

REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

**EVALUACION DEL POTENCIAL
HIDROELECTRICO NACIONAL**

VOLUMEN II

METODOLOGIA Y RESULTADOS

REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA
SOCIEDAD ALEMANA DE COOPERACION TECNICA, GTZ
CONSORCIO LAHMEYER-SALZGITTER, LIS

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO NACIONAL
VOLUMEN II : METODOLOGIA Y RESULTADOS

	<u>Pag. N°:</u>	
1.	DESCRIPCION DEL PAIS	
1.1	DESCRIPCION GEOGRAFICA, HISTORICA Y ADMINISTRATIVA	1.1
1.1.1	Descripción Geográfica	1.1
1.1.2	Descripción Histórica y Administrativa	1.3
1.2	GEOLOGIA Y SISMOLOGIA	1.5
1.2.1	Geomorfología General del Perú	1.5
1.2.2	Problemas Geológicos Específicos del Perú	1.8
1.2.3	Sismología	1.9
1.3	CLIMA	1.11
1.4	HIDROGRAFIA	1.12
2.	INFORMACION SOBRE EL SECTOR ELECTRICIDAD Y PROYECTOS DE RECURSOS HIDRAULICOS	
2.1	EL SECTOR ELECTRICO	2.1
2.1.1	Breve Reseña Histórica de la Electricidad en el Perú	2.1
2.1.2	Estructura Orgánica del Sector Eléctrico	2.1
2.1.2.1	El Ministerio de Energía y Minas	2.2
2.1.2.2	Electroperú	2.2
2.1.2.3	Empresas Estatales Asociadas	2.4
2.2	INSTALACIONES HIDROELECTRICAS EXISTENTES Y EN CONSTRUCCION	2.4
2.2.1	Capacidad Instalada	2.4
2.2.2	Sistemas Interconectados	2.4
2.2.2.1	Sistema Interconectado de la Región Central	2.4
2.2.2.2	Sistema Interconectado de la Región Norte	2.10
2.2.2.3	Sistema Interconectado de la Región Sur-Oeste	2.10
2.2.3	Autoprodutores	2.10

2.3	INVENTARIO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS	2.10
2.4	INSTALACIONES DE IRRIGACIONES EXISTENTES Y EN CONSTRUCCION	2.11
3.	INFORMACION BASICA	
3.1	CARTOGRAFIA	3.1
3.1.1	Instituciones que Intervienen en la Elaboración de la Información Cartográfica del Perú	3.1
3.1.1.1	Instituto Geográfico Militar (IGM)	3.2
3.1.1.2	Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN)	3.9
3.1.1.3	Oficina de Catastro Rural del Ministerio de Agricultura	3.12
3.1.1.4	Dirección Cartográfica de la ONERN	3.12
3.2	GEOLOGIA	3.15
3.2.1	Instituto de Geología y Minería	3.15
3.2.2	Petróleos del Perú - PETROPERU	3.16
3.2.3	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales ONERN	3.16
3.2.4	Empresa Minera del Perú _ MINERO PERU	3.16
3.2.5	Instituto Geofísico del Perú	3.16
3.2.6	Otros Estudios	3.25
3.3	INFORMACION HIDROLOGICA EXISTENTE	3.25
3.3.1	Introducción	3.25
3.3.2	Fuentes y Organización de Datos Hidrológicos	3.26
3.3.3	Evaluación de la información Hidrológica Existente	3.30
3.3.3.1	Densidad de Redes Existentes	3.31
3.3.3.2	Aspectos Cuantitativos de los Datos Existentes	3.31
3.3.3.3	Aspectos Cualitativos de los Datos Existentes	3.38
3.3.3.4	Conclusiones	3.40
3.4	RECOPIACION DE LA INFORMACION HIDROLOGICA Y ESTABLECIMIENTO DEL BANCO DE DATOS	3.43
3.4.1	Introducción	3.43
3.4.2	Procedimiento de Recopilación	3.44

3.4.2.1	Codificación de Cuencas	3.44
3.4.2.2	Codificación de Estaciones Hidrológicas	3.44
3.4.2.3	Formularios y Mapas de Cuencas	3.49
3.4.2.4	Observaciones Suplementarias	3.49
3.4.2.5	Elaboración de Cronogramas	3.49
3.4.2.6	Formación de Grupos de Estaciones	3.53
3.4.3	Traslado de Datos	3.53
3.4.4	Estructura del Banco de Datos	3.55
3.4.4.1	Identificación de Archivos	3.55
3.4.4.2	Ubicación Física	3.57
3.4.4.3	Archivos Maestros	3.57
3.4.4.4	Extracción de Información	3.62
3.4.4.5	Manejo de Archivos y Actualización	3.62
4.	ESTIMACION DEL CAUDAL MEDIO Y EL POTENCIAL HIDROELECTRICO TEORICO	
4.1	INTRODUCCION	4.1
4.2	MODELO DE CUENCAS	4.2
4.2.1	Metodología de los Modelos de las Cuencas	4.2
4.2.2	Información Topográfica y el Banco de Datos del Sistema Fluvial	4.3
4.2.3	Ajuste y Extensión de Registros Hidrométricos	4.6
4.2.3.1	Ajuste de Registros	4.6
4.2.3.2	Selección del Modelo de Correlación	4.6
4.2.3.3	Descripción del Modelo de Correlación	4.9
4.2.3.4	Aplicación del Modelo de Correlación	4.11
4.2.4	Extensión de los Registros Pluviométricos	4.14
4.2.4.1	Selección del Modelo de Correlación	4.14
4.2.4.2	Descripción del Modelo	4.17
4.2.4.3	Aplicación del Modelo	4.17
4.2.5	Deducción de Relaciones Hidrológicas	4.18
4.2.5.1	Relaciones Regionales	4.19
4.2.5.2	Relaciones en Cuencas Usando Datos Medidos	4.19
4.2.5.3	Relaciones en Cuencas Empleando la Información de Zonas de Vida	4.19

4.2.6	Desarrollo de los Modelos de Cuencas	4.28
4.2.6.1	Calibración de Modelos	4.28
4.2.6.2	Organización de las Corridas del Modelo	4.32
4.2.7	Determinación del Potencial Hidroeléctrico Teórico	4.34
4.2.7.1	Definiciones	4.34
4.2.7.2	Evaluación	4.35
4.3	RESULTADOS	4.35
4.3.1	Recopilación de Datos y Extensión de Registros	4.35
4.3.2	Salidas de Modelos de Cuencas	4.36
4.3.3	El Potencial Hidroeléctrico Teórico	4.36
4.3.4	Desarrollos Futuros	4.40
5.	EL POTENCIAL HIDROELECTRICO TECNICO	
5.1	INTRODUCCION	5.1
5.2	METODOLOGIA PARA LA DEFINICION Y EVALUACION DEL PROYECTO HIDROELECTRICO	5.3
5.2.1	Procedimiento General	5.4
5.2.2	Topografía	5.6
5.2.2.1	Uso de la Información Existente	5.6
5.2.2.2	Metodología Utilizada para Zonas sin Cartografía	5.6
5.2.3	Geología	5.7
5.2.3.1	Generalidades	5.7
5.2.3.2	Formularios de Geología	5.10
5.2.3.3	Trabajo de Campo	5.11
5.2.3.4	Trabajo de Gabinete	5.13
5.2.3.4.1	Presa y Azud	5.14
5.2.3.4.2	Materiales de construcción	5.14
5.2.3.4.3	Vertedero	5.16
5.2.3.4.4	Embalse	5.16
5.2.3.4.5	Obras Subterráneas	5.17
5.2.3.4.6	Tubería Forzada	5.17
5.2.3.4.7	Canales de Aducción	5.18
5.2.3.4.8	Desarenador	5.18
5.2.3.5	Conversión de Notas Geológicas a Factores Geológicos de Corrección para uso en la Evaluación de Costos	5.19

5.2.4	Hidrología	5.21
5.2.4.1	Estimación de Caudales Medio en Emplazamiento de Proyectos	5.22
5.2.4.2	Estimación de Avenidas de diseño	5.22
5.2.4.2.1	Recopilación de Información disponible	5.23
5.2.4.2.2	Análisis estadístico	5.23
5.2.4.2.3	Deducción de curvas envolventes	5.26
5.2.4.2.4	Resultados	5.28
5.2.4.2.5	Aplicación	5.30
5.2.4.3	Estimación del Transporte de Sedimentos	5.32
5.2.4.3.1	Disponibilidad de información	5.32
5.2.4.3.2	Evaluación	5.35
5.2.4.3.3	Aplicación	5.39
5.2.4.4	Estimación de Pérdidas Potenciales por Evaporación	5.40
5.2.4.4.1	Disponibilidad de información	5.41
5.2.4.4.2	Evaluación	5.43
5.2.4.4.3	Resultados	5.44
5.2.5	Ingeniería de Recursos Hidráulicos	5.48
5.2.5.1	Metodología	5.49
5.2.5.1.1	Determinación de la entrega primaria	5.49
5.2.5.1.2	Determinación de la entrega promedio secundario	5.51
5.2.5.1.3	Variación de la entrega secundaria con la máxima capacidad de descarga	5.53
5.2.5.2	Aplicación General	5.54
5.2.5.3	Determinación de Curvas de Entrega de Reservorios	5.54
5.2.5.4	Selección de las Curvas adecuadas de Entrega para un emplazamiento dado de Proyecto	5.57
5.2.5.5	Aplicación de las Curvas	5.66
5.2.6	Identificación en Gabinete de los Proyectos Hidroeléctricos	5.69
5.2.7	Investigación de Campo	5.71
5.2.8	Diseño Preliminar	5.73
5.2.9	Estimación de Costos	5.75
5.2.9.1	Metodología	5.75

5.2.9.2	Fuentes de Información	5.75
5.2.9.3	El Catálogo de Funciones de Costos	5.76
5.2.10	Beneficios Secundarios	5.84
5.2.10.1	Beneficios Secundarios por Agricultura	5.84
5.2.10.2	Otros Beneficios Secundarios	5.86
5.2.10.3	Utilización de los beneficios secundarios en la evaluación de proyectos	5.86
5.2.11	Evaluación Técnico Económica	5.86
5.2.11.1	Parámetros Técnico-Económicos	5.88
5.2.11.2	Preselección	5.89
5.2.11.3	Determinación de Cadenas Optimas de Desarrollo Hidroeléctrico	5.90
5.2.12	Definición de Grupos de Proyectos en Función de la Confia bilidad de la Información Básica	5.91
5.2.13	El Apoyo de Cómputo Electrónico en la Definición y Evalua ción de Proyectos Hidroeléctricos	5.91
5.2.13.1	Procedimientos de Cómputo Implementado	5.93
5.2.13.2	Organización de la base de datos	5.96
5.3	DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS HIDROELECTRICOS	5.97
6.	EL CATALOGO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS	
6.1	TIPOS DE PROYECTOS ANALIZADOS	
6.2	LOS PROYECTOS ANALIZADOS	
6.3	LOS PROYECTOS DE LAS CADENAS OPTIMAS	
6.4	SELECCION DE LOS PROYECTOS QUE FORMARAN EL CA TALOGO DE PROYECTOS HIDROELECTRICO NECESARIOS PARA LA OPTIMIZACION	
6.5	EL CATALOGO DE PROYECTOS PARA LA OPTIMIZACION	
7.	DEFINICION DE LOS DIEZ PROYECTOS SELECCIONADOS	
7.1	CRITERIOS DE SELECCION DE LOS PROYECTOS	
7.2	LOS DIEZ PROYECTOS SELECCIONADOS	
7.3	TRABAJOS EJECUTADOS	
7.3.1	Cartografía	
7.3.2	Geología	

INDICE DE FIGURAS

Nro.		Pag. N°
1-1	Mapa del Perú	1.2
1-2	Rasgos Morfo Estructurales	1.6
1-3	Mapa de Zonas Sísmicas del Perú	1.10
1-4	Mapa de Temperaturas Medias Anuales	1.13
1-5	Precipitación Media Anual	1.14
2-1	Zonas Eléctricas de Electroperú	2.3
2-2	Sistemas Interconectados Existentes	2.9
2-3	Ubicación de los Proyectos Hidroeléctricos	2.19
2-4	Irrigaciones Existentes y en Construcción	2.20
3-1	Información Cartográfica Existente Escala 1 : 100,000	3.3
3-2	Información Cartográfica Existente Escala 1 : 50,000	3.5
3-3	Información Cartográfica Existente Escala 1 : 250,000	3.6
3-4	Información Cartográfica Existente Escala 1 : 200,000	3.7
3-5	Información Cartográfica Existente Escala 1 : 100,000	3.8
3-6	Información Cartográfica Existente Escala 1 : 100,000	3.10
3-7	Información Cartográfica Existente Escala 1 : 50,000	3.11
3-8	Información Cartográfica Existente Escala 1 : 25,000 y 1 : 20,000	3.13
3-9	Información Cartográfica Existente Escala 1 : 250,000	3.14
3-10	Información Geológica Existente Escala 1 : 100,000	3.17
3-11	Información Geológica Existente Escala 1 : 100,000	3.18
3-12	Información Geológica Existente Escala 1 : 250,000	3.19
3-13	Información Geológica Existente Escala 1 : 500,000	3.20
3-14	Información Geológica Existente Batolito Andino	3.21
3-15	Información Geológica Existente Escala 1 : 250,000	3.22
3-16	Información Geológica Existente Escala 1 : 500,000	3.23
3-17	Información Geológica de Cuencas	3.24
3-18	Actividades e Interacciones realizadas en Hidrología	3.27
3-19	Fuentes de Datos Hidrológicos en el Perú	3.28
3-20	Histograma de Estaciones Hidrométricas y Años Completos de Registros	3.34

Nro.		Pag. N°
3-21	Histograma de Estaciones Pluviométricas y Años Completos de Registros	3.35
3-22	Densidad de Registros Hidrométricos	3.36
3-23	Densidad de Registros Pluviométricos	3.37
3-24	Hoja de Actividades 1 : Recopilación de Datos Básicos	3.45
3-25	Mapas Hidrológicos. Vertientes y Códigos de Cuencas	3.46
3-26	Límites y Códigos de las Cuencas	3.47
3-27	Estaciones Pluviométricas consideradas	3.50
3-28	Estaciones Hidrométricas consideradas	3.50
3-29	Registros Históricos de Estaciones Pluviométricas	3.51
3-30	Registros Históricos de Estaciones Hidrométricas	3.51
3-31	Grupo de Estaciones para Reconstruir Datos	3.52
3-32	Hoja de Actividades 2 : Almacenamiento y Verificación de Datos Mensuales Históricos	3.54
3-33	Estructura del Banco de Datos Hidrológico	3.56
3-34	Formato del Archivo "FKEYH 1 "	3.58
3-35	Formato del Archivo "FKEYH 2 "	3.58
3-36	Formato del Archivo "FKEYH 3 "	3.59
3-37	Formato del Archivo "FKEYL 1 "	3.59
3-38	Formato del Archivo "FKEYL 2 "	3.60
3-39	Formato del Archivo "BASIN 1 "	3.60
3-40	Formato del Archivo "BASIN 2 "	3.61
4-1	Ejemplo de Diagrama Fluvial : Locumba 151	4.5
4-2	Hoja de Actividades 3/1 : Ajuste de Secuencias de Caudal Histórico.	4.7
4-3	Hoja de Actividades 3/2 : Ajuste de Secuencias Históricas de Caudal	4.8
4-4	Hoja de Actividades 4/1 : Extensión de Registros de Caudales Mensuales	4.12
4-5	Hoja de Actividades 4/2 : Extensión de Registros de Caudales Mensuales	4.13
4-6	Hoja de Actividades 5/1 : Extensión de Registros Anuales de Lluvia	4.15
4-7	Hoja de Actividades 5/2 : Extensión de Registros Anuales de Lluvia	4.16
4-8	Hoja de Actividades 6/1 : Deducción de Relaciones Regionales Hidrológicas	4.20

Nro.		Pag. N°
4-9	Hoja de Actividades 6/2 : Deducciones de Relaciones Regionales Hidrológicas	4.21
4-10	Clasificación de las Zonas de Vida. Diagrama Bioclimático.	4.23
4-11	Clasificación de las Zonas de Vida. Movimientos de <u>A</u> gua en Asociaciones Climatológicas	4.24
4-12	Cálculo de Coeficiente de Escurrimiento de una Zona de Vida.	4.25
4-13	Clasificación de las Zonas de Vida. Coeficientes de <u>E</u> scurrecimiento.	4.26
4-14	Ecuaciones de las Variables de las Zonas de Vida	4.27
4-15	Hoja de Actividades 7/1 : Entrada Hidrológica a los <u>M</u> odelos de Cuencas.	4.29
4-16	Hoja de Actividades 7/2 : Calibración de Modelos de Cuencas	4.30
4-17	Hoja de Actividades 7/3 : Almacenamiento de <u>R</u> esultados de Modelos de Cuencas.	4.31
4-18	Representación Esquemática de la Vertiente del Atlántico	4.33
5-1	Flujo de Información y Lógica de Ejecución de la <u>D</u> efinición y Evaluación de Proyectos Hidroeléctricos	5.5
5-2	Cartografía Aproximada	5.9
5-3	Formulario <u>A</u> ₁	5.12
5-4	Formulario <u>A</u> ₂	5.12
5-5	Formulario <u>B</u>	5.12
5-6	Estaciones con Registros de Avenidas	5.24
5-7	Hoja de Actividades 8 : Estimación de <u>C</u> audales de Avenidas de Diseño.	5.25
5-8	Evaluación de las Avenidas	5.27
5-9	Hoja de Actividades 11 : Información Hidrológica para Evaluación de Proyectos.	5.31
5-10	Estaciones con Registros de <u>S</u> edimentos. Número de Estaciones y Años de Registros.	5.33
5-11	Estaciones con Registros de Sedimentos	5.34
5-12	Curvas Envolventes de Sedimentos . Transporte Anual y <u>A</u> rea	5.37
5-13	Curvas Envolventes de Sedimentos. Transporte Anual y <u>E</u> scurrecimiento Anual.	5.38
5-14	Estaciones con Registros de Evaporación. Número de <u>E</u> staciones y Años de Registro.	5.42

Nro.		Pag. N°
5-15	Relación de Evaporímetros. Evaporación Tanque - A y Piché .	5.45
5-16	Evaluación de la Evaporación. Regiones de la Evaporación.	5.46
5-17	Evaluación de la Evaporación. Regiones de las Horas de Sol.	5.47
5-18	Curva de Almacenamiento / Entrega	5.50
5-19	Regla Estacionaria de Control	5.52
5-20	Curvas de Entrega de Reservorio	5.55
5-21	Hoja de Actividades 9 : Determinación de Curvas de Entrega a Reservorios.	5.56
5-22	Salidas del Programa DIREC.	5.58
5-23	Salidas del Programa DIREC.	5.59
5-24	Salidas del Programa DIREC.	5.60
5-25	Salidas del Programa DIREC.	5.61
5-26	Hoja de Actividades 10 : Análisis de Parámetros Hidrológicos.	5.63
5-27	Regiones para las Curvas de Entrega	5.65
5-28	Salida de la Subrutina ENGIP	5.68
5-29	Investigación de Campo realizado para la Evaluación de Proyectos.	5.72
5-30	Flujo de Información Computarizado utilizado para la Definición y Evaluación de Proyectos Hidroeléctricos.	5.94
7-1	Ubicación de los 10 Proyectos Seleccionados	7.5

INDICE DE TABLAS

Nro.		Pag. N°
2-1	Evolución de la Potencia Instalada en el País (MW), Período : 1952 - 1976	2.5
2-2	Tasas Anuales de Crecimiento de la Potencia Instalada, Período : 1964 - 1976	2.5
2-3	Centrales Hidroeléctricas Existentes	2.6
2-4	Inventario de Proyectos Hidroeléctricos del Perú	2.12
3-1	Resumen de Estaciones de Control Hidrométricas por Categorías	3.32
3-2	Resumen de Estaciones de Control Pluviométricas por Categorías	3.33
3-3	Análisis de Estaciones Hidrológicas	3.39
3-4	Código de las Cuencas	3.48
4-1	Resumen del Potencial Lineal por Vertiente	4.36
4-2	Resumen del Potencial Teórico de la Vertiente del Pa- cífico	4.37
4-3	Resumen del Potencial Teórico de la Vertiente del A- tlántico.	4.38
4-4	Resumen del Potencial Teórico de la Vertiente del La- go Titicaca.	4.39
5-1	Relación de Tramos del Río Trabajados con aproxima- ción Topográfica.	5.8
5-2	Relación de Cuencas incluidas en cada Región de A- venidas	5.28
5-3	Parámetros de la Ecuación de Creager	5.29
5-4	Probabilidad de Ocurrencia de Avenidas	5.30
5-5	Valores Anuales de Sedimentos	5.36
5-6	Coefficientes de Correlación de los Parámetros Hidroló- gicos	5.64
5-7	Indices de Costos de Obras Agrícolas	5.85
5-8	Beneficios Secundarios Anuales de Agricultura	5.37
5-9	Categorías de Proyectos	5.92
5-10	Proyectos de la Cuenca : Chira	5.98
5-11	Proyectos de la Cuenca : Olmos	5.98
5-12	Proyectos de la Cuenca : Lambayeque	5.98
5-13	Proyectos de la Cuenca : Jequetepeque	5.99

Nro.		Pag. N°
5-14	Proyectos de la Cuenca : Chicama	5.99
5-15	Proyectos de la Cuenca : Moche	5.99
5-16	Proyectos de la Cuenca : Santa	5.100
5-17	Proyectos de la Cuenca : Casma	5.100
5-18	Proyectos de la Cuenca : Fortaleza	5.101
5-19	Proyectos de la Cuenca : Pativilca	5.101
5-20	Proyectos de la Cuenca : Huara	5.101
5-21	Proyectos de la Cuenca : Chancay	5.102
5-22	Proyectos de la Cuenca : Chillón	5.102
5-23	Proyectos de la Cuenca : Rímac	5.102
5-24	Proyectos de la Cuenca : Mala	5.103
5-25	Proyectos de la Cuenca : Cañete	5.103
5-26	Proyectos de la Cuenca : San Juan	5.103
5-27	Proyectos de la Cuenca : Grande	5.104
5-28	Proyectos de la Cuenca : Yauca	5.104
5-29	Proyectos de la Cuenca : Ocoña	5.105
5-30	Proyectos de la Cuenca : Majes	5.105
5-31	Proyectos de la Cuenca : Chili	5.106
5-32	Proyectos de la Cuenca : Tambo	5.106
5-33	Proyectos de la Cuenca : Locumba	5.107
5-34	Proyectos de la Cuenca : Tacna	5.107
5-35	Proyectos de la Cuenca : Apurímac	5.108
5-36	Proyectos de la Cuenca : Pampas	5.109
5-37	Proyectos de la Cuenca : Mantaro	5.110
5-38	Proyectos de la Cuenca : Ene	5.111
5-39	Proyectos de la Cuenca : Perené	5.111
5-40	Proyectos de la Cuenca : Huallaga	5.112
5-41	Proyectos de la Cuenca : Pozuzo	5.112
5-42	Proyectos de la Cuenca : Urubamba	5.113
5-43	Proyectos de la Cuenca : Inambari	5.114
5-44	Proyectos de la Cuenca : Madre de Dios	5.114
5-45	Proyectos de la Cuenca : Marañón	5.115
5-46	Proyectos de la Cuenca : Crisnejas	5.116

Nro.		Pág. N°
5-47	Proyectos de la Cuenca : Llaucano	5.116
5-48	Proyectos de la Cuenca : Huancabamba	5.117
5-49	Proyectos de la Cuenca : Utcubamba	5.117
5-50	Proyectos de la Cuenca : Chinchipe	5.118
5-51	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 1 Chira	5.118
5-52	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 2 Olmos	5.119
5-53	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 3 Lambayeque	5.119
5-54	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 4 Jequetepeque	5.120
5-55	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 5 Chicama	5.120
5-56	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 6 Moche	5.121
5-57	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 7 Santa	5.121
5-58	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 8 Casma	5.122
5-59	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 9 Pativilca	5.122
5-60	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 10 Huará	5.123
5-61	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 11 Chancay	5.123
5-62	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 12 Chillón	5.124
5-63	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 13 Rímac	5.124
5-64	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 14 Mala	5.125
5-65	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 15 Cañete	5.125
5-66	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 16 San Juan	5.126
5-67	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 17 Grande	5.126

Nro.		Pág. N°
5-68	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 18 Yauca	5.127
5-69	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 19 Ocoña	5.127
5-70	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 20 Majes	5.128
5-71	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 21 Chili	5.128
5-72	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 22 Tambo	5.129
5-73	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 23 Locumba	5.129
5-74	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 24 Tacna	5.130
5-75	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 25 Apurímac	5.130
5-76	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 26 Pampas	5.131
5-77	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 27 Mantaro	5.131
5-78	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 28 Ene	5.132
5-79	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 29 Perené	5.132
5-80	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 30 Huallaga	5.133
5-81	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 31 Pozuzo	5.133
5-82	Proyectos de la Caden Optima para la Cuenca : 32 Urubamba	5.134
5-83	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 33 Inambari	5.134
5-84	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 34 Madre de Dios	5.135
5-85	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 35 Marañón	5.135
5-86	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 36 Crisnejas	5.136

Nro.		Pag. N°
5-87	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 37 Llaucano	5.136
5-88	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 38 Huancabamba	5.137
5-89	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 39 Utcubamba	5.137
5-90	Proyectos de la Cadena Optima para la Cuenca : 40 Chinchipe	5.138
6-1	Proyectos Analizados	6.5
6-2	Proyectos Tecnicamente Aprovechables Ordenados Alfanumericamente	6.11
6-3	Ordenamiento en Orden Decreciente de la Poten- cia Instalada	6.14
6-4	Ordenamiento en Orden Creciente de los Valores FEC	6.17
6-5	Ordenamiento en Orden Creciente de los Valores FEC 1	6.20
6-6	Listado de Proyectos Comprendidos entre 0-100 MW	6.23
6-7	Listado de Proyectos Comprendidos entre 100-300 MW	6.25
6-8	Listado de Proyectos Comprendidos entre 300-600 MW	6.27
6-9	Listado de Proyectos Comprendidos entre 600-1000 MW	6.28
6-10	Listado de Proyectos de más de 1000 MW	6.29
6-11	Proyectos con Topografía Buena e Hidrología Buena	6.30
6-12	Proyectos con Topografía Buena e Hidrología Pobre	6.33
6-13	Proyectos con Topografía Pobre e Hidrología Pobre	6.34
6-14	Proyectos con Topografía Buena sin considerar la Hidrología	6.35
6-15	Proyectos con Hidrología Buena sin considerar la Topografía	6.38
6-16	Proyectos Netamente Hidroeléctricos	6.41
6-17	Proyectos Hidroeléctricos con Bombeo	6.44
6-18	Proyectos donde se Consideran todas las Inversiones y los Beneficios	6.44
6-19	Proyectos donde se Consideran solamente las Inversiones Co- rrespondientes a la Generación Hidroeléctrica sin tomarse en cuenta los Beneficios Secundarios	6.44
6-20	Proyectos de Acumulación por Bombeo	6.44
6-21	Proyectos que nunca se han Evaluado anteriormente	6.45

Nro.		Pág. N°
6-22	Proyectos no utilizados para la Optimización	6.48
6-23	Salida de Resultados para el Catálogo	6.51
7-1	Cuadro Comparativo de los 10 Proyectos Prioritarios antes y después del Estudio de Detalle	7.6
7-2	Influencia de los Transvases hacia la Costa del Pacífico con Relación a la Economía de los Proyectos afectados	7.7

1. DESCRIPCION DEL PAIS

1.1 DESCRIPCION GEOGRAFICA, HISTORICA Y ADMINISTRATIVA

1.1.1 Descripción Geográfica

La República del Perú se encuentra ubicada en el Hemisferio Sur, Meridional o Austral, con relación a la línea del Ecuador. Está en el Continente Americano, en la América del Sur, en su parte central y occidental. Sus costas son bañadas por el Océano Pacífico.

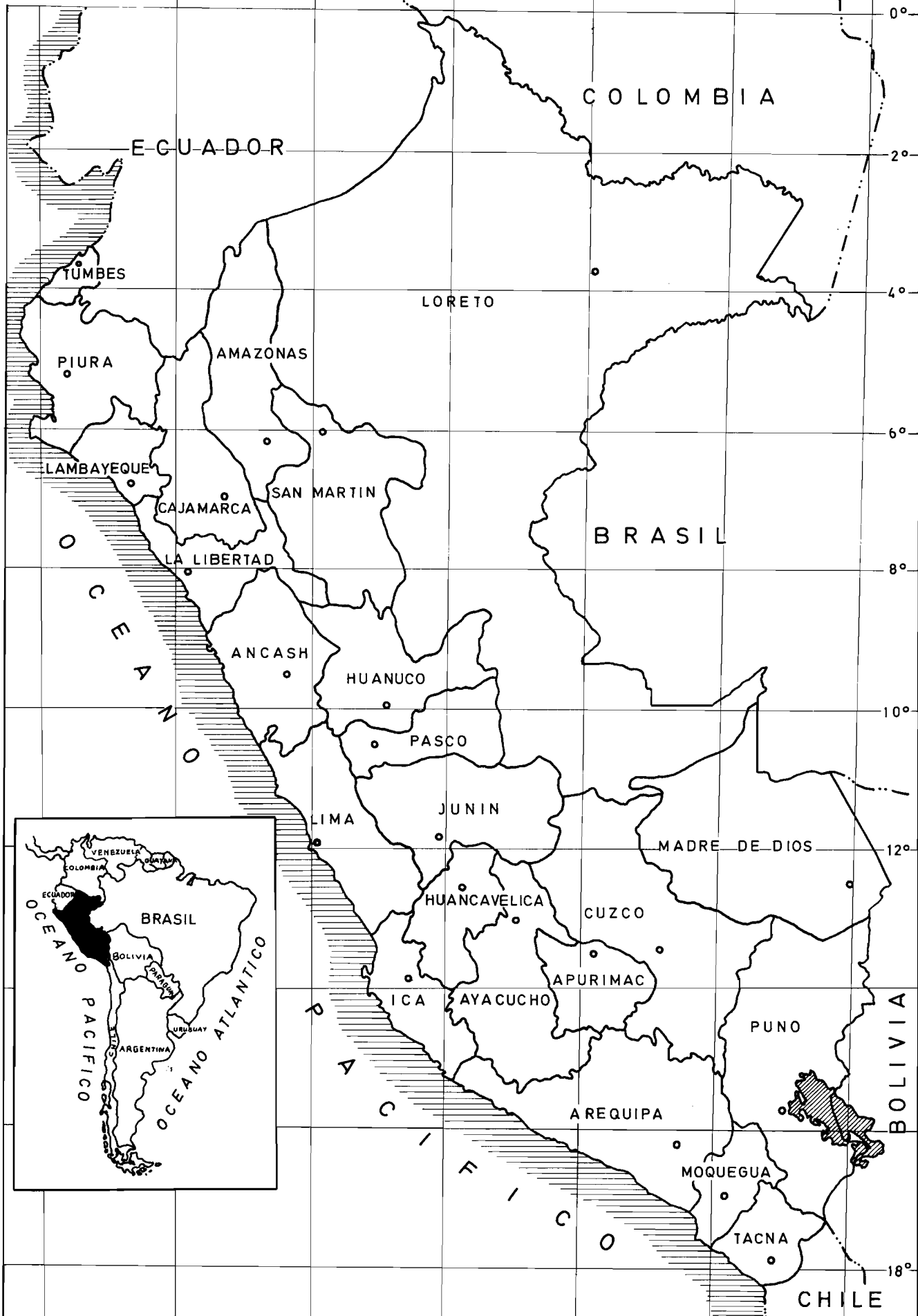
Desde el punto de vista de sus coordenadas geográficas, el territorio peruano se sitúa entre los paralelos $0^{\circ} 01' 48.0''$ y $18^{\circ} 20' 50.8''$ de latitud Sur y los meridianos $68^{\circ} 39' 27.0''$ y $81^{\circ} 19' 34.5''$ de longitud Oeste. (Fig. 1-1)

Por el Norte limita con Ecuador y Colombia, por el Este con Brasil y Bolivia, por el Sur con Chile y por el Oeste con el Océano Pacífico. Sus fronteras se extienden sobre 10,152.88 Km, de los cuales 3,659.7 Km son fronteras terrestres, 3,263.3 Km fluviales, 150.5 Km lacustre (a través del Lago Titicaca) y 3,079.5 Km de litoral.

La superficie total del territorio peruano, incluyendo las islas costaneras y la parte peruana del Lago Titicaca, es de 1'285,216 kilómetros cuadrados, de este total la superficie insular es de 133.4 kilómetros cuadrados. Además comprende el mar adyacente a la costa hasta una distancia de 200 millas (370.4 Km.)

La presencia de la cordillera de los Andes, divide al país en tres grandes regiones geográficas: La Costa, La Sierra y La Selva.

- La Costa, es la región comprendida entre el litoral del Océano Pacífico y el flanco occidental de los Andes (hasta los 2,000 m.s.n.m. aproximadamente). Es una faja árida y de ancho variable, presenta su mayor amplitud (204 Km. de ancho) en la localidad de Tanaca, $15^{\circ} 30'$ de latitud Sur. Alrededor de 90 ríos y afluentes de corto recorrido descienden de la Cordillera Occidental y, con excepción de la parte alta del Río Santa, corren en forma perpendicular a la línea del litoral. En los valles, que son relativamente estrechos, se han desarrollado actividades agrícolas a base de riego.
- La Sierra, está comprendida entre el límite superior de la Costa y los 2000 m. de altitud del flanco Este de las Cordilleras Central (del paralelo de latitud $5^{\circ} 20'$ Sur al paralelo $13^{\circ} 40'$ Sur) y oriental (a partir del paralelo de latitud $12^{\circ} 40'$ Sur). Poco más del 68% de área de la Sierra está por encima de los 3000 m. de altitud. En los valles interandinos, la agricultura constituye la principal actividad de la población, aunque debido a las difíciles condiciones topográficas y climáticas, el nivel de desarrollo alcanzado es sumamente limitado.
- La Selva, es la región que desde el límite inferior de la sierra, 2000 m. de altitud en el flanco Este de las Cordilleras Central y Oriental, sigue el declive hacia el llano amazónico, y se extiende hasta las fronteras con Ecuador, Colombia, Brasil y Bolivia.



EVALUACION DEL
 POTENCIAL
 HIDROELECTRICO
 NACIONAL

MAPA DEL PERU
 Map of Peru

FIG. 1-1

Estras tres regiones, por sus características climatológicas de una manera u otra han dado rasgos particulares al desarrollo del País. En las siguientes secciones se describen con mas detalle la geología, clima e hidrografía del País.

1.1.2 Descripción histórica y administrativa

En la historia del Perú, se pueden distinguir a grandes rasgos los siguientes períodos: Pre-incaico, Incaico, Descubrimiento y Conquista, Virreynato, Emancipación y República. Cada una de estas épocas históricas tiene características definidas y peculiar fisonomía, las que se describen brevemente a continuación:

Período Pre-incaico. - Cuyos inicios se pierden en la historia, se caracteriza por la existencia de variadas culturas con expresiones propias plasmadas en la construcción de grandes edificios de piedra, esculturas monumentales, huacos y tejidos. Se establecieron en la Costa y la Sierra siendo las principales culturas: Chavín en el Río Marañón; Mochica y Chimú en la Costa Septentrional; Nazca y Paracas en la región de la Costa Central.

Imperio Incaico. - Se inicia cuando una pequeña tribu Quechua del valle del Cuzco extendió su domicilio por todo el territorio del Perú pre-colombino y acaba cuatro siglos después cuando el imperio se extendía desde Popayán y Pasto en la actual Colombia, hasta el Río Maule en Chile y Tucumán en Argentina. El Imperio Incaico se caracterizó por una rígida organización social y la explotación de la tierra en común, originada por la necesidad de alimentar a una gran población que crecía incesantemente. Los Incas eran los monarcas absolutos del Imperio; entre los más notables figuran: Manco Capac, fundador del Imperio; Pachacutec, que dió al incanato su fisonomía definitiva; y Huayna Capac, conquistador del reino Quiteño de los Siris con lo que el imperio alcanza su máxima expresión y esplendor. A su muerte se divide el imperio entre sus dos hijos: Atahualpa al que dió Quito y Huáscar el resto. Atahualpa fué sojuzgado por Francisco Pizarro.

Descubrimiento y Conquista. - Se inicia con el arribo de la expedición de Francisco Pizarro en 1526 a la Costa de Tumbes y más concretamente en el año 1532 cuando como gobernador, Capitán General y Adelantado por vida de la Corona Española arriba nuevamente a la Costa del Perú dando inicio a la conquista. Esto es una época turbulenta, caracterizada por guerras civiles entre los españoles, principalmente entre los socios de la conquista. Se podría decir que acaba con la llegada del primer Virrey del Perú Blasco Núñez de Vela, quien posteriormente fué derrotado por Gonzalo Pizarro, hermano del conquistador, estableciéndose como indiscutido señor del Perú. Sólo la sagacidad y celo del representante del Rey, el pacificador Pedro de la Gasca, permitieron ir reconquistando posiciones y partidarios para el Rey de España.

Virreynato. - En esta época ocurre un proceso de transformación profunda en los aspectos político, económico, cultural y religioso por el aporte de otras culturas. El Perú quedó desde entonces definitivamente incorporado a la civilización cristiana occidental. Se inicia con la llegada del Primer Virrey en el año 1544, y concluye oficialmente en 1821, con la proclamación de la independencia. En su máximo esplendor, el virreynato del Perú comprendió desde Panamá hasta Chile y Argentina; pero en la década del 1770 se crearon los virreynatos de Nueva Granada al Norte de Buenos Aires al Sur, en territorios pertenecientes al virreynato del Perú. Los tres siglos de dominación española han dejado como legado el lenguaje español.

Emancipación. - El proceso de la independencia es favorecido por el ejemplo de otros pueblos y fué la demostración de una conciencia nacional que se venía gestando. Destaca entre los precursores de la independencia, la figura de José Gabriel Condorcanqui, Cacique de Tungasuca, conocido como Túpac Amaru II, que en el año 1778 se subleva contra la corona española. Es vencido el 4 de Noviembre de 1780, pero la acción de precursores tales como Baquijano y Sánchez Carrión contribuyeron a afianzar el ideal libertario. El hecho más sobresaliente de este período es el arribo de la expedición libertadora del General Don José de San Martín, que desembarca en Pisco, ocupa Lima y proclama la independencia en 1821. En la conferencia de Guayaquil decide el General José de San Martín abandonar el Perú con el objeto de facilitar el cumplimiento de los planes de Simón Bolívar de formar una gran confederación republicana. El Congreso Constituyente acepta la renuncia de José de San Martín y en 1823 se dicta la primera constitución; Bolívar asume la dictadura y concluye con las disensiones internas. Triunfa en Junín sobre la reacción española que trata de reconquistar los territorios perdidos y su lugarteniente, el General Sucre, triunfa en Ayacucho, con lo cual se asegura definitivamente la independencia del Perú así como la América Latina.

República .- Producida la total emancipación del Perú se organiza la República. En 1827, retirado Simón Bolívar, se elige presidente a Don José de la Mar. El Perú se estabiliza como República. Destaca en la historia peruana el Mariscal Don Ramón Castilla quien principia a gobernar en 1840, cuando el país se encontraba en la anarquía y caos económico. En su primer período, 1845 - 1862, consolida la unidad interior y afianza la soberanía nacional. Suprime la esclavitud de los negros y el tributo de los indios. Durante su presidencia se construyó el primer ferrocarril entre Lima-Callao, que fué el primero de América del Sur. Bajo la presidencia del Coronel Manuel Ignacio Prado, en 1879 se produce la guerra con Chile, en la cual el Perú perdió parte de su territorio meridional. El actual presidente del Perú es el General Francisco Morales Bermúdez que asume el gobierno en 1975 en representación de la Fuerza Armada.

El Perú es una República Unitaria Democrática y Representativa. Se encuentra dividida en 24 Departamentos y 151 Provincias y estas a su vez se encuentran divididas en 1675 Distritos. La capital de la República es Lima, donde se concentra el Poder Político y Administrativo.

La población total del país se estima que es del orden de los 17'600,000 personas al año 1979, siendo la tasa de crecimiento de 2.9% anual. Es un país relativamente de jóvenes, pues el 55% de la población tiene entre 0-25 años; la edad media es aproximadamente 18 años.

La heterogeneidad del medio físico sustenta en su seno diversidad de recursos económicos, que han hecho posible que el país se inserte establemente dentro de la economía mundial.

Los principales rubros de exportación los constituyen el cobre, harina de pescado, hierro y azúcar, así como otros productos exportables en menor escala. Es sig

nificativo mencionar que el Perú en las últimas décadas está tratando de dejar de ser un país cuya economía dependa de la exportación, dando impulso a una industrialización, creciente, aunque su orientación actual sea casi enteramente hacia el mercado interno del país.

La unidad Monetaria es el SOL cuya paridad respecto al dólar es a la actualidad flotante, siendo al momento de cerrar este Informe de S/214 por 1\$ al 15 de Abril de 1979.

1.2 GEOLOGIA Y SISMOLOGIA

1.2.1 Geomorfología General del Perú

En lineamientos generales la morfología del Perú es correspondiente a la estructura geológica regional. En base a ella se pueden considerar tres grandes unidades geográficas descritas en la sección anterior y son las siguientes: Llanuras costaneras, sistema de cordilleras y llano amazónico. Estas unidades, a su vez, se pueden subdividir en 7 unidades geomorfológicas que se ubican paralelamente a la línea de Costa, con rumbo generalizado NO-SE. El sistema andino ofrece dos notables inflexiones en su rumbo general, estas variaciones se ubican entre Cuzco-Abancay en el Sur y en las inmediaciones del Cerro Hlescas en el Norte.

El alineamiento de estas unidades guarda correspondencia con el rumbo general de las estructuras tectónicas tales como fallamientos, ejes de plegamientos, elongación de grandes cuerpos intrusivos y cuerpos menores de diferentes edades. Las formaciones geológicas que afloran consisten en rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas con edades que varían desde el Precámbrico hasta el Cuaternario. Los depósitos recientes son en su mayoría incoherentes y son de origen marino, fluvial, lacustre, eólico y glaciar.

Las series de rocas sedimentarias en las zonas cordilleranas están intensamente plegadas y falladas. La faja costanera y el llano amazónico se presentan tectónicamente menos disturbadas. Muchas veces, las rocas sedimentarias se presentan afectadas por intrusiones magmáticas de diferentes tipos que han producido situaciones complicadas de metamorfismo y deformaciones.

En la Fig. 1-2 se indican las 7 unidades geomorfológicas cuyas características se describen a continuación. El número entre parentesis corresponde a la leyenda indicada en la citada figura.

Cordillera de la Costa (1) .- Aflora en el extremo Norte del Perú y en el Sur entre Pisco y Tacna. Se ubica en el borde del litoral y consiste de una cadena montañosa de moderada elevación conformada por rocas precámbricas y paleozoicas. Tectónicamente corresponde a un Horst limitado por fallas paralelas a la Costa y están atravesadas por numerosos diques magmáticos de variada composición. Estos afloramientos están parcialmente cubiertos, con discordancia, por rocas sedimentarias y volcánicas del Terciario.

Llanura y Depresión Costanera (2) .- Se formó en el cenozoico y consiste en una angosta y larga faja que tectónicamente es, en su mayor parte, una depresión limita

da por fallas longitudinales.

Las transgresiones ocurridas en diferentes etapas han dejado potentes capas de sedimentos marinos de edad terciaria intercaladas, especialmente entre Arequipa y Tacna, con formaciones continentales y volcánicas.

Durante el Cenozoico los Andes Peruanos soportaron gran actividad glaciar. Esto condicionó la producción de grandes volúmenes de materiales sueltos, los que en la fase de desglaciación fueron acarreados por los ríos de la Vertiente Occidental, rellenando y formando las pampas costaneras. Después de esta fase, hasta la actualidad, la morfología de la Costa no ha variado mayormente.

Cordillera Occidental (3).- Predominantemente está conformada por rocas sedimentarias Mesozoicas y volcánicas Terciarias. Las rocas mesozoicas se presentan muy plegadas, con ejes de rumbo general NNO-SSE conformando series de sinclinales y anticlinales asimétricos producto de una intensa actividad tectónica. Durante el Cretáceo Superior - Terciario Inferior se produjo el emplazamiento de grandes cuerpos intrusivos que afectaron la serie sedimentaria Mesozoica y a fines del Terciario se produce gran actividad volcánica que se caracteriza por un gran desarrollo de diques y abundante de posición de vulcanitas que han conformado amplias planicies.

En el Sur del país, se puede observar una cadena de conos volcánicos (3a) que justamente se yerguen a partir de estas planicies. Esta cadena la integran los volcanes Coropuna, Ampato, Chachani, Misti y Ubinas.

La cordillera Andina está en pleno proceso de levantamiento epirogénico, en forma de un Horst de grandes dimensiones. Este movimiento que se inició durante el Plioceno y continúa activo hasta ahora.

La intensa actividad glaciar del Pleistoceno modeló una morfología, cuyas características han sufrido muy poca variación hasta la fecha.

Valles y Regiones Interandinas (4).- Se ubican entre la Cordillera Occidental y la Oriental. Fundamentalmente lo integran el Valle del Marañón en el Norte, el Valle del Mantaro en el Centro y el Valle del Vilcanota en el Sur. El origen geológico está asociado a procesos tectónicos tales como tipo graben y hundimientos en zonas de fallas regionales. Un caso especial es la cuenca del Titicaca (4a) que corresponde a una de presión tectónica de rumbo NO-SE y que corresponde una prolongación de las zonas interandinas hacia el Sur.

La zona interandina se ha desarrollado entre las capas plegadas Mesozoicas de la Cordillera Occidental y rocas de la Cordillera Oriental que además están divididas por una falla longitudinal regional. El basamento de los valles interandinos está constituido mayormente por rocas mesozoicas en parte continentales.

Cordillera Oriental (5).- Está conformada predominantemente por rocas Paleozoicas y en el extremo Norte del país se encuentran cubiertas por formaciones modernas. También afloran rocas precambrianas que consisten en filitas, gneis, anfibolitas y algunos cuerpos intrusivos que han provocado desarrollo de numerosos diques.

En general, las rocas que conforman la Cordillera Oriental se presentan muy tectonizadas. Los principales elementos estructurales hercínicos, tales como rumbo de ejes de plegamiento, grado de plegamiento y metamorfismo son regionalmente diferentes en dirección e intensidad. Así por ejemplo, en el Norte del país se presenta gran desarrollo de fallamientos en bloques de edad Cenozoicas; en la zona Central se aprecia un complicado desarrollo de pliegues invertidas y en el Sur se pueden observar pliegues isoclinales con fallas de bajo ángulo.

Lo morfología de la Cordillera Oriental ha sido, igualmente, labrada por la actividad glaciaria del Pleistoceno.

Cordillera Subandina (6). - Corresponde a la zona de transición de la Cordillera Oriental a la llanura amazónica, y los plegamientos en las formaciones sedimentarias mesozoicas y terciarias ocurridas en el Plioceno disminuyen en intensidad a medida que se aproxima a la llanura amazónica.

En algunos tramos del flanco oriental de esta cordillera, se observan fallamientos escalonados con saltos de hasta algunos cientos de metros que han dado lugar a la formación de escarpas muy pronunciadas. En el Norte del país, dentro de este panorama estructural se observan, eventualmente, depresiones que corresponden a grabens. Durante el Terciario se produjo una gran sedimentación continental de molasas, conocidas como capas rojas, cuyo espesor llega hasta 1000 metros. Estos sedimentos están asociados a intercalaciones de vulcanitas.

Llanura Amazónica (7). - Se trata de una amplia depresión geológicamente joven que en la última fase de hundimiento del Terciario ha soportado la gran sedimentación molásica a la que se ha referido anteriormente. Estas formaciones, a lo largo de los ríos que surcan el llano amazónico, están cubiertas por sedimentos fluviales de aproximadamente 50 metros de espesor y en otras áreas por suelos vegetales.

Las series sedimentarias mesozoicas y cenozoicas son en general planas y sólo presentan ligero arqueamiento en el borde de la Cordillera Subandina. La única excepción es la montaña del Shira (7a), donde es posible notar efectos tectónicos en las rocas mesozoicas que la conforman.

Las características estratigráficas, litológicas y geotécnicas de las formaciones geológicas que afloran en el Perú se describen con más detalle en los informes de cuencas y en las columnas estratigráficas por cuencas (Vol. XII al XVII del presente Informe).

1.2.2 Problemas Geológicos Específicos del Perú

En la elaboración de proyectos hidroeléctricos, los fenómenos geológicos de mayor importancia en el diseño de los componentes de los proyectos están relacionados a aspectos de alteración, estabilidad y permeabilidad de las rocas. Estas características suelen ser completamente diferentes, y dependen de las condiciones climáticas y geográficas.

Generalmente la alteración es proporcional a la cantidad de precipitación pluvial. La profundidad e intensidad de las alteraciones es diferente en la faja costanera, zonas de cordilleras y llano amazónico. Por esta razón se puede observar que el intemperismo ha afectado un mismo tipo de rocas, más profundamente en la región de Cordilleras que en la Costa.

Otro problema específico ocurre en las extensas regiones de calizas jurásicas y cretáceas donde se presentan fenómenos de Karst con formación de cavernas y dolinas que no permiten la construcción de presas y embalses.

En las zonas andinas el fuerte intemperismo, alteración y el grado de tectonismo soportado han favorecido la profunda erosión de los valles donde se producen fenómenos de derrumbes y deslizamientos que muchas veces son de gran magnitud.

Un peligro para las obras civiles, especialmente en los embalses, son los llamados huaycos que son torrentes o flujos de barro cargados de materiales sueltos que ocurren en zonas de transición entre regiones secas y húmedas. Estos huaycos pueden reducir el volumen útil de los embalses por el gran volumen de sedimentos que arrastran y además pueden destruir otras obras civiles.

Una investigación especial debe realizarse en los sedimentos fluviales de gran permeabilidad y en sedimentos de terrazas por el peligro de asentamientos diferenciales. Igualmente merecen investigación los depósitos morrenicas y escombros de talud por su inestabilidad.

Los depósitos volcánicos poco coherentes como cenizas, tufos, escorias y vidrio volcánico (obsidiana, piedra pomez, lavas) son poco favorables para cimentaciones de obras civiles. Además la presencia de aguas agresivas y gases dificulta la perforación de túneles y otras obras subterráneas.

La evaluación de las canteras naturales como materiales de construcción debe considerar la presencia de minerales que son perjudiciales para el concreto, tales como sales solubles y ácidos orgánicos.

1.2.3 Sismología

Las cordilleras andinas del Perú son cadenas montañosas relativamente jóvenes cuya fase epirogenética se mantiene activa hasta ahora.

La mayor parte de los terremotos tienen origen tectónico y, en el Sur del país, algunos de estos sismos son de origen volcánico. Otro tipo de sismos de menor magnitud son los que ocurren como acontecimientos únicos y son provocados por deslizamientos, hundimiento de cavernas o por alteración del estado de equilibrio natural de los taludes ya sea por erosión o por acción del hombre.

En el mapa de zonificación sísmica (Fig. 1-3) se observa que los sismos de mayor magnitud se localizan en el zócalo continental, región de la costa y en la zona central de los Andes. En dirección al Escudo Brasileiro la frecuencia e intensidad de los sismos disminuyen; sin embargo en la llanura amazónica existen dos excepciones con elevada frecuencia e intensidad. Estas zonas son las de Puerto Maldonado y la montaña de