in the draft of the Law for Environmental Protection.

Once this Law is regulated in its Article 33, concerning Environmental Impact Studies, the specific studies to be carried out for proiects under analysis, must follow those directives.

The methodological Criteria for Environmental Assessment of this Environmental Review were the following.

The following methods were applied in order to carry out an environmental assessment of the bank of projects:

a. Prepare an Environmental Reference Framework.

Consists in the preparation of an initial analysis of the general environment problems in the Republic of El Salvador, specially in aspects which directly or indirectly may be related with the environmental problems of transport and its infrastructure. For such reason problems such as deforestation, soil erosion, loss of biodiversity or genetic erosion and environmental contamination were analyzed.

Subsequently, subjects of specific interest to the projects' surroundings are evaluated, as an environmental base line, in order to identifi of the most important environmental conflicts within the projects and surroundings.

Climatology is specifically addressed, in relation to rainfall; hydrographic basins and aspects related with physical risks, in which are involved seismic risks, landslidings and floods, volcanic risks and topography.

Aspects related with life zones, areas protected by SISAP and with cultural patrimony, are likewise analyzed.

With this information, thematic maps were prepared and through the technique of superposition of maps, two environmental synthesis maps were prepared; one of these present which are the environmentally critical areas for project's surroundings, and the second one, the environmentally sensitive areas.

b. Projects Description.

This description consists in a brief enumeration of projects set forth, at the level that the state of information allowed , since some of the projects were more defined, while some simply appear as probable corridors in which they may be carried out.

c. Environmental Classification of Projects.

Independent of their geographic location, projects present per se an environmental complexity which is directly related with technical activities of the same. Therefore, lineal projects were classified in increasing order of environmental complexity, such as rehabilitation projects, expansion projects, and projects for construction of new roads, or railways.

For non-linea projects, as in the case of ports or stations, these were likewise classified from a technical complexity point of view, evaluating wheter or not works are required in water, important earth moving or important dredging.

After the technical classification of the projects, these were geographically located, in order to superpose them on the thematic maps of environmentally critical areas and sensitive areas.

Under these criteria, projects were classified in four categories:

- Projects with Low Environmental Impact.

These projects because of their characteristics do not require the carrying out of environmental impact studies; adoption of some limited regulations of environmental protection would be enough.

- Projects with Limited Environmental Impact.

These projects require a limited study of environmental impact, which must focus on specific aspects seen as negative for the environment, for which some specific mitigating measures must be designed.

- Projects with Serious Environmental Impact.

These projects require detailed studies of environmental impact, which must provide a definitive concept about their environmental viability to be taken into consideration when designed. In addition, a specific plan of environmental management must be carried out. This should include an analysis of mitigation measures costs in order to incorporate them into project costs for corresponding budgetary allocations.

- Projects Totally Conflictive with Environment

These projects must be rejected because of environmental considerations.

9.1.5 Organization of the Environmental Review Chapter

The present chapter is an analysis of institutional and legal aspects, environment problems which in a direct or indirect way could be related to the transport sector are reviewed.

Later on, the areas of influences of the projects are analyzed, and map of environmentally critical areas and sensitive areas are developed, so evaluation can be carried out.

A description is made of the projects, at their present development stage locating them geographically. Then the environmental evaluation and conclusions about their complexity and further evaluation needs are presented.

Annex 9.3.1 shows tables with the most relevant information for the implementation of the study.

Annex 9.6.1 has a Guide of Environmental Protection for projects not requiring studies on environmental impact.

Annex 9.6.2 shows a Procedure Guide to elaborate specific terms of reference for environmental impact studies.

9.2 Institutional and Legal Aspects

In El Salvador, institutional and legal aspects related to environment, are little developed, existing some institutions responsible for environmental management and some legislation in force.

This situation is in the process of transformation because there is, under study a Project of a Law to Protect Environment.

9.2.1 Present Institutional Aspects.

At present exists an Executive Secretary of Environment (SEMA) exists, created by decree number 19, dated July, 1994. SEMA is part of the Ministry of Planning and Coordination of Economic and Social Development (MIPLAN).

According to Article 3, SEMA's primary objective is the coordination and follow up of the environmental and natural resource management, as well as, elaboration, development and accomplishing of the National Strategy of Environment. In addition, it is the major authority on technical environmental subjects.

Nevertheless, SEMA already existed as a Secretary of the National Council of Environment (CONAMA), which was created by Executive Decree No. 73, dated December 18, 1990 and started operations in 1992.

There is a series of Sectori Environmental Units (UAS), under various sector authorities, in ministries and others, and the Executive Commission of the Lempa River (CEL) which, according to its Act is responsible for the environmental management of the basin.

Table 9.2.1 shows a list of said institutions, some of which are receiving technical cooperation from IDB, to achieve institutional strength.

This cooperation includes support to carry out the Environment Evaluation System, the Environment Information System and matters concerning environmental legislation.

At the same time, the UAS are in the process of being established, and prepare their own guidelines for environmental evaluations. Test units are receiving advisory services financed by the IDB. These advisory services are also being given to SEMA, ISDEM, ANDA and the Environment Unit of the MOP.

In a second stage of this IDB technical cooperation, the same advisory services will be extended to the Health Ministry, Ministry of Agriculture (MAG).

TABLE 9.2.1
Institutions Related to Environment

Field of Action	Institutions
Natural Resources	Ministry of Agriculture and Cattle Breeding (MAG) Municipalities Ministry of Public Health and Social Assistance Center of Fishing Development (CENDEPESCA)
Air	Ministry of Labor University of El Salvador MAG Ministry of Public Health and Social Assistance
Water	Ministry of Public Health and Social Assistance National Administration of Water and Sewerage (ANDA) MAG Ministry of Planning and Coordination of Economic and Social Development (MIPLAN) Ministry of Public Works (MOP) Municipalities Executive Commission of the Lempa River (CEL)
Soils and Forests	MAG CEL
Electric Power	Ministry of Public Health and Social Assistance CEL
Minerals	Ministry of Public Works CEL
Landscape	Salvadorean Institute of Tourism MAG
Natural and Cultural Heritage	Ministry of Education

Source: SEMA 1994

9.2.2 Environmental Legal Aspects in Force

The Political Constitution of El Salvador, states in Article 117 that the protection, preservation and improvement of natural resources will be subject to reglamentation.

For the current analysis, several sources were consulted, like Castillo (1995), SEMA (1994) and Salvadorean Institute of Environment (ISAM) (1991); as well as some mentioned decrees.

At present, environmental reglamentation is disperse and in many cases it lacks necessary reglamentation.

Some codes refer to environmental aspects specifically as follows:

Municipal codes: in Article 4, pertaining to powers of the municipalities, numeral 10 states that, the increase and protection of renewable and non renewable resources pertains to the municipalities.

Code of Health: Determines conditions for industrial installations that could generate health risks; and how to bring into the Country species of flora and fauna and dangerous minerals.

Among main Decrees related to environment protection and natural resources are the following:

Executive Decree No. 73, dated December 18, 1990, that creates the National Council of Environment (CONAMA).

Decree No. 19, dated 1994, that creates SEMA.

Regulation of the law about Integrated Management of Hydro Resources which directs MIPLAN, to prepare regulations concerning the disposal of served waters, industrial or mineral wastes or any other active or passive use of water, that may contaminate such resource.

Executive Decree No. 50, dated October, 1988, regulation about water quality control of waste water and protection of areas against pollution.

Forest Law or Decree 268, dated February, 1973, which according to SEMA's opinion is already obsolete and the Law of Protection of Fishing Resources, that empowers CENDEPESCA in this field, though there is duality of functions with MAG. CENDEPESCA has issued rules for sea species protection, such as dolphins, turtles and lobsters.

In the Law of Highways and Rural Roads, set through Decree 463, dated 1969, there is only prohibition to leave solid wastes alongside the ways as the only reference to environmental aspects.

Finally, there is a Special Law of Protection to the Cultural Heritage of El Salvador corresponding to Decree No. 513, dated April, 1993, which Chapter IV, Article 26, rules that owners or possessors of cultural goods, are obligated not to do any work that may affect or harm them, without obtaining a previous authorization from the Ministry of Education.

Article 30 orders that should any good be in imminent danger of being harmed or destroyed, the Ministry will take necessary protection measures and set penalties for infractors.

Article 41 states that once procedures are started to acknowledge a cultural site (which also includes possible ruins of archeological value), granted permissions to carry out sub-division work, construction or demolition will be stopped. Likewise, any work started will be stopped and will not be continued without permission from the Ministry and under supervision of Ministry's delegates. That permission will be canceled at any moment the Ministry considers it necessary to preserve the cultural site.

9.2.3 International Agreements and Treaties

The Republic of El Salvador, according to SEMA, is signatory of some international agreements and treaties about environment, such as:

-Convention for the Protection of Flora and Fauna, and the Natural Scenic Beauties of American Countries, in force since 1942.

-International Convention for plant-protection, since 1953.

-Convention about Defense of Archeological and Artistic Heritage of American Nations (San Salvador Convention, 1980).

-Convention of United Nations about Maritime Rights, 1984.

-Convention about International Trading of Threaten Wild Flora and Fauna Species, Cites in force since 1987.

-Central American Agreement for Environment Protection, 1989.

-Central American Commission of Environment and Development (CCAD), 1990.

-Basilea Agreement about control of Transfrontier Movements of Dangerous Wastes and their removal, 1991.

-Vienna Agreement for Ozone Shield Protection, signed by adhesion, 1992.

-Montreal Protocol, related to substances that exhaust ozone shield, signed by adhesion in 1992.

-Regional Pact about Transfrontier Movements of Dangerous Wastes, signed in 1992.

-Agreement about Biologic Diversity, signed on the Earth Meeting, ECO 92, ratified in 1994.

-Agreement about climatic changes, ratified in 1994.

9.2.4 Proposed Environmental Legal Aspects

There is a Project of Law to Protect Environment being discussed in the Assembly.

Provided this law is approved, besides institutional organization, the law has some very beneficial characteristics concerning regulations for environmental protection.

Some important aspects of said law are the following:

The Declaration of Public Order and of National Interest the protection, preservation and improvement of the environment.

The Consultive Council of Environment, (CCA) creation as a social participating organism. This is considered of exceptional importance because it allows social participation in the environmental field, a trend of environmental legislation in many countries in the world.

Environmental inclusion in plans and development projects and in programs of pubiic investment.

Obligatory environmental education at all levels, from preschool to superior. This is an objective that if truly applied with adequate intensity and structure, will provide environmental long term benefits to the country.

Referring to environmental management, a territorial order is under study, expressed in terms of ecologic-economic rule, which will be obligatory in development planning at all levels, including a Plan of Territorial Development.

SEIA is creation, which was analyzed within the institutional aspects, is generally well conceived. But in the Consultant's opinion, it should be regulated to avoid institutional conflicts of interests, specially for some ministries, as MOP.

Inclusion of environmental Impact Studies and statements. This article number 33 of the draft Law, will have to be subjected to a sector specific regulation to avoid inclusion generic terms of reference for EIAs preparation.

Inclusion of a Register of Renderers of Services for Environmental Impact Evaluation Studies. This article is also important in order to obtain good quality consultants in the field.

Creation of a National Environment Information System. This is also considered a major concern for the knowledge of environmental problems, since many EIAs generate valuable information, that is often lost by the country's institutions. At this level systems of geograpnic information must be included as well as interconnection with SEMA, and electronic mail systems to get access to other countries environmental information.

Creation of the Salvadorean System of Protected Areas (SISAP). This is of particular importance to try to rescue and protect some species of flora and fauna in danger of extinction. Later on we will deal in more detail about protected areas.

Protection of landscape resources as a state's duty. This point concerns directly to the MOP, since landscape effects are one of the most common impacts produced in road construction and other infrastructure works.

The remaining articles are in general well directed, and because they do not directly affect transport infrastructure aspects, they are not hereby analyzed in detail.

9.2.5 Proposed Institutional Aspects in the Draft of Law to Protect the Environment

In the draft Law to Protect the Environment, as the Consultant had the opportunity to analyze it, the institutional organization concerning environment would be as follows:

A National System of Environment Management (SINAMA), understood as the integration and coordination of all sector actions with a global focus that allows the definition and carrying-out of the national environmental policy, under SEMA's coordination. SINAMA will act at four levels:

a. Decision Making Level:

This level is understood as one at which final decisions, will be taken by SEMA within SINAMA.

b. Support Level:

The group of relationships SEMA will keep with organisms that due to their prominence of function must give or receive imputs needed for efficient environmental management. This will be made up by representatives of the:

Legislative Assembly.
National Financial System.
Public Ministry.
State Secretaries.

The Environmental Fund of El Salvador.

c. Social Participation Level:

Group of relationships which allows SEMA to obtain criteria and information about environmental conditions in the country with the active participation of the people, to protect the environment and apply environment regulations, as well as support and assist environmental management. This will ease the updating of the National Strategy, for Environment. It will conform the Consultative Council for Environment (CCA), made up by the following organisms:

A representative from the private sector.
A representative from the trade unions.
A representative from the professional associations.
A representative from environmental non-government organizations (ONGs).
A representative from institutions of Superior Education.
A representative from Mayors of the country.
A representant of the educational and scientific institutions.
A representative from political parties.
Three representatives from the public sector, nominated by the President of the Republic.

d. Execution Level:

Group of relations and actions to carry out the orders, to improve environmental quality. It will be conformed by the various sectors involved in environmental management, represented, initially, by the following institutions:

Ministry of Economy
MAG
Ministry of Public Health and Social Assistance
Ministry of Education
MOP
Vice-Ministry of Housing and Urban Development
ANDA
Executive Hydroelectric Rio Lempa Commission
ISDEM

In addition, UAS are created for all entities mentioned above, with their own staff and with the commitment to ensure that institutions in which they are located carry out their mandate in the environmental management and natural resources and with the specific function of supervising, coordinating and following up the policies, plans, programs, project and actions and to accomplish pertinent regulations in the institutions as well as in the sector.

Inside of what has been called Evaluation System of Environmental Impact (SEIA), UAS will be in charge of authorizing Environmental Impact Studies, for works, activities or private projects in their sector, as well as to issue the corresponding Environmental Impact statement, under SEMA's supervision. To coordinate their work, an UAS committee will be created according to the law.

For the Consultant, it is very significant that SEMA perform a strict supervision, since if UAS were given much power, it would make of them institutions that will be at the same time judges and defenders of their own projects. This would create conflicts of interests and a duality of functions. The need to create a UAS committee is not clear, since such coordination would be handled by SEMA.

For this reason, it would be wise that, by law, environmental permits were issued only by SEMA following a review of the Environmental Impact Studies approved by the UAS.

To minimize bureaucracy, the UAS should have only the necessary staff, not more than 4 or 5 persons, forming an interdisciplinary group.

The recommended numerous multi-sectorial committees will hardly be operative. Direct coordination by SEMA would be necessary.

9.3 Environmental Frame of Reference

The environmental situation of El Salvador is esencially complex due largely to a situation of extensive poverty, a large institutional weakness and by the armed conflict the country suffered in the last decade, which lead to an unwise use of natural resources.

9.3.1 Environmental Problematic of El Salvador

Among the environmental problems of El Salvador, the most critical are: Deforestation, erosion and loss of soils, genetic erosion or loss of biodiversity and environment pollution. In this report a general analysis of these problems will be carried out.

a. Deforestation

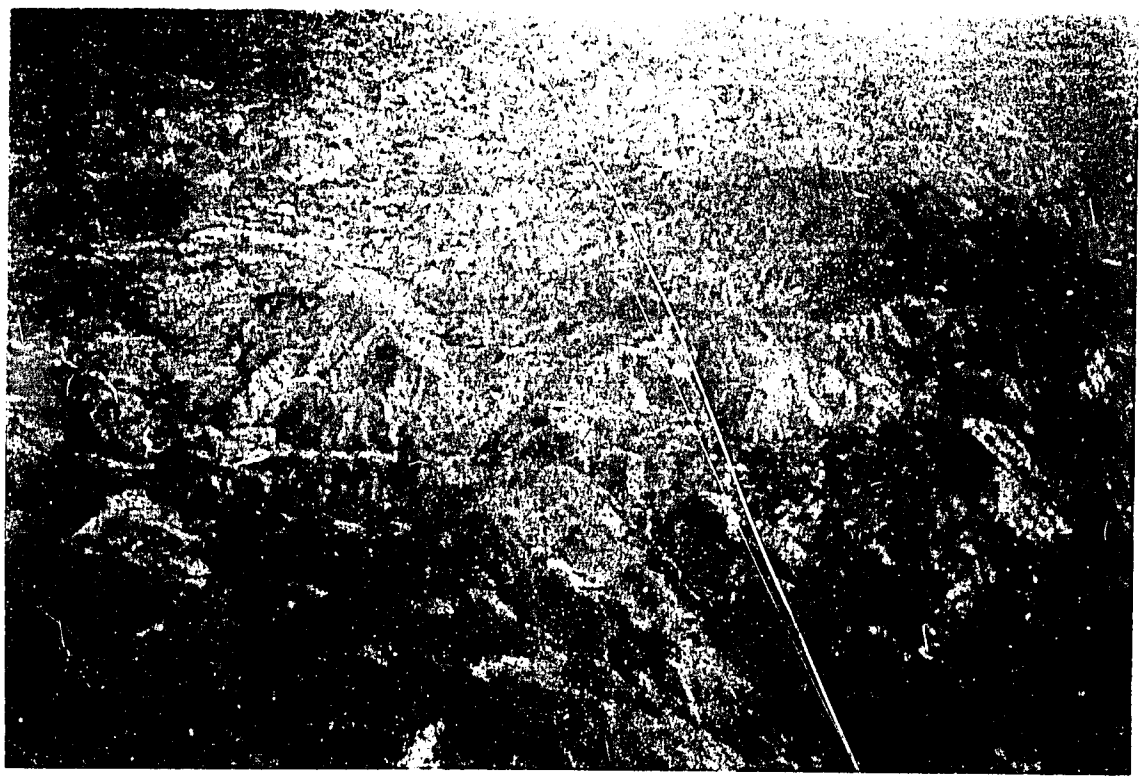
Deforestation in the country shows a truly worrisome panorama, shown by last figures from different studies such as, Ferrer (1994), Current and Juarez (1989), Castillo (1995) and SEMA (1994).

According to SEMA, El Salvador had, on year 1,500, a 95% of its territory covered by forests. Castillo then points out that by 1,900, a 10% of the surface of the country was covered by forest and by 1,946 that area had been reduced to 8.3%. This author mentions deforestation rates of 10,000 hectares/year which compared to the size of the country and

21

to the area that should be protected by SISAP (36,000 hectares) is too high and if trends keep going so, for year 2,000 there wouldn't be any natural forest in El Salvador. Picture No. 1 illustrates this situation.

Photograph No. 1



Deforestation in the Rio Lempa basin. This situation is worrisome to the country.

SEMA reports that for 1994 total forest covering the country was 12% but only 2% of the surface in the country has mature natural forests.

Deforestation causes are varied. First, according to Current and Juarez (1992), there was a historic expansion process of the agricultural frontier, since the introduction of first export crops during the colony up to the 1970s.

The first agriculture expansion was by indigo plant crop, obliterating significant forest areas, to make the crop possible, as well as to satisfy energy needs in processing.

Afterwards, forests were cut down in order to crop coffee, process which grew considerably between 1,920 and 1,980, on mountain zones.

Between years 1,950 and 1,956, significant deforestation took place on coastal plains, to crop cotton.

Beginning with the 1960s decade, there was an increase in cultivation of sugar cane at the expenses of a big quantity of forests that covered intermediate valleys. Nevertheless sugar cane does not became later on a consumer sector because it provides itself with its waste pulp.

The second largest source of deforestation is the enormous population dependance on firewood. (calculated on about 75% of the total, most at poverty conditions, according to Castillo, and in 45% according to SEMA).

Mansur (1,990) points out, that El Salvador has an annual consumption of 4.9 millions m^3 of basic forest products, such as firewood, posts, sleepers and sawed wood, of which 93.5% corresponds to firewood.

Castillo and several other authors mentioned by him, state that agricultural frontier expansion has concluded, because of soil exhaustion; this could result in being firewood being the primary factor in further deforestation, though he analyses that there are other sources, such as coffee plantations in a renewal process, and abandoned lands.

b. Erosion and Soil Loss

This phenomenon has occurred, due mainly to deforestation, but also as a consequence of unwise handling of soils in agriculture and also livestock labor.

This situation is specially serious if it is considered that there are literally no new lands to incorporate into agricultural production.

According to SEMA, 46% of the surface of the country is apt for agricultural use due to its soil characteristics and contours and only 17% has potential for intensive agricultural use. It also states that 47% of the land with potential intensive agricultural use is being paradoxically underused.

A 48% of the country's territory is land of forestall aptitude or corresponds to protected lands that should not be used for agriculture. The balance 6% corresponds to lands occupied by water bodies, lava, urban areas and service infrastructures.

The erosion problem is specially serious on the Lempa River Basin; but according to Castillo, approximately two-thirds of the El Salvador soils show some erosion problem, of

major or minor intensity. However, the Consultant in an overflight , of the center and northern part of the country, could not observe massive landsliding or earth mass displacements.

At present, 62% of all hydroelectrical resources are located in the Lempa River Basin, the most important basin in El Salvador, (which is shared with Honduras and Guatemala). Erosion of said basin affects seriously the usefulness of three dams existing along this river.

It has been calculated that between 1,977 and 1990, approximately 1,000 gigawatts have not been produced due to sedimentation in this three dams and to changes in the hydrologic regime of the basin as a consequence of deforestation. It is estimated that at the Cerron Grande Dam there is a sedimentation rate of 7 millions m^3 / year.

The problem is aggravated because, to the erosion and deforestation phenomena climatic changes are added, resulting in the deterioration of recharging the hydrographic basins and hydric resources. In Picture No. 2 this phenomenon is clearly shown.

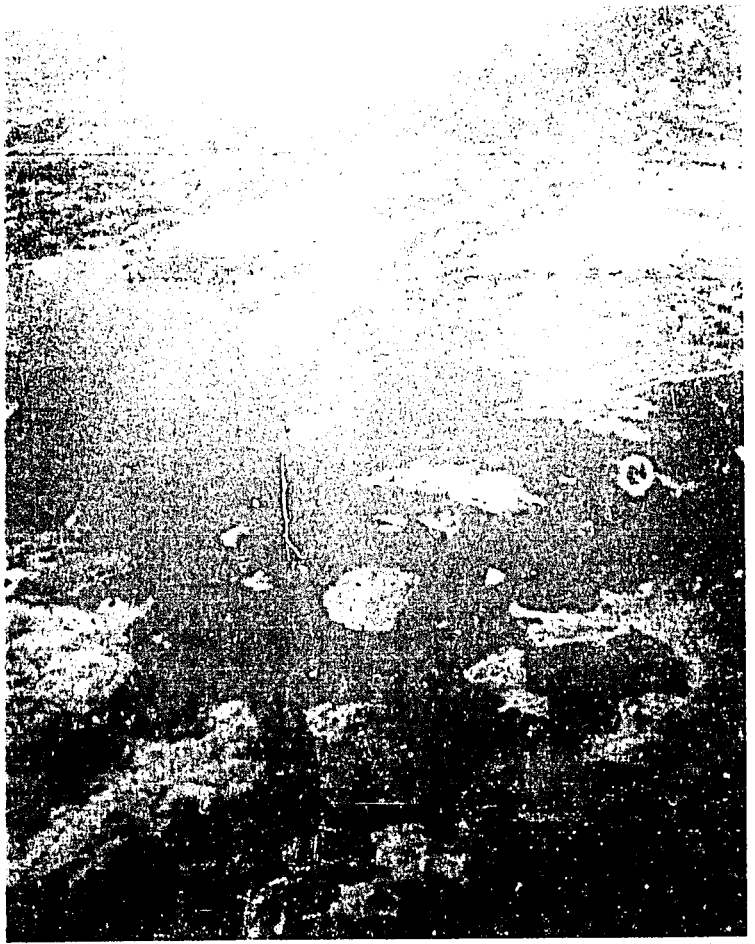
c. Genetic Erosion.

Genetic erosion is understood as the loss of the biodiversity, or impoverishment of the ecosystems due to the vanishing of the species that conform them.

In El Salvador there is a serious problem of loss of biodiversity, not only because of vanishing of habitat which goes along with the deforestation process, but also for indiscriminate hunting of animals for their meat or skin, or even with the unjustified only purpose of sports hunting, or gathering of plants for decoration purposes.

There is even, the hunting of some species for the beliefs that an animal may be dangerous, such as snakes or that they have medicinal or aphrodisiac virtues.

PHOTOGRAPH NO. 2



Appearance of the Lempa River, main hydro-electric resource of the country, where it is impossible to observe a tree.

The problem of genetic erosion in El Salvador gets worse because there is a high rate of animal and vegetal endemisms, that is, animals and plants that only exist in a certain region.

Endemisms can occur at two levels; locally, which is species located in certain places of the country, but eventually, there may be isolated populations in other places of the country as well as outside of it; and absolute endemisms, when a species is located in a unique place.

Under natural conditions, these species are capable to survive with no major problems, but when human intervention starts, or due to natural factors they are faced with the modification or destruction of their habitats, these species are the weakedest and may disappear inmediatelly. That is why they are considered as threaten species or in extinction, specially if they are absolute endemisms, since the extinction risk becomes global.

In El Salvador, the following number of animal species (endemic or not), has been reported at risk of extinction , according to the Environmental Profile of El Salvador.

- Fresh water fish

Three threatened species and two at risk of extinction have been reported

- Amphibious:

One threatened species and two at risk of extinction have been reported

- Reptiles:

Crocodiles: two threatened species have been reported.
Small lizards: four threatened species and three at risk of extinction have been reported.
Turtles: three threatened species and four at risk of extinction.
Serpents: three threatened species and three at risk of extinction.

- Birds:

Among birds, the list is more extense, having registered twenty six threatened species, forty-two in risk of extinction and nine probably extinct.

- Mammals:

The report mentions about nine threatened species, seven at risk of extinction and three extinct.

However, according to Janson (1981), these numbers are even higher with regard to mammals, being twelve the species at risk of extinction, without counting the bat species, which may be threatened by the vanishing of their habitats.

- Invertebrates:

There are no inventories or partial lists of endemic invertebrate species and/or at risk of extinction.

Concerning vegetation, the list is more numerous, 125 species, which include a significant proportion of endemisms, and some, that not being endemics are in danger, because they are wanted, specially decorative plants, such as orchids. Table 1 of Annex 9.1 shows said list.

26

The problem of genetic erosion or loss of biodiversity has caused important movements around the world and affects tropical zones more intensively, because biodiversity as their main asset. For instance, birds diversity in El Salvador is high, having been reported 499 species, corresponding to 60 taxonomic families.

d. Environmental Pollution.

River pollution is considered as one of the environmental problems that primarily affects health in the country, considering that 90% of these are polluted by sewage, agrochemical substances and industrial wastes.

This situation is specially critical on the Lempa River, since its waters are used for electric generation, irrigation and drinking water. In addition it is attractive for tourism and fishing.

Ochoa (1975) points out that during a systematic monitoring carried out in 17 rivers around the country, from 1970 to 1974, high levels of pollution were found on rivers Suquiapa, Acelhuate, Tomayate and Las Cañas, which in addition to sewage discharges received wastes of different types, such as waters from coffee processing plants, distilleries and other industries, for which anoxic conditions were reported as well as for some sectors of the Lempa River.

Other rivers with low oxygen levels and high DBO_5 were Rio Grande in San Miguel, Sapuyo, Acahuapa and Rio Sucio.

In addition, there is thermal pollution on the Paz River, mainly when maintenance is carried out of some channels discharging into the sea from the geothermic plant in Ahuachapan. These waters, besides high temperatures, show high content of silicas and arsenic, and they are discharged into the sea with no previous treatment.

Atmospheric pollution is a worrisome problem, mainly in the urban area, since the automobil fleet, specially for public transportation is obsolete. The authorities do not demand mechanical revisions of vehicles, in order to verify that emissions adjust to international standards, since local regulations are not yet available.

In El Salvador, energy consumption at a domestic level is a source of pollution, being firewood the main combustible, followed by kerosene. The first produces as wastes, primarily carbon monoxide and air suspended solids, while the second produces a series of gases such as carbon monoxide, and dioxide, and hydrocarbons, as well as air suspended particles. This polluters are harmful to breathing, specially on children and aged people, who are the most sensitive the population.

At present, there is not a sistematic monitoring of atmosphere quality, though this existed from 1,970 to 1,982, as a part of Interamerican Network of Air Sampling (REDPANAIRE).

At that time, it was established that in the Metropolitan Area of San Salvador, the concentration level of particles in the air was increasing constantly, and at the end of the period it was over 100µgr/m^3, which is a reference to clean air.

Sulfuric anhydride (SO_2) is produced by combustion of petroleum derivates and causes irritation in breathing mucouses and in ocular tissue. This gas underwent a constant increase but at that time did not reach the 70µgr/m^3, permissible limit by the World Health Organization (OMS).

At that time, industrial areas did not exceed permissible limits, which indicated that mobile sources, such as automotive traffic, were responsible for emissions of sulfuric anhydride and particles.

Lead is an other major worrisome subject since it is used as a gasoline additive. In El Salvador lead free gasoline is solid in only small quantities and at a higher price.

This problem gets worse on peak congestion hours, because a high percentage of buses for public transportation have bad carburation conditions and their maintenance is poor.

OLADE (1,993) has issued recent estimates, for different sectors of the country, about global emission of atmospheric polluters generated by consumption of energy; this is not representative of real pollution levels, since dispersion coefficients vary according to representative atmospheric and topographic conditions of a specific zone. Table 9.3.1 shows these values.

Foy and Dalay (1989) state that there is an indiscriminate and massive use of agrochemical substances, indicating that El Salvador shows the highest indicators of intoxication by pesticides in Central America. The authors add that probably minor cases of intoxication are even not reported to authorities.

Dominguez and Paz, mentioned by SEMA, have reported residues of pesticides such as Methilparation, Ethilparation and paradoxion, have been found in shrimp tissues and several fish species, as well as inland waters and sea deposits.

TABLE 9.3.1

El Salvador: Atmospheric Polluters Produced by Consumption of Energy in 1992.
(thousands of tons)

Sector/polluter	SO2	NoX	HC	CO	CO2
Energy Infrastructure	0,43	2,30	0,05	0,11	0,66
Electricity Generation	0,40	2,20	0,05	0,11	0,60
Petroleum refinnerying	0,03	0,10	0,00	0,01	0,06
Consumption	2,18	24.10	7,30	24,90	6,40
Residential, Commercial	1,30	12,70	2,50	2,50	3,40
Industry and Public	0,80	5,80	0,90	1,00	1,30
Transport	0,70	6,60	3,90	21,30	1,70
TOTAL	2,61	26,40	7,35	25,01	7,06

Source: Statistics and Economic-Energy Indicators in Latin America and the Caribbean, 1993.

9.3.2 Project Surroundings

a. Life Zones

According to Hodridge (1977), six Life Zones or Plant Formations exists in the Republic of El Salvador, each one of these have their own climatologic characteristics. This system classifies the regions according to bioclimatological characteristics, accounting only the temperature ranges in which photosynthesis is active (from over 0°C) to breathing rates which does not surpass the one of photosynthesis (30°C).

This classification presents practical advantages since it allows an approximation to vegetation which is characteristic of these regions.

Such Life Zones are presented in Table N° 9.3.2, including the bio-climatologic characteristics of each one.

29

TABLE 9.3.2
Life Zones of El Salvador

LIFEZONES	BIOTEMPERATURE	AVERAGE ANNUAL RAINFALL (mm)	HUMID
Tropical Dry Forest	24 °C	>2 000	Subhumid
Tropical Humid Forest	< 24 °C	1.000-2.000	Humid
Subtropical Humid Forest	>24 °C	1.000-2.000	Humid
Subtropical Very Humid Forest	20-25 °C	2.000-4.000	Damp
Subtropical Very Humid Low Mountain	12-18 °C	2.000-4.000	Damp
Very Humid Montainous	6-12 °C	1.000-2.000	Damp

A Map of Life Zones of El Salvador exists, which is not reproduced in this report, considering it is not necessary at the detail level we are working here.

In relation to the coverage of each of these plant formations, it is important to note, that among others, the criteria observed in the selection of the Conservation Areas, is that the different Life Zones be represented. In such respect, we have the following figures of Life Zone coverage in the country.

Dry tropical forest = 17,640 ha, corresponding to 0.8% of the country's surface.
Wet tropical forest = 64,890 ha., which correspond to 3.9%.
Wet subtropical forest = 1,811,880 ha. corresponding to 85.6% of the territory.
Highly wet subtropical forest = 170,280 ha., corresponding to 8.1%
Highly wet subtropical low mountain forest = 33,750 ha., corresponding to 1.6%
Highly wet subtropical mountain forest = 360 ha.

b. Protected areas

Steps have been taken towards establishing as such, a system of protected areas in El Salvador, called SISAP, which pretends to be a instrument to unify the policies on the management of those areas, according to SEMA (1994).

According to the same document, the National Conservation Objectives are the following:

-Preserve representative samples of autochthonous biological zones in natural conditions.

-Preserve ecological diversity and processes which regulate environment.

-Preserve genetic resources as a base of national natural patrimony.

-Preserve relevant geological and paleontologic formations.

30

-Preserve sites, objects and traditions of cultural, historical and archeological value.

-Protect scenic beauty.

-Provide options to carry out technical and scientific studies and essays.

-Facilitate environmental interpretation and education.

-Promote opportunities for recreation, relaxation and tourism.

-Promote the recovery and restoration of natural resources.

-Preserve and take advantage of earth and aquatic wild life.

-Preserve sources of production of hydric resources.

-Contribute to control erosion and sediment deposits in basins.

-Promote the integral and sustainable use of natural resources.

-Promote the utilization of forest resources through the concept of sustainable use.

-Recommendations about conservation of natural resources in El Salvador started since the 1940s, when the country already presented high deterioration.

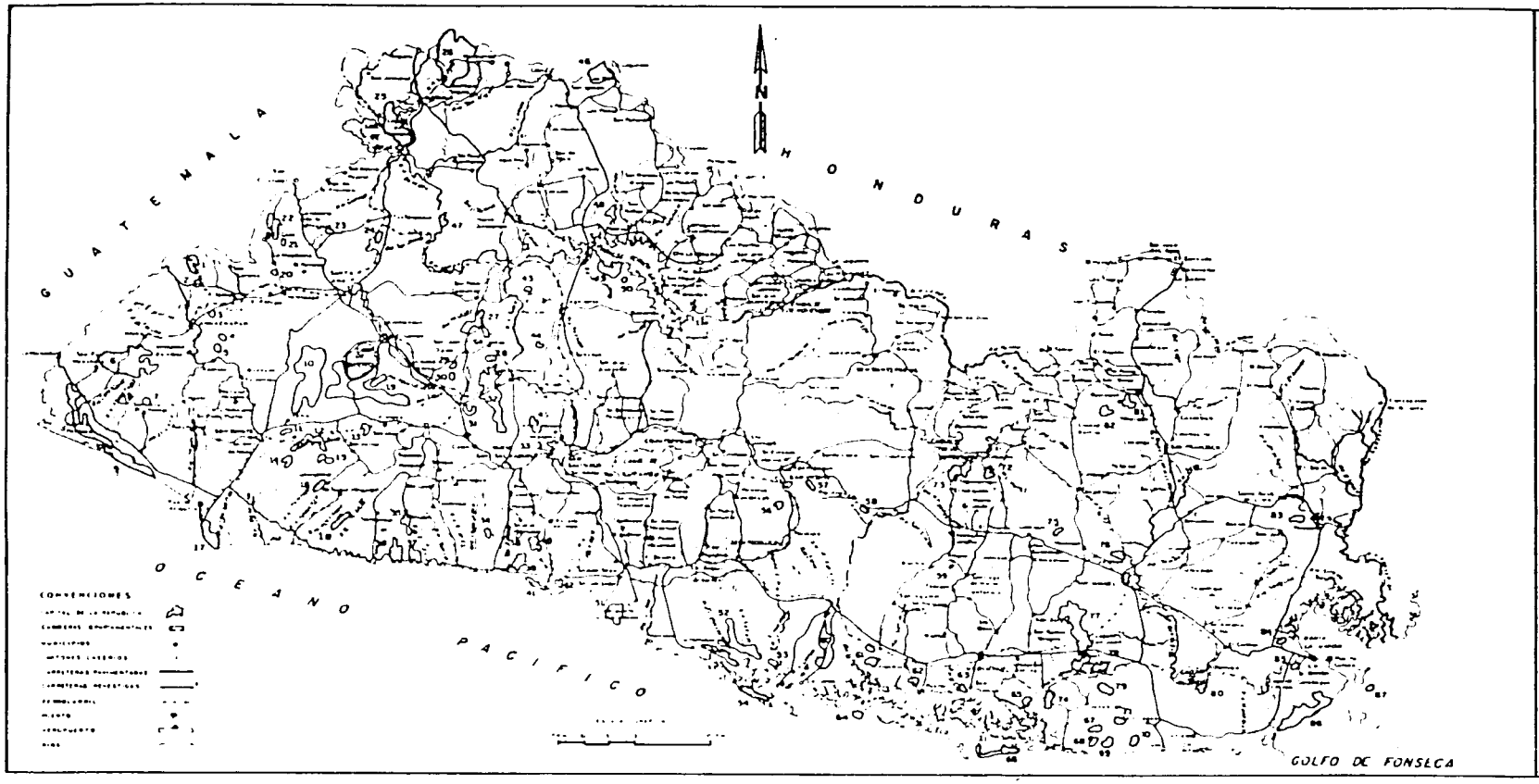
A National Park Service exists, assigned to the MAG, which in 1974 started the process of identifying and evaluating natural areas to establish Conservation Units. Coinciding, the General Direction of Cultural Patrimony, identified those areas with archeological, historic and ethnographic value throughout the country. These categories will be addressed afterwards in this study.

In 1987, 103 natural areas and 18 cultural areas existed, the majority of those did not have legal status yet. This areas are shown in Map Nº 9.1.

Some surroundings areas are grouped in that map, therefore the number in such map is 87. The grouped areas are listed in the map. A detailed list by departments and the corresponding areas is presented in Table 9A.3.2 of Annex 9.3.1.

It may be drawn to attention that many of the proposed zones show a very reduced area; therefore, they will hardly meet the majority of the objectives set forth above.

31



MAPA 9.1

SISTEMA SALVADOREÑO DE AREAS PROTEGIDAS

Areas protegidas por el SISAP
SISAP Protected Areas
(Ver listado atrás/ See list back)

9.23

MAPA 9.1
Sistema Salvadoreño de Areas Protegidas
(SISAP)

LEYENDA

1 El Junquillo
2 Tahuapa
3 La Labor
4 Laguna Verde
5 Laguna Las Nifas
6 Complejo: El imposible - San Benito - Las Colinas - El Salto - El Balsamero
7 Monte Hermoso
8 El Cortijo
9 Complejo: Santa Rita - Cara Sucia - El Chivo - La Barra de Santiago
10 Complejo: San Rafael - Los Naranjos - San Francisco - El Triunfo - San José - Miramar - San Isidro - Las Lajas
11 Buenos Aires - El Carmen
12 Complejo: Las Trincheras - Las Victorias - Los Lagartos
13 El Sunza
14 Plan de Amayo
15 El Balsamar
16 Coquiama
17 Santa Agueda
18 Chiquileca
19 Complejo: Cerro Verde - La Presa - Los Andes - El Ciprés
20 La Palma
21 Las Tablas
22 La Magdalena
23 San Jerónimo
24 San Cayetano
25 San Diego y La Barra
26 Montecristo
27 Talcualuya
28 San Lorenzo
29 Los Tablones
30 San Andrés
31 Complejo: La Isla - La Argentina - Colombia - 14 y 15 de Marzo - Los Abriles- El Jabalí - Las Granadillas
32 Chanmico
33 El Espino

33

34 El Sitio
35 Las Termópilas
36 Complejo: Comaeslano-El Socorro
37 Taquillo
38 Espíritu Santo
39 P. Walter T. Deininger
40 San Juan - Buena Vista
41 El Amatal
42 San Arturo
43 San Francisco - Dos Cerros
44 Bolívar
45 Complejo: Las Mercedes - Santa María
46 El Pital
47 Pakanalapa
48 Santa Bárbara
49 Colima
50 Colima (sect. tradicional)
51 Santa Clara
52 Complejo: Escuintla - El Astillero
53 El Pichiche
54 Isla Tasajera
55 La Calzada
56 Volcán de San Vicente
57 La Joya
58 Parras Lempa
59 Laguna de Alegría
60 Nancuchiname
61 Normandía
62 Chaguantique
63 El Tercio
64 La Esperanza
65 San Felipe
66 Isla San Sebastián
67 Puerto caballo I
68 San Carlos
69 Puerto Caballo II
70 La Redención
71 Buena Esperanza
72 El Tamarindo
73 El Tecomatal
74 La Cabaña

34

75 La Estancia
76 El Obrajuelo
77 Complejo: Volcán de San Miguel - Laguna el Jocotal
78 Casamota y La Pezota
79 Chilanguera
80 Tierra Blanca
81 San Carlos
82 Cerro Cacahuatique
83 Pasaquina
84 Sirama Lourdes
85 El Once y la Paz
86 Complejo: El Faro Yologualo - Maquigue - Suravaya -Maquique I
87 Islas del Golfo

35

c. Cultural Patrimony

Aspects concerning cultural patrimony related to this study were taken mainly from Cobos (1994) and based on information provided by the Direction of Cultural Patrimony of the Ministry of Education.

Archeological sites exist in El Salvador, literally dispersed throughout the territory, therefore it is not possible to talk about archeological areas located in geographical sites very well established and clearly outlined. According to the Direction of Cultural Patrimony, 334 archeological sites exists which are "well registered". However, it is considered that the potential number of archeological sites in El Salvador surpass 5,000. A detailed list of sites presently known is presented in Tables 9.A.3.1 to 9.A.3. 16 of Annex 9.3.1 and such situation may be clearly observed in Map Nº 9.2.

A cultural sequence exists, proposed by Lothrop, for the pre-hispanic period in El Salvador, which includes an early occupation of the country (Pre-classic period); likewise it proposes that the Maya culture (Classic period) and the Pipil (Post-classic Period) were represented by their corresponding pottery, besides having been contemporaneous at some time. From the point of view of pottery, the Archaic types persist until late periods (Maya and Pipil), but with particular variations.

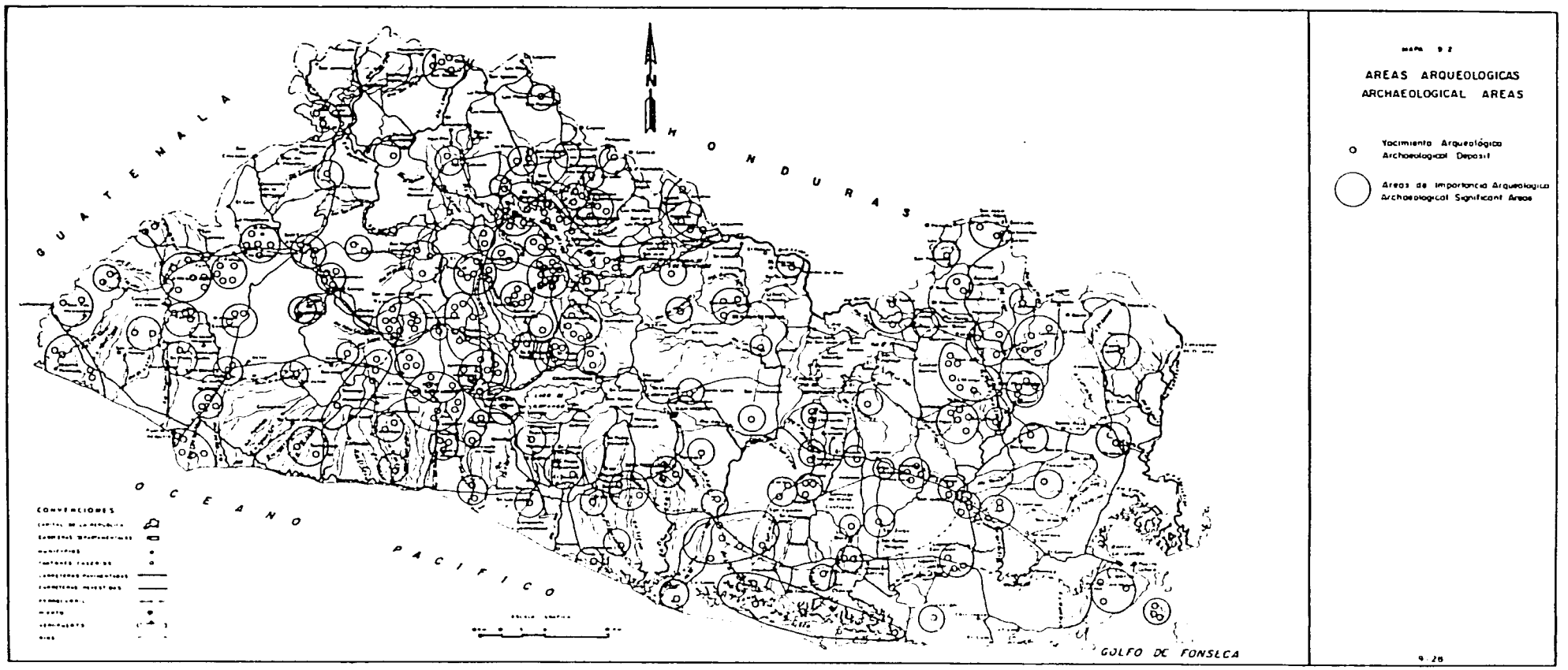
According to cultural and chronological aspects, Haberland (1960, quoted by Cobos), El Salvador may be divided in three geographical zones, as follows:

The first is the western and the representative phases include Atiquizaya (Pre-classic), Cuyagualo (Late Classic) and Cihuatán (Post-Classic). This zone presents strong links with Guatemala and Mesoamerica.

The central region of El Salvador is represented by the phases Tovar and Apastepeque (Pre-classic), Santa Clara (Late Classic) and Cihuatán (Post-classic). This central zone is influenced by Mesoamerica and Central America, being the first the one of more influence.

Lastly, in the eastern region may be distinguished the phases Gualacho (possibly Pre-classic), Los Frailes (Early Classic), Bajo Lempa (Late Classic and Post-classic). This region is basically of Central American influence.

76


MAPA 9.2
AREAS ARQUEOLOGICAS
ARCHAEOLOGICAL AREAS
Yacimiento Arqueológico
Archaeological Deposit
Areas de importancia Arqueologica
Archaeological Significant Areas
N
GUATEMALA
HONDURAS
OCEANO PACIFICO
GOLFO DE FONSECA
CONVENCIONES
9.28

d. Indigenous Population

The first inhabitants of the country belonged to a small group of Mayan population which came from Guatemala and Honduras. However, this group was displaced by the Pipils, Nahuatl speaking people, between years 900 and 1,350. The late were conquered by the spaniards.

During the colony, the conquered natives were an integral part of the country's economy, first as agricultures, mainly of cocoa for spanish markets and afterwards as laborers hired at the "haciendas" located on the high volcanic lands.

According to Mac Chapin (1,990), at present, a general belief exists that there are no longer any indigenous in the Republic of El Salvador and that the native culture has been abandoned, except maybe for some isolated nucleus, extremely poor and insignificant in the rural sector. This author textually says that: "...the collective name of "campesinos" (peasants) is frequently given to the rural people and they are treated as if ethnic groups did not exist".

Even though international and many of the national anthropologists have ignored the indigenous population, they exist in El Salvador and in a considerable number.

Marroquín (1975) estimated that in that year, the indigenous populations in the country represented around 10%. However, no form of territorial protection exists, as indigenous reservations or any other type of figure.

It is estimated that the main indigenous populations are located in Panchimalco nearby San Salvador. The town is built with wattle and daub walls, clay tiles and cobblestones streets, around a church built in the XVII century. Ancient customs have been modified and the indigenous population work in the neighbor San Salvador, as laborers and semi-qualified personnel in case of men; and women, as house maids in the majority of cases.

An isolated group of indigenous descendants, apparently coming from Honduras live in the Municipality of Cacaopera, in the Morazán Department. Their dialect, the Cacaopera, has extinguished. This group is clearly different from the rest of ethnic groups in the country. These groups were highly affected by the armed conflict and dispersed in the most critical times.

Other two municipality exists with high indigenous population in the Sonsonate Department: Nahuizalco and Izalco, which appears have been very important centers of traditional culture since the beginnings of their time.

The majority of the rural population is still indigenous, but the majority of families have lost their lands used for sustenance agriculture. These indigenous groups have been located

in Map Nº 9.4.

At present, El Salvador's indigenous people have almost completely absorbed the present culture and due to this reason they go unnoticed by people who have not had any direct contact with them. However, their number grows in the same proportion as their poverty. (Mac Chapin).

It is convenient to quote the present definition given by Marroquín that textually defines them as: "...a social-economic category, historically acconditioned, constituted by the descendants of America's first people, that as effect of the spanish conquest were reduced to an acute exploitation condition, misery, oppression and social inequity, conditions which, in the essence remain over such descendants."

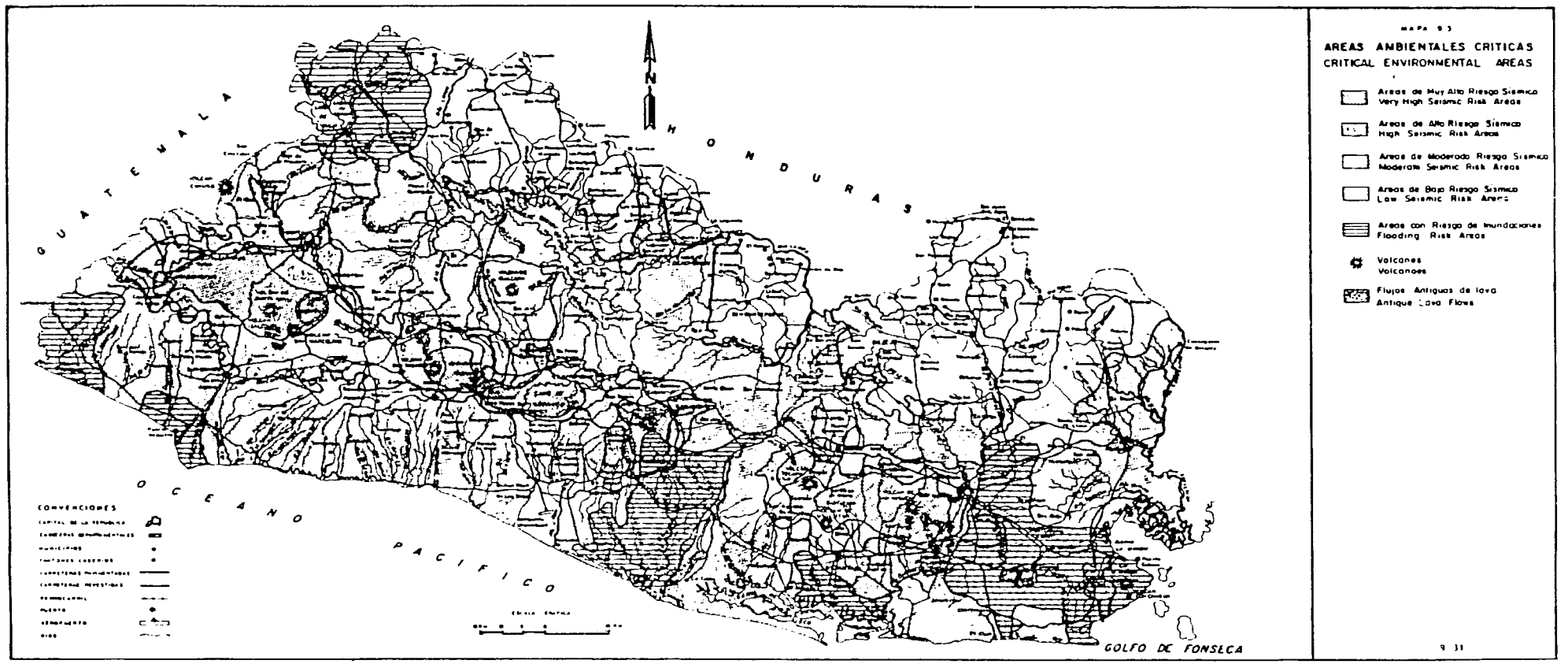
9.3.3 Environmentally Critical Areas

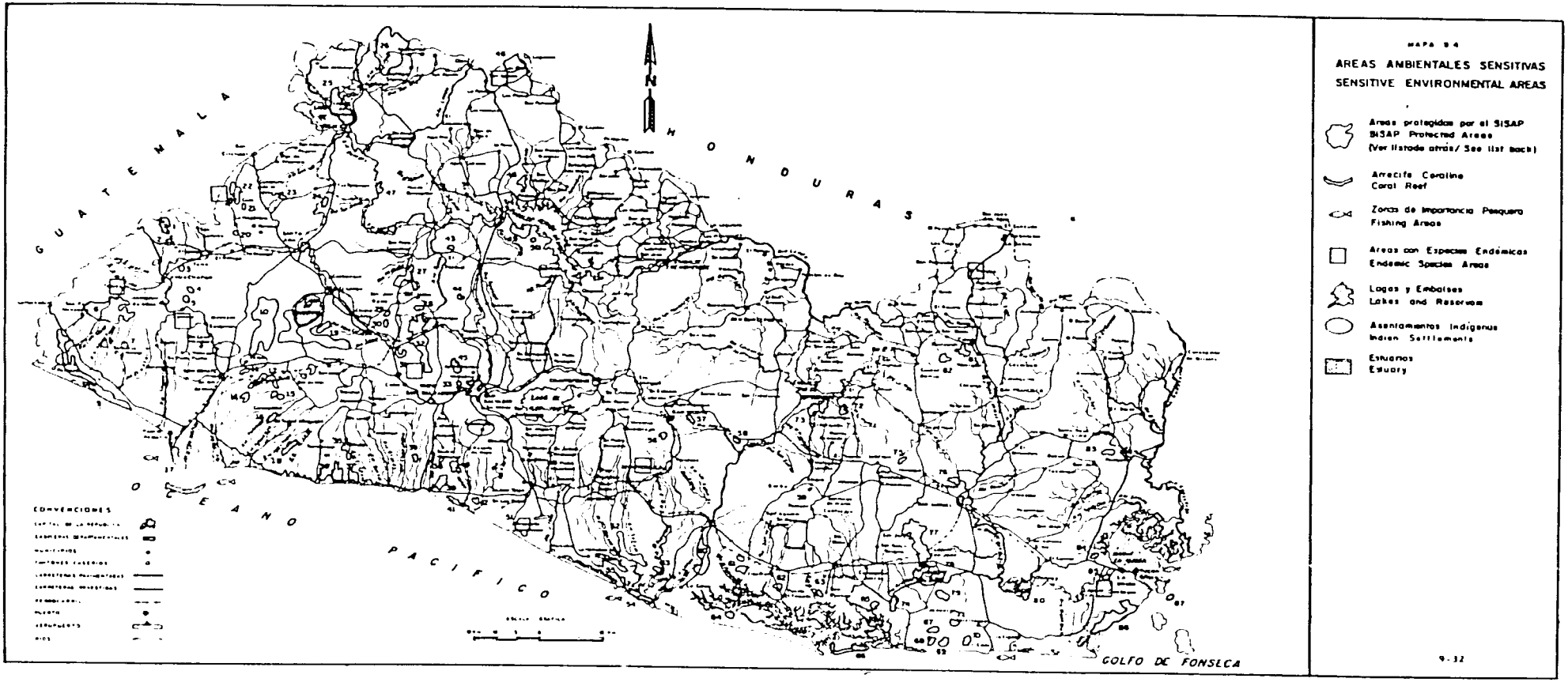
In order to carry out an assessment on projects, due to the vulnerability these may present, because of the aggressions to environment, a map was built on environmentally critical areas in which are resumed critical physical aspects as are seismic hazards, for which four critical levels are presented, areas susceptible to floods and volcanoes, including the ancient lava flows. This map should be used specially for the design of roads, in order to take measures to protect the works.

This last aspect was taken into consideration, because it can never be stated with absolute certainty that a volcano is completely extinguished. However, a map in a more detailed scale, for matter of volcano hazard, should take into consideration the existence of new chimneys, possible lava drainage and their effects. According to Ceprode, 1994, it is known that main volcanic hazards are found in the San Miguel and San Salvador Volcanoes and the Caldera de Ilopango. The information about flood hazards was obtained from this same source.

During the overflight realized, specially over the northern corridor, zones of landslides and big earth mass displacement phenomena were not observed . Even though erosion is a critical phenomena, specially in the majority of the basin of the Lempa River, this phenomena is substantially superficial, mainly affecting the top organic layer of soil, with a gigantic contribution to sedimentation. However, because of this reason, the vulnerability of the roads is not considered to be high in relation to this factor, as could be on the water bodies, specially the Lempa River and its dams.

Map No. 9.3 corresponds to environmentally critical areas.


MAPA 9.3
AREAS AMBIENTALES CRITICAS
CRITICAL ENVIRONMENTAL AREAS
Areas de Muy Alto Riesgo Sísmico
Very High Seismic Risk Areas
Areas de Alto Riesgo Sísmico
High Seismic Risk Areas
Areas de Moderado Riesgo Sísmico
Moderate Seismic Risk Areas
Areas de Bajo Riesgo Sísmico
Low Seismic Risk Areas
Areas con Riesgo de Inundaciones
Flooding Risk Areas
Volcanes
Volcanoes
Flujos Antiguos de lava
Antique Lava Flows
9.31
GUATEMALA
HONDURAS
OCEANO PACIFICO
GOLFO DE FONSECA
CONVENCIONES
N


MAPA 9.4
AREAS AMBIENTALES SENSITIVAS
SENSITIVE ENVIRONMENTAL AREAS
Areas protegidas por el SISAP
SISAP Protected Areas
(Ver listado atrás/ See list back)
Arrecife Coralino
Coral Reef
Zonas de Importancia Pesquera
Fishing Areas
Areas con Especies Endémicas
Endemic Species Areas
Lagos y Embalses
Lakes and Reservoirs
Asentamientos Indígenas
Indian Settlements
Estuarios
Estuary
GUATEMALA
HONDURAS
OCEANO PACIFICO
GOLFO DE FONSECA
CONVENCIONES
9-32

9.3.4 Environmentally Sensitive Areas

As in the case above, a Map of Environmentally Sensitive Areas was prepared (Map No. 9.4) in which were included the Areas Protected by SISAP, coral reefs, important fishery zones, areas were endemic species have been reported, all wetlands, understood as those lake areas, be these sea water or fresh water, which at present are threatened world wide.

Likewise, estuaries and indigenous settlements were included in this map. It is important to emphasize that in this map are not included archeological sites, because these are country wide, making this map too complex and difficult to handle; besides, this would require a much more detailed map, in an adequate scale. However, this matter has not been neglected when carrying out the environmental assessment; on the contrary, it is independently addressesed in Map No. 9.1.

9.4 Bank of Projects

The Bank of Projects contains a list of projects which have been identified as possible by the group of specialists who participated in the Intermodal Transport Study of El Salvador and which will be environmentally analyzed.

9.4.1 Road Projects

Three types of main components have been considered in the road projects. The first ones corresponds to routine and periodic maintenance of the National Road Network. The second ones correspond to a substantial improvement of roads, including changes in their specifications, with possible small alignment variations.

The remaining projects are construction of new roads, for which tentative road corridors have been drawn, that in some cases include existing road corridors, even though this is not a must at the time to choose the roads and their design. Projects considered are presented in Table No. 9.4.1.

TABLE 9.4.1
Highway Projects

PROJECT	TYPE OF ACTION	TYPE
Maintenance of existing Highway Network	Routine and Periodic Maintenance	
Paved Network		
Non-Paved Network		
Circunvalación Norte (Alt.1)		
Intersection CA-8 - Sitio del Niño	Construction	Primary
Sitio del Niño - Apopa	Expansion	Special
Apopa - San Martín	Construction	Primary
Conector Ilopango	Construction	Special
Ilopango - San Martin (Nueva CA-1)		
Circunvalación Sur (Al.3)		
La Cuchilla - Santa Tecla	Expansion	Special (6 ways)
Santa Tecla - Des. La Libertad	Construction	Special
Des. La Libertad - San Marcos	Construction	Special
Sto. Tomás - Ilopango	Construction	Primary
Longitudinal Norte		
Metapan - Nueva Concepcion	Construction	Secondary
Nueva Concepcion - Inters. CA-4	Construction	Secondary
Inters. CA-4 Chalatenango	Reconstruction	Secondary
Osicala - Inters. CA-8 (Km18)	Reconstruction	Secondary
Chalatenango - Sensuntepeque	Reconstruction	Secondary
Sensuntepeque - Osicala	Reconstruction	Secondary
Sensuntepeque - Des. San Vicente	Construction	Secondary

Fuente: Frederic Harris, Inc.

a. Routinary and Periodical Maintenance

Includes simple maintenance activities, such as the removal of landslides, cleaning slopes to improve visibility, cleaning culverts, ditches and general drainage works as well as repairing potholes and re-paving of some sections.

b. Road Improvement Projects

Road improvement projects include sections of the Panamerican Highway and some interconnections.

c. Construction of New Roads.

The new roads proposed for construction are the following:

Northern Longitudinal Highway, which communicates Metapán, near the border with Guatemala with Chalatenango, Sensuntepeque, up to Santa Rosa de Lima at the border with Honduras. This highway would use existing road corridors for some sections, but the majority will be new corridors, as follows:

Metapán - Nueva Concepción and Nueva Concepción - Interconnection CA-8 and Sensuntepeque - Osicala.

This road needs an interconnection with the Panamerican Highway at the country's central area, from Sensuntepeque down to the Detour to San Vicente, crossing by Santa Clara.

Other new roads planned are the interconnection CA-8 - Sitio del Niño, which would run parallel to the railroad, probably through an existing right of way, and Apopa - San Martín, forming what is called the Northern Belt Road, in order to deviate traffic coming from Acajutla or Sonsonate, leading to the East of the country.

The South Belt Road consists of the construction of the sections of Santa Tecla - Detour to La Libertad and Detour La Libertad - San Marcos, to relieve congestion of San Salvador's south zone.

Lastly, the construction of the road section Santo Tomás - Ilopango - New CA-1 is proposed, thus closing the belt road circuit of the metropolitan area of San Salvador.

The location of all the projects mentioned above are shown in map No. 9.5.

9.4.2 Railroad Projects

Railroad projects include reconstruction/rehabilitation of some existing railroad sections and the construction of small sections. They do not consider only improvement of any section. These projects are the following:

a. Reconstruction Projects

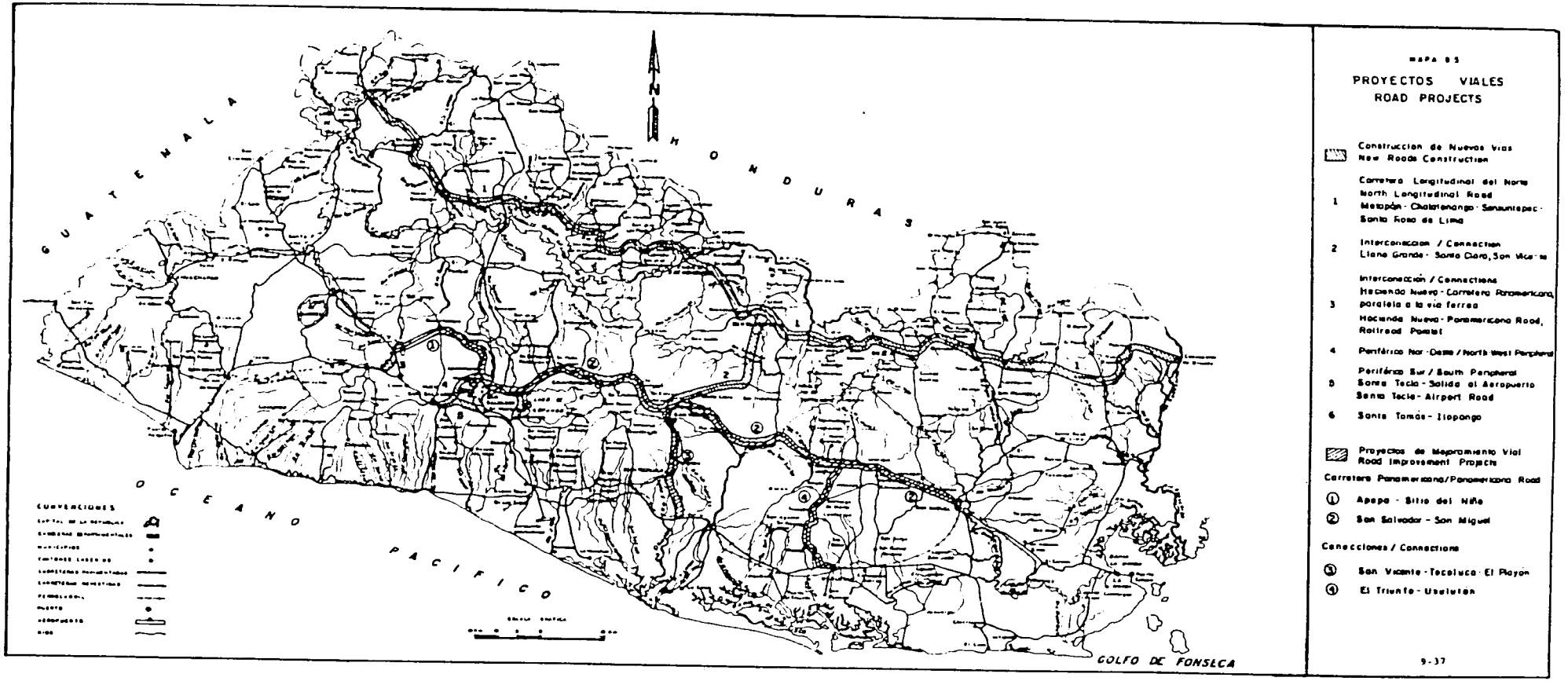
The reconstruction of the Metapán - Apopa - San Salvador section is proposed which communicates the North-Western zone of the country with the city of San Salvador.

Other project consists in the possible reconstruction of the sectors Santa Ana- Sitio del Niño and Santa Ana - Texis junction.

Lastly the reconstruction of the Acajutla Port - San Salvador section.

b. Construction

As a new project, the construction of the Santa Ana Connection is considered, a 4,7 Km. section, which will allow the incorporation of the Metapán - Santa Ana section into the rest of the country's railroads, abandoning the sector Texis Junction - El Salvador.


MAPA 9.5
PROYECTOS VIALES
ROAD PROJECTS
Construcción de Nuevas Vías
New Roads Construction
1 Carretera Longitudinal del Norte
North Longitudinal Road
Metapán - Chalatenango - Sensuntepec - Santa Rosa de Lima
2 Interconexión / Connection
Llano Grande - Santa Clara, San Vicente
3 Interconexión / Connections
Hacienda Nueva - Carretera Panamericana, paralela a la vía férrea
Hacienda Nueva - Panamericana Road, Railroad Parallel
4 Periférico Nor - Oeste / North West Peripheral
5 Periférico Sur / South Peripheral
Santa Tecla - Salida al Aeropuerto
Santa Tecla - Airport Road
6 Santa Tomás - Ilopango
Proyectos de Mejoramiento Vial
Road Improvement Projects
Carretera Panamericana/Panamericana Road
① Apopa - Sitio del Niño
② San Salvador - San Miguel
Conexiones / Connections
③ San Vicente - Tecoluca - El Playón
④ El Triunfo - Usulután
9-37
GUATEMALA
HONDURAS
OCEANO PACIFICO
GOLFO DE FONSECA
CONVENCIONES
N

The following project is the Apopa - El Angel Connection a 6,4 km. section, in order to avoid landsliding problems produced at present in the Apopa-Soyapango sector.

The following project consists in the construction of the Nejapa branch to the thermoelectric, with a length of 3,4 km. (Nejapa Extension).

Finally, plant the construction of a bridge over the Río Negro, East of Sonsonate city. is necessary.

The locations of the mentioned projects are shown in Map No. 9.6 and a summary of these projects is shown in Table No. 9.4.2

TABLE 9.4.2
Railroad Projects

PROJECT	TYPE OF ACTION
Acajutla - San Salvador	Reconstruction
Sitio del Niño - Santa Ana	Reconstruction
Metapán - Apopa - San Salvador	Reconstruction
Connection Apopa	Construction
Connection Santa Ana	Construction
Santa Ana - Texis Junction	Reconstructcion
Extension Nejapa a Planta Termoeléctrica	Construction
Bridge over Río Negro from Sonsonate	Construction

9.4.3 Port Projects

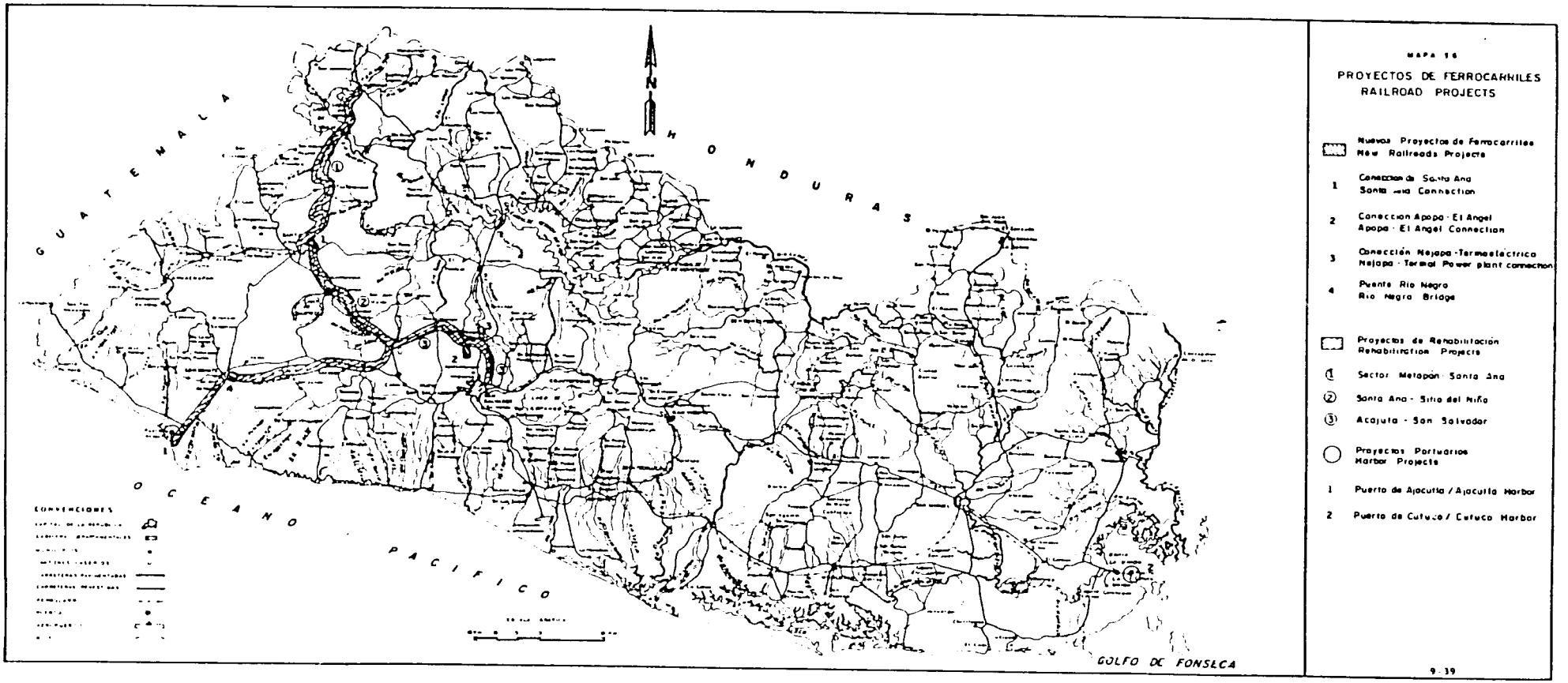
Projects at the two sea ports of the Republic of El Salvador have been foreseen. They are the following and are shown in Map No. 9.6.

a. Acajutla Port

Two types of projects are proposed at Acajutla Port: The first ones correspond to the improvement of existing installations; they are:

Reinforcement of Pier C with several beams to support new cranes which will allow the adequate handling of load.

Construction of a grain terminal in Pier B, including conveyor belts and storage silos.


MAPA 16
PROYECTOS DE FERROCARRILES
RAILROAD PROJECTS
Nuevos Proyectos de Ferrocarriles
New Railroads Projects
1 Conexion de Santa Ana
Santa Ana Connection
2 Conexcion Apopa - El Angel
Apopa - El Angel Connection
3 Conexción Nejapa - Termoeléctrica
Nejapa - Termal Power plant connection
4 Puente Rio Negro
Rio Negro Bridge
Proyectos de Rehabilitación
Rehabilitation Projects
1 Sector Metapán - Santa Ana
2 Santa Ana - Sitio del Niño
3 Acajutla - San Salvador
Proyectos Portuarios
Harbor Projects
1 Puerto de Ajacutla / Ajacutla Harbor
2 Puerto de Cutuco / Cutuco Harbor
GUATEMALA
HONDURAS
OCEANO PACIFICO
GOLFO DE FONSECA
CONVENCIONES
9-39

Construction of a Container Terminal, which implies expansion of the yards for containers, including reinforcement of the areas and travel ways.

Also the construction of Pier D, towards the North from Pier B. This project implies dredging of about 500.000 m^3, in order to deepen the docking area and adequate the navigable channel. Waste materials from the excavation are not usable as land fillings.

b. Cutuco Port

For the Cutuco Port it is proposed the construction of a container pier. In order to do so two actions are required:

The first of them is progressive and comprises dredging which will deepen the docking area, allowing the arrival of big ships with containers. Wastes from this dredging will be deposited in the intra-coastal area, thus filling this zone, in order to adequate it for the construction of container yards. This project will grow according to the needs, through the construction of additional modules at the pier and consequently additional yard area.

The second activity required for this project consists in the adequation of the navigable channel, which will require dredging of great volumes in order to reach the required depth. The list of Projects is shown in Table No. 9.4.3.

In an initial stage, the reconstruction of the existing pier is considered.

TABLE 9.4.3
Portuary Projects

PROJECT	TYPE OF ACTION
Port of Acajutla	
Containers Terminal (Pier C)	Expansion
Terrminal Containers (Pier D)	Construction
Inland Yard Expansions	Construction
GrainsTerminal	Construction
Port of Cutuco	
Pier Rehabilitation	Reconstructión
Containers Terminal	Construction

46

9.4.4 Airport Projects

An eventual extension of the Cargo Terminal is the only project planned for the International Airport, since the passenger terminal is at present under expansion.

9.5 Environmental Assessment

9.5.1 General Environmental Issues

a. Main Potential Negative Environmental Effects, Produced by Road Projects, Both Railroads and Highways.

In general, environmental effects produced by roads are well identified, in such way that the direct effects are clearly known, in other words those produced by one or several technological components of the project.

However, other series of environmental effects exists, not produced directly by any of the technological actions of the project, but by the existence of the project itself. This is, secondary effects of the same, or induced effects, which in many cases, specially in certain local roads, in expansion areas within agricultural areas, and in environmentally sensible zones, are of special concern and even more serious than the direct effects.

These effects, according to the World Bank (1992) are the following:

- Direct Effects: During Construction

Erosion of cut and fill slopes recently made and temporary sedimentation in natural drainings.
Soil and water contamination with oil, grease and fuel in places were machinery is parked.

Creation of stagnant water ponds in pits and quarries, which are fit for propagation of mosquitos and other disease vectors.

Ecological and social disruption caused by the construction camps.

- Direct Effects: Permanent

Destruction of buildings, plants and land where the road is authorized to pass, in borrow pits, at waste deposits and at machinery parking places.

Interruption of underground and superficial drainage systems (in areas were cuts and fills are made).

Landsliding, settlements and other massive earth movements.

Land erosion under the road surface, where the concentrated flow of covered or open drainage is received.

Greater suspended sediment in rivers which have been affected by erosion of road embankments; decrease of water quality and greater down river sedimentation.

Damaged landscaping (due to cuts, induced landslidings and settlements).

Health hazards and interference with plant growth alongside the road, due to dust raised by passing vehicles.

Contamination of groundwater table and superficial waters due to herbicides used to control vegetation, and chemicals (i.e. calcium chloride) used to control dust.

Accident risks associated with traffic and vehicle transportation, which can caused spilling of toxic materials, injures and deaths.

Creation of a new way for decease vectors which affect human beings, animals and plants.

Fauna disruption or destruction, because of the interruption of migratory routes, habitant disturbance and problems related to noise.

- Indirect Effects

Unplanned or illegal felling of forests.

Unplanned or illegal land clearing.

Long term or almost permanent destruction of agricultural soil in cleared areas.

Planned development and illegal invasion of lands belonging to natives, by illegal occupants or hunters, causing serious social and economic disruptions.

Destruction or damage caused by development induced to earth fauna habitats, to biological resources or to ecosystems which should be preserved.

Damaging changes to wetlands ecosystems, caused by an elevated roadway.

Excessive development and/or destruction of coastal areas and other uses of coral for cement and fills, destroying parts of the reef and singularly endowed environments for recreational activities, which become accessible by the new roads.

51

b. Main Negative Potential Environmental Effects, Produced by Harbor Projects.

Harbor and bay development projects are generally associated with long term economical benefits for developing nations. Technological advances in marine transportation and the integration of land-sea and air transportation have increased the complexity of the development of ports, which may result in projects as the establishment of approach channels, navigation channels, waterways, rotation areas, construction of wharfs, piers, breakwaters and the possibility of building deep water pre-manufactured ports and terminals far away from the coast and mobile terminals.

Impacts differ according to the location of the harbor project, due to the variation of features as geography, hydrology, geology, ecology, industry level, town development and types of shipments.

The main effects, according to the World Bank (1992), are the following:

Alteration of the natural waters in their physical hydrological aspects as well as direct and indirect effects over ecosystems and communities nearby the project.

The dredging operation, elimination of materials, development of the beach zone, increased marine and vehicle traffic may result in realizing into the environment natural or man-made contaminants.

The suspension of solids in water increases turbidity, preventing light penetration and altering photosynthesis process, therefore sensibly decreasing the primary productivity in affected zones.

Since various dredging system exist, elimination of materials and construction for the establishment of ports, vary the combinations of physical, chemical and biological effects, over their area of influence.

Potential impacts include petroleum spilling, problem which has already arisen at least twice recently in Acajutla Port, contaminants allied with re-suspension of sediments, superficial flow and discharges of punctual sources.

It is also considered the destruction of habitats, changes in chemical composition and in water circulation patterns, which could generate as an indirect effect, process of coastal erosion in different areas. Some concerns are also presented over occupational health and over public health and security in maritime transportation during the construction phase and eventually during the operation of the port.

Ictic Fauna will tend to escape from disturbed zones, both due to suspension of sediments and other type of aquatic contaminants, as due to increase in noise level, which could affect fishing and generate conflict with local fishermen.

Inland impacts may include contamination by elimination of dredged materials, erosion and sedimentation due to hydrologic changes caused by the deepening and extension of navigable channels and the development of beaches (construction of breakwaters etc.), loss of fragile habitats, such as mangroves and loss of existing and potential uses of land neighboring the port.

Impacts over air quality may include a deterioration of it, because of the releases from industrial chimneys, vehicle traffic, and the generation of fugitive dusts. Likewise it is considered an increase in the noise levels.

9.5.2 Projects of Low Environmental Impact

The following have been identified as projects of low environmental impact, when verified against the maps of Critical and Sensitive Environmental Areas.

The Acajutla Port projects which will be carried out within existing facilities, such as yard adequation, pier strengthening and installation of cranes, as well as the construction of the Grain Depot. The construction of a new Container Terminal does not correspond to this category.

Other project which shows low environmental impact is the expansion of the warehouses at the airport.

Also, with low environmental impact is considered the rehabilitation of the railroad projects in the rural sections. However, it should be noted that the use of wooden sleepers, could cause a high demand of wood, producing a greater pressure over such natural resource, which actually is in a critical situation, as has been seen in the analysis realized above.

Some recommendations for environmental protection are presented for these projects in order to prevent environmental impacts.

It is important to note that the railroad section Puerto de Acajutla - San Salvador passes through the following Protected Areas: Compound: Las Trincheras - Las Victorias - Los Lagartos (N° 12 in Map N° 9.4), El Sunza (N° 13 in the Map) and the Chanmico Area (N° 32). The Metapán - Santa Ana project passes through the border of the Protected Area of San Diego and La Barra. However, these rehabilitation projects continue to be considered of low environmental impact, since the railroad already passes through these areas and the characteristics of the rehabilitation does not include large engineering works.

Included among the projects of low environmental impact are those related to rutinary and periodic road maintenance works.

Some specials measures to be taken into consideration in these areas are presented in the recommendations chapter.

9.5.3 Projects of Moderate Environmental Repercussions

All the projects for road improvement and widening which, due to the engineering characteristics of these projects, include the rectification of curves and construction of variants are considered of moderate environmental repercussions.

Special reference has to be made to the road section Apopa - Sitio del Niño, which passes through the Chanmico Area (N° 32). The other road sections which are to be improved and do not pass through environmental sensitive areas are the following:

Circunvalas Sur (Al.3)
La Cuchilla - Santa Tecla
Conector Ilopango (Nueva CA-1)

Longitudinal Norte
Osicala - Junction CA-8 (Km 18).

The construction of a bridge over Río Negro, in Sonsonate, also presents moderate environmental impacts.

9.5.4 Projects of High Environmental Repercussions.

These projects present a higher environmental complexity and the following specific problems should be mentioned:

The rehabilitation of railroads sections in urban areas present high impact, but of a very specific character. It is in relation to human settlements which have invaded the right-of-way, as may be observed in Photograph N° 3. This implies a relocation of those settements. Specific recommendations in such respect are presented ahead.

Construction of new railroad sections, even though they do not present great lengths and do not pass through environmentally sensible areas, imply earth works, changes in land use, disposal of wastes from cuts, possible affectations to housing and improvements and in general the environmental impacts mentioned before.

54

In relation to construction of new highway sections, the following is observed:

The Northern Longitudinal Highway, might present very serious environmental problems in the following aspects:

The road corridor, as has been presently set forth, passes very closely through the Protected Areas of San Diego and La Barra (Nº 25, in Metapán), Santa Barbara (Nº 48 close to the Cerrón Grande Dam), San Carlos and Derro Cacahuatique (No. 81 and 82 respectively, in Morazán).

Photograph No. 3

Use of the right of way in the city of San Salvador.

55

Another problem, this even more serious, arises by the planned passing of the road by the banks of the Cerrón Grande (Sector: Intersection CA-4 - Chalatenango) and 3 de Noviembre Dams, which is considered inconvenient in all cases, since this could produce instability phenomena and greater contribution of sediments to the same, increasing the sedimentation problems already described.

The interconnecting road Sensuntepeque - San Vicente, will present problems associated with large earth works. Considering that a large portion of the road goes along the Río Lempa Basin, which has large sedimentation problems already noted, the project is classified within the projects of high environmental impacts.

The road Sitio del Niño - Intersection CA-8 will pass through an irrigation district, which implies risks of contributing to sedimentation in channels, possible obstructions of the inlets to the irrigation ditches and, since it runs parallel to the railroad, interferences with this one could arise, as is happening at present with the improvement being done to the Sonsonate sector.

In relation to the remaining roads, bypassing San Salvador, problems of different type are identified, associated with the stability of the side hill slopes, in steep topographic zones, which could be worsen, since all this zone corresponds to high risk seismic and volcanic areas.

Environmental impacts associated with existing human settlements may arise and formal and informal settlements may be induced along the new road corridors, producing medium term demands of new roads and infrastructure for public services. This could lead to similar phenomena to the ones which are at present trying to be corrected; in other words, the city will grow towards the bypassing roads, which sooner or later will no longer be so.

Also as projects of high environmental impact have been specifically considered the dredging planned at Acajutla Port and at a greater scale at Cutuco Port.

56

In both cases environmentally sensitive areas are presented in the surroundings, such as the presence of the only coral reefs in the country and the most important in the Central American Pacific.

These corals are extremely sensitive to solids which in a given time could deposit over them, that eventually could cause their death. It is important to register that this coral barrier in fact is threaten by spills of fuels which happens from time to time at existing terminals.

On the other side, the Fonseca Gulf, which is shared by El Salvador with Honduras and Nicaragua, also shows evident signs of deterioration due to mangrove deforestation, capture of shrimp larva for seaculture. This gulf is an estuary which allows reproduction of many fish, mollusc and arthropodous species of unique economic importance for fishing, both at craftsmanship level as at the country's industrial level.

These two projects are considered as the ones with greater environmental impact. Although they are not outright rejected, they require serious environment impact studies to define the feasibility.

9.5.5 Summary of Environmental Impacts

A summary of expected environmental impacts of proposed projects is shown in Tables Nos. 9.5.1 to 9.5.3. In the third column a number is given which corresponds to the list of main environmental effects.

TABLE 9.5.1
Environmental Effects of Road Projects

PROJECT	TYPE OF ACTION	IMPACTS
Maintenance of Existing Highway Network	Routine and Periodic Maintenance	1 to 6*
Paved Network		
Non- Paved Network		
North Beltway (Alt. 1)		
Junction CA-8 - Sitio del Niño	Construction	1 to 7
Sitio del Niño - Apopa	Expansion	1 to 6, 8
Apopa - San Martín	Construction	1 to 4, 6 & 9
Conector Ilopango	Construction	1 to 4, 6 & 10
Ilopango - San Martin (Nueva CA-1)	Expansion	1 to 6
Santa Tecla - Des. La Libertad	Construction	1 to 4, 6, 9 & 10
South Beltway (Al.3)		
La Cuchilla - Santa Tecla	Expansion	1 to 6
Santa Tecla - Des. La Libertad	Construction	1 to 4, 6, 9 & 10
Des. La Libertad - San Marcos	Construction	1 to 4, 6, 9 & 10
Sto. Tomas - Ilopango	Construction	1 to 4, 6, 9,& 10
Longitudinal North		
Metapan - Nueva Concepcion	Construcion	1 to 6, 11 & 12
Nueva Concepción - Inters. CA-4	Construcion	1 to 6, 11
Inters. CA-4 - Chalatenango	Reconstruction	1 to 6, 11 & 13
Osicala - Inters. CA-8 (Km 18).	Reconstruction	1 to 6 & 14
Chalatenango - Sensuntepec.	Reconstruction	1 to 6 & 15
Sensuntepec - Osicala.	Construction	1 to 6 & 16
Sensuntepeque - Des. San Vicente.	Construction	1 to 6 & 10

*Efects of Moderate Magnitude

TABLE 9.5.2
Environmental Effects of Railroad Projects

PROJECT	TYPE OFACTION	IMPACTS
Acajutla - Apopa - San Salvador	Reconstruction	1 to 6 & 17
Sitio del Niño - Santa Ana.	Reconstruction	1 to 6 & 17
Metapán - Apopa.	Reconstruction	1 to 6
Connexion Apopa.	Construction	1 to 6 & 19
Connexion Santa Ana.	Construction	1 to 6 & 19
Santa Ana - Texis Junction	Reconstruction	1 to 6
Extension Nejapa to theThermoelectric Plant	Construction	1 to 6 & 18
Bridge over Rio Negro from Sonsonate	Construction	1 to 6

TABLE 9.5.3
Environmental Effects of Port Projects

PROJECT	TYPE OF ACTION	IMPACTS
Port of Acajutla		
Containers Terminal (Pier C)-A.	Expansion	1,2 & 6
Special Terminal of Containers (Pier D)-A.	Construction	2, 20 & 21
Inland Compliments	Constrution	1,2 & 6
Grains Terminal	Constructión.	1,2 & 6
Port of Cutuco		
Rehabilitation of the Pier	Reconstructión.	1, 2 & 6
Containers Terminal	Constructión.	2, 22

List of Impacts

1- Sediment contribution to water bodies.

2- Atmospheric contamination due to machinery operation and/or asphalt plants, production of noise and suspension of solids in the atmosphere.

3- Desestabilization of sidehills in borrow areas.

59

4- Alteration of drainage patterns.

5- Generation of erosion nuclei.

6- Waste disposal at embankment slopes or in an inadequate manner.

7- Will pass through an irrigation district, which implies hazards in sediment contributions to ditches, possible obstructions of ditch inlets and, because it runs parallel to the railroad, interferences may arise with this one.

8- Passes through the Chanmico Area (No. 32 in Map Nº 9.4).

9- Problems of different type are foreseen, associated with stability of sidehill slopes in steep topographic zones corresponding to high seismic and volcanic hazard areas.

10-Environmental impacts may arise associated with existing human settlements and may induce human settlements alongside the new road corridors, producing in a medium term, demands for new roads and public services infrastructure, thus producing similar phenomena to the ones we are at present trying to correct. In other words, the city will grow towards the belt roads, which sooner or latter will no longer be so.

11-Problems associated with big earth works will arise, and since it runs in a great portion alongside the basin of the Lempa River, sedimentation problems would worsen in the country's main river, affecting the Cerrón Grande and 3 de Noviembre Dams, therefore deteriorating the hydroelectric infrastructure of the country.

12-The road corridor, as has been presently set forth, passes very closely to the Protected Areas of San Diego and La Barra (Nº 25, in Metapán).

13-The road corridor passes very closely to the Protected Areas of Santa Barbara (Nº 48 in Map Nº 9.4) and borders the Cerrón Grande Dam, which could therefore increase the already existing serios sediment problems at the dam area.

14-The road corridor passes very closely to the Protected Areas of San Carlos and Cerro Cacahuatique (Nº 81 and 82 respectively).

15-The road corridor borders the Cerrón Grande and 3 de Noviembre Dams, which is considered inconvenient under any conditions,since this could produce instability phenomena and greater contribution of sediments to the same, increasing the sedimentation problems already described.

16-The road corridor passes very closely to the Protected Area of San Carlos (Nº 81 in Map Nº 9.4)

17-Informal urban areas will be seriously affected.

18-Crop zones will be affected.

19-Changes in land use.

20-Important sediment contribution to the ocean, causing fish to move away.

21-Coral reefs and biotic productivity will be affected, as well as the physical - chemical and biotic quality of water.

22-Estuary areas and fish and shrimp reproduction zones at the Fonseca Gulf will be affected.

9.6 General Recommendations

After evaluating the projects, the following recommendations are presented:

Given the great dispersion of archeological sites, and in order to comply with the Special Law to Protect El Salvador's Cultural Patrimony, corresponding to Decree No. 513 of April, 1993, it becomes necessary, **for all projects analyzed in this document, to realize archeological prospections in all projects which are going to intervene new lands. Otherwise, to request the concept of the General Direction of Cultural Patrimony of the Ministry of Education,in order to avoid destruction and/or vandalism of the country's cultural patrimony.**

Recommendations are presented for the other aspects, according to the category related to the environmental incidence on the different projects.

9.6.1 Environment Protection Guide for Projects which do not Require Environmental Impact Study

During their design and construction stages general mitigation measures are recommended for these projects, which are easy to apply in the majority of cases; most of them are considered of simple common sense and some others are of technical type, but in general, they do not imply great implementation costs.

All those projects which are considered of low environmental repercussions are located within this category; they do not require environmental impact studies.

These measures are shown in Annex No. 9.6.1 They should be applied in an integral form to aspects that may concern each project under analysis and should be supervised by the UAS of MOP.

The consultant considers useful the adoption by the UAS of MOP of these guides, in the form of an Environmental Manual for the Design and Construction of Road Projects.

9.6.2 Preparation of Limited Environmental Impact Studies

These studies are recommended for each one of the projects located within the category of Projects with Moderate Environmental Repercussions.

Procedures for the Preparation of the Terms of Reference for the Preparation of Environmental Impact Studies are presented in Annex Nº 9.6.2.

Once more the consultant, considers important the adoption of these procedure guides by the UAS of MOP. The studies are centered in the main aspects of each project, easily producing some specific terms of reference for the studies, avoiding generic terms of reference and reducing, in many cases in a sensible way, the costs of environmental studies.

Costs of studies for each project may be around US$15,000 to 25,000, depending on the size of the projects to study.

For the bridge over Río Negro, it should be analyzed the incidence that the bridge may have over the hydraulic conditions of the river.

Special attention should be given to quarry zones.

9.6.3 Preparation of Detailed Environmental Impact Studies

All projects placed in the category of Projects with Serious Environmental Repercussions deserve a Detailed Environmental Impact Study.

As in above case, the development of specific terms of reference, may be carried out easily using the procedures presented in Annex No. 9.6.2.

This is valid for road projects. Port projects are analyzed below separately.

Costs of studies for new sections of roads and railroads could be around US$20,000 to 30,000.

For the case of the Northern Longitudinal Highway, the costs could be around US$80,000 to 100,000. The Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (Executive Hydroelectric Commission of the Lempa River) should be specially involved in this Highway. The alignment should avoid passing too close to dams and other environmentally sensitive areas.

For the specific case of railroad rehabilitation projects in urban sections, which imply relocation of nearby settlements, it is required to design Relocation Programs, which would require community participation. Studies have an approximate value of US$80,000 to 100,000.

9.6.4 Environmental Impact Studies for Port Projects

Portuary projects which imply dredging, likewise deserves an environmental impact study which would define its viability. It will also design specific mitigation measures and environmental management, as well as the preparation of a contingency plan for the same.

Oceanographic analyses of currents should be done in these studies, in order to determine dispersion patterns of solids, depending on the season when dredgings are done. The study through radioactive tracers will be useful.

Detailed studies on biological and fishing aspects are required. Social-economic aspects of fishing are basic in this case and an extense community consultation and participation is required.

The magnitude of cost for these studies would be around US$300,000 and $500,000.

63

BIBLIOGRAPHY

ARISTIZABAL, H. 1.993. Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías. Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción - Banco Mundial. Lima, Perú.

Banco Mundial, 1.992 Libro de consulta para la Evaluación Ambiental, Volúmen I Políticas Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Trabajo Técnico No.139, Departamento de Medio Ambiente, Washington D.C. USA

Banco Mundial, 1.992 Libro de consulta para la Evaluación Ambiental, Volúmen II Lineamientos Sectoriales. Trabajo Técnico No.140. Departamento de Medio Ambiente, Washington D.C. USA

BIOCONSULT, 1.994. Prevención de Impactos Ambientales en Caminos Rurales. Ministerio de Comunicaciones, Obras Públicas y Transporte (SECOPT) - USAID. Tegucigalpa, Honduras.

Castillo, I. 1.995, Energía y Medio Ambiente, El Caso de El Salvador, Borrador del Informe, mimeografiado.

CEPRODE Centro de Protección para Desastres, 1994 Desastres por Actividad Sísmica y Vulcanológica Actualidades Sobre Desastres 10 (2) Agosto. San Salvador.

Cobos, R. 1,994 Síntesis de la Arqueología de El Salvador. Colección Antropología e Historia, 21pp. 7-104 Dirección de Patrimonio Cultural, San Salvador.

Courrent D. & M Juárez, 1,992 Estado Presente y Futuro de la Producción y Consumo de Leña en El Salvador. USAID, San Salvador.

Ferrer, H 1.994 La Extracción de Leña como Causa de Deforestación en El Salvador. Presencia 6(22): 62-67 CENITEC, San Salvador.

Foy, D. & H.Delay 1.989. Allocation, Distribution and Scale as Determination of Envinmental Degradation: Case Studies of Haiti, El Salvador and Costa Rica. The World Bank, Environmental Department Working Paper No. 19, September.

GARCIA, L. M., 1.973. Notas Complementarias del Capítulo de las Conferencias de Mecánica de Suelos de S. Febrerum: Origen y Formación de Suelos. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.

Holdridge L.R. 1.974 Memoria Explicativa del Mapa Ecológico de El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganaderia - FAO , San Salvador, El Salvador.

INSTITUTO COLOMBIANO DEL PETROLEO & INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA. 1.990. Manual de Protección Geotécnica y Ambiental, Oleoducto Vasconia - Coveñas. Oleoducto de Colombia S.A. Bogotá, Colombia.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (1.993), Políticas y Prácticas Ambientales. Ministerio de Transportes, Bogotá, Colombia.

ISAM Embajada del Canada, 1991. Recopilación y análisis de Leyes Relacionadas con el Medio Ambiente, Tomo II Recursos Naturales no Renovables y Medio Ambiente Ed. Epoca, San Salvador.

MAC CHAPIN, 1,990. La Población Indígena de El Salvador. Colección Antropología e Historia, 20 pp. 7-68. Dirección de Patrimonio Cultural, San Salvador.

Manzur, E. 1.990 Plan Nacional de Reforestación, FAO, s.p. mfn. 000029 San Salvador.

Marroquín, A. 1.975. El Problema Indígena de El Salvador. América Indígena 35 (4) pp. 747-771.

Moisa, A.M. 1.994 El Fenómeno Recurrente de las Inundaciones en El Salvador, en CEPRODE, Actualidades sobre Desastres 10(2) Agosto, San Salvador.

Ochoa, C.R. 1.975 Niveles de Contaminación en los Principales Rios de El Salvador. División de Saneamiento Ambiental, Dirección General de Salud, San Salvador.

OLADE,1.993 Estadísticas e Indicadores Económico-Energéticos de América Latina y el Caribe. Organización Latinoamericana de Energía, OLADE, Quito.

SEMA,1.994. Estrategia Nacional del Medio Ambiente. SEMA - MIPLAN, San Salvador.

SEMA, 1.994. Sistema Salvadoreño de (SISAP), Equipo Planificador, SEMA - Ministerio de Agricultura, El Salvador.

Serrano, R. 1.989. El Problema Legal del Medio Ambiente en El Salvador y Posible Soluciones. CENITEC.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA 1.990. Guía Para la Elaboración de Estudios de Efecto Ambiental. Popayán, Colombia.

ANEXO 9.3.1

CUADROS

CONTENIDO

1	Sistema Salvadoreño de Areas Protegidas
2	Especies Vegetales Endémicas en El Salvador
3	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de Ahuachapán)
4	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de Sonsonate)
5	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de Santa Ana)
6	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de La Libertad)
7	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de Chalatenango)
8	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de Cuscatlán)
9	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de San Salvador)
10	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de Cabañas)
11	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de San Vicente)
12	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de Usulután)
13	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de La Paz)
14	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de San Miguel)
15	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de Morazán)
16	Sitios Arqueológicos de El Salvador (Departamento de La Unión)

CUADRO 1
Especies Vegetales Endémicas en El Salvador

Departamento/Localidad	Especies
Acahuapàn El Imposible - San Benito	*Aspidosperma megalocarpum*, Apocynaceae Jaibillo, candelo. *Capparis calciphila* Capparidaceae Repollo. *C. tuerckheimii* Capparidaceae Palo de pólvora. *Maytenus chiapensis* Celastraceae Escobo Blanco. *Dichapetalum donell-smithii* var *donell-smithii* Dichapetalaceae, Cacahuillo. *Leucaena Shanonii* Mimosaceae Hormiguillo rojo. *Hampea stipitata* Malvaceae S. N. *H. stipitata* Malvaceae S. N. *Guaoira witsergeri* Nyctaginaceae Siete camisas. *Agonanda racemosa* Opiliaceae Ciprés silvestre. *Exostema moxicaum* Rubiaceae Quina. *Simira calderoniana* Rubiaceae Limpiadientes. *Amyris elemifera* Rutaceae Roldán. *Exothea paniculata* Sapindaceae Cuilote. *Pouteria viridis* Sapotaceae Sapote injerto.
Barra de Santiago	*Ficus morazaniana* Moraceae Amate. *Bumelia celastrina* Sapotaceae Hormigo.
Cerro Grande de Apaneca	*Notylia bicolor* Orchidiaceae Orquídea.
Tacuba	*Sobralia macra* Orchidiaceae Orquídea.
Sin localidad definida	*Diospyruos nicaraguensis* Ebanaceae S.N. *Pisonia donell-smitthii* Nyctaginaceae S. N. *Xantoxylum aguilari* Rutaceae Pochite de tierra fría.
Chalatenango El Pital	*Isochilus pitalensis* Orchidiaceae Orquídea. *Maxillaria atrata* Orchidiaceae Orquídea. *Nageliella angustifolia* Orchidiaceae Orquídea.
Peñón de Cayaguanca	*Pleurothalis segoviensis* Orchidiaceae Orquídea.
Sin localidad definida	*Quercus esesmilensis* Fagaraceae S. N. *Dalbergia funera* Papilionaceae Funera. *Dalbergia funera* Papilionaceae Funera. *Mconia prasina* var *chispula* Melastomataceae S. N. *Paratesia acuminata* Myrsinaceae S. N. *P. congesta* Myrsinaceae Amarante silvestre. *Eugenia pachychiamys* Myrthaceae S. N. *Abies guatemalensis* Pinaceae Pinabete. *Taxes globosa* Taxacea S. N. *Lindmania micrantha* Bromeliaceae Bromelia P
Cuscatlán Sin localidad definida	*Aechnea magdalenae* Bromeliaceae Pita roja P.

CUADRO 1
(Continuación)

Departamento/Localidad	Especies
La Libertad	
Parque Deininger	*Cordia Collococca* Eheritaceae Manune. *Exostema caribaeum* Rubiaceae Quina. *Esembeckia litoralis* Rutaceae Matasanillo.
Sin localidad definida	*Tillandsia polystachia* Bromeliaceae S. N.
La Paz	
Zacatecoluca	*Lysiloma multifoliolatum* Mimosaceae S. N.
La Unión	
Conchagua	*Erythea salvadorensis* Arecaceae Palma de sombrero. *Corallorhiza odontorhiza* Orchidiaceae Orquídea.
Sin localidad definida	*Colibrina glomerata* Rhamnaceae S. N.
Morazán	
Cacahuatique	*Lacaena bicolor* Orchidiaceae Orquídea. *Lycaste suaveolens* Orchidiaceae Orquídea.
Perquín	*Arpophyllum alpinum* Orchidiaceae Orquídea. *Dichaea neglecta* Orchidiaceae Orquídea. *Dryadella simula* Orchidiaceae Orquídea. *Epidendron dickisonanum* Orchidiaceae Orquídea. *E. limbatum* Orchidiaceae Orquídea. *E. virgatum* Orchidiaceae Orquídea. *Habenaria hondurensis* Orchidiaceae Orquídea. *Lepanthes costaricensis* Orchidiaceae Orquídea. *L samacensis* Orchidiaceae Orquídea. *L. Yuncken* Orchidiaceae Orquídea. *Odintoglossum pauciflorum* Orchidiaceae Orquídea. *Oncidium aurisasinorum* Orchidiaceae Orquídea.
Sin localidad definida	*Eupatorium ruae* Compositae S. N. *Lacaena spectabilis* Orchidiaceae Orquídea A.
San Miguel	
Sin localidad definida	*Ormosia macrocalyx* Papilionaceae S. N.
San Salvador	
Volcán de San Salvador	*Chaetopetala mexicana* Ulmaceae Mescal. *Baedlea comosa* Orchidiaceae Orquídea. *B. prasophyllum* Orchidiaceae Orquídea. *Habenaria distans* Orchidiaceae Orquídea. *Jacquiniella equitantifolia* Orchidiaceae Orquídea. *Liparis wendlandii* Orchidiaceae Orquídea. *Pelexia funckiana* Orchidiaceae Orquídea. *Sobralia macrantha* Orchidiaceae Orquídea.

CUADRO 1
(Continuación)

Departamento/Localidad	Especies
San Salvador Sin localidad definida	*Weimmeria cyclocarpa* Celastraceae Lupita. *Cordia salvadorensis* Eheritaceae S. N. *Acacia centralis* Mimosaceae Quebracho. *Ficus renconiana* Moraceae S. N.
Santa Ana Cerro Verde	*Corallorhiza williamsii* Orchidiaceae Orquídea.
La Palma	*Habenaria jaliscana* Orchidiaceae Orquídea.
Montecristo	*Oreopanax lanchnocephalus* Araliaceae Mano de león. *Quetzalia reynae* Celastraceae Pata de Palomo. *Weinmania balbisiana* Cunoniaceae Malacate. *Matudae trinervia* Hamamelidaceae, Ujushte. *Belishmiedea mexicana* Lauraceae Aguacate de macho. *Hampea reynae* Malvaceae Majagua. *Robisonella speciosa* Malvaceae Mozotón. *Conostegia icosandra* Melastomataceae Cirín-árbol. *Cedrella tonduzii* Meliaceae Cedro. *Synardisi congesta* Myrsinaceae Cerezo. *Hayua ruacophila* Oenagraceae Guayabillo. *Bocconia glaucifolia* Papaveraceae Brasil. *Cosmibuena matudae* Rubiaceae Hoja de cohete. *Epidendron polychromum* Orchidiaceae Orquídea. *Isochilus alatus* Orchidiaceae Orquídea. *Sobralia xantholeuca* Orchidiaceae Orquídea.
Volcán del Chingo	*Oncidium savayeri* Orchidiaceae Orquídea.
Cerro El Pilón	*Platythekys vaginata* Orchidiaceae Orquídea.
Sin localidad definida	*Dalbergia funera* Papilionaceae Funera. *Gliricidia guatemalensis* Papilionaceae S. N. *Platymiscium pleistostachyum* Papilionaceae S. N. *Thouinia acuminata* Sapindaceae S. N. *Tillandsia ionantha* Bromeliaceae Pié de gallo ***P.*** *Tillandsia seleriana* Bromeliaceae *S. N.* ***P.*** *Bilbergia mexicana* Bormeliaceae S. N. ***P.***
Sonsonate Cerro El Chino	*Oncidium liebmannii* Orchidiaceae Orquídea.
Sin localidad definida	*Lonchocarpus michelianus* Papilionaceae Pito. *Pitcaernia calderoni* Bormeliaceae S. N. ***P.*** *Pitcaernia rigens* Bormeliaceae S. N. ***P.***

CUADRO 1
(Continuación)

Departamento/Localiad	Especie
Usulután Laguna de la Alegría	*Lycaste sulphurea* Orchidiaceae Orquídea.
Volcán de San Vicente	*Amparoa costaricensis* Orchidiaceae Orquídea. *Epidendron comayaguense* Orchidiaceae Orquídea. *Isochilus latibrachteatus* Orchidiaceae Orquídea.
Sin localidad definida	*Lysiloma multifoliolatum* Mimosaceae S. N. *Haematoxylon brasiletto* Mmosaceae Brasil.
Endémica o en peligro, sin localidad determinada.	*Guatteria anomala* Annonaceae S.N. E. *Astianthus viminalis* Bignoniaceae CHILCA E. *Viburnium mortonianum* Caprifoliaceae S.N. E. *Phyllanthus acuminatus* Euphorbiaceae, Jocotillo. E. *Mimosa plarycarpa* Mimosaceae, S. N. E. *Guaiacum sanctum* Zygophillaceae Guayacán. *Catleya skinneri* Orchidiaceae Orquídea Amplia distribución, P. *Epidendron cardiochilum* Orchidiaceae Orquídea A. *E crdigerum* Orchidiaceae Orquídea A. *E. eximium* Orchidiaceae Orquídea A. *E. agelii* Orchidiaceae Orquídea A. *E. Sanctaclarae* Orchidiaceae Orquídea A. *E. urostachyum* Orchidiaceae Orquídea A. *E. viejii* Orchidiaceae Orquídea A. *Helleriela nicaraguensis* Orchidiaceae Orquídea A. *Lycaste virginalis* Orchidiaceae Orquídea A. *Mormodes salvadorensis* Orchidiaceae Orquídea A. *Oncidium crista-galli* Orchidiaceae Orquídea A

Fuente: Perfil Ambiental del Salvador (S.F.)

CUADRO 2
Sistema Salvadoreño de Areas Protegidas

DEPARTAMENTO	No.	NOMBRE	AREA (Ha.)
Ahuachapán	1	El Junquillo	211
	2	Tahuapa	24
	3	La Labor	10
	4	Laguna Verde	300
	5	Laguna Las Ninfas	300
	6	El Imposible	846
	7	San Benito	2284
	8	Las Colinas	35
	9	El Salto	39
	10	Monte Hermoso	97
	11	El Cortijo	22
	12	Santa Rita	233
	13	Cara Sucia	74
	14	El Chivo	25
	15	La Barra de Santiago	2393
	16	El Balsamero	S.D.
Sonsonate	1	San Rafael-Los Naranjos	49
	2	San Francisco-El Triunfo	92
	3	San José - Miramar	57
	4	San Isidro	851
	5	Las Lajas	515
	6	B. Aires - El Carmen	24
	7	Las Trincheras	99

CUADRO 2
(Continuación)

DEPARTAMENTO	No.	NOMBRE	AREA (Ha.)
Sonsonate	8	Las Victorias	177
	9	Los Lagartos	114
	10	El Sunza	150
	11	Plan de Amayo	172
	12	El Balsamar	49
	13	Coquiama	150
	14	Santa Agueda	35
	15	Chiquileca	601
Santa Ana	1	Cerro Verde	20
	2	La Presa	650
	3	Los Andes	140
	4	El Paraiso	150
	5	El Ciprés	200
	6	La Palma	1
	7	Las Tablas	27
	8	La Magdalena	726
	9	San Jerónimo	52
	10	San Cayetano	127
	11	San Diego y La Barra	1843
	12	Montecristo	2000
La Libertad	1	Talcualuya	643
	2	San Lorenzo	90
	3	Los Tablones	2
	4	San Andrés	84

CUADRO 2
(Continuación)

DEPARTAMENTO	No.	NOMBRE	AREA (Ha.)
La Lbertad	5	La Isla	41
	6	La Argentina	629
	7	Chanmico	456
	8	Colombia	194
	9	14 y 15 de Marzo	35
	10	Los Abriles	234
	11	El Jabalí	68
	12	Las Granadillas	30
	13	El Espino	104
	14	Peñón El Faro	50
	15	El Sitio	68
	16	Las Termópilas	600
	17	Comaeslano	63
	18	El Socorro	39
	19	Taquillo	141
	20	Espiritu Santo	67
	21	P. Walter T. Deininger	732
	22	San Juan - Buena Vista	127
	23	El Amatal	200
	24	San Arturo	64
San Salvador	1	S. Francisco - Dos Cerros	268
	2	Bolívar	22
	3	Las Mercedes	27
	4	Santa María	95

CUADRO 2
(Continuación)

DEPARTAMENTO	No.	NOMBRE	AERA (Ha.)
Chalatenango	1	EL pital	1400
	2	Pakanalapa	601
	3	Santa Bárbara	47
Cuscatlán	1	Colima	607
	2	Colima (Sect. tradicional)	2
La Paz	1	Santa Clara	602
	2	Escuintla	873
	3	El Astillero	253
	4	El Pichiche	54
	5	Isla Tasajera	200
	6	La Calzada	26
San Vicente	1	Nuevo Oriente	91
	2	Volcán de San Vicente	150
	3	La Joya	1022
	4	Parras Lempa	21
	5	La Rinconeda	6
Usulután	1	Laguna de Alegría	150
	2	Nancuchiname	1030
	3	Normandía	376
	4	Chaguantique	49
	5	El Tercio	33
	6	La Esperanza	8
	7	San Felipe	400
	8	Isla San Sebastián	229

CUADRO 2
(Continuación)

DEPARTAMENTO	No.	NOMBRE	AREA (Ha.)
Usulután	9	Puerto Caballo I	105
	10	San Carlos	98
	11	Puerto Caballo II	77
	12	La Redención	140
	13	Buena Esperanza	70
	14	El Tamarindo	15
	15	El Tecomatal	174
	16	La Cabaña	719
San Miguel	1	La Estancia	533
	2	El Obrajuelo	259
	3	Volcán de San Miguel	1200
	4	Laguna el Jocotal	1877
	5	Casamota y La Pezota	196
	6	Chilanguera	317
	7	Tierra Blanca	8
Morazán	1	San Carlos	124
	2	Cerro Cacahuatique	876
La Unión	1	Pasquina	200
	2	Sirama Lourdes	99
	3	El Once y la Paz	19
	4	El Faro Yologualo	206
	5	Maquigue	187
	6	Suravaya	257
	7	Maquigue I	17
	8	Islas del Golfo	112
	9	El Socorro	447

CUADRO 3
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de Auachapán)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
San Francisco Menéndez	El Guisnay	50
	Nueva York	6
	El Edén	1
	El Cerrito	0,5
	La Caseta	4
	La Cancha	1
	Cerro Tégal	2
	Cueva de Cal	0,1
	Cueva del Altillo	0,1
	San Benito/Cerro de la Olla	2,0
Jujutla	El Cajete	10
	El Carmen	0,4
	Aguachapío	9
	Guayapa	2,5
	Tacachol	4
	Azacualpa-Jujutla	15
	Acatepeque	40
	Rosario Abajo	5
	Santa Fé	5
Ahuachapán	La Danta	21
	Copinol	10
	Los Cerritos-Ahuachapán	5
	Las Lajas/El Cerrito/Escalanta	1,5
	San Benancio	3,5
	La Labor	3,5
San Lorenzo	El Jicaral	4,5
Apaneca	Santa Leticia	15

CUADRO 3
(Continuación)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Apaneca	Apaneca	5
Atiquizaya	El Chayal	5
	Santa Rita	5
	Pepenance	2
	San Juan - El Espino	0,7
	Atiquizaya	5
Tacuba	Lomas de San Juan	0,5
	Unidad de Salud de Tacuba	1
	Los Cerritos_Tacuba	5
	Las Pirámides	5
San Pedro Puxtla	Tres Ceibas/San Pedro Puxtla	5
	El Cortéz	5
	Cueva del Tigre	0,1
Concepción de Ataco	Los Tablones/Los Cerritos	12

CUADRO 4
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de Sonsonate)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Santo Domingo de Guzmán	Monte Rico	4,2
	La Sabana	7
Guaymango	Morro Grande	2,5
Salcoatitán	La Monarca	0,8
	Salcoatitán	5
Acajutla	Salinitas	1
	Atalaya	15
	Puerto Viejo de Acajutla	1
Juayúa	San Luis	2
	Juayúa	5

14

CUADRO 4
(Continuación)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Izalco	Izalco	3,5
	Huiscoyolate	18
	San Isidro	150
	Los Mangos	10
	La Plegada	2
	Tunalmiles	10
	Talcomunca I	5
	Talcomunca II	5
Sonsonate	Santa Marta	0,5
	Miraflores/El Mono	10
	El Mora	10
	Canadá	6
	Tonalá	5
Caluco	San Ramón	2
	La Charca - Casluco Viejo	15
Nahulingo	Tacuxcalco	200
	Nahulingo	5
	La Granja	2
San Julián	Los Lagartos	4,5
Cuisnahuat	Potrero el Lázaro	1
Armenia	Azacualpa/Armenia	2
	La Gloria	0,1
	El Pato	10
	Copapayo	1
	El Pito	0,5
	La Centinela	4,2
	La Carita	1,9
	Los Piojos	0,14

19

CUADRO 4
(Continuación)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Armenia	La Polonia	0,15
	Canal Pincipal	27,9
	Cerro Masatepeque	11,25
	Tres Ceibas	1,12
	Armenia Sur	0,11
Sonzacate	Finca Bululú	5
Nahuizalco	Guacamaya	5
	Barrio de San Juan	2
San Antonio del Monte	Cuyuapa Arriba	20
	El Platanillo	5
Santa Catarina Masahuat	Santa Catarina	5
Santa Isabel Ishuatán	Ishuatán	6

CUADRO 5
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de Santa Ana)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
San Antonio Pajonal	Santa Catarina	7
Metapán	Matalapa	10
	Isla Tipa	2
	San Francisco Gayojo	21
	Ostúa/La Portada	5
	Azacualpa/Guija	20
	Igualtepeque/C. de las Figuras	12
	San Diego	5
	Cerro Colorado	1,8
	El Tule	0,5
	El Desague	27
	La Lomita	1,2

CUADRO 5
(Continuación)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Metapán	Los Almendros	1,8
	Los Guiliguistes	2,2
	Los Morros	0,01
	Llano Guajoyo	6
	Playa de Belén	5
	Playa del Guayabo	5
	Belén de Guijat	17
Candelaria de la Frontera	El Singuil	7
	La Joya/Singuil	7
	San Antonio Sacamil	5
Chalchuapa	Cuscachapa	10,5
	La Magdalena	2,8
	Amulunga	4,2
	Pampe	10,5
	Bolinas	0,1
	Las Victorias	10
	Cementerio Jardín	5
	Carcagua	14
Santa Ana	San Antonio	0,5
	Santa Teresa	5
	Versalles	10,5
	Finca Arizona	9
	Finca Rosita	5
	Potosí	5
El Congo	Siete Príncipes	5
	La Bellota	7
	Monte Vista	1,4
	El Obraje	1,2

CUADRO 5
(Continuación)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Coatepeque	San Jorge	3,5
	Palo Negro	3
	Guadalupe	1
	El Tinteral	11,25
	San acinto	5
	Jocotón	2
Ciudad Arce	Hacienda La Presa	4,8
Masahuat	Atempa/Masahuat	69
	El Conacastillo	2
	El Vadito	0,6
	Hacienda San Nicolás	2,5
	La Vega	0,34
	Valle Nuevo	0,8

CUADRO 6
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de La Libertad)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Teotepeque	Ulata	20
	Letrero del Diablo	1
San Juan Opico	Cangrejera	2
	Santa Emilia	5
	Normandía	0,42
	El Palío	0,18
	Picachón	0,4
	Las Pacayas	1
	San Felipe	1
	La Nueva Encarnación	0,75

CUADRO 6
(Continuación)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
San Juan Opico	El Zope	0,5
	Los Limones	1
	El Cambio	3
	Viveros de ICR	5
	Sitio del Niño	36
	Argentina	1
	Piscina	0,49
	Montículos Pequeños	2
	Trespo	5
Quetzaltepeque	Pueblo Viejo/Hnda. Las Marías	5
	Lava	3,6
	Nejapa Viejo/La Fuente	70
San Pablo Tacachico	Talcualuya	5
San Matías	La Isla	12,3
	San Lorenzo	25
Ciudad Arce	Minas de Plomo	10
	El Conejo	0,7
	El Chilar	4,2
	Centa	1
	ENA	2,1
	San Francisco	6
	Hacienda Zapotitán	8
	La Cuchilla	5
	Aguacaliente	80
	Canal Las Cañas	0,68
	Caña de Tarro	2,3
	Sucio	0,27
	El Cerrito/Zapotitán	3,1

CUADRO 6
(Continuación)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Ciudad Arce	Tomás	1,35
	Santa Alicia	40
	Amayo	4,4
	La Férrea	40,5
	Santa Rosa	4,9
	Río Amayo	22
Jayeque	Jayeque	5
Nueva San Salvador	El Astillero	5
Sacacoyo	Ateos/Santa Inés del Tránsito	5
	Chuchucato	5
	La Florida/Santa Isabel	3
	Hacienda Nueva	1
	Sacacoyo	0,18
	Las Palmeras	5
Colón	Cuyugualo	5
	El Primo	0,1
	Monolit	1
Tepecoyo	Talpunca	7
Tamanique	El Sunzal	1
	Tarpeya/P. Viejo Talmanique	12
La Libertad	Don Dieguito	1
	Punián	15
San José Villanueva	La Piedra Pintada	0,1
	Hacienda Tula	2
Comasagúa	El Peñón	1
Nuevo Cuscatlán	Las Piletas/Vía del Mar	4

CUADRO 7
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de Chalatenango)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Nueva Concepción	Las Guaras	5
San Francisco Morazán	Las Mataras	10
El Paraíso	La Ciénaga	8
	El Perical	10
	El tamarindo	5
	El Rosario	8
	Hacienda Santa Bárbara	10
	Río Grande	8
	Los Flores	2,5
Chalatenango	Los Yancos	0,5
	Las Laitas/Santa María	500
Dulce Nombre de María	El Ermitaño	0,1
Ojo de Agua	Ojo de Agua	1

CUADRO 8
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de Cuscatlán)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Suchitoto	El Zapote	7
	El Remolino	14
	El Cocal	1,5
	Monongua	1
	Los Almendros	10
	La Criba	1
San José Guayabal	San José Guayabal	5
San Pedro Perulapán	Cerro del Campanario	3
Cojutepeque	La Finquita	1
	Petrograbados Los Naranjos	0,1
San José Cancasque	Pozo Espumoso	1
San Rafael Cedros	Piedra Herrada	0,1

CUADRO 9
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de San Salvador)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
El Paisnal	La Cabaña	2,8
	El Arenal	1
Aguilares	Las Pampas	15
	San Francisco/La Glorieta	8
	San Cristobal	5
Guazapa	La Esmeralda	1,5
	El Mico	3,5
	Sitio de Jesús	7
Nejapa	La Portada/Mapilapa	5
	El Castao	5
	Mapilapa	10
San Salvador	Hospital Cardiovascular	1
	Santa Clara	2
	San Mateo	3
	Barrio de San Jacinto	3
	Cerro El Zapote	2
	Condominio Los Héroes	0,2
	Acelhuate	1
	La Cima	2
	Santa Anita	5
Ciudad Delgado	Texaco/Concepción	0,1
Apopa	El Angel	5
	Madre Tierra	25
Mexicanos	La Finca	1
Ayutuxtepeque	Cantón Los Llanitos	1
Soyapango	Texas Instruments	1

CUADRO 10
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de Cabañas)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Cinquera	Los Lirios	4
Ilobasco	San Francisco del Monte	5
Sensuntepeque	Cerro Chunte	1
	Cueva Hedionda	0,1
San Isidro	Titihuapa	0,1

CUADRO 11
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de San Vicente)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Apastepeque	El Guayabo	1
	Apastepeque	2
	Lago de Apastepeque	59
Tecoluca	Hacienda San Francisco	10
San Ildefonso	Ernesto	1
	San Ildefonso	8
	El Tejal	3
	Chancuyame	9
	Sitio Amaya	1
	El Lagarto	1
	El Astillero/C.Candelaria Lempa	9
San Vicente	La Pintada	0,1
	El Marquesado	5

CUADRO 12
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de Usulután)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Estanzuelas	La Pintadcna/Cueva del Toro	0,1
	El Espinal	2
	Salto El Coyote	1
	Rosas Coloradas	5
	El Jocotal	7
	La Laguneta	10
Mercedes Umaña	Hacienda Santa Anita	6
Jiquilisco	La Noria	1
	San Isidro/Valle San Juan	4
	San Marcos Lempa	5
	Isla El Jobal	1
	Isla Espiritu Santo	5
	Isla Madresal	6
Puerto El Triunfo	La Rama	1
Nueva Granada	Loma China	9
	San José de Gualcho	62
Jucuapa	Piedra Pintada	0,1
San Dionisio	Gualacho	5
Concepción Batres	Los Posada/Salinas/Sta Emilia	3

CUADRO 13
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de La Paz)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Tapalhuaca	Xalosinagua	25
Zacatecoluca	Hacienda El Carmen	9

48

CUADRO 14
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de San Miguel)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Carolina	Los Bonetes	5
Nuevo Edén de San Juan	Los Fierros	0,1
Sensorí	Rancho Alegre	5
Chinameca	Chinameca	3
Moncagua	El Rodeo	5
Lolotique	Caserío El Hotel/Cerro Pavaya	10
Comacarán	Piedra Pintada/Comacarán	0,1
San Miguel	Hacienda La Presita	5
	Las Moritas	5
	Río Ojos de Agua	10
	Los Llanitos	4

CUADRO 15
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de Morazán)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Perquín	Pueblo Viejo/Perquín	5
El Rosario	Villa El Rosario	1
Jocoatique y Armabala	Quebrada Las marías	10
Jocoatique	Pozo el Amate	5
Gualococti	Gualococti	5

CUADRO 15 (continuación)
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de Morazán)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
Lolotiquillo	Cerro Coroban	10
	Cerro Tizate	10
Cacaopera	Cueva la Coquinca/Labranzas	2
	Cueva el Flor	1
	Ciriwal	2
	Petrograbado de Pueblo Viejo	0,1
	Pueblo Viejo/Cacaopera	10
	El Nance	1
Anamoros	Piedra Herrada/Anamoros	1
Soc. Corinto y Anamoros	Cerro Ocotepeque	10

CUADRO 16
Sitios Arqueológicos de El Salvador
(Departamento de La Unión)

Jurisdicción	Nombre	Extensión (Ha.)
San Alejo	Asanyamba/El Chapernalito	4
La Unión	Isla Periquito	3
	Isla Perico	5
	Conchagua Vieja	5
	Teca	5
	Pueblo Viejo/La Unión	8
Conchagua	Hacienda Yologual	5
	Las Tunas	1

90

ANEXO 9.3.2

PERIODOS ARQUEOLOGICOS

CONTENIDO

Período Precerámico (anterior al año 1.200 a.C.)

Período Preclásico

Período Clásico

Período Postclásico (1.200 d.C. - 1.530 d.C.)

PERIODOS ARQUEOLOGICOS

Período Precerámico (Anterior al año 1.200 a.C.)

Hasta el presente, la única ocupación Precerámica encontrada en el país se ha encontrado en Chalchuapa, en donde se hallaron varios desechos de navajas de obsidiana.

Período Preclásico

Este período presenta tres divisiones: Temprano (1.200 a.C. - 900 a.C.), Medio, (900 a.C. - 500/400 a.C.) y Tardío (500/400 a.C. - 200/250 d.C.). La prueba más antigua de asentamientos humanos en El Salvador se ha encontrado en Chalchuapa, con evidencias cerámicas y arquitectónicas. Estos pobladores probablemente provinieron de Chiapas (México) o de Guatemala.

En el período Preclásico se presentaron las primeras formas de organización laboral, involucrando varios individuos realizando diversas funciones bajo la dirección de una autoridad central. La alfarería presenta elementos que contienen semejanzas con los Olmecas.

Para el período Preclásico Tardío, se presenta una clara ocupación de varios asentamientos ubicados en las regiones occidental, central y oriental de El Salvador.

La disposición de las construcciones en este período presenta patrones muy semejantes a los reportados en las tierras altas de Guatemala.

Durante este período, se observa un apogeo cultural en El Salvador, ya que se establecieron un número considerable de asentamientos; se llevó a cabo la construcción de edificios y plazas, de lo que se infiere un crecimiento de la población y un surgimiento de la organización laboral. Además, las relaciones culturales del tipo lingüístico, intercambio comercial (obsidiana), cerámico (alfarería tipo Usulután), arquitectónica y escultórica con las tierras altas de Guatemala y áreas contiguas, muestran un desarrollo cultural, producto de una larga evolución que se inició en el Preclásico Temprano.

Este florecimiento cultural se vio interrumpido en ciertas regiones del país por la actividad volcánica del Ilopango, lo que produjo una gran desocupación de tierras durante varias generaciones.

Período Clásico

Presenta cuatro divisiones así: Temprano (200/250 d.C. - 400 d.C.), Medio (400 d.C. - 600/650 d.C.), Tardío (60/650 d.C. - 900 d C.) y Tardío Terminal (900 d.C. - 1.200 d.C.)

Para el período Clásico Temprano la escasa evidencia arqueológica temprana demuestra que no se presentó un "total abandono" de las áreas en el Centro-Norte y Occidente de El Salvador.

El período Clásico Medio presenta yacimientos en Quelapa, zona de Chalchuapa, Cerén e Igualquetepe. Quelapa continuó su desarrollo cultural con nexos hacia el centro y sur de Honduras y no tanto con el área Maya.

El período Clásico Tardío se puede caracterizar como un lapso durante el cual ocurrió un florecimiento cultural en varios puntos de El Salvador. En efecto, la construcción de complejos arquitectónicos integrando edificios con funciones cívico - ceremoniales, político - administrativas, plazas, juegos de pelota, plataformas habitacionales, etc. son indicadores de una organización social y laboral a nivel estatal para la organización de la inversión de la mano de obra.

Arqueólogos como Demarest sostienen que los vestigios arqueológicos hallados en ofrendas de sitios del Valle del Paraíso, Tazumal, San Andrés y Quelapa sugieren que los antiguos gobernantes de El Salvador no participaron del todo en la cultura maya del Clásico, ya que dichos soberanos contaban con sus propios sistemas culturales.

Por último, el período Clásico Tardío Terminal, a nivel regional, se ha reconocido que la ocupación de los sitios mayas del período Clásico aconteció entre 900 d.C. y 1.200 d.C. El Salvador en este período fue el escenario de por lo menos tres procesos socio - culturales importantes: El colapso de varios asentamientos del Clásico, La continuación de la ocupación de Tazumal y el rápido resurgimiento, apogeo y colapso de Cihuatán, Santa María y otros sitios menores en el Valle del Paraíso.

Período Postclásico (1.200 d.C. - 1.530 d.C.).

La ocupación Postclásica en la zona de Chalchuapa se hace evidente en el Grupo Peñate y en el área sobre la cual se localiza el actual asentamiento de Chalchuapa.

Cuscatlán en el suroeste de San Salvador fue un importante asentamiento de este período y hay noticias históricas de que Pedro de Alvarado llegó con sus tropas en 1.524.

La filiación lingüística de los grupos que poblaron El Salvador durante el Postclásico se puede resumir en tres argumentos:

Primero, entre 1.200 y 1.350 d.C., los nonoalca-pipil; grupo multiétnico con influencia nahua, emigraron desde los estados de Hidalgo y Puebla (México), para llegar a asentarse en El Salvador.

Segundo, Cuscatlán es muestra de un desarrollo local y los orígenes y fundación del sitio tienen como antecedente a los pipiles del Clásico Terminal.

Tercero, el occidente de El Salvador fue ocupado por mayas hablantes de pokomam en una etapa tardía del Postclásico. Los maya - pokomam reemplazaron a los pipiles que estaban ocupando Chalchuapa y cuando los españoles llegaron a la zona, observaron numerosos asentamientos pipiles alrededor de muy contados asentamientos maya - pokomam.

ANEXO 9.6.1

GUIAS DE PROTECCION AMBIENTAL PARA PROYECTOS QUE NO REQUIEREN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

CONTENIDO

1.0 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES

1.2 OBJETIVOS

1.3 ORGANIZACION DE LA GUIA

2.0 NORMAS DE COMPORTAMIENTO

2.1 NORMAS INICIALES

2.2 NORMAS GENERALES PARA LA COMPAÑIA

2.2.1 Sobre la Vegetación

2.2.2 Sobre los Valores Culturales

2.2.3 Sobre las Aguas

2.2.4 Sobre el Uso de Explosivos

2.2.5 Sobre la Extracción de Materiales

2.3 NORMAS GENERALES DE COMPORTAMIENTO DEL PERSONAL

2.3.1 Sobre Flora y Fauna

2.3.2 Sobre la Calidad y Uso de las Aguas

2.3.3 Sobre las Comunidades Cercanas

.4 MEDIDAS SANITARIAS Y DE SEGURIDAD AMBIENTAL

.4.1 De los Trabajadores

.4.2 De los Campamentos

.4.3 Sobre la Maquinaria y Equipos

.5 NORMAS ESPECIALES PARA AREAS AMBIENTALES SENSITIVAS

3.0 ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO

3.1 ASPECTOS GENERALES

3.2 SELECCION DE RUTA

3.3 SELECCIÓN DE AREAS DE PRESTAMO Y DISEÑO DE EXPLOTACION

3.4 DISEÑO DE TALUDES LATERALES

3.5 RECUPERACION DE DAÑOS A TERCEROS

3.6 DISPOSICION DE MATERIALES

4.0 GUIAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE

4.1 ASPECTOS GENERALES

4.2 TIPOS DE DRENAJE

4.2.1 Drenajes de Intercepción

4.2.2 Subdrenajes

4.2.3 Drenaje Superficial

5.0 GUIAS PARA ESTABILIZACION DE TALUDES

5.1 ASPECTOS GENERALES

5.2 CONCEPTOS GEOTECNICOS BASICOS

5.2.1 Diferentes Tipos de Suelos

5.2.2 La Erosión

5.3 MANEJO DE LOS PROBLEMAS FÍSICOS DE LAS VIAS

5.3.1 Medidas Hidráulicas o de Manejo del Drenaje

5.3.2 Medidas Físicas

5.3.3 Medidas Biológicas

CONTENIDO DE FIGURAS

1 Esquema de Pozo Séptico.
2 Mapas de Areas Ambientales Criticas y Sensitivas de El Salvador (Mapas 9.3 y 9.4 del texto).
3 Manejo de Taludes.
4 Esquema de Corte de un Talud.
5 Perfil de un Botadero.
6 Drenaje de Vía en Pendiente.
7 Drenajes Subterráneos.
8 Tipos Frecuentes de Movimientos de Falla de Taludes.
9 Trinchos para Cabecera de Carcava.
10 Diques de Estabilización.
11 Trincho de Madera.
12 Trincho de Matorral.
13 Trincho de Malla de Alambre.
14 Perfil de un Terraceo.
15 Conformación del Terreno para Revegetalización.

CONTENIDO DE CUADROS

1 Efectos de la Lluvia en la Erosión de Terrenos y Principales Parámetros que Pueden Afectar el Fenómeno de Erosion por la Lluvia.
2 Fenómenos de Erosión y Remoción en Masa.
3 Problemas Frecuentes de Erosión y Estabilidad y Medidas para su Manejo.

1.0 INTRODUCCION

Esta guía contiene las medidas mínimas de protección ambiental razonables con el fin de llevar a cabo el diseño y/o la construcción de proyectos de infraestructura de transportes.

Debe ser aplicada en aquellos proyectos que no requieren de la realización de estudios de impacto ambiental, pero también debe usarse como complemento de las medidas específicas recomendadas por aquellos proyectos que cuentan con dichos estudios.

La necesidad de la adopción de la presente guía, se debe a los impactos ambientales que se presentan durante la construcción de dicha infraestructura sobre los diferentes componentes del entorno. Estos efectos han sido identificados en distintos proyectos de infraestructura de transportes en todo el mundo.

Entre estos impactos negativos pueden citarse los efectos directos sobre el medio físico, representados en gran medida en la desestabilización de los taludes, interrupciones del drenaje y contaminación de las corrientes con sedimentos entre otros.

Sobre el medio biótico, debido al cruce por zonas boscosas, tala de vegetación y ahuyentamiento de la fauna, como efectos directos y en la alteración de los ecosistemas, por efectos inducidos, como la colonización de áreas selváticas con todas las implicaciones sobre la flora y fauna regionales, como el tráfico ilegal de especies, algunas de ellas en posible peligro de extinción.

Sobre el componente socio-económico y cultural, porque las vías pueden cruzar por áreas de comunidades indígenas, zonas de importancia arqueológica y por los desajustes sociales que pueden presentarse debido a la presencia de campamentos con alto número de obreros.

1.1 ANTECEDENTES

El presente documento se ha elaborado como complemento a la Revisión Ambiental del banco de proyectos identificados dentro del Estudio de Optimización del Sistema de Transportes de El Salvador.

Se presenta como un anexo al cuerpo principal del informe, pero hace parte integral de las recomendaciones del mismo y fue preparado con base en los siguientes documentos: Bio Consult (1.994), Aristizábal (1.993), Instituto Nacional de Vías de Colombia (1.993), Instituto Colombiano del Petróleo (1.990), Universidad del Cauca (1.990), García (1.973).

1.2 OBJETIVOS

Esta guía tiene como objetivo fundamental involucrar la protección ambiental dentro de las labores de diseño, construcción, mejoramiento y mantenimiento de carreteras, caminos vecinales ferrocarriles y vías en general.

Así mismo pretende servir de orientación para los contratistas constructores y para los interventores de las obras, con el fin de garantizar una aplicabilidad práctica del mismo.

1.3 ORGANIZACION DE LA GUIA

La guía consta de los siguientes capítulos:

CAPITULO 2.0 NORMAS DE COMPORTAMIENTO

Comprende una serie de normas a ser observadas por el personal de los contratistas constructores, cuyo cumplimiento debe ser exigido por la interventoría de la construcción, bajo supervisión de la UAS del MOP, una vez que entre en operación.

CAPÍTULO 3.0 ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO

Incluye el análisis de aspectos de ingeniería que deben ser tenidos en cuenta por los contratistas de diseño.

CAPITULO 4.0 GUIAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE

Este capítulo presenta algunas recomendaciones sobre el diseño de las obras de drenaje, ya que éste es uno de los componentes del medio más vulnerable a una vía.

CAPITULO 5.0 GUIAS PARA ESTABILIZACION DE TALUDES

Contiene también importantes recomendaciones sobre este tema, que es el que mayor incidencia presenta en los costos posteriores del mantenimiento de la vía, así como grandes riesgos sobre la integridad de los habitantes y usuarios de la vía.

2.0 NORMAS DE COMPORTAMIENTO

Se presentan las normas que deben adoptarse por parte de las compañías de diseño y/o construcción de las vías, así como por parte del personal que allí labore.

2.1 NORMAS INICIALES

Todas las especificaciones técnicas contenidas en la presente guía, deberán ser la orientación preferencial de las compañías diseñadoras y constructoras de las vías, además de las recomendaciones específicas resultantes de los lineamientos emanados de la UAS del MOP y las recomendaciones específicas determinadas en los estudios de impacto ambiental, cuando éstos existan. Se optará por otras alternativas, sólo cuando éstas signifiquen un mejoramiento ambiental del proyecto.

Se buscará siempre minimizar los efectos de la construcción sobre el ambiente, bajo la supervisión de un representante ambiental de la interventoría, bajo la asesoría técnica de la UAS. Dicho representante ambiental trabajará en estrecho contacto con el ingeniero responsable de la obra.

Es responsabilidad de las compañías contratistas, conocer los lineamintos ambientales emanados por la UAS, así como las de cumplir con todas las leyes, reglamentaciones y demás normas vigentes emanadas por las diferentes autoridades ambientales.

El contratista debe procurar producir durante la construcción, el menor impacto ambiental sobre los suelos, cursos de agua, calidad del aire, organismos vivos y comunidades indígenas y demás asentamientos humanos, así como al patrimonio cultural.

Toda contravención o acciones de personas que trabajen en la obra y que originen daño ambiental, deben ser de conocimiento del interventor de las obras, quién informará a la UAS.

Los daños a terceros causados por incumplimiento de estas normas, son de responsabilidad de las compañías, quienes deberán recuperarlos a su costo. bajo la supervisión de los anteriores, sin perjuicio de las sanciones legales a que hubiera lugar.

Las Compañías harán divulgación de la presente guía a sus trabajadores, por medio de conferencias y avisos informativos y preventivos sobre los asuntos ambientales.

2.2 NORMAS GENERALES PARA LA COMPAÑIA

La compañía por su parte deberá cumplir con las siguientes normas durante la construcción, además de velar por que las demás se cumplan a cabalidad.

2.2.1 Sobre la Vegetación

Se debrá demarcar claramente las líneas laterales del derecho de vía, áreas de patios de almacenamiento y reparación de equipos y áreas de campamenmtos, con el fin de evitar el demonte accidental de áreas fuera de las zonas enunciadas.

El corte de vegetación arbórea debe hacerse con sierras de mano y no con buldozer, para evitar daños en los suelos en zonas aledañas y daños a otra vegetación cercana.

Para los encofrados de obras de drenaje y otras obras de arte, se utilizará solamente la madera talada y no se cortará más madera, a no ser que ésta sea insuficiente, en cuyo caso se buscará reciclar en lo posible la madera ya utilizada y si es el caso, comprar madera ya aserrada.

Los árboles a talar deben estar orientados, según el corte, para que caigan sobre la vía, evitando así que en su caída, deterioren otros que no se vayan a talar.

En las áreas boscosas se mantendrá en lo posible sitios de contacto del dosel forestal, con el fin de permitir los movimientos de la fauna, principalmente de primates.

2.2.2 Sobre los Valores Culturales

Cuando durante la explanación y explotación de canteras se encuentren yacimientos arqueológicos, se deberá disponer la suspensión inmediata de las excavaciones y/o explanaciones que pudieran afectar dichos yacimientos, se dejarán vigilantes armados con el fin de evitar los posibles saqueos y se procederá a dar aviso de inmediato a las autoridades pertinentes, quienes evaluarán la situación y determinaran sobre cuando y cómo continuar con las obras de la vía.

Una alternativa a esta situación puede ser la de abrir otros frentes de trabajo y/o rodear el yacimiento si ésto fuese técnicamente posible.

2.2.3 Sobre las Aguas

Para evitar la interrupción de los drenajes, se colocarán las alcantarillas y cajas recolectoras simultáneamente con la nivelación de la vía y la construcción de terraplenes; nunca se dejarán para después de la construcción de las vías.

Cuando las cunetas de una obra o trabajo confluyan directamente a un río o quebrada, deberán estar provistas de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos y si es el caso, hacer algún tratamiento previo antes de conducirlos al río.

Cuando exista la necesidad de desviar un curso natural de agua o se haya construido un paso de agua y éste ya no se requiera posteriormente, el curso abandonado o el paso de agua deberá ser restaurado a sus condiciones originales por el constructor.

Los drenajes deben conducirse siguiendo las curvas de nivel hacia canales naturales protegidos. En caso de que ésto no sea posible, se deben construir obras civiles de protección mecánica para el vertimiento de las aguas, (estructuras de disipación de

energía a la salida del terreno para evitar la erosión).

El contratista tomará las medidas necesarias para garantizar que cemento, limos, arcillas o concreto fresco no tengan como receptor final lechos de cursos de agua.

Los residuos de tala y rocería no deben llegar a la corrientes de agua. Estos deben ser apilados de tal forma que no causen desequilibrio en las condiciones del área. Salvo excepciones justificadas por el interventor de la obra, estos residuos no deberán ser quemados, con el fin de evitar incendios forestales y contaminación atmosférica.

2.2.4 Sobre el Uso de Explosivos

El uso de dinamita u otros explosivos se restringirá únicamente a las labores propias de la construcción que así lo requieran. Su custodia estará a cargo de un almacenista, bajo la supervisión del ingeniero jefe y el interventor de la obra. En lo posible, se contará con la vigilancia de las fuerzas armadas, especialmente en áreas con problemas de orden público. Su ubicación tendrá en cuenta las normas de seguridad que permitan garantizar que no se pongan en peligro las vidas humanas y el medio ambiente, así como obras y construcciones existentes, por riesgo de accidentes.

Se procurará almacenar el mínimo posible de dinamita que permita realizar razonablemente las obras de construcción.

El uso de la dinamita debe ser realizado por un experto, con el fin de evitar los excesos que pueden desestabilizar los taludes, causando problemas en un futuro.

2.2.5 Sobre la Extracción de Materiales

Las zonas para extracción de materiales de construcción (áreas de préstamo de arenas, gravas, piedra etc.), sean de peñas o playones de ríos o quebradas, serán seleccionadas previo un análisis de alternativas y su explotación será sometida a aprobación por parte de la UAS, quién exigirá la presentación del respectivo estudio del plan de explotación y posterior recuperación morfológica y revegetalización.

El material superficial o de descapote removido de una zona de préstamo, debe ser apilado y cubierto con plásticos para ser utilizado en las restauraciones futuras.

Cuando la calidad del material lo permita, se aprovecharán los materiales de los cortes para realizar rellenos, o como fuente de materiales constructivos, con el fin de minimizar la necesidad de explotar otras fuentes y disminuir los costos ambientales y económicos.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera ni arrojados a los cursos de agua. Estos serán acarreados a botaderos seleccionados en el diseño de la

obra y dispuestos adecuadamente, con el fin de no causar problemas de deslizamientos y erosión posteriormente.

2.3 NORMAS GENERALES DE COMPORTAMIENTO DEL PERSONAL

Con el fin de prevenir efectos ambientales que usualmente se producen por falta de una adecuada educación ambiental de las personas que laboran en los proyectos de diseño y construcción, se presentan a continuación una serie de normas generales de comportamiento durante misma, las cuales deben seguirse en su integralidad.

2.3.1 Sobre Flora y Fauna

Se debe prohibir estrictamente el porte y uso de armas de fuego en el área de trabajo, excepto por el personal de vigilancia expresamente autorizado para ello.

Quedan terminantemente prohibidas las actividades de caza en las áreas aledañas a la zona de construcción, así como la compra a lugareños de animales silvestres (vivos, embalsamados o pieles), cualquiera que sea su objetivo.

Se controlará la presencia de animales domésticos, tales como gatos, perros, cerdos etc., principalmente en áreas silvestres.

La pesca por parte de los trabajadores, en ríos, quebradas, lagunas y cualquier cuerpo de agua, por medio de dinamita o barbasco queda prohibida. Esta sólo podrá ser ejecutada con anzuelos.

Si por algún motivo han de efectuarse quemas, éstas sólo podrán ser autorizadas por el interventor de las obras, en su calidad de representante ambiental y se tomarán las medidas necesarias para evitar que se presenten incendios forestales u otros incendios.

Se evitará que los trabajadores de las carreteras que se realicen en zonas boscosas o próximas a éstas, se movilicen fuera de las áreas de trabajo sin la autorización del jefe del campamento.

2.3.2 Sobre la Calidad y Uso de las Aguas

Se evitará la captación de aguas en fuentes susceptibles de secarse o que presenten conflictos con los usos por parte de las comunidades locales.

Por ningún motivo la Compañía Constructora podrá lavar sus vehículos o maquinaria en ríos o quebradas ni arrojar desperdicios a los cuerpos de agua.

2.3.3 Sobre las Comunidades Cercanas

Los trabajadores no podrán posesionarse de terrenos aledaños a las áreas de trabajo o a las nuevas vías.

Se controlará a los trabajadores el consumo de bebidas alcohólicas en los campamentos, especialmente cuando éste quede localizado en cercanías de zomas de fragilidad ecologica.

La construcción de cualquier obra y la presencia de personal, (exploradores y cuadrillas de topógrafos), en zonas indígenas, deberá tener conocimiento y aceptación previa por parte de las comunidades. Debe procurarse evitar el contacto directo entre trabajadores e indígenas; éste será realizado previamente por las comisiones de supervisión ambiental.

2.4 MEDIDAS SANITARIAS Y DE SEGURIDAD AMBIENTAL

Debido a la común ocurrencia de epidemias de enfermedades infectocontagiosa, en especial aquellas de transmisión venérea, que se suelen presentar en las poblaciones cercanas a los campamentos de construcción de carreteras y en general de grandes proyectos de ingeniería, así como aquellas que se producen por ingestión de aguas y alimentos contaminados con materia fecal, se presentan las siguientes normas de tipo sanitario y de seguridad.

2.4.1 De los Trabajadores

Para ingresar a trabajar en la compañía constructora de la vía, todos los trabajadores deberán someterse a un examen médico y exámenes de laboratorio, con el fin de prevenir epidemias.

Es importante hacer una campaña educativa por medio de una conferencia y de afiches o carteles informativos sobre las normas elementales de higiene y de comportamiento.

Se tendrá especial cuidado en hervir las aguas y el lavado de alimentos que se consumen crudos se hará con agua igualmente hervida, cuando éstos se preparen en los campamentos de los constructores.

Se realizarán periódicamente brigadas de salud ocupacional entre los trabajadores.

2.4.2 De los Campamentos

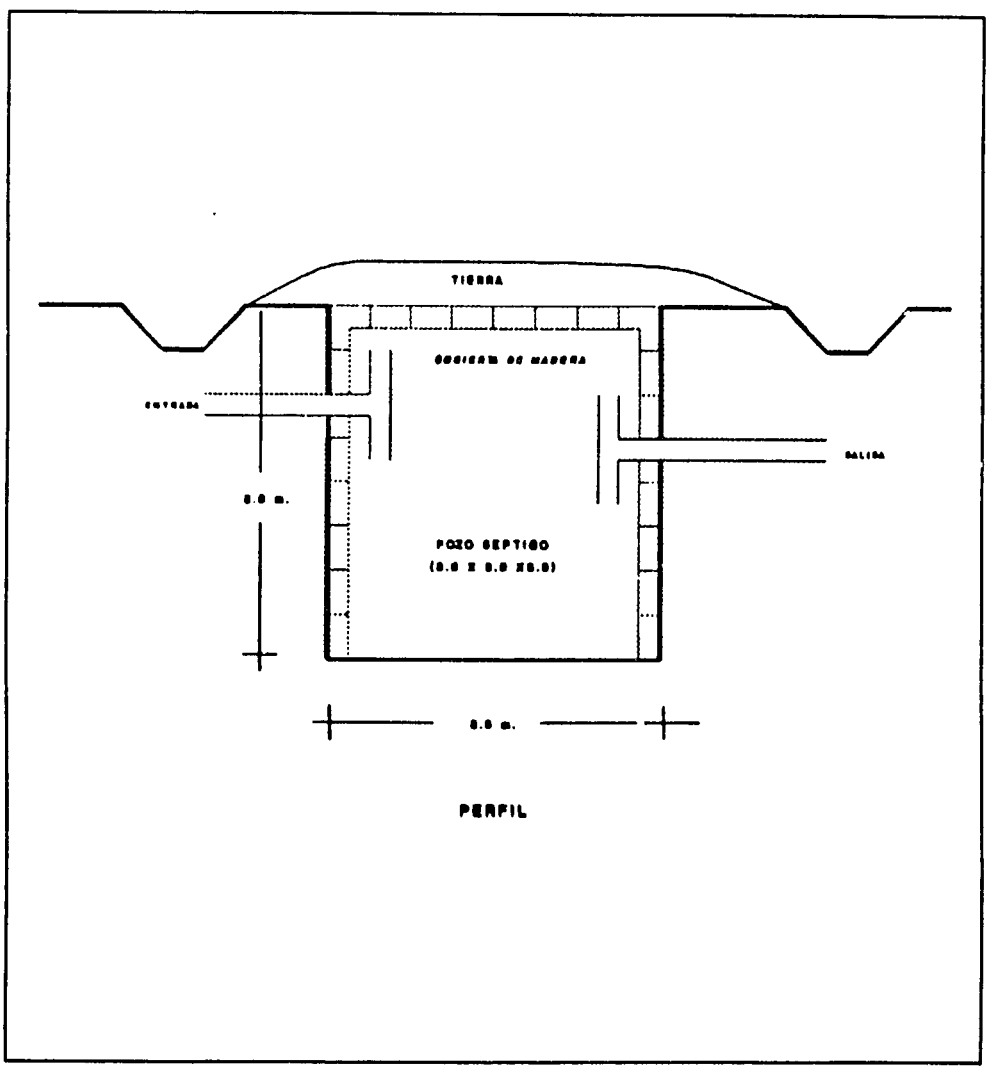
Los campamentos deben quedar en lo posible alejados de las zonas pobladas, con el fin de evitar problemas sociales en las mismos, adicionalmente, cuando las vías crucen por o cerca de áreas ambientales sensibles, como zonas boscosas etc., se evitará ubicarlos en dichas zonas.

El diseño de construcción de campamentos tendrá máximo cuidado de evitar tener que realizar cortes y rellenos, así como remoción de vegetación, hasta donde ésto sea posible.

En ningún caso los campamentos quedarán ubicados aguas arriba de las fuentes de abastecimiento de agua de núcleos poblados, debido a los riesgos sanitarios que ésto implica.

Todos los campamentos contarán con pozos sépticos, técnicamente diseñados. En la Figura 1 se presenta el diseño típico de dicha estructura. (Las medidas son sólo ilustrattivas y su tamaño irá de acuerdo al número de usuarios). **POR NINGUN MOTIVO SE VERTERÁN AGUAS NEGRAS EN LOS CUERPOS DE AGUA.**

FIGURA 1
Esquema de Pozo Séptico



No se arrojarán desperdicios sólidos de los campamentos a las corrientes o a media ladera. Estos se depositarán adecuadamente, en un pequeño relleno sanitario manual.

El pozo séptico y la fosa de residuos sólidos deberán ser excavados a mano y su construcción deberá cumplir con los requerimientos ambientales de impermeabilización y tubería de infiltración.

La alimentación diaria del personal, especialmente de aquel relocalizado en áreas boscosas, deberá ser lo suficientemente balanceada y variada, con el fin de reducir la necesidad de cazar o pescar ilícitamente.

Los campamentos contendrán equipos de extinción de incendios y material de primeros auxilios.

En lo posible, los campamentos serán prefabricados. En caso de realizar montaje de campamentos de madera de la región, se deben seleccionar en lo posible los árboles que queden en el derecho de vía, con el fin de evitar la tala innecesaria de árboles.

Los campamentos serán desmantelados una vez sean abandonados, excepto en el caso en que pudieran ser donados a las comunidades para beneficio común, como para ser destinados a escuelas o centros de salud.

En el caso de desmantelar los campamentos, los residuos resultantes deberán ser retirados y dispuestos adecuadamente. Los materiales reciclables deberán ser utilizados o donados a las comunidades.

2.4.3 Sobre la Maquinaria y Equipos

Las siguientes medidas están diseñadas para prevenir el deterioro ambiental, evitando problemas de contaminación sobre las aguas, suelos y atmósfera.

El equipo móvil, incluyendo maquinaria pesada, deberá estar en buen estado mecánico y de carburación, de tal manera que se queme el mínimo necesario de combustible, minimizando así las emisiones atmosféricas. Así mismo, el estado de los silenciadores de los motores debe ser bueno para evitar el exceso de ruidos. Igualmente se prevendrán los escapes de combustibles o lubricantes que puedan afectar los suelos o cursos de agua.

Estos equipos deben operarse de tal manera que causen el mínimo deterioro posible a los suelos, vegetación y cursos de agua en el sitio de las obras.

El aprovisionamiento de combustibles y el mantenimiento del equipo móvil y maquinaria, incluyendo lavado y cambio de aceites, deberá realizarse de tal manera que estas actividades no contaminen los suelos o las aguas. Los patios para estas actividades deberán estar ubicados en forma aislada de cualquier curso de agua.

Los cambios de aceite de las maquinarias deberán ser cuidadosos, disponiéndose el aceite de desecho en bidones o canecas, para ser retirado a sitios adecuados en las poblaciones cercanas, o preferiblemente reciclado. **POR NINGUN MOTIVO ESTOS ACEITES SERAN VERTIDOS A LAS CORRIENTES DE AGUA O AL SUELO.**

2.5 NORMAS ESPECIALES PARA AREAS AMBIENTALES SENSITIVAS

Se definen como Areas Ambientales Sensitivas aquellas que por sus características ambientales o culturales son especialmente susceptibles de sufrir deterioros graves y muchas veces irreversibles como consecuencia de la construcción de una vía.

Dentro de éstas se encuentran los ecosistemas frágiles o únicos, como lagunas costeras, estuarios, las áreas de Parques Nacionales o Regionales, Reservas Forestales, Reservas y Resguardos Indígenas y en general cualquier Unidad de Conservación establecida o propuesta. Siempre que se pretenda la construcción de una vía en o cerca de una de estas áreas, se requiere un estudio previo detallado de impacto ambiental.

En dichas áreas además de todas las normas anteriores se tendrán en cuenta las siguientes:

Antes de iniciar las actividades de diseño, el Ministerio se pondrá en contacto con las organizaciones indígenas o con las comunidades nativas afectadas, para informarles de las labores y posibles impactos que se presentarán, con el fin de que éstas ofrezcan su consentimiento y posible y decidida colaboración.

Las compañías deberán seguir estrictamente las recomendaciones de los estudios de impacto ambiental específicos que requieren estas vías.

Se deben tomar todas las precauciones para no exponer a los nativos a influencias extrañas a su cultura. Es indispensable que las compañías elaboren guías de procedimiento para estos casos, a fin de proponer las precauciones que se deben tener en cuenta ante las situaciones originadas por las diferencias lingüísticas y culturales.

Se debe prohibir en forma muy severa el uso de alcohol en las reuniones con nativos y la donación de bebidas alcohólicas a estas comunidades.

Cuando la vía cruce por áreas protegidas, se extremarán las medidas de vigilancia en lo referente a caza, pesca y tráfico de especies animales y vegetales, para lo cual se debe contemplar el funcionamiento de retenes madereros y ambientales las 24 horas del día.

Se deben colocar avisos explicativas invitando a la protección de las especies, así como anunciando la existencia de la unidad de conservación e invitando a no arrojar basuras, no tocar pitos y no realizar actividades de caza, pesca y tala en dichas áreas.

Se debe poner un límite a la velocidad máxima en estas zonas, que debe ser aún más restringida en las horas de la noche, por el peligro que existe de atropellamiento de fauna.

3.0 ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO

3.1 ASPECTOS GENERALES

Tradicionalmente el diseño de las vías no ha tenido en cuenta los aspectos ambientales, que en la actualidad se consideran de gran importancia, debido a los resultados en ocasiones desastrosos para el medio ambiente en muchas partes del mundo.

Por este motivo, en el diseño de las vías nuevas se deben tener en cuenta algunos requerimientos de tipo ambiental, que deben ir como mínimo, paralelos a las etapa de preselección de las vías a desarrollar en el país.

Por tal motivo, este capítulo se considera de primordial importancia para las compañías que realizan los diseños. Estas compañías deberán seguir los lineamientos expuestos en la presente guía en lo que a ellas ataña, dado que contarán con campamentos, comisiones de topografía etc. y estarán en contacto con las comunidades nativas o con Areas Ambientales Sensitivas, cuando las vías crucen por o cerca de éstas.

3.2 SELECCION DE RUTA

Para la selección de la ruta definitiva se deberán efectuar las siguientes labores:

Identificación correcta de los puntos de origen y destino de la ruta, así como también de los puntos intermedios por donde ésta deba pasar obligatoriamente.

Reconocimiento de las diversas alternativas establecidas, para determinar los distintos problemas técnicos y ambientales que tenga cada una de ellas, sean éstos de tipo topográfico, geológico, hidrogeológico, ecológico, geotécnico, socioeconómico o cultural.

Reconocimiento de las condiciones climáticas, principalmente de la precipitación.

Estimación del volumen del movimiento de tierras, así como del número y dimensiones de las obras de drenaje de cada alternativa.

Establecimiento de las posibles zonas de préstamo para base y sub-base de la vía.

Establecimiento de las condiciones ecológicas de cada una de las rutas preseleccionadas.

Se buscará en lo posible la línea más corta entre los puntos obligatorios, excepto cuando por razones ambientales, existan zonas por donde la vía no deba pasar. El Mapa 9.3 presenta las Areas Ambientales Críticas y el Mapa 9.4 presenta las Areas Ambientales Sensitivas.

Evaluando las longitudes, pendientes, volúmenes de cortes y rellenos, obras de drenaje, fuentes de material y problemas geológicos y geotécnicos y fundamentalmente los problemas ambientales que presente cada una de las alternativas, se escogerá aquella más apta. En el análisis de cada alternativa, el impacto ambiental deberá ser considerado como el factor más importante en la selección.

El factor económico se tendrá en cuenta como un elemento más dentro de los criterios de decisión, ya que no siempre la alternativa más barata es la más económica, especialmente si se tienen en cuenta los costos posteriores de mantenimiento y los costos ambientales de la vía, que no suelen ser evaluados.

3.3 SELECCION DE AREAS DE PRESTAMO Y DISEÑO DE EXPLOTACION

Con base en los estudios geológicos y un reconocimiento de campo, se localizarán las alternativas para las áreas de préstamo de materiales, principalmente de arenas y gravas. Ya que éstos son fácilmente explotables en los aluviones de muchas corrientes de agua, se deberá cuidar de no disturbar el ecosistema acuático con la extracción y restituir la morfología original del cauce.

Por lo tanto, se hará una evaluación preliminar de las alternativas, con un representante de la UAS del Ministerio, para analizar los efectos que para una corriente dada causarán las diversas alternativas de extracción de material para la construcción de la vía. Entre ellos se cuentan:

Turbidez de las aguas, lo que afectará la vida acuática.
Variaciones en la morfología del cauce.
Desestabilización de taludes.
Alteración de la calidad paisajística.

Para reducir estos efectos se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el diseño de las explotaciones:

No se deben realizar explotaciones de materiales aguas arriba de bocatomas de acueductos o de distritos de riego, ya que éstos pueden ser afectados gravemente por dicha explotación.

Con el fin de evitar los incrementos de turbidez, se recomienda realizar la explotación en las playas, fuera del nivel del agua, ya que la movilización de maquinaria en zonas que se encuentran por debajo de este nivel genera una fuerte remoción del material, con la consecuente turbidez.

Para reducir los impactos sobre la morfología del cauce, se debe realizar la explotación en los ríos más grandes y en los sectores con playas más anchas.

La desestabilización de taludes en la explotación de playas puede reducirse si se escoge el lugar adecuado. Pero si la explotación se realiza en canteras, se pueden generar cortes inestables de gran altura y en este caso, la explotación debe hacerse por el sistema de terrazas y al abandonarse la cantera se debe revegetalizar la zona. Para facilitar este trabajo, se debe colocar el suelo orgánico que se almacenó al iniciarse la explotación. La revegetalización debe hacerse en lo posible con especies propias del lugar, ya que han demostrado estar adaptadas a las condiciones climáticas.

Cuando se realicen explotaciones en canteras, se debe proteger el drenaje y si es del caso, hacer lagunas de sedimentación antes de entregar las aguas lluvias que se presenten en la cantera, con el fin de evitar el aporte innecesario de sedimentos a las corrientes.

Con frecuencia es necesario construir trochas de acceso temporales, con el fin de transportar los materiales desde las canteras o playas hasta los frentes de construcción. Estas vías requieren de medidas temporales de control de erosión y el zona deberá ser restituida posteriormente por medio de programas de revegetalización.

En este orden de ideas, el diseño de la vía debe incluir un plan de explotación de materiales, lo mismo que un plan de recuperación posterior para la zona afectada. Dicho plan será evaluado por la UAS del Ministerio de Obras.

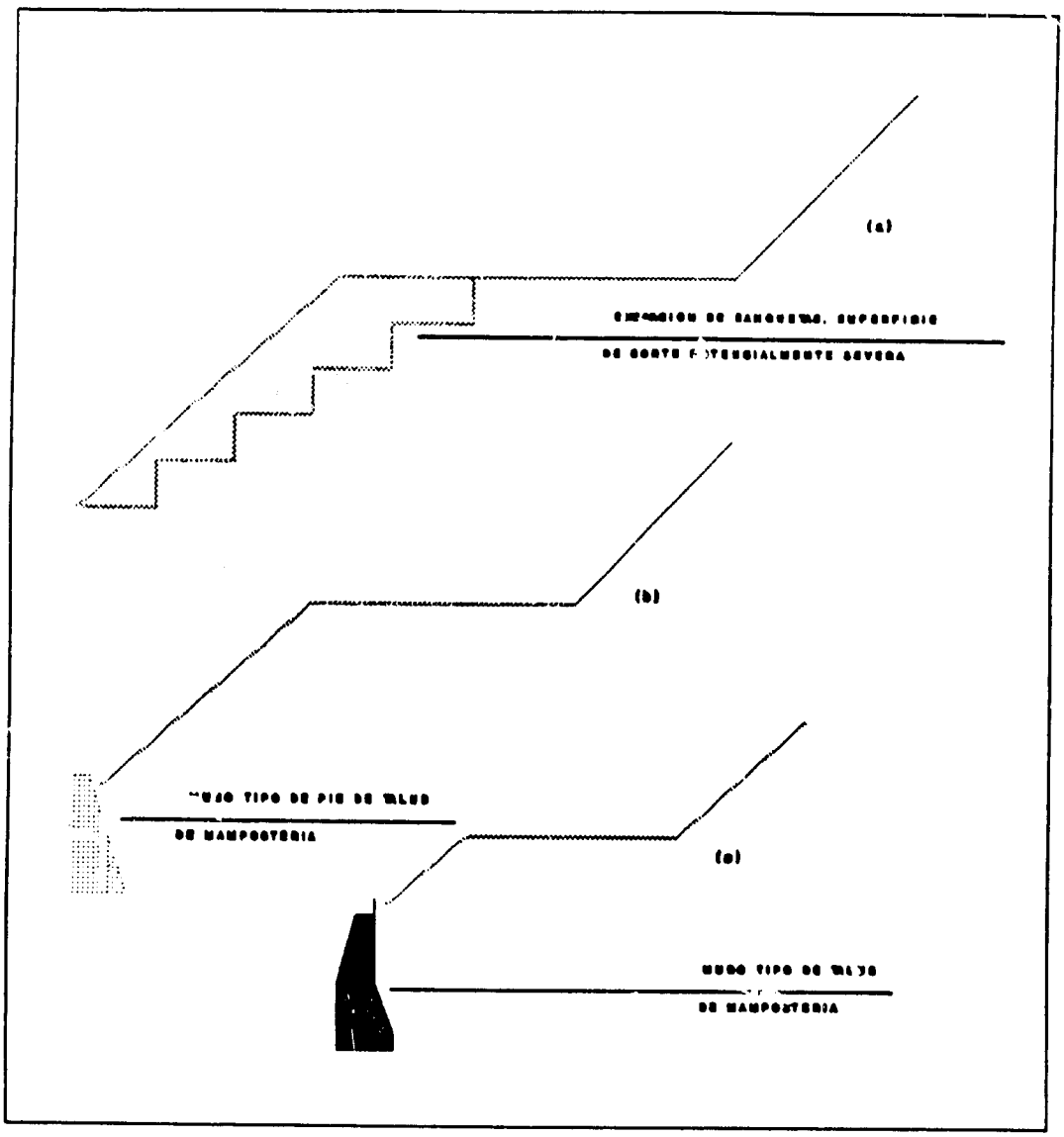
3.4 DISEÑO DE TALUDES LATERALES

En las vías a construirse por zonas montañosas principalmente, los cortes deben ser diseñados de tal forma que los taludes resultantes de éstos no presenten problemas posteriores de erosión o estabiliidad.

En general, los taludes de corte y relleno con una altura menor de tres metros, serán alisados y generalmente redondeados para suavizar la topografía y evitar deslizamientos.

Para taludes de rellenos altos, (con relación horizontal de entre 1,5/1 a 2/1), se harán plataformas en el corte existente como se muestra en la Figura 3 (a). La anchura de las plataformas debe ser la suficiente para permitir la operación adecuada de los equipos de compactación y nivelación. En caso de tenerse dificultad con el aterrazamiento, debe construirse un muro de contención. (Ver Figura 3 b). En estas figuras se presentan algunos diseños típicos, pero deben realizarse diseños específicos por parte de un especialista en geotecnia, el cual tendrá en cuenta el tipo de material del talud, su vulnerabilidad a la erosión y el drenaje.

FIGURA 3
Manejo de Taludes

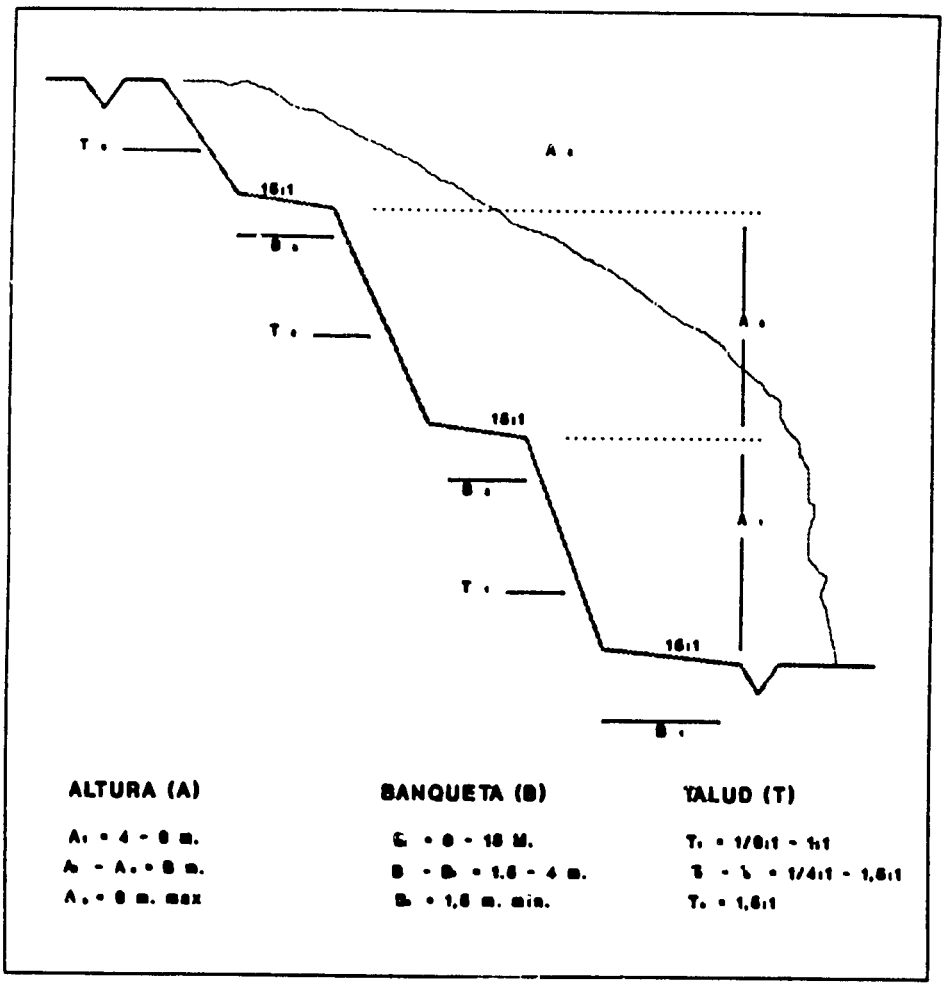


En terreno ondulado, el uso de muros de parapeto en el borde del espaldón sirve de alternativa a rellenos laterales o cortes excesivos. (Ver Figura 3 c).

Para taludes de cortes altos, se debe tener en cuenta que los suelos sueltos o no cementados no toleran un talud más empinado que 1/1, sin muro de contención.

En la Figura 4, se presenta una solución para la construcción de un talud en corte por medio de terrazas. La revegetalización de taludes con pendientes fuertes debe realizarse con plantas herbáceas propias del lugar, mientras que en los taludes de pendiente menor, se pueden usar también especies arbustivas.

FIGURA 4
Esquema de Corte de un Talud



3.5 RECUPERACION DE DAÑOS A TERCEROS

Durante la negociación de las tierras para el derecho de vía, se deben detectar de antemano daños que se causarán en los predios y actividades de terceros, sean éstos particulares o estatales, que deben ser prevenidos o, si son inevitables, remediados.

Cuando a juicio del equipo geotécnico, durante el reconocimiento inicial del trazado definitivo, exista algún riesgo de estabilidad en terrenos aledaños al derecho de vía negociado, debido a la construcción de la vía y sus actividades conexas (remoción de la vegetación, movimiento de materiales, etc.), se realizarán los correspondientes diseños para estabilización, los cuales deberán incluir, según el caso los siguientes aspectos:

Muros de contención en gaviones o de concreto.

Desviación de drenajes.
Aterrazamiento de taludes.
Revegetalización de taludes.
Reforestación de áreas críticas.
Reubicación de viviendas en zonas de riesgo originado por la vía.

3.6 DISPOSICION DE MATERIALES

Los materiales de desecho deben ser depositados en sitios especiales llamados botaderos, en forma técnica, ya que de lo contrario se pueden originar problemas serios de estabilidad y de interrupción de drenajes, con una serie de consecuencias negativas graves para el ambiente, como sucede cuando los materiales se disponen a media ladera, destruyendo la vegetación allí y llegando posteriormente a quebradas y ríos, pudiendo producir incluso represamientos, cuando los volúmenes son muy grandes y los cauces estrechos.

En algunas vías, los costos del acarreo son considerables, pero es preferible que se asuman, porque a mediano y largo plazo, los costos de mantenimiento y los costos ambientales serán muy superiores.

El sitio para la disposición de los botaderos debe ser seleccionado cuidadosamente, evitando zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

El manejo del drenaje es de suma importancia en el botadero para evitar su posterior erosión, por lo cual, si se hace necesario, se colocarán filtros de desagüe para permitir el paso del agua.

Cuando se rellenan ciertas depresiones, suele ser necesario conformar el relleno en forma de terrazas y colocar un muro de pata en gavión.

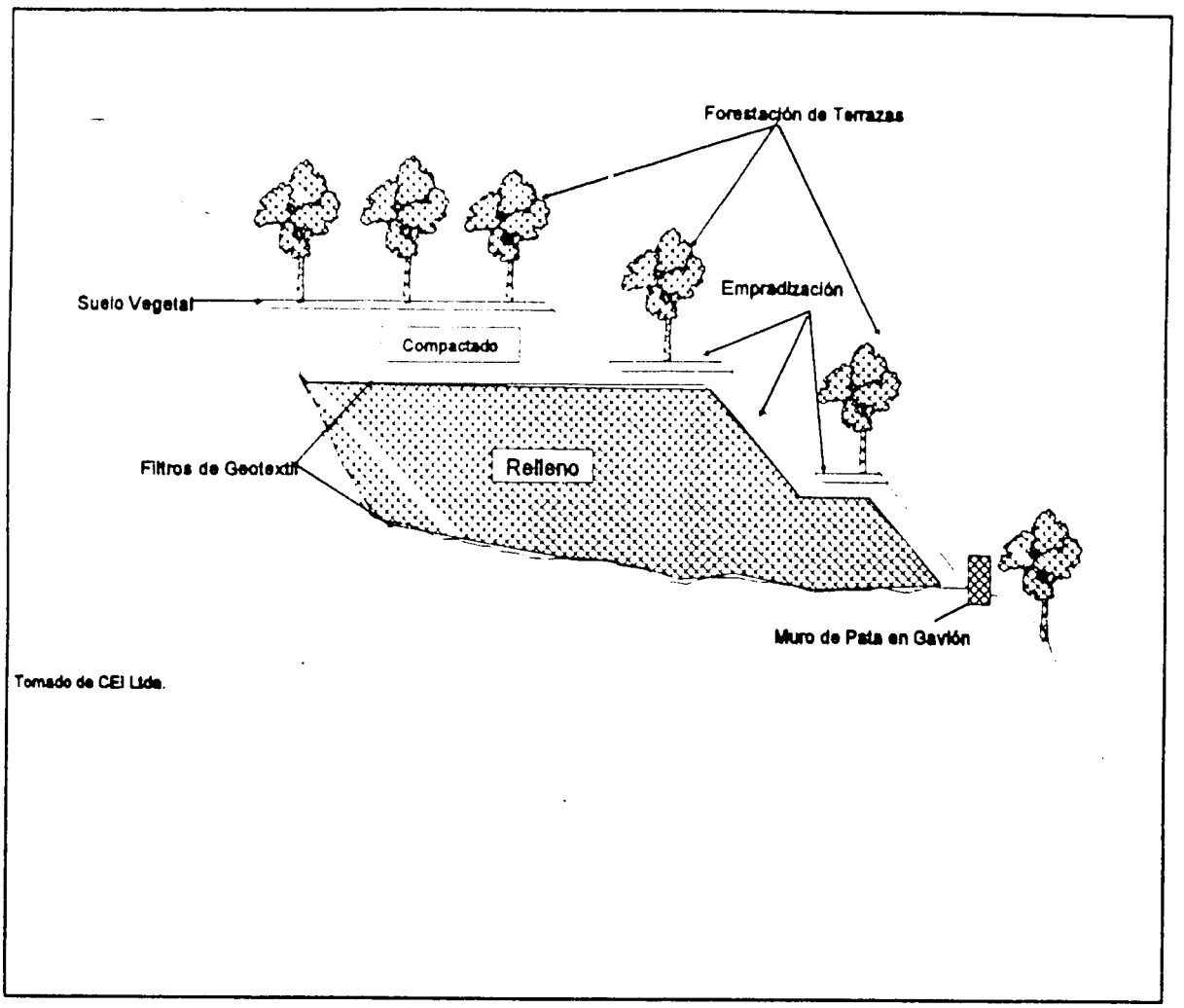
Previo al relleno se retirará la capa orgánica del suelo, la cual será almacenada para su posterior utilización en las labores de revegetalización. En la Figura 5 se presenta el perfil típico de un botadero.

4.0 GUIAS PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE

4.1 ASPECTOS GENERALES

Realizar un cuidadoso diseño de los drenajes es de vital importancia en una vía, por diferentes razones:

FIGURA 5
Perfil de un Botadero



Las deficiencias de diseño, construcción y mantenimiento de drenajes, se pueden refle-jar en empantanamiento de grandes áreas aguas arriba del cruce de la vía y disminu-ción de la humedad aguas abajo. Estos cambios afectan en diversos grados la vegeta-ción, (a veces intensamente) por pudrición de las raíces, a la fauna asociada a vegeta-ción y suelo y a los organismos acuáticos. Se incrementan además los hábitats propios para la reproducción de mosquitos, con la consiguiente difusión de enfermedades transmitidas por vectores con al menos parte de su ciclo de vida en el agua.

Las especificaciones de diseño tienen en cuenta un régimen hidrológico basado en los registros de lluvias locales en condiciones normales, pero no se suele tener en cuenta que las carreteras inducen fenómenos de colonización, los cuales deterioran las cuencas por deforestación y consiguiente erosión, por lo cual el aporte de sedimentos y los picos

máximos de crecientes ya no corresponde a los calculados y las obras de drenaje se colmatan rápidamente y en últimas, no son suficientes para evacuar los caudales de crecientes en las nuevas condiciones.

Adicionalmente, el material saturado del suelo pierde resistencia, lo cual genera inestabilidad de los soportes de las tuberías, de otras instalaciones y de los taludes.

Por las razones expuestas, el diseño de las obras de drenaje es de primordial importancia en la conservación ambiental.

4.2 TIPOS DE DRENAJE

Se presentan a continuación algunos tipos de drenaje más comunes y las soluciones típicas para una buena protección ambiental.

4.2.1 Drenajes de Intercepción

Son aquellos elementos de drenaje subterráneo, diseñados para interceptar las aguas subterráneas que se mueven bajo un gradiente hidráulico, definido hacia las estructuras como los pavimentos de la vía.

En la Figura No 6 se muestra un método para controlar la infiltración bajo la vía, originada por un nivel permeable bajo ella. En este caso es recomendable el uso de geotextil permeable para evitar la deformación del sistema.

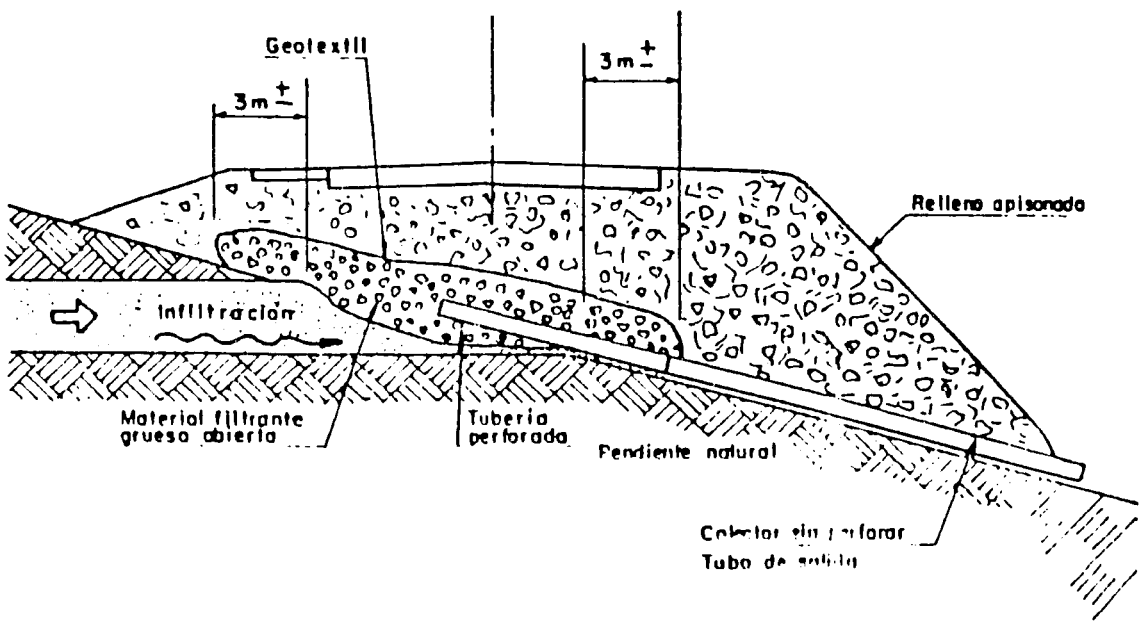
4.2.2 Subdrenajes

En muchos terrenos es frecuente el hecho de encontrar humedad bajo la vía (caso algo común en los suelos de Sonsonate). Para ello debe hacerse un diseño de un subdrenaje que abata el nivel freático y dé salida a las aguas.

En la Figura 7 se presentan dos alternativas de subdrenajes en una vía, con diferente material filtrante, tal como arena en el primer caso, con tubería envuelta en geotextil y en el segundo caso, con piedra y arena, para mayor flujo y máxima permeabilidad, y el geotextil cubriendo la parte interna de la caja.

117

FIGURA 6
Drenaje de Via en Pendiente

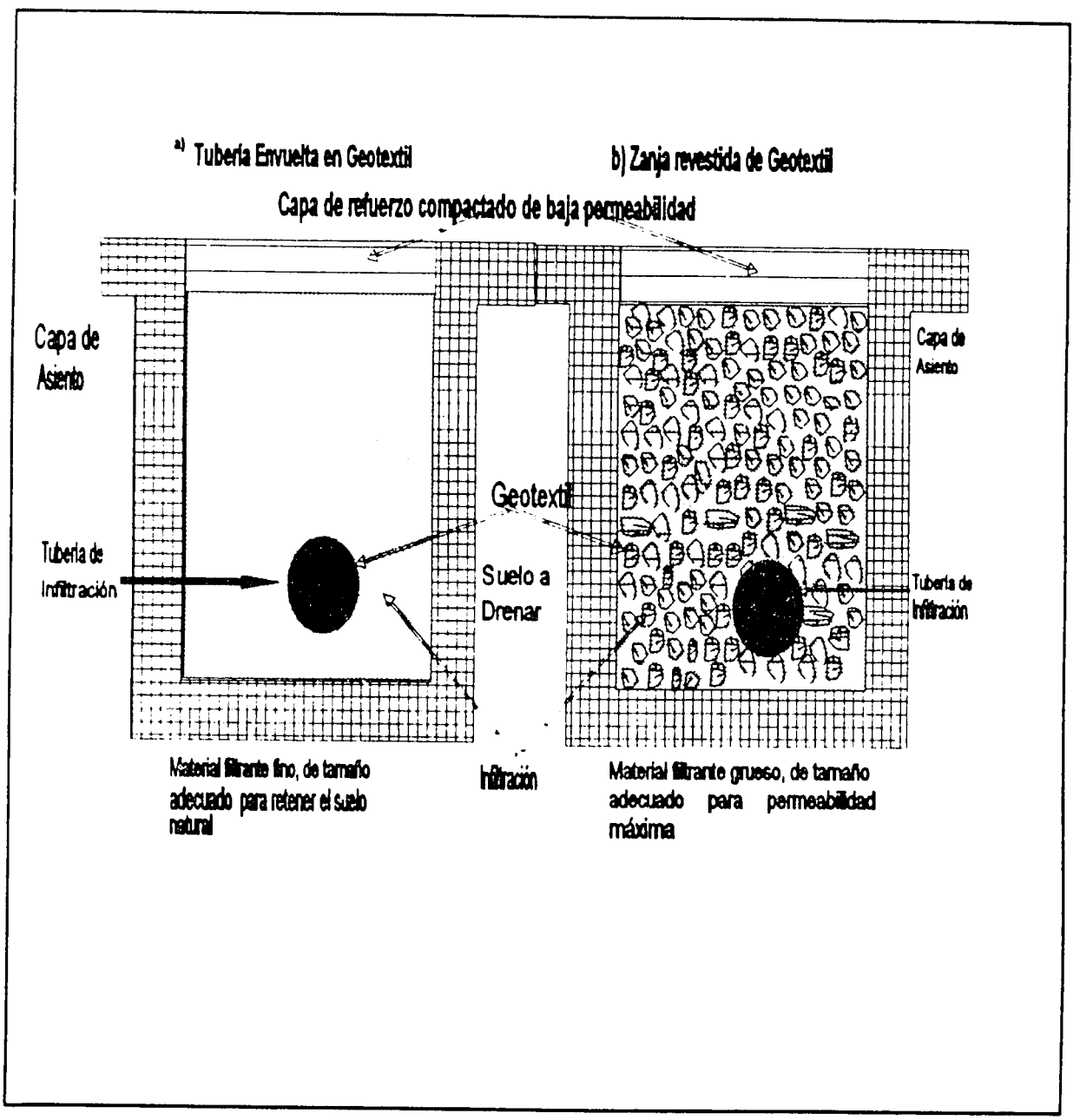


4.2.3 Drenaje Superficial

Los elementos que deben adoptarse para dotar de drenaje superficial una vía son los siguientes:

- Inclinación de la vía
- Zanjas de coronación
- Cunetas laterales
- Alcantarillas
- Obras de entrega.

FIGURA 7
Drenajes Subterráneos



119

La inclinación de la vía reviste gran importancia, ya que de ésta depende la velocidad que tendrá la corriente, por lo que se debe tener en cuenta, ya que no se debe permitir que ésta sobrepase un valor crítico, que puede situarse en unos 0,2 m./seg. a velocidades superiores, se recomienda que se revistan las cunetas y canales y se construyan en lo posible obras de disipación de energía.

Las zanjas en las coronas o partes altas de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias, evitando su paso por el talud. Dichas zanjas no deben construirse paralelas al eje de la vía ni muy cerca al borde del talud, para evitar que se conviertan en el comienzo y guías de un deslizamiento en cortes recientes. Se procurará que estén lo suficiente atrás de las grietas de tensión en la corona del talud.

Se recomienda que cuando se construya una zanja, se le dé adecuada impermeabilización, así como suficiente pendiente para garantizar un rápido drenaje del agua captada.

Las cunetas laterales son pequeñas zanjas paralelas al eje del camino, se construyen en tierra, concreto, mampostería, suelo-cemento o suelo-asfalto.

Las cunetas en tierra son eficientes por lo general en áreas de pendiente suave y taludes pequeños únicamente y no deben utilizarse en zonas de escarpes, debido que las altas pendientes causarían la erosión.

Para garantizar un adecuado funcionamiento de las cunetas, éstas deben tener una pendiente mínima del 0,2% si son revestidas y del 0,3% si no lo son.

Las alcantarillas se definen como estructuras de drenaje cuya luz es menor o igual a 6 m. y son importantes entre otras como obras de desagüe de las cunetas. Se utilizan principalmente en zonas de sección mixta (corte - terraplén), donde las aguas pueden ser evacuadas a cañadas y ríos.

El tipo de alcantarilla a usarse se determina de acuerdo a consideraciones de tipo económico, siendo el más usado el tipo circular (simple o múltiple). Cuando su utilización no es factible, se emplea el tubo de arco; para una luz media, es favorable el uso de alcantarilla de cajón.

En el caso de terraplenes y pasos altos sobre la alcantarilla, es más favorable el uso de arcos. Se recomienda en estos casos el uso de protección epóxica contra la corrosión.

Las alcantarillas deberán colocarse, siempre que sea posible, en el cauce natural y con pendiente hidráulica de conformidad con la del canal natural; con ésto se consigue una disminución en la interrupción del flujo natural, así como una merma en la erosión y desgaste del camino.

Entre los factores a tomar en cuenta para la ubicación de las alcantarillas está la pendiente ideal, definida como aquella que no ocasiona sedimentos ni velocidad excesiva, evita la erosión y exige menor longitud. La pendiente recomendada para tubos es de 1 a 2%. Para evitar la sedimentación, se aconseja que se adopte como mínimo una pendiente de 0,5%, ya que de lo contrario, se ocasionará la obstrucción paulatina del drenaje.

También se debe tener en cuenta el alineamiento y ubicación de las alcantarillas, para lo cual se debe considerar el ángulo en que se cruzará el drenaje (si va a hacerse en forma perpendicular o es necesario colocar la alcantarilla en forma oblicua). En casos especiales, con un análisis juicioso de las implicaciones, se podrán hacer rectificaciones en el curso de aguas pequeñas.

Para el caso de los cruces fluviales importantes (corrientes mayores de diez metros), se debe tener en cuenta la morfología fluvial, evitando los meandros (con su zona de erosión y su zona de depositación), cuidando el ángulo de cruce, para evitar estrechar el cauce con la colocación de columnas o estribos dentro de la corriente.

El sistema cuneta - alcantarilla no cumple una función benéfica si a la salida de la alcantarilla no se prevé la construcción de una obra que evite la erosión del talud o la socavación de la banca.

Las obras de entrega pueden ser un canal de concreto o una bajada en escalera que puede ser construida en ladrillo, concreto o gaviones y que actúa como disipador de energía.

5.0 GUIAS PARA ESTABILIZACION DE TALUDES

5.1 ASPECTOS GENERALES

Es una regla de oro que las medidas preventivas son siempre, a mediano y largo plazo y aún en muchos casos a corto plazo, mucho más económicas que las medidas correctivas.

Esta aseveración es especialmente cierta en el caso de la estabilidad de los taludes en las carreteras y vías férreas, en donde se pueden observar problemas muy serios y a veces trágicos de deslizamientos con cuantiosas pérdidas materiales, interrupción de la vía, aislando en ocasiones regiones de gran importancia para el país y en ciertos casos con pérdida de vidas humanas.

Por tal motivo, durante los diseños y la construcción de las vías, se pondrá especial cuidado en evitar la desestabilización de taludes, minimizando en lo posible los cortes y estabilizando rápidamente los que presenten riesgos potenciales de erosión y de estabilidad.

En este capítulo se presentan algunos ejemplos típicos para el manejo de problemas también típicos de estabilidad y erosión, pero no se debe perder de vista que el manejo

debe ser específico para cada problema, en lo referente a las medidas físicas y biológicas a implementar, y debe ser integral e inerinstitucional en cuanto al manejo de las cuencas, de los problemas de deforestación de las mismas y de las tecnologías agropecuarias, que en muchos casos contribuyen seriamente a agravar los problemas físicos de las vías, las cuales son a su vez generadoras de dicha problemática, cerrando así un círculo vicioso.

5.2 CONCEPTOS GEOTECNICOS BASICOS

Con el fin de orientar a los lectores y usuarios de la guía se presenta en forma breve algunos conceptos básicos de geotecnia, que permitirán una mayor comprensión del mismo.

5.2.1 Diferentes Tipos de Suelos

Para efectos geotécnicos, se distinguen tres grupos básicos de suelos: suelos granulares, compuestos por arenas y gravas, suelos de grano fino, compuestos por limos y arcillas y suelos orgánicos, que incluyen turba, limos orgánicos y afines (García, 1.973).

Por lo tanto, los términos: gravas, arenas, limos y arcillas, seguidos de algunos adjetivos, clasificarán los suelos identificando el material predominante, complementándolos con calificativos que describirán sus características.

a) Suelos Granulares:

Son suelos compuestos de gravas (partículas mayores de 2 mm.) y arenas (partículas entre 0,1 y 2 mm.).

Poseen en general buena capacidad portante, drenan con rapidez y no están sujetos a cambios de volumen o resistencia debido a cambios en las condiciones de humedad; son relativamente incompresibles cuando se les aplican cargas estáticas, pero sufren una considerable reducción de volumen cuando se someten a cargas vibratorias.

Las propiedades ingenieriles de estos suelos dependen en buena parte de los tamaños de las partículas que los componen.

b) Suelos de Grano Fino:

Son aquellos cuyas partículas no pueden distinguirse a simple vista y están compuestos por limos y arcillas.

Las arcillas tienen menor capacidad de soporte que los suelos granulares, son altamente impermeables, se comprimen bajo la acción de cargas permanentes y sufren cambios de volumen y resistencia ante los cambios en el contenido de húmedad, siendo muy resistentes cuando se secan.

c) Suelos Orgánicos:

Son suelos que contienen materia vegetal o animal en diferentes grados de descomposición. Todos los suelos orgánicos deberán ser usados muy restrictivamente en labores de fundación o construcción. Estos suelos suelen encontrarse en zonas de turba, en el fondo de antiguas lagunas y bajos.

5.2.2 La Erosión

El término erosión define el fenómeno de separación, transporte y depósito de los materiales de los suelos, siendo producido por el clima (agua, vientos) y la fuerza de gravedad.

Existen dos tipos básicos de erosión: la natural, que corresponde al desgaste del suelo en su medio por los factores arriba mencionados, sin la intervención del hombre, y la erosión acelerada o antrópica, causada por el hombre, debido a la aplicación de técnicas agropecuarias equivocadas o por tala masiva de bosques, lo que facilita la acción de los agentes naturales erosivos. En El Salvador ésta última es la principal causa de la erosión.

En las obras lineales, como las carreteras y vías férreas, la erosión hídrica es la que más afecta. Por lo general se acepta que este tipo de erosión comienza con el lavado superficial de las partículas de suelo o erosión laminar, seguida por la formación de pequeños canales o surcos y se agrava a zanjas, cárcavas o barrancas.

El volumen removido de una etapa a otra aumenta en forma geométrica, lo cual hace deseable que se tomen medidas preventivas, o si deben ser correctivas, se debe intervenir en el proceso en la etapa más temprana posible mediante captación de aguas, interposición de barreras de vegetación y estructuras de ingeniería. En el Cuadro 5A.2.1 (tomado de ICP, 1.990), se presenta un resumen de los efectos de la lluvia en la erosión de los terrenos y los principales factores que intervienen.

La erosión puede contribuir o activar fenómenos de movimiento y remoción en masa o fallas de taludes. En el Cuadro 5A.2. 2 (tomado de ICP, 1.990), se presenta un resumen de los diferentes tipos de erosión y de deslizamientos que se suelen presentar en los taludes de las carreteras y la Figura 8 ilustra los principales tipos de movimientos de falla de taludes.

CUADRO 5A.2.1

Efectos de la Lluvia en la Erosion de Terreno y Principales Parametros que Pueden afecta el Fenomeno de Erosion por la Lluvia

Acciones directas o indirectamente erosivas de la lluvia	Mecanismo de accion	Efectos erosivos directos o indirectos	Parametros inherentes a la lluvia o al clima	Parametros inherentes al terreno o a la geometria del talud
Impacto de las gotas	Disgregacion	Erosion por escurrimiento laminar. Erosion por escurrimiento concentrado (zanjas).	Intensidad de las lluvias (hasta un limite). Velocidad del viento durante el aguacero	Orientacion del talud respecto a los vientos
Escurrimiento superficial.	Disgregacion. Transporte.	Erosion diferencial por diferentes resistencias al fenomeno, en las distintas capas del terreno.	Intensidad de la lluvia y su duracion.	Inclinacion del talud. Areas en la superficie expuesta del talud. Numero de surcos y torrentes que se forman. Coeficiente de escurrimiento. Velocidad del agua. Concentracion de arrastre solido.
Infiltraciones.	Nivel freatico suspendido. Elevacion del nivel freatico.	Deslizamientos de tierras. Erosion interna, Tubificacion, etc.	Duracion de la lluvia	Inclinacion del talud. Porosidad. Permeabilidad.
Humedecimiento y secado.	Expansion y contraccion.	FisuramientoFisuramiento. Perdida de cohesion. Flujos estacionales.	Alternancia de estaciones secas y lluviosas. Intensidad de accion solar. Pluviosidad.	Condiciones para la infiltracion (proteccion, permeabilidad, inclinacion) y para la evaporacion (orientacion al sol, protecciones etc).

Tomado de ICP, 1.990

CUADRO 5A.2.2
Fenomenos de Erosion y Remosion en Masa

TIPO	MODALIDAD	DESCRIPCION	LOCALIZACION
1. Pluvial.		El impacto y tamano de las gotas de lluvia producen desprendimiento de las particulas superficiales	En relieves y climas variables y sueltos bien estructurados, ricos en materia orgánica pero mal protegidos por la vegetación
2. Escurrimiento superficial del agua.	1 Escurrimiento difuso.	Las particulas pequeñas son arrastradas en tramos cortos formandose surquillos temporales llamada "erosión normal"	Se produce en todo tipo de suelo, inclusive en terrenos con buena cobertura vegetal
	2 Erosion laminar.	Arrastre casi imperceptible de capas delgadas de suelo por mantos de agua o redes de surquillos.	En pendientes y climas variados, por aguaceros intensos, con o casi sin presencia de suelos
	3 Erosión en surcos.	Hendido de la superficie del terreno al concentrarse el escurrimiento de surcos mas o menos paralelos independientes.	En pendientes variadas en climas predominantemente secos, materiales de baja cohesión y suelos mal protegidos por la vegetación
	4 Erosión en car - cavas.	Cuando hay menor concentración de escurrimiento o union de surcos formando zanjas de gran tamaño, casi siempre con bordes verticales.	Como el anterior es muy difícil de controlar
3. Flujo superficial de agua	1 Difusa	Arrastre de particilas finas bajo la capa vegetal, casi imperceptible	En pendientes variadas bajo clima de tendencia humeda y materiales de diferente permeabilidad
	2. Concentrado o en sofusión	Arrastre de particulas finas por debajo de la superficie del suelo, causado por las aguas de infiltración. Se producen hundimientos locales con ruptura de la capa inferior.	Como en el anterior, contribuye a la generacion de carcavas y remocion en masa
4. Acción de agua corrientes	1. Socavación. 2. Sedimentación	Las aguas corrientes de rios o mares causan arrastre de materiales de sus riberas y su fondo para luego depositarse.	Muy activa en cauces con margenes donde predominan materiales granulares finos, tales como arenas finas y limos
5 Abrasion eolica	1. Erosion eolica	Causada por el arrastre que ejerce el viento sobre la superficie del terreno	En regiones de topografia suave con vientos, climas secos, sin cobertura vegetal y en materiales de baja cohesión

CUADRO 5A.2.2 (... Continuacion)

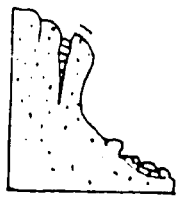
Fenomenos de Erosion y Remocion en Masa

TIPO	MODALIDAD	DESCRIPCION	LOCALIZACION
6. Remocion en masa	1. Caidas o desplomes.	Por desprendimiento y caida de fragmentos de roca o suelos por efecto de la gravedad	En pendientes fuertes, escarpes y cornizas de rocas fracturadas, climas variados sin bosque
	2. Hundimiento o deslizamiento rotacional	Deslizamiento de masas de suelo, practicamente intactas a lo largo de una superficie concava bien definida.	En suelos relativamente homogeneos, como coluviones y arcillas Puede extenderse hacia arriba originando deslizamientos retrogresivos sobre topografia de pendiente notable y climas humedos
	3. Deslizamiento traslacional	Movimiento a lo largo de superficies casi planas conformadas generalmente por la pendiente estructural de estratos mas resistentes, sobre los que descansan depósitos o mantos de suelo residual	Sobre pendientes relativamente suaves, en climas humedos y materiales arcillosos En roca fracturada parcialmente meteorizada, pendientes altas
	4. Flujo de detritos.	Movimientos casi siempre rapidos, de roca y suelo con predominio de materiales gruesos	en periododos lluviosos. En suelos residuales que pierden su estabilidad estructural por
	5. Flujo de tierras.	Movimientos lentos, viscosos, de forma alargada y lobulada que generalmete retienen buena parte de la cobertura vegetal.	efecto del agua. Como evolución de otros modos de falla (2 y 3)
	6. Flujo de lodos.	Masa de detritos reblandecida por el agua hasta tener consistencia fluida.	En suelos con pendientes de 5 a 15o y mayores, en zonas de alta pluviosidad. En zonas de concentración de agua dentro de derrumbes mayores
	7. Deslizamientos compuestos o multiples	Cuando se presentan sumultaneamente o combinados o adyacentes los movimientos de tipo traslacional, rotación y de flujos, por acción del agua y la gravedad.	en suelos de pendiente elevada y en zonas de periodos de alta precipitación

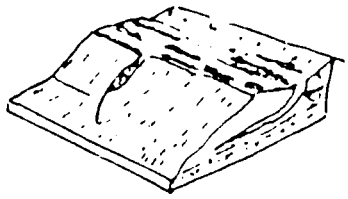
Tomado de ICP, 1.990

TIPOS FRECUENTES DE MOVIMIENTOS DE FALLA DE TALUDES

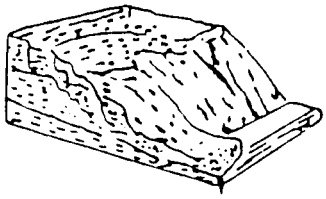
Caída de roca



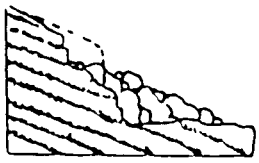
Volcamiento (toppling)



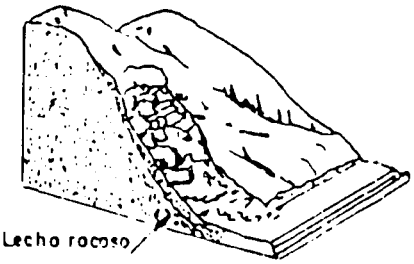
Hundimiento simple



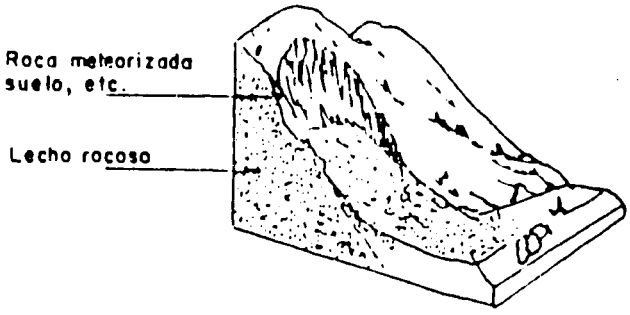
Hundimiento múltiple que lleva a movimiento traslacional del conjunto.



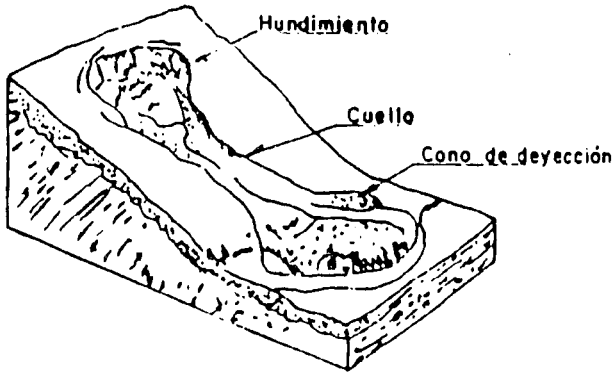
Deslizamiento traslacional de roca



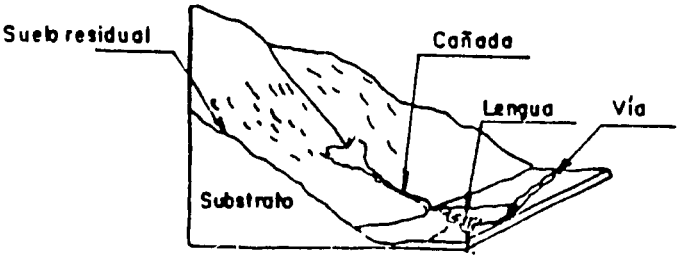
Deslizamiento traslacional de detritos

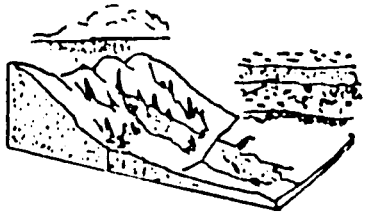


Flujo de detritos (rápido)



Flujo de tierras





Tipos comunes de flujos de lodo

(TOMADO DE ICP, 1990)

FIGURA 8

5.3 MANEJO DE LOS PROBLEMAS FISICOS DE LAS VIAS

En las diferentes etapas de la construcción de la vía, se presentan problemas físicos (estabilidad, erosión superficial y erosión por acción de las aguas), que deben prevenirse o solucionarse rápidamente en forma puntual, una vez se inicien.

Con el fin de reducir los problemas de estabilidad que se puedan presentar en las vías, éstos deben ser identificados rápidamente durante la fase de selección de ruta y detalladamente en la etapa del diseño, durante la cual se buscarán las alternativas que impliquen los menores cortes posibles.

En general para el tratamiento, tanto preventivo como correctivo de los problemas de estabilidad, se debe seguir la siguiente secuencia:

Medidas hidráulicas o de manejo del drenaje.
Medidas físicas.
Medidas biológicas.

Dentro de las medidas hidráulicas o de manejo del drenaje se abarcan todos los posibles manejos del agua, que incluyen obras temporales y permanentes para el control de los niveles de agua, control de la torrencialidad, recuperación de cárcavas, erosión diferencial y drenaje de los materiales saturados.

Entre las medidas físicas de estabilidad se encuentran la conformación de terrazas y banquetas, lo mismo que la construcción de obras civiles permanentes como muros, diques de concreto piedra pegada y obras temporales como empedrados, trinchos y gaviones.

Las medidas biológicas incluyen la revegetalización (empradización, forestación etc.), lo que requiere de una conformación previa del terreno, incluyendo peinado y nivelación de los taludes y colocación de suelo orgánico en algunos casos.

El Cuadro 5A.3.1 presenta un listado de los problemas más frecuentemente encontrados y las medidas de los tres tipos que se han de tomar para su corrección.

128

CUADRO 5A.3.1
Problemas Frecuentes de Erosión y Estabilidad y Medidas para su Manejo

Problemas mas frecuentes	Medidas hidraulicas	Medidas fisicas	Medidas biologicas
Soliflucción	Control del drenaje mediante cunetas, cortacorrientes, filtros y drenajes que impidan la saturación del terreno.	Diseño y construcción de obras de estabilización mecanica, especialmente muros que soporten la base del material.	Terrazamiento y tendido de taludes revegetación con gramineas que favorezcan la escorrentia y eviten la infiltración de las aguas.
Erosión pluvial	Definición del drenaje de los períodos lluviosos, mediante cunetas y canales sienmpre impermeabilizados.	Construcción de alcantarillas recolectoras de agua y disipadores de energía. Recuperación de corcavas mediante diques transversales.	Revegetalización con especies de periodo seco, (por ser alli donde sucede la erosión pluvial), preferiblemente arbustivas, que con su sistema radicular retengan y estabilicen el material.
Erosión diferencial	Conocimiento de los parametros hidraulicos de la corriente para un adecuado diseño de las protecciones de los cauces.	Revestimiento de los taludes en los sitios de contacto de dos tipos de materiales, para evitar la erosión diferencial en cruces de puentes.	Mantenimiento de la vegetación natural, que impida la exposición de la roca a la acción de la permanencia de niveles de las aguas en los taludes.
Socavación		Diseño y construcción de gaviones o muros de protección.	Mantenimiento de la vegetacion natural o revegetalización de los taludes afectados.

9.3.1 Medidas Hidráulicas o de Manejo del Drenaje

El manejo del drenaje es el primer aspecto a tener en cuenta dentro del manejo de los taludes resultantes.

a) Drenaje de Taludes Inestables

Al intentar resolver problemas de estabilidad en zonas lluviosas, el drenaje de zonas sensibles a movimientos en masa, debe atenderse como primera medida.

Todas las aguas provenientes de las partes altas deben ser recolectadas antes de llegar a la zona potencialmente inestable, para evitar la escorrentía y especialmente la infiltración en ella.

El uso de zanjas en corona es una buena medida para evitar que las aguas pasen por la parte expuesta, de tal manera que se disminuyen los riesgos de la erosión hídrica. Esta medida es especialmente útil en las áreas de movimientos en masa, activos o inactivos. Anteriormente se trató el tema de las zanjas en corona y del manejo del drenaje interno.

Deben construirse zanjas y redes de cunetas o canales según las dimensiones del problema del agua, de manera que la humedad del suelo o de la roca meteorizada nunca alcancen los límites de Atterberg (liquidez y plasticidad), que inicien un movimiento en masa del terreno.

En deslizamientos activos debe procurarse cerrar las grietas existentes en el terreno, con el fin de evitar la infiltración, la cual acelera los movimientos en masa.

En las áreas permeables, todos los drenajes deben entubarse o impermeabilizarse para detener los efectos de la infiltración.

Todas las obras de contención y estructuras de estabilización deben tener un drenaje adecuadamente dimensionado, que tome en cuenta los caudales de invierno.

Debe evitarse la circulación de aguas subsuperficiales en el contacto de materiales inestables y la roca consolidada.

b) Trinchos para Cabecera de Cárcava

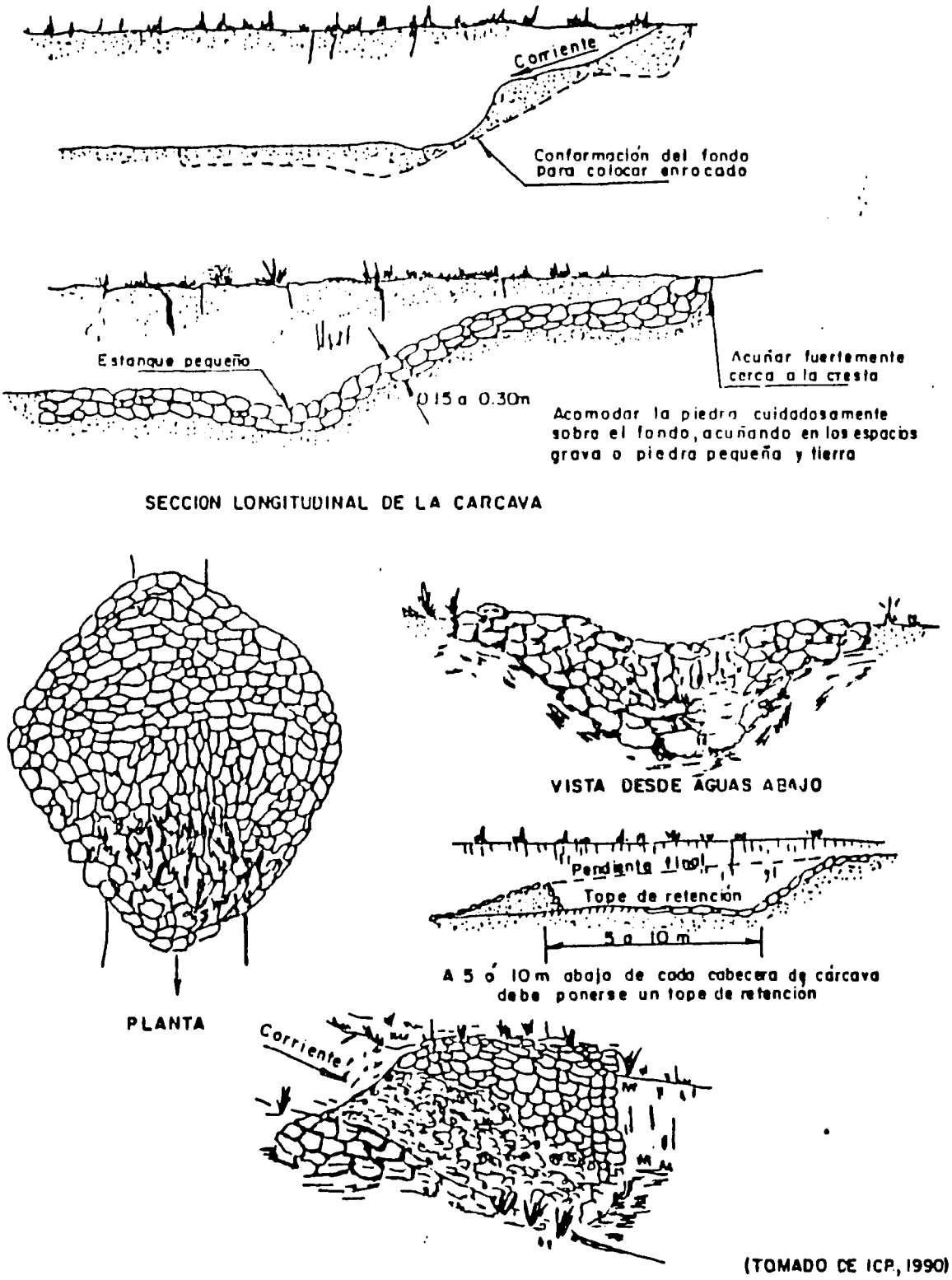
Las cárcavas son causadas por la erosión pluvial en lluvias torrenciales esporádicas, que generan un gradiente alto en el terreno a su vez.

Debido a que las cárcavas van creciendo no sólo hacia abajo sino que también presentan una erosión hacia arriba o remontante, se recomienda la utilización de trinchos para cabecera de cárcavas, los cuales consisten una conformación inicial del fondo para colocar posteriormente un enrocado, acuñando en los espacios piedra pequeña, grava y tierra. Entre 5 a 10 m. de dicha cabecera debe colocarse un tope de retención, con el fin de disipar la energía que llevan las aguas.

En la Figura 9 se observa un diseño típico de un trincho para las cabeceras de cárcavas.

TRINCHOS DE PIEDRA PARA CABECERA DE CARCAVA ZONA DE MINA

FIGURA No.9



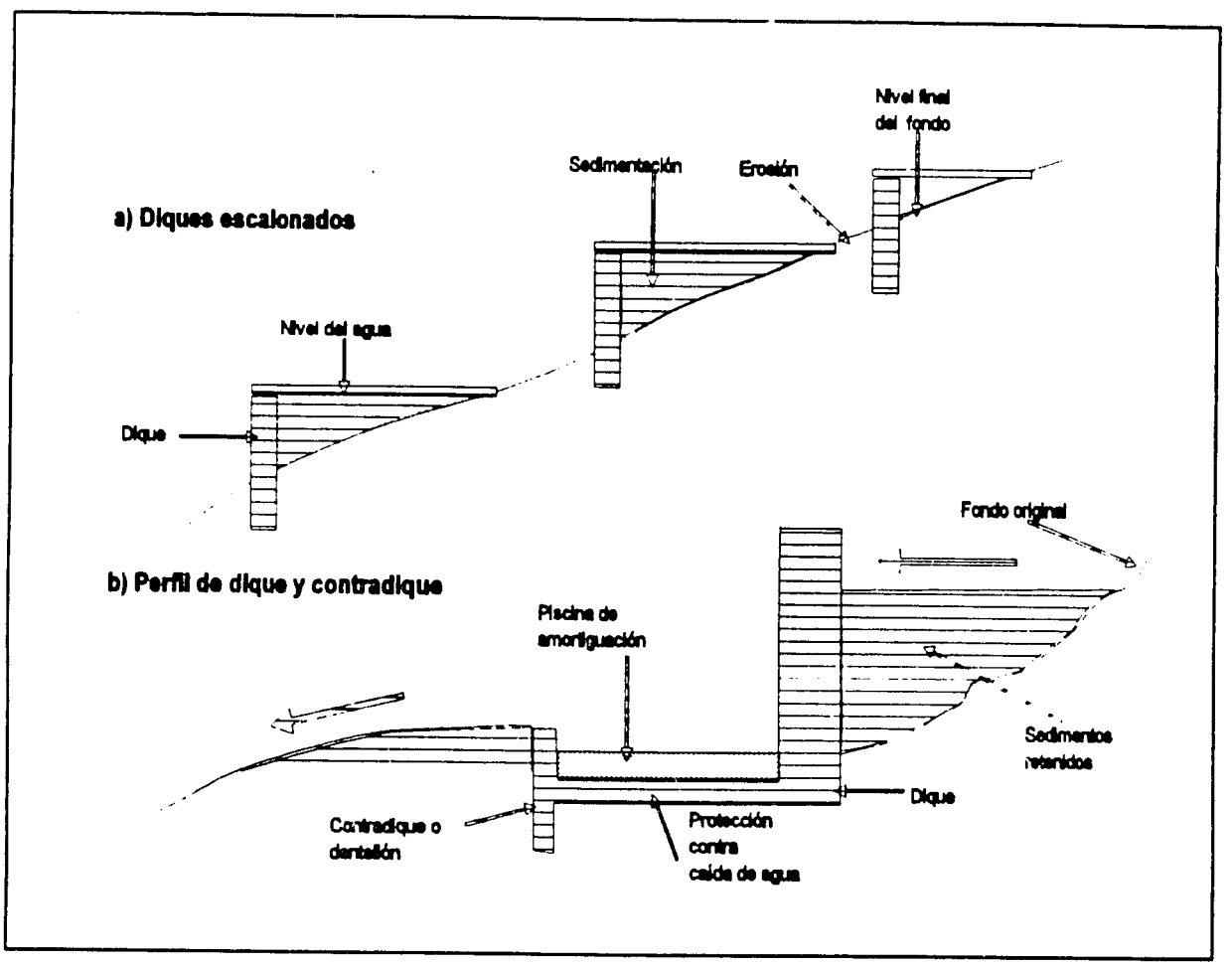
(TOMADO DE ICP, 1990)

c) Diques de Estabilización

Para controlar la profundización de las cárcavas, se recomienda el uso de pequeños diques transversales que elevan el perfil del curso del agua, reduciendo a su vez el gradiente, lo que lleva a pasar de un flujo erosivo a un flujo escalonado gradual. Adicionalmente, parte de los sedimentos erodados aguas arriba se depositan contra el dique, elevando el fondo de la cárcava y estabilizándola. (Ver Figura 10 a.).

Si se les coloca un vertedero central los diques dirigen la descarga al centro de la cárcava, disminuyendo la acción de la erosión en los taludes y previniendo por lo tanto el ensanchamiento de la misma; finalmente, evitan el aporte de sedimentos a las corrientes de agua, los cuales afectan la vida acuática.

FIGURA 10
Diques de Estabilización



Como medida de estabilización que deba tomarse, se recomienda al construir estos diques, colocar un pequeño contradique (dentellón) que embalse a su vez un pequeño volumen de agua, lo cual previene la socavación de la pata del dique, que terminaría por volcarlo. La socavación ocurre por la fuerza de la caída del agua, que va profundizando el piso de la cárcava y deja la estructura sin soporte. También puede suceder que por fluctuaciones en el caudal se causen infiltraciones bajo el dique, formando un túnel que lo haga ceder. De todas maneras, dique y contradique deben estar debidamente anclados a los lados y fondo de la cárcava. (Ver Figura 10 b).

Se recomienda construir estos diques de estabilización en series, con el fin de escalonar un desnivel grande; así, su altura no debe pasar de 2 ó 3 metros. Es preferible, desde el punto de vista de riesgos y costos de construcción, tener una serie de diques pequeños que uno de gran tamaño.

La posición relativa de los diques entre sí debe calcularse con cuidado para lograr la estabilidad de sus bases: por ejemplo, cuando la distancia es excesiva, el dique más alto (aguas arriba) es socavado y puede caer.

Un procedimiento para construir los diques es observando la pendiente de compensación y colocándolos sucesivamente aguas arriba, donde termina el nivel sedimentado por el dique inmediatamente anterior, aguas abajo.

d)Trinchos

Otras técnicas para construcción de diques de contención, que en un momento dado permiten el aprovechamiento de la vegetación cortada, son los trinchos de matorral de una o dos hileras de postes, (Ver Figuras Nos. 11 y 12) o trinchos con malla de alambre (Ver Figura 13).

5.3.2 Medidas Físicas

Dentro de las medidas físicas se destacan las terrazas, las estructuras flexibles o gaviones y las estructuras rígidas.

a) Terraceo

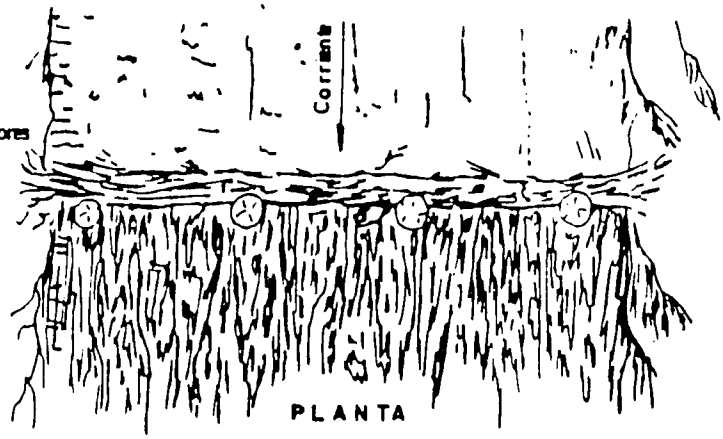
Las terrazas son una combinación de un abombamiento y una depresión por donde pasa el agua recogida en el área superior, para luego ser descargada en forma controlada (Ver Figura 14), por lo que al realizar un terraceo es necesario construir un nuevo sistema de drenaje.

Los terraceos se construyen para estabilizar los taludes, debido a que se reduce la escorrentía superficial y por lo tanto la erosión; aumentan la infiltración en climas secos y retienen la humedad para el crecimiento del material de revegetalización.

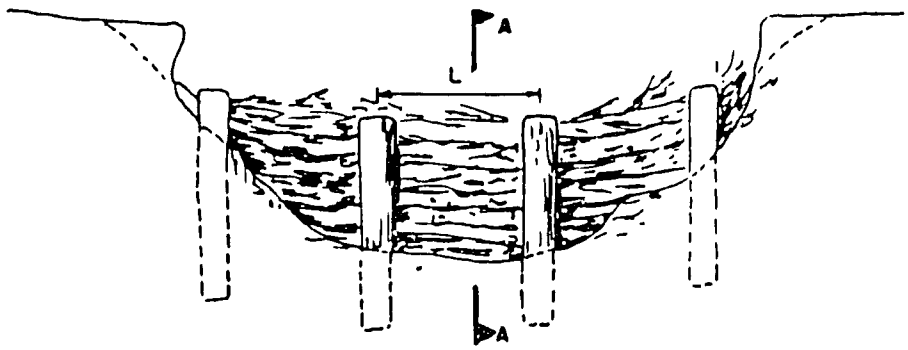
TRINCHO DE MADERA(TIPO DE UNA HILERA DE POSTES)

FIGURA No. 11

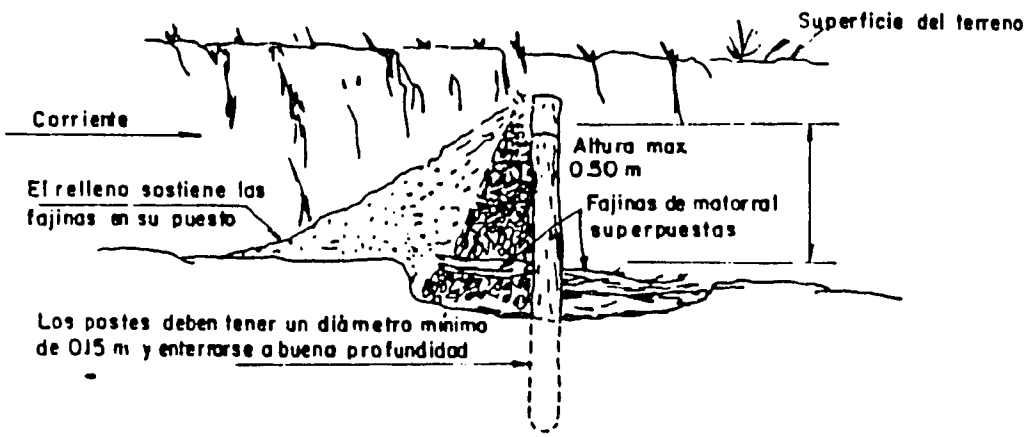
Estructura temporal para uso únicamente en cárcavas pequeñas y en áreas menores de 5 Has.



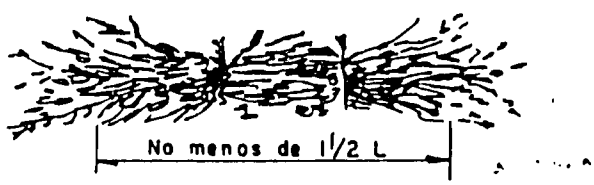
PLANTA



ELEVACION AGUAS ABAJO



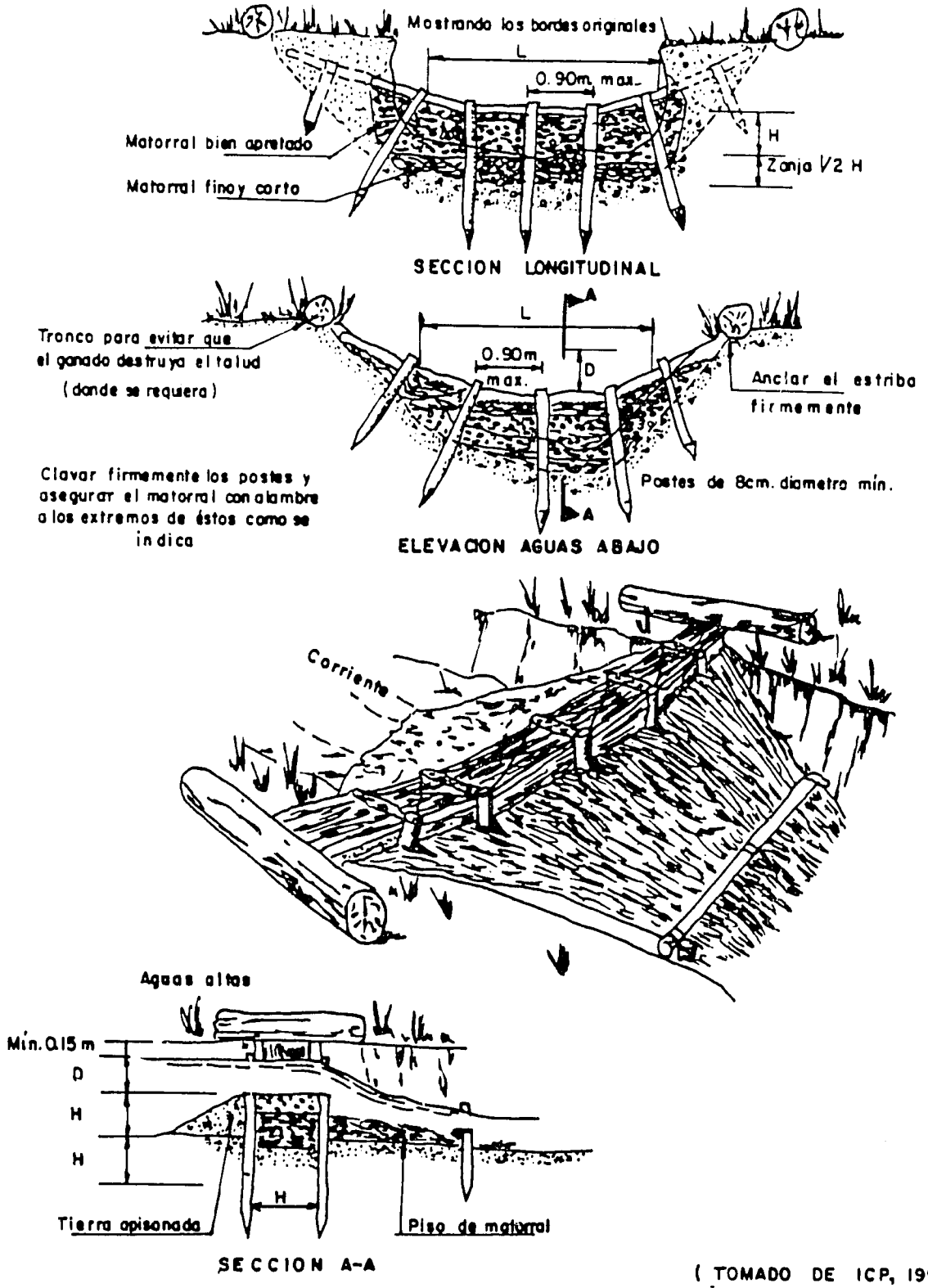
SECCION A-A



FAJINA DE MATORRALES

TOMADO DE ICP, 1990

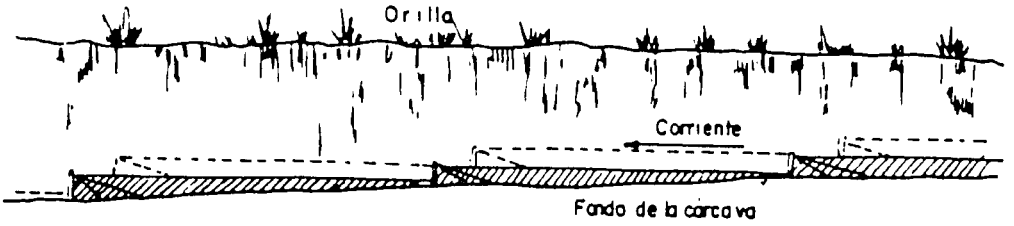
TRINCHO DE MATORRAL (TIPO DE DOBLE HILERA DE POSTES)



(TOMADO DE ICP, 1990)

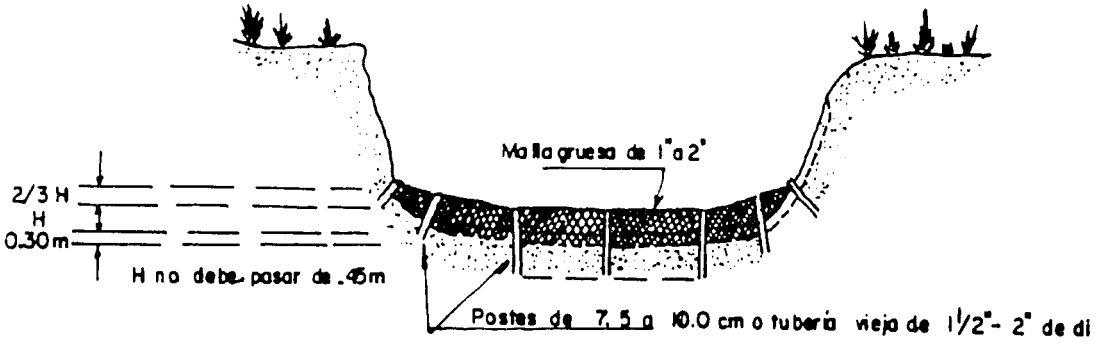
FIGURA 12

TRINCHO DE MALLA DE ALAMBRE



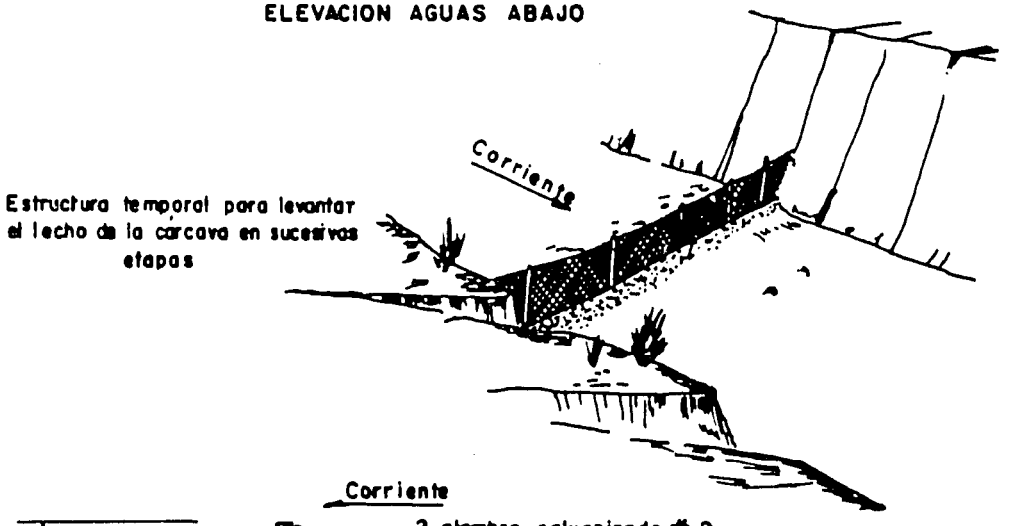
Una vez levantado el piso de la cárcava a la altura deseada debe plantarse pasto, matorrales o árboles para prevenir el deslizamiento, a no ser que se hagan trinchos permanentes.

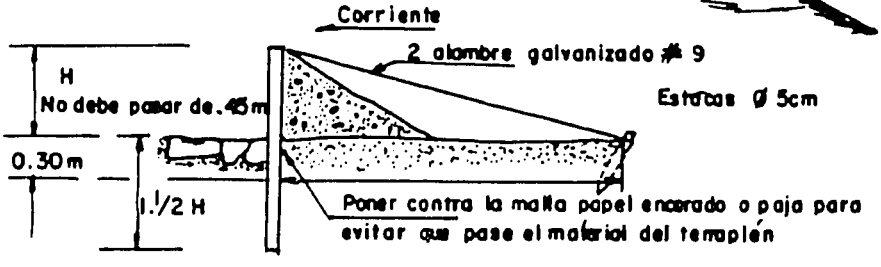
SECCION LONGITUDINAL



Clavar los postes firmemente y asegurar la malla en su puesto con alambre, ajustando los extremos de éste.

ELEVACION AGUAS ABAJO





SECCION TIPICA

(TOMADO DE ICP, 1990)

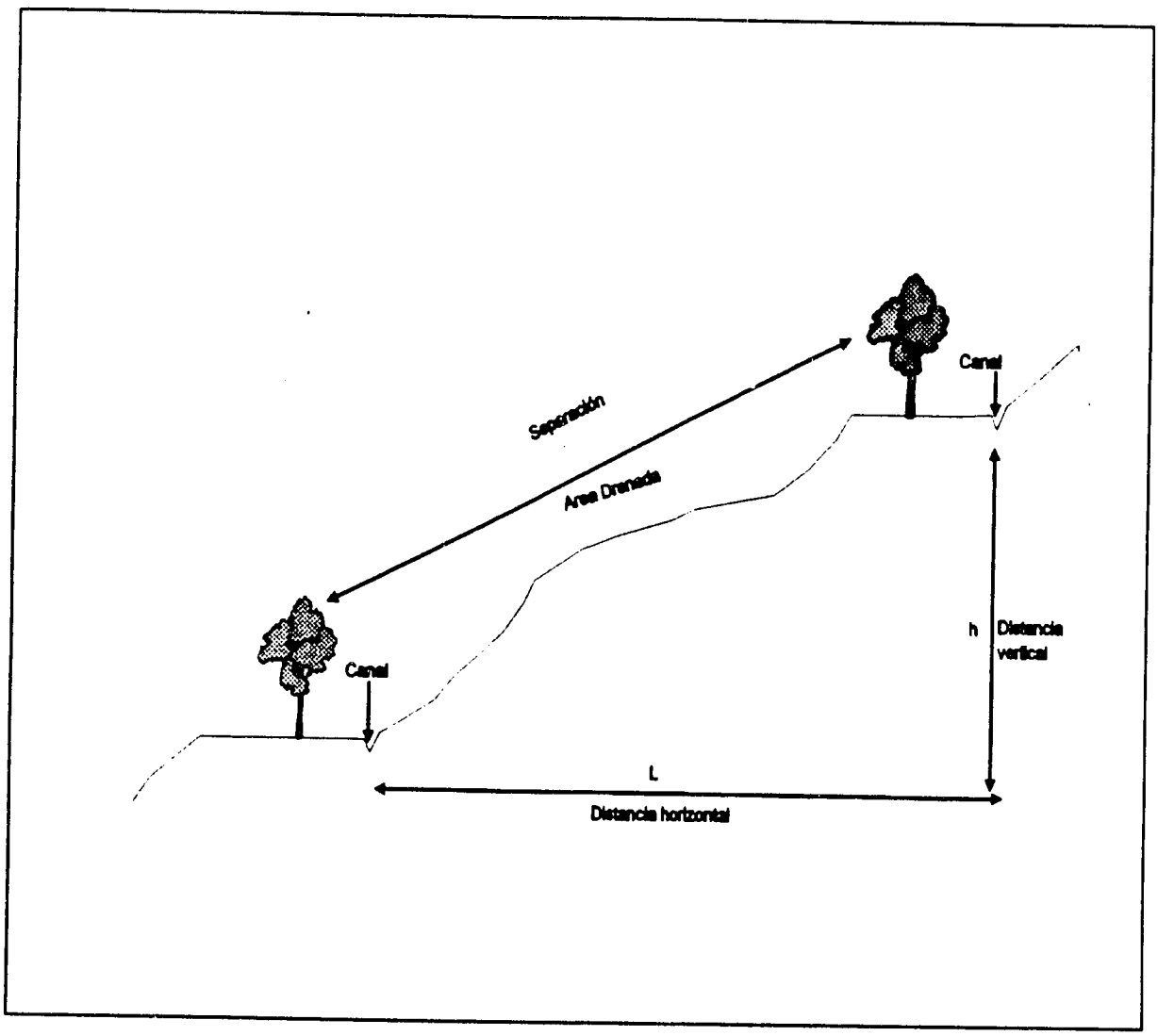
FIGURA 13

Como medida preventiva, debe hacerse un mantenimiento de los canales, ya que en caso contrario, el terraceo es potencialmente peligroso, porque concentra las aguas, lo que aumentará su potencial erosivo.

b) Gaviones

Los gaviones son cajas rectangulares, de alambre resistente a la corrosión por un proceso de galvanizado, rellenas con piedra graduada y redondeada generalmente.

FIGURA 14
Perfil de un Terraceo



Estas estructuras se recomiendan en algunas obras de protección, especialmente en los siguientes casos:

Cárcavas laterales a las vías.
Socavación en pasos de aguas lluvias.
Muros de pata de talud en sitios de hundimientos de las vías.
Espolones o espigones de rectificación de corrientes torrenciales.

Presentan como ventajas sobre las estructuras rígidas las siguientes:

Flexibilidad.
Duración, (no hay corrosión importante en tiempos hasta de 15 años en condiciones de pH entre 6,8 y 8,4 que es el usual en aguas superficiales).
Premeabilidad, por lo que se reducen los problemas de estabilidad al no haber una alta presión hidrostática.

Su colocación también las hace versátiles, al poderse apilar en forma vertical, escalonada o en pendiente uniforme. Por otra parte, no tienen limitaciones de altura y se puede prever la eficiencia en la retención de sedimentos, dependiendo del diámetro de las rocas utilizadas.

c) Estructuras Rígidas

En la construcción de estructuras en zonas muy lluviosas y en corrientes torrenciales, es conveniente la utilización de materiales rígidos e impermeables para lograr el efecto de estabilización deseado.

Los materiales utilizados para estos casos son:

Sacos de suelo - cemento. Concreto. Mampostería Metal.

Su ventaja principal es la resistencia y rigidez de los materiales empleados; sin embargo, debido a su impermeabilidad se restringe el movimiento de las aguas, por lo que deben llevar incorporadas y debidamente calculadas, las obras de drenaje. Además se debe tener en cuenta la resistencia adicional necesaria debido a que se generan altas presiones hidráulicas.

5.3.3 <u>Medidas Biológicas</u>

a) Revegetalización

La revegetalización juega un papel trascendental en la estabilidad de los taludes, dándoles protección tanto contra la erosión pluvial en climas secos, como contra la solifluxión y remoción en masa en los clima húmedos.

En ello inciden varios factores:

La protección superficial, debido a que se impide el impacto directo de las gotas de lluvia.

La cobertura de hojarasca y las especies herbáceas, las cuales disminuyen la velocidad de la escorrentía.

El mejoramiento de la estructura del suelo, pues la acción de las raíces favorece una moderada infiltración y aumenta la capacidad de retención de los suelos y la estabilización de minerales y agregados.

Aumento de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo por el proceso de evapotranspiración, relacionado con la presencia de la vegetación.

En áreas de morfología inclinada o en taludes artificiales es muy difícil la colonización espontánea de la vegetación o la implantación de especies que contribuyen a estabilizar el terreno, una vez retirada la cobertura vegetal. Así, es necesario reacondicionar los taludes antes de iniciar los trabajos de revegetalización, con el fin de reducir las pendientes, a lo que se conoce como *pendiente crítica de revegetalización*.

Por tal motivo, debe aplicarse técnicas para disminuir el gradiente de la pendiente de taludes y buscar una base estable para establecer la vegetación.

El segundo aspecto a enfrentar en la revegetalización de los taludes es la ausencia de suelo orgánico. Debido a la erosión, la cobertura de suelo generalmente ha desaparecido, o la capa que queda está desprovista de nutrientes y está poco desarrollada estucturalmente. Si la roca está aflorando y los factores climáticos son adversos, la dificultad para la revegetalización se hace mayor.

b) Conformación del Terreno

Para obtener la pendiente crítica de revegetalización, pueden modificarse en varias formas los taludes, tal como se puede apreciar en la Figura 15, las cuales pueden ser las siguientes:

Banquetas: Son estructuras de tejido de alambre, colocadas siguiendo la curva de nivel y sostenidas en el terreno con puntillones galvanizados; se dejan unos cuarenta cm. (0,4 m.) sobre la superficie y treinta cm. (0,3 m.) enterrados.

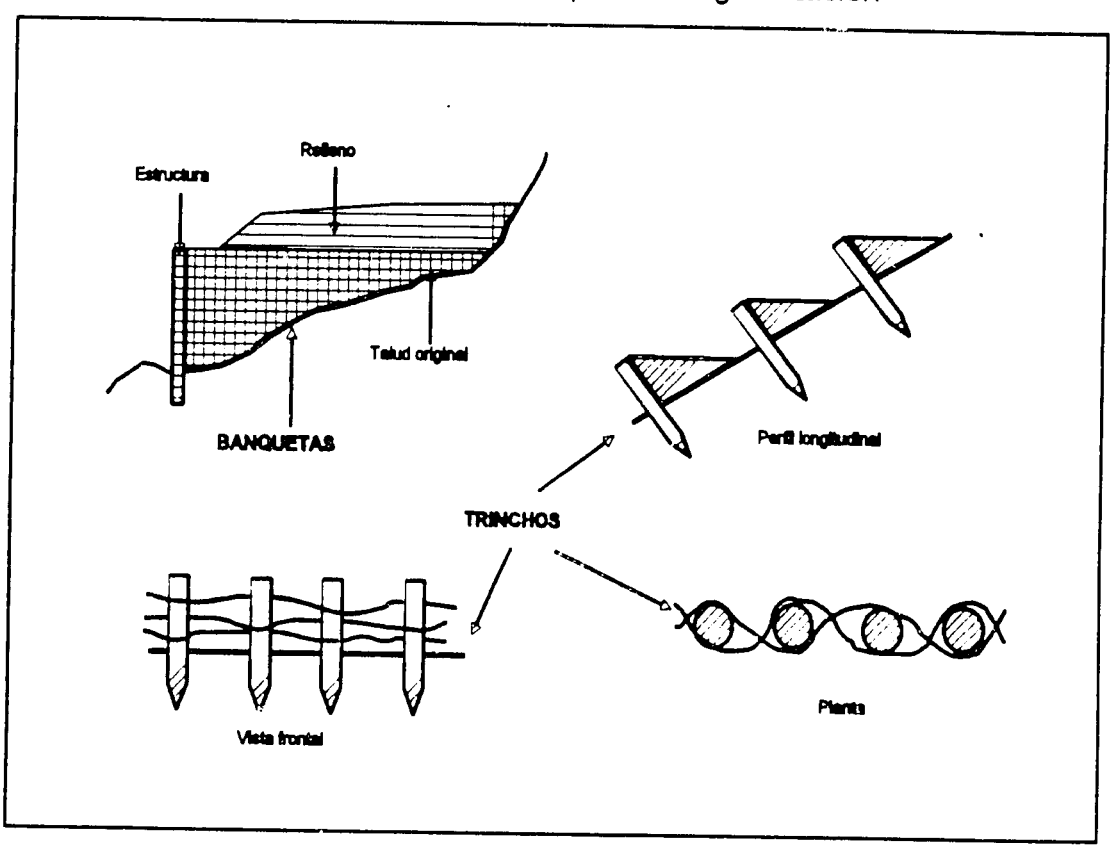
La zona del talud y la banqueta de alambre se llena con suelo orgánico y se planta con pequeños arbustos y con plantas herbáceas.
Trinchos: Son estructuras similares a las anteriores, hechas con estacas de madera,

preferiblemente de especies que retoñen, con el fin de lograr una barrera viva. Entre ellas se entreteje con ramas y se sigue el mismo procedimiento de relleno y plantado que para las banquetas.

Cobertura de hojarasca: Los taludes con pendientes intermedias pueden cubrirse con hojarasca para favorecer la formación de suelo. El proceso de recubrimiento debe hacerse comenzando por la pata del talud y se continúa hacia arriba, colocando al mismo tiempo estacas para mantener las ramas y otros restos vegetales, lo más densamente posible. El conjunto debe soportarse en la base mediante trinchos o banquetas.

Si es posible, debe cubrirse el material con tierra orgánica, si no, ésto sucederá lentamente gracias al material traído por el agua de escorrentía desde la parte alta.
Siembra en curvas de nivel: Consiste en la siembra de estacas con raíz en cuñas cavadas en el terreno y rellenas con suelo orgánico. La separación entre curvas de estacas debe estar entre 1,5 y 3 m.

FIGURA 15
Conformación del Terreno para Revegetalización



ANEXO 9.6.2

PROCEDIMIENTOS PARA LA ELABORACION DE TERMINOS DE REFERENCIA ESPECIFICOS PARA LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE CADA PROYECTO

CONTENIDO

1.0 INTRODUCCION

2.0 PROCEDIMIENTOS INICICALES

2.1 CALIFICACION AMBIENTAL PRELIMINAR DE LOS PROYECTOS VIALES

2.2 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

3.0 TERMINOS DE REFERENCIA PARA ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1 REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA PROYECTOS CON PROBLEMATICA AMBIENTAL MODERADA

3.1.1 Descripción Técnica del Proyecto
3.1.2 Determinación de Area de Influencia del Proyecto
3.1.3 Descripción del Medio Ambiente (Línea Base Ambiental)
3.1.4 Consideraciones ' egislativas y Regulaciones
3.1.5 Determinación de los Impactos Potenciales del Proyecto
3.1.6 Análisis de Alternativas
3.1.7 Desarrollo de un Plan de Mitigación de Impactos Negativos
3.1.8 Desarrollo de un Plan de Seguimiento

3.2 ANALISIS PARA ESTUDIOS MAS COMPLEJOS

3.2.1 Hidrología
3.2.2 Hidrografía
3.2.3 Calidad Fisicoquímica de las Aguas
3.2.4 Estabilidad
3.2.5 Ecosistemas
3.2.6 Comunidades Indígenas
3.2.7 Areas de Reconocida Importancia Arqueológica
3.2.8 Areas en donde se requiera realizar Reasentamientos Humanos
3.2.9 Actitud de la Comunidad Hacia el Proyecto
3.2.10 Determinación de los Impactos Acumulativos

CONTENIDO DE FIGURAS

1 Procedimientos De Gestion Ambiental
2 Evaluacion Ambiental Preliminar De Proyectos Viales

1.0 INTRODUCCION

El presente anexo busca ser una herramienta de trabajo para lograr conformar unos términos de referencia específicos para cada vía que requiera un estudio de impacto ambiental, determinando las actividades que requieren atención prioritaria.

Para lograrlo, se presentan primero los requerimientos mínimos para el análisis de impacto ambiental de un proyecto de moderadas repercusiones ambientales.

A estos requerimientos mínimos se deben agregar los temas que resulten necesarios según las condiciones de cada vía y su entorno, los cuales deberán ser identificados en unos formularios de evaluación, por medio de los que se determinarán qué tan complejo debe ser el estudio.

Muchos estudios requerirán solamente de un recorrido más o menos detallado de la zona de influencia, mientras que otros necesitan de análisis más complejos de campo, laboratorio y oficina.

Se presenta como el Anexo 9.3 del informe principal de Revisión Ambiental, haciendo parte integral de las recomendaciones del estudio.

La UAS del MOP analizará la conveniencia de adoptar la presente guía de procedimientos y la guía de protección ambiental de los proyectos viales en general para el país.

Estas guías están enfocadas hacia una óptima utilización de los recursos económicos y profesionales, logrando así una más efectiva protección del medio natural y del entorno social, buscando así un punto de equilibrio entre el proyecto y su área de influencia.

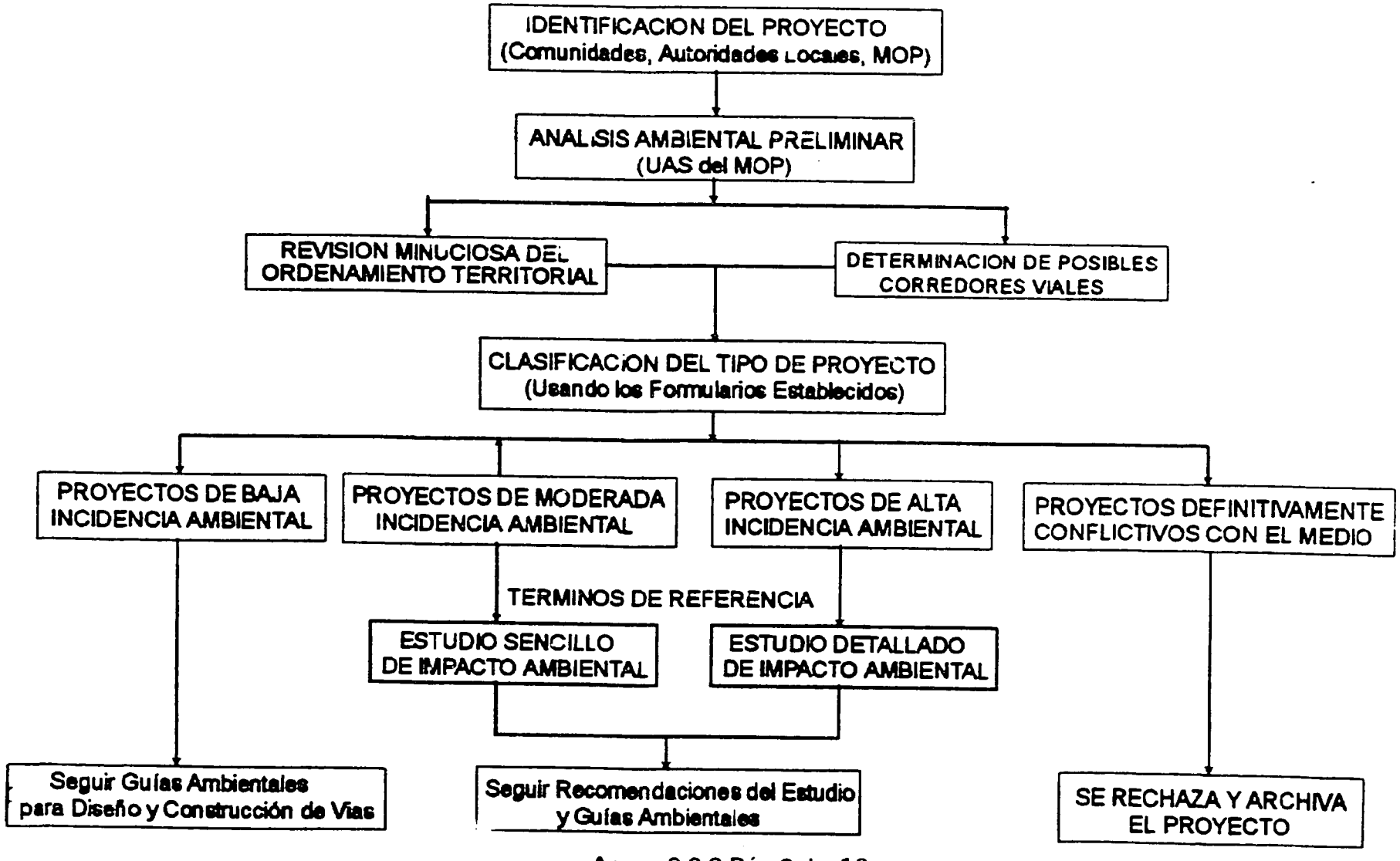
Igualmente se optimizarán los recursos, evitándose el costo de análisis de laboratorio o de campo en los casos que así lo arneriten.

Los recurso así ahorrados pudieran muy bien aplicarse al fortalecimiento institucional, específicamente orientados al desarrillo de auditorias ambientales por parte de la UAE del MOP.

2.0 PROCEDIMIENTOS INICIALES

Una vez identificado el proyecto vial, es necesario hacer un análisis ambiental preliminar del corredor o corredores propuestos, con el fin de determinar la clase de estudios y el tipo de manejo ambiental se le debe dar al proyecto. La Figura 2.1presenta un diagrama de las actividades involucradas en el proceso de gestión ambiental.

FIGURA 1
Procedimiento de Gestion Ambiental



2.1 CALIFICACION AMBIENTAL PRELIMINAR DE LOS PROYECTOS VIALES

No todos los proyectos viales requieren de un Estudio de Impacto ambiental y muchos de ellos requieren de Análisis Limitados de Impacto Ambiental (Declaratorias de Impacto Ambiental en algunos países, no ajustándose a lo que se presenta con éstos términos en el Proyecto de Ley bajo estudio en El Salvador)

A tal efecto, la UAS del MOP deberá calificar los proyectos tras un análisis preliminar, en las siguientes categorías:

- Proyectos con bajas repercusiones ambientales.

Estos proyectos por sus características, no requieren de la realización de estudios de impacto ambiental, siendo necesario únicamente tomar algunas medidas limitadas de protección ambiental.

- Proyectos de repercusiones ambientales limitadas.

Estos proyectos requieren de un estudio limitado de impacto ambiental, el cual se debe centrar en los aspectos específicos que se prevea que puedan ser negativos para el medio ambiente, para lo cual se deben diseñar unas medidas de mitigación específicas.

- Proyectos con serias repercusiones ambientales.

Estos proyectos requieren de estudios de impacto ambiental detallado, que en un momento dado deben dar un concepto definitivo sobre su viabilidad ambiental, deben tener ingerencia en el trazado definitivo. Adicionalmente, se debe realizar un plan de manejo ambiental específico, que incluya un análisis de los costos de las medidas de mitigación, con el fin de que éstas sean incluidas dentro de los costos de la obra y se realicen los aportes presupuestales respectivos.

- Proyectos definitivamente conflictivos con el medio ambiente.

Estos proyectos deben ser rechazados por consideraciones ambientales.

Los proyectos con serias repercusiones ambientales implican un estudio detallado de campo, generación de datos primarios y recomendaciones detalladas.

Los proyectos con moderadas repercusiones ambientales, implican análisis más modestos y con limitados estudios de campo, haciendo uso máximo de la información secundaria existente en el país.

Para la calificación ambiental preliminar de los proyectos viales, se utilizarán los formatos

que se presentan en la Figura 2. Para llenar dichos formatos es preciso realizar una visita rápida a la región y tomar nota de las preguntas que se deben contestar, así mismo, consultar la literatura existente sobre la zona en las diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

El llenado de los formatos facilita la toma de decisiones acerca del tipo de estudios a realizar y permite determinar los términos de referencia específicos para el estudio de la vía en cuestión, eliminando de paso los términos de referencia genéricos, que en la usualmente encarecen enormemente los estudios en forma innecesaria y son, en la mayoría de los casos ineficientes, porque en ocasiones se dejan por fuera temas de mucha importancia en el entorno específico en el cual se desarrollan los mismos.

Se recomienda cumplir siempre con la revisión de los dos niveles que se presentan a continuación:

a) Revisión Minuciosa del Ordenamiento Territorial Vigente y Potencial:

El primer nivel de análisis debe consistir en la consecución y revisión de la información acerca de la vocación, función y usos del territorio a nivel subregional que podría afectar el corredor de ruta, para establecer posibles conflictos de uso y función social.

Para ello deben manejarse con propiedad y de forma permanente y actualizada los canales y fuentes de información existentes, tales como el mapa de Areas Ambientales Críticas (Ver Mapa 9.3 del Informe de Revisión Ambiental) y Mapa de Areas Ambientalmente Sensitivas (Ver Mapa 9.4 del mismo informe) y el Mapa Geológico.

FIGURA 2
Evaluacion Ambiental Preliminar
De Proyectos Ambientales

Nombre del Proyecto: _____

Ubicacion: _____

Caracteristicas Ambientales del Entorno del Proyecto	Categoria (Marque X)	Terminos de Referencia
1 - CARACTERISTICAS FISICAS		
Relieve escarpado.	3	3.2.4 a.
Relieve montanoso.	3	3.2.4 a.
Suelos con vococion forestal protectora	3	3.2.5 b.
Erosion frecuente en las margenes de cursos de agua.	3	3.2.1 a y b - 3.2.2
LA VIA ATRAVEZARA (A) O BORDEARA (B):		
Sitios de derrumbe (A).	2	3.2.3 a. 3.2.4 a.
Sitios de derrumbe (B).	3	3.2.3 a. 3.2.4 a.
Sitios de erosion (A y B).	3	3.2.3 a. 3.2.4 a.
Areas inundables (A).	2	3.2.1 a y b - 3.2.2
Areas inundables (B).	3	3.2.2
Rios (A y B).	3	3.2.1 a y b - 3.2.2 y 3.2.4 b.
Canales y canos (A y B).	3	3.2.3 a. 3.2.4 b.
Lagos, lagunas y embalses (B).	3	3.2.3 b - 3.2.4 b y 3.2.5 a.
Cienagas y lagunas costeras (B).	2	3.2.3 b - 3.2.4 b. y 3.2.5 a.
Areas pantanosas (A).	2	3.2.2 - 3.2.3 b.
Areas pantanosas (B).	3	3.2.2
Pozos y bebederos de ganado (A y B).	3	3.2.2
Nacimientos y manantiales (A y B).	3	3.2.2
Areas con problemas de contaminacion u otros problemas ambientales.	3	3.2.10
EL CAMINO SE CONSTRUIRA POR:		
Parte alta o filo de montana.	3	3.2.4 a.
A media ladera.	3	3.2.1 b. 3.2.4 a.
Un area inundable.	2	3.2.2

FIGURA 2 (...continuacion)
Evaluacion Ambiental Preliminar
De Proyectos Viales

Caracteristicas Ambientales del Entorno del Proyecto	Categoria (Marque X)	Terminos de Referencia
2 -CARACTERISTICAS BIOLOGICAS		
EL CAMINO ATRAVESARA O PASARA CERCA DE:		
Manglares.	2	3.2.5 b y c.
Selvas.	2	3.2.5 b y c.
Bosques	2	3.2.5 b y c.
Habitats silvestres.	2	3.2.5 b y c.
Vegetacion que bordea rondas de cuerpos de agua.	3	3.2.5 b.
Paramos.	2	3.2.2 - 3.2.5 b y c.
Playas marinas.	3	3.2.4 b.
Reservas forestales.	3	3.2.5 b.
Un parque natural.	1	
Un santuario de flora y fauna.	1	
3 CARACTERISTICAS SOCIO - CULTURALES		
Una cuenca en ordenamiento.	2	Todos los que apliquen
Comunidades indigenas.	2	3.2.6
Areas de reconocida importancia arqueologica.	2	3.2.7
Reasentamiento de poblaciones	2	3.2.8 y 3.2.9 y 3.2.10
4 - EFECTOS AMBIENTALES		
LA CONSTRUCCION, FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO CAUSARA		
Tala de bosques o selvas.	3	3.2.5
Alteracion de paramos	2	3.2.2 y 3.2.5
Contaminacion de aguas.	3	3.3.2 a y b - 3.2.5 a.
Aumento de la caza de fauna silvestre.	3	3.2.5 b.
Obstaculos para la migracion de especies silvestres.	2	3.2.5 b.
Ampliacion de la frontera agricola.	3	3.2.5 b.
Asentamiento, invasion o colonizacion de tierras.	3	3.2.5 b.

CRITERIOS PARA LA TOMA DE DECISIONES

CATEGORIA 1: Con un solo efecto en esta categoria el proyecto debe RECHAZARSE

CATEGORIA 2: Uno o mas efectos en esta categoria y ninguno en la 1, se requiere ESTUDIO DETALLADO DE EFECTO AMBIENTAL

CATEGORIA 3: Uno o mas efectos en esta categoria y ninguno en la 1 o 2, se requiere DECLARATORIA DE EFECTO AMBIENTAL

OBSERVACION: Proyectos sin un solo efecto, se consideran VIABLES

ESTE PROYECTO: _____

b) Definición de los Posibles Corredores de las Vías:

El segundo nivel consiste en definir a una escala menor (1:50.000 o menor de ser posible) los corredores de vía factibles, considerando varias alternativas de ruta y estableciendo áreas de influencia tentativas para cada vía.

El ejercicio de definir el área de influencia de la vía no debe limitarse a los efectos económicos directos sino que debe esforzarse en incorporar impactos indirectos, diferidos, acumulativos, etc.

Se deben tener en cuenta en el trazado de la vía los elementos ambientales locales, tales como el clima (lluvia, temperatura), la geomorfología y la topografía.

Una inspección de la zona del corredor seleccionado en los pasos anteriores permitirá establecer las modificaciones de dirección y dimensiones de los elementos de la vía de acuerdo a las condiciones naturales que se encuentren.

Se deben revisar durante la inspección de campo aspectos tales como estabilidad de taludes, propensión a la erosión, problemas de inundaciones periódicas, zonas ecológicas valiosas. Una herramienta poderosa es la del uso de fotografías aéreas e imágenes de satélite, que incluso podrían mejorar sensitivamente el nivel de estimación del área afectada por el proyecto de la vía.

Es muy importante dialogar con las comunidades locales a este nivel (Consulta Comunitaria) para adquirir información valiosa basada en su experiencia práctica y combinarla con la información bibliográfica y técnica acumulada.

La localización de la vía escogida debe ser el producto de la comparación de las alternativas de ruta en función de cuatro aspectos fundamentales de objetivo múltiple social en su respectivo orden:

Potencial de desarrollo socioeconómico regional.
Mantenimiento de la calidad y funciones ambientales regionales.
Necesidades de participación/inversión multisectorial.
Optimización de aspectos técnico - económicos específicos de la vía.

Es importante señalar que los tres primeros aspectos son la esencia de la decisión de construir o no una vía ya que representan el análisis de los beneficios esperados, mientras que el cuarto debe ser supeditado a éstos, ya que constituye la aplicación de principios tecnológicos específicos conducentes a la minimización de riesgos y costos de construcción y operación de la vía (geotecnia, diseño civil, etc.) para lograr índices mayores de beneficio - costo.

Es paradójico encontrar que la práctica generalizada del diseño de vías es la de invertir esta lógica bajo el sofisma de que la ruta más valiosa es el camino más corto entre dos puntos. Esta visión debe ser totalmente revisada para establecer el criterio fundamental del valor socio económico generado y valor ambiental mantenido o generado por kilómetro construido. *No son los costos de la vía los que deben primar sino el valor social y económico real y potencial generado y/o atribuible por tramo de la vía analizada.*

Si bien es cierto que en la definición de factibilidad de las vías se realiza un ejercicio de evaluación del beneficio que se generaría por la vía mediante la estimación del área de cultivos o ganadería que se aumentaría o en la cual se intensificaría o modificaría la producción, también es cierto que la metodología actual para calcular dicha área es demasiado imprecisa por cuanto se basa en un recorrido de campo y en la percepción visual del evaluador sobre la magnitud del área que sería afectada positivamente por el proyecto, sin tener en cuenta las que podrían ser afectadas negativamente o que tendrían conflicto con los usos que se inducirían.

Bajo estas consideraciones, lo ideal sería que la evaluación de la vía responda a la concepción de objetivo múltiple, que necesariamente involucraría en esta etapa la participación de otros entes y actores públicos o privados, o por lo menos la consideración de la necesidad de su participación en la decisión.

Para garantizar ésto, se recomienda la realización de consultas con entidades sectoriales presentes o en jurisdicción en la zona y la elaboración de listados sobre aspectos merecedores de consulta.

Es interesante encontrar que una vía podría ser cofinanciada por diferentes sectores (p.ej. una central hidroeléctrica proyectada en la región podría estar altamente interesada en una vía inicialmente proyectada por el sector agropecuario).

También, dentro de este contexto es importante hacer prospecciones de los usuarios potenciales y reales, tipos de vehículos, volumen de tráfico, así como la existencia de oportunidades de desarrollo que se presentarán por la existencia de la vía y que no se planificaron formalmente. (p.ej. en el Nororiente del Amazonas ecuatoriano las vías construidas por la actividad de exploración petrolera permitieron la iniciación de cultivo de palma africana a nivel agroindustrial e indujeron una fuerte colonización.

2.2 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Para determinar las características que deben tener los Estudios de Impacto Ambiental, se atenderán los numerales que presentan los formularios, los cuales permitirán una fácil determinación de los temas específicos a analizar para cada proyecto. Dichos numerales se refieren a los numerales que se presentan en el próximo numeral.

3.0 TERMINOS DE REFERENCIA PARA ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1 REQUERIMIENTOS MINIMOS PARA PROYECTOS CON PROBLEMATICA AMBIENTAL MODERADA (DECLARATORIA DE IMPACTO AMBIENTAL)

Todas las evaluaciones de impacto ambiental requieren como mínimo de las siguientes actividades:

3.1.1 Descripción Técnica del Proyecto

El proyecto propuesto se describirá incluyendo la siguiente información:

Localización del corredor vial y de todos los sitios donde se desarrollarán actividades extractivas, cruce de corrientes etc.

Ubicación de todas las instalaciones relacionadas con el proyecto, tales como campamentos y plantas de asfalto.

Actividades previas a la construcción.

Actividades de construcción, cronogramas, organización de los recursos humanos, instalaciones de soporte y servicios.

Actividades de operación, mantenimiento logístico y personal involucrado.

Vida útil de la vía.

Es indispensable realizar una ubicación cartográfica de todos los elementos arriba descritos, en una escala que sea lo suficientemente detallada para permitir una buena visualización.

3.1.2 Determinación de Area de Influencia del Proyecto

Definida como aquella zona susceptible de recibir los impactos positivos o negativos del proyecto, el área de influencia debe ser delimitada en la forma más precisa posible, utilizando para ello un mapa a escala adecuada, de ser posible 1:25.000 o más detallado si fuera necesario.

Se deben delimitar las áreas de influencia directas, como indirectas, o sea las que reciben los efectos secundarios o inducidos por el proyecto. Estas áreas de influencia se delimitarán para los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos.

Es muy conveniente utilizar para los aspectos físicos y en gran medida para los bióticos,

unidades fisiográficas naturales, tales como las cuencas y subcuencas hidrográficas. Para los aspectos socioeconómicos, se tendrán en cuenta los asentamientos humanos (nucleados o dispersos), que puedan ser afectados en cualquier forma por la vía.

3.1.3 Descripción del Medio Ambiente (Línea Base Ambiental)

El establecimiento de la línea base ambiental consiste en una descripción de las características que presenta el área de influencia determinada antes del comienzo del proyecto, en los siguiente aspectos:

a) Entorno Físico

Geología: teniendo en cuenta los aspectos de tipo de rocas y fallas geológicas, que puedan incidir en la estabilidad del proyecto y su zona de influencia.

Geomorfología y Erosión: Debe analizar las geoformas y la geodinámica, también enfocado a la estabilidad.

Hidrografía: debe incluir una descripción del drenaje, de las microcuencas, subcuencas y si es del caso, de las cuencas hidrográficas.

Usos del agua: teniendo en cuenta que éste es un recurso muy vulnerable, se analizará principalmente aguas abajo del proyecto; se tendrán especialmente en cuenta los acueductos y los canales y distritos de riego.

Suelos: contemplado desde el punto del recurso natural, su uso actual y potencial (capacidad de uso mayor), para determinar los posibles conflictos de uso.

Climatología: Fundamentalmente los aspectos de precipitación, distribución temporal y cantidad.

b) Entorno Biológico

Ecosistemas: Determinación de los diferentes ecosistemas que serán cruzados por la vía, su estado de conservación e importancia para el país.

Vegetación: Principales Formaciones Vegetales o Zonas de Vida, según la clasificación de Holdridge. Principales especies en la zona, de interés ecológico y/o económico. Tipos de bosques existentes en la región. Estado de protección de las rondas de ríos y quebradas. Análisis de la presencia de especies endémicas y/o en peligro de extinción.

Fauna: Principales especies residentes y migratorias de la región. Análisis de los aspectos de caza y de los aspectos pesqueros si los hay. Análisis de la presencia de

152

especies endémicas y/o en peligro de extinción.

c) Entorno Socioeconómico

Planes de desarrollo y/o de ordenamiento territorial si los hay.

Población que se beneficiará por el proyecto.

Actividades económicas: incluyendo producción agropecuaria e industrial si la hay, tipo de comercio y mercadeo.

Presencia institucional: es importante con el fin de determinar si se les puede involucrar posteriormente en los planes de manejo ambiental de la vía.

Infraestructura: incluye el análisis de infraestructura de servicios (acueductos, alcantarillados, rellenos sanitarios, energía eléctrica, telecomunicaciones etc.), educación y salud, su estado y funcionamiento.

Tenencia de la tierra: incluyendo análisis de tipo de agricultura y estado de titulación de las tierras.

Prospecciones Arqueológicas: Debido a que en El Salvador se presenta una gran dispersión de yacimientos arqueológicos (ver Mapa 9.2 del Informe de Revisión Ambiental), los cuales no han sido bien estudiados en el país, en todos los casos se debe realizar una prospección arqueológica, y de encontrar yacimientos, se deben seguir los procedimientos que exige la ley, los cuales fueron descritos en el numeral 9.2 del cuerpo principal del informe.

3.1.4 Consideraciones Legislativas y Regulaciones

Deben describirse las regulaciones pertinentes y las leyes que gobiernan la calidad ambiental, la salud, seguridad, protección de Unidades de Conservación y de especies en peligro, vedas de caza y pesca, control de uso de la tierra; este análisis se hará a nivel local, regional, nacional e internacional, que se encuentren vigentes en el momento de realizar la evaluación.

3.1.5 Determinación de los Impactos Potenciales del Proyecto

Deben identificarse todos los cambios significativos que puedan ocurrir por el proyecto propuesto. Esto debe incluir los impactos analizados en el Numeral 9.5.2, del informe principal, aunque no está solamente limitado a esos aspectos.

Esta descripción debe ser en la medida de lo posible cuantitativa; cuando no lo sea, se

hará en forma cualitativa pero debidamente sustentada.

Se pueden seguir los siguientes criterios y escalas de evaluación, (aunque existen otras metodologías de evaluación, el consultor encuentra particularmente práctica la que se recomienda a continuación):

a) Acción que lo Produce:

En este caso se analizan cual o cuales acciones tecnológicas constructivas producen el efecto y por qué motivos, o si éstos son producidos por el proyecto en sí.

b) Tipo de Efecto:

Hace referencia a las características benéficas o dañinas de un efecto y su calificación es de tipo cualitativo, como **positivo** o **negativo**.

c) Area de Influencia del Efecto:

Es una evaluación espacial sobre la ubicación del efecto bajo análisis. Se califica como **puntual**, cuando el efecto se restringe a áreas muy pequeñas, (ej. áreas aledañas al derecho de vía), **local** si su área de influencia es restringida, (como los taludes abajo o arriba de la vía), **zonal** si su área de influencia es mayor, **regional**, si su área es la misma que se tiene bajo estudio y **extrarregional**, si su influencia trasciende los límites de la región bajo estudio (cuando por ejemplo, los beneficios de una vía sean de carácter Nacional o aún Internacional).

d) Magnitud del Efecto:

Se refiere al grado de afectación que presenta el impacto sobre el medio. Se califica en lo posible en forma cuantitativa, cuando ésto no es posible, se presenta una calificación cualitativa suficientemente sustentada, como **muy baja**, **baja**, **moderada**, **alta** o **muy alta**.

e) Tendencia:

Es un análisis del escenario futuro y predice lo que sucederá con el efecto bajo análisis y se califica como **creciente**, **estable** o **decreciente**.

f) Duración:

Determina la persistencia del efecto en el tiempo, calificándose como **muy corta** si es de pocos días, **corta** si es menor de un mes, **moderada**, si no supera el año, **permanente** si su duración es de varios años. Así mismo, la duración puede calificarse como **estacional**, si está determinada por factores climáticos (Ej. durante la época de lluvias se

presentan los mayores aportes de sedimentos a las corrientes de agua).

g) Probabilidad de Ocurrencia:

Trata de predecir qué tan probable es que se presente el efecto y se califica como **baja**, **moderada**, **alta**, **segura** o **incierta**.

h) Mitigabilidad:

Determina si los efectos negativos son mitigables en cuanto a uno o varios de los criterios utilizados para su evaluación, y se les califica como **no mitigable**, **medianamente mitigable** y **totalmente mitigable**. Se debe tener en cuenta que la mitigabilidad depende tanto de la factibilidad técnica y económica como de la voluntad política de hacerlo.

i) Optimización:

Determina si los efectos positivos se pueden mejorar, calificándose como **optimizables** y **no optimizables**.

j) Implicaciones:

Debido a que existen efectos que en algunos casos ocasionan otros efectos (efectos secundarios) o que unidos a otros, presentan fenómenos de sinergismo (mayores que la suma algebraica de efectos), es necesario analizar las implicaciones del efecto en sí sobre otros componentes del entorno, y se especifica cuales son éstos (ej: implicaciones biológicas, sobre la calidad de agua).

l) Significancia:

Incluye un análisis global del efecto, teniendo en cuenta todos los criterios anteriores y determina el grado de importancia de éste sobre el ambiente receptor; su calificación, cualitativa se presenta como **muy baja**, **baja**, **moderada**, **alta** o **muy alta**.

Esta es la calificación más importante sobre el efecto y la que requiere de la mayor discusión interdisciplinaria.

3.1.6 Análisis de Alternativas

Deberán analizarse las distintas posibilidades no sólo de las rutas, sino también de los emplazamientos de obras, zonas de puentes y sobre todo, de disposición de desechos (botaderos) y de áreas de extracción de materiales (zonas de préstamo).

3.1.7 Desarrollo de un Plan de Mitigación de Impactos Negativos

Los consultores que elaboren el estudio deben presentar soluciones concretas para la mitigación de los impactos ambientales negativos, no hay que olvidar que en última instancia, **ESTE ES EL OBJETIVO FUNDAMENTAL DE REALIZAR UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**, cualquiera que sea su complejidad.

Sin un buen plan de manejo, el estudio no tiene objeto. Dicho plan debe ser técnicamente desarrollado y debe incluir medidas e indicaciones de respuesta de emergencia para eventos accidentales.

Deben estimarse los costos de las medidas de mitigación y los requisitos institucionales de entrenamiento para su implementación, así como cronogramas de ejecución. También deben considerarse medidas de compensación para las partes afectadas por los impactos que no pueden ser mitigados.

3.1.8 Desarrollo de un Plan de Seguimiento

Debe prepararse un plan de seguimiento que permita una evaluación de las medidas de mitigación, con el fin de determinar su efectividad, especialmente en los aspectos de estabilización de taludes.

3.2 ANALISIS PARA ESTUDIOS MAS COMPLEJOS

Para los estudios de proyectos con repercusiones ambientales más complejas o con problemas específicos, es necesario añadir a los términos de referencia señalados como requisitos mínimos, uno o más de los siguientes puntos, según los resultados de los análisis de los formularios de la Figura 2 (Tercera Columna).

3.2.1 Hidrología

a) Caudales:

Se debe hacer un análisis de los caudales de las principales corrientes de agua especialmente en áreas de inundación, que hagan vulnerable la vía. Se analizarán los registros históricos si los hay, en caso contrario se recurrirá a fórmulas matemáticas establecidas para su estimación teórica.

b) Torrencialidad:

Se debe hacer un análisis de la torrencialidad en las quebradas de alta pendiente, especialmente en áreas en las cuales se haya talado la vegetación.

3.2.2 Hidrografía

Se hará un inventario de los drenajes que cruzará la vía, con el fin de recomendar un manejo adecuado de los mismos y planificar las obras requeridas para el cruce de los mismos.

3.2.3 Calidad Fisicoquímica de las Aguas

Se determinarán los parámetros que sean necesarios, según el tipo de actividad antrópica que se lleve a cabo en la zona de influencia.

a) Sedimentología:

Se debe hacer un análisis de transporte de sedimentos y hacer cálculos del aporte durante la fase de construcción en caso de quedar zonas inestables.

b) Análisis fisicoquímicos:

Se debe hacer un análisis fisicoquímico teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Insitu: Temperatura, Oxígeno disuelto, pH y turbiedad.

En laboratorio: Sólidos suspendidos, disueltos y totales.
Acidez, alcalinidad.
Hierro, fósforo, sulfatos, nitrógeno.

3.2.4 Estabilidad

a) Taludes:

Se analizará la estabilidad actual de los taludes naturales, con el fin de detectar los problemas potenciales de estabilidad que pudieran afectar posteriormente no sólo la vía sin también, que pudieran poner en peligro viviendas, animales y tierras de terceros.
Se analizarán los procesos actuales y potenciales de erosión,

b) Orillas de ríos, lagos y litorales marinos.

Se analizará la estabilidad de los cauces de aguas, con el fin de determinar los riesgos de cambios en los cauces de aguas y en los litorales de lagos y mares, que pudieran afectar no sólo a los propios cuerpos de agua sino también, la propia estabilidad de la vía.

3.2.5 Ecosistemas

Se analizarán los ecosistemas que se encuentren en la zona, especialmente si son ambientes sensitivos o vulnerables.

a) Humedales:

Se analizará la calidad biótica de las aguas, así:

Organismos del bentos.
Organismos del plancton.
Organismos del néuston.
Macrófitas acuáticas y organismos asociados.

En todos los casos se determinarán los índices de diversidad. Se recomiendan las siguientes fórmulas de Brillouin y Tuffery y Verneaux. Aunque algunos limnólogos utilizan algunos índices diferentes, el consultor es de la opinión de que los recomendados son los más convenientes, debido a que comparan los resultados encontrados con resultados de diversidades máxima y mínima teóricas posibles.

$$B = \frac{1}{N}(\log_2 N! - \sum_{i=1}^{s} \log_2 n_i!$$

$$Dmax \frac{1}{N}[\log_2 N! - SLOG_2(\frac{N}{S})]$$

$$dmin = \frac{1}{N}[\log_2 N! - \log_2(n-s+1)!]$$

$$R = \frac{Dmax - B}{Dmax - Dmin}$$

En donde:

B =	Indice de diversidad de Brillouin.
Dmax=	Diversidad máxima teórica.
Dmin=	Diversidad mínima teórica.

R =	Coeficiente de redundancia de Tuffery y Verneaux.
N =	Número de individuos.
S =	Número de especies.
n_i =	Número de individuos de la especie.

El índice 1-R fluctúa entre 0 y 1, siendo mejor la calidad del agua a mayor valor.

Ictiofauna: Inventario de especies, importancia ecológica y comercial.

b) Bosques:

Determinación del área cubierta por los bosques, tipo de bosques:

Estructura, estratos, especies en peligro, estado de conservación y usos del recurso por medio de transectos de vegetación.

Estimación de la biomasa vegetal aérea a remover y volúmenes de madera. Inventario de especies.

c) Fauna:

Se analizarán los distintos grupos faunísticos terrestres incluso a nivel de inventario si así se requiere.

Aves, mamíferos, reptiles, fauna asociada a la vegetación, inventario de otros invertebrados.

Se determinarán los índices de diversidad anotados arriba.

3.2.6 Comunidades indígenas

Se deberá hacer un análisis de la actitud de las comunidades indígenas hacia el proyecto, de su estado cultural, de la ubicación de lugares sagrados, tales como cementerios con el fin de determinar si las vías podrían deteriorar alguno de éstos y evitar a toda costa que ésto suceda.

Se analizará la situación legal de sus tierras y si el fenómeno de colonización las afecta actualmente o no.

3.2.7 Areas de Reconocida Importancia Arqueológica

Se determinará su estado actual y se diseñarán las medidas para realizar un rescate arqueológico, o de ser necesario, se buscarán alternativas de trazado para evitar los daños sobre el patrimonio arqueológico.

3.2.8 Areas en donde se requiera realizar Reasentamientos Humanos

Cuando el trazado de la vía implique el movimiento de asentamientos humanos de más de 20 familias, se debe realizar un censo y caracterización de viviendas y se procederá a realizar un Plan o un Programa de Relocalización de los asentamientos humanos, dependiendo de si éstos son o no nucleados.

Por lo general, especialmente si se trata de estratos de bajos recursos económicos, no es conveniente la simple compra de las viviendas, sino que se requeire de una reubicación, buscando darles unas condiciones decorosas a los nuevos asentamientos y una participación muy activa a dichas comunidades en cuanto a su nueva ubicación y en los procesos mismos de construcción de las viviendas, (por ejemplo, programas de autoconstrucción de viviendas).

Los nuevos barrios deberán tener como mínimo un adecuado servicio de acueducto y alcantarillado. Se analizarán los factores de riesgo físico y sanitario de las nuevas ubicaciones, con el fin de prevenir desastres futuros.

3.2.9 Actitud de la Comunidad hacia el Proyecto

Un proyecto vial se justifica por los beneficios que puede presentar a las comunidades, por lo que la realización de consultas comunitarias es de gran importancia para determinar qué piensa la comunidad acerca del proyecto. También se consultará la opinión de las ONGs. Esta consulta se llevará a cabo en la totalidad de los proyectos.

3.2.10 Determinación de los Impactos Acumulativos

A veces en una región determinada, confluyen una serie de factores que deterioran el medio ambiente y que son ajenos al proyecto en cuestión, por lo que se hace necesario un análisis más cuidadoso para poder proponer un manejo integral de la región, en la cual el proyecto vial no es el único factor de desestabilización ambiental.