

RO - 125

(2475

/METODOLOGIA//INVENTARIO DE RECURSOS//RECURSOS HIDRICOS/
/OLADE//PLACE/

OLADE
Organización Latinoamericana de Energía
CENTRO DE INFORMACION

METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DE INVENTARIOS HIDROENERGETICOS SISTEMATICOS DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

Quito, octubre de 1982

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	5
2. INVENTARIO SISTEMATICO	7
3. FASE 1	8
3.1. Planificación	8
3.1.1. Determinación de datos básicos	8
3.1.2. Recopilación de la información existente	8
3.1.3. Recopilación preliminar de campo	8
3.1.4. Programación y organización de actividades	9
3.2. Análisis de la información recopilada	9
3.3. Producción de nueva información	9
3.4. Identificación de sitios de presa	9
3.5. Reconocimiento de campo de sitios de presa identificados	9
3.6. Selección preliminar de sitios de presa e identificación de esquemas	10
3.7. Estudios diversos	10
3.7.1. Estudios hidrometeorológicos, geológicos, geotécnicos y topográficos	10
3.7.2. Estudios energéticos	11
3.7.3. Estudios especiales	11
3.8. Predimensionamiento de esquemas	11
3.9. Estimación de costos	11
3.10 Selección de esquemas preliminares	11
4. FASE 2	12
4.1. Recopilación de información complementaria	12
4.1.1. Aerofotogrametría, topografía y topobatimetría	12
4.1.2. Hidrometeorología	12
4.1.3. Investigaciones geológicas y geotécnicas	12
4.1.4. Campañas complementarias	12
4.2. Revisión de los esquemas de aprovechamientos	12
4.3. Estudios diversos	13
4.3.1. Estudios hidrometeorológicos, geológicos y geotécnicos	13
4.3.2. Estudios energéticos	13
4.3.3. Estudios especiales	13
4.4. Predimensionamiento de los aprovechamientos	14
4.5. Estimaciones de costos	14
4.6. Selección del mejor esquema y priorización de los aprovechamientos	14
4.7. Informe final	14
ANEXO - TERMINOS DE REFERENCIA PRELIMINARES PARA LA ELABORACION DEL MANUAL DE DISEÑO Y COSTOS PARA EL INVENTARIO SISTEMATICO HIDROENERGETICO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS	15

1. INTRODUCCION

La coyuntura energética actual de América Latina está inserta en el cuadro mundial de "escasez relativa", en la disponibilidad de energéticos producto del carácter no renovable de los hidrocarburos, lo cual ha impactado en forma diversa a los países de la región en función de las diferencias existentes en cuanto a dotación de recursos energéticos. Sin embargo, la región en su conjunto está particularmente dotada de una variedad de recursos energéticos tales, que es posible diversificar las fuentes empleadas para satisfacer las crecientes necesidades.

Para poder afrontar la "transición energética" es particularmente importante lograr un conocimiento cabal de los recursos disponibles en la región y delinear un amplio marco de cooperación entre nuestros países. En este sentido la XII Reunión de Ministros de OLADE realizada en República Dominicana en noviembre de 1981, aprobó el esquema general del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética - (PLACE) y encargó a la Secretaría Permanente proceder a su implementación.

La hidroenergía ocupa un alto nivel entre las prioridades establecidas en el PLACE, particularmente en lo referente a la evaluación e inventario de recursos, considerando el enorme potencial hídrico que posee la región, que tiene una magnitud estimada en 620.000 MW económicamente aprovechables, del cual sólo se utiliza algo más del 7%.

Por lo expuesto se puede deducir que un desarrollo sostenido de la hidroenergía podría sustituir, en forma muy significativa, el empleo de hidrocarburos para la generación de energía eléctrica, más aún, en la medida en que pueda cambiarse la estructura de consumo energético hacia el empleo de electricidad en diversos sectores, como es el caso del transporte masivo, la hidroenergía podrá ampliar su contribución a la reducción de los requerimientos de hidrocarburos.

Algunos países de la región están promoviendo activamente el desarrollo de la hidroenergía, sin embargo en muchos países se están encontrando dificultades derivadas de problemas de financiamiento y de pleno conocimiento de la magnitud de sus recursos hídricos; inclusive, a veces, los problemas asociados con la obtención de financiamiento, frecuentemente están vinculados a la falta de un adecuado establecimiento de prioridades y optimización en la selección y especificación de proyectos, al no encontrarse en el marco de un inventario hidroenergético sistemático.

Cabe señalar que la realización de inventarios, complementaría las actividades de evaluación de recursos hidroenergéticos a nivel regional, según los lineamientos propuestos en la metodología de OLADE, que es materia de otro documento, permitiría actualizar el conocimiento del recurso, contribuiría a la identificación de requerimientos de tecnología y facilitaría el establecimiento de prioridades en el desarrollo de proyectos.

Por lo expuesto, es necesario definir una metodología regional para realizar inventarios sistemáticos de recursos hidroenergéticos, la cual permitirá lograr los siguientes objetivos:

- Facilitar un instrumento de orientación para que los países que no cuentan con inventarios hidroenergéticos, puedan iniciar estas actividades.
- Disponer de una metodología común para los países de la región, que sea compatible con las metodologías aplicadas por los países que han desarrollado sus inventarios, lo cual facilitará la comunicación y la cooperación regional.
- Contar con un esquema uniforme que permita hacer más efectivas las acciones de cooperación técnica entre los países de la región en el marco del PLACE.
- Disponer de una mejor apreciación de los recursos que tiene la Región, lo cual permitirá no sólo contar con una mejor imagen de conjunto, sino también trazar una estrategia regional de desarrollo hidroenergético.
- Facilitar las gestiones de financiamiento de proyectos, al ubicarlos en el marco de inventarios con alcances ya definidos.

La realización de inventarios, según la presente metodología, tiene dos etapas de estudio, la primera denominada "FASE 1" o Preinventario, permite un reconocimiento global del recurso hasta la identificación preliminar de sitios o esquemas específicos sobre la base de trabajos de gabinete y reconocimientos de campo restringidos.

Con la ejecución de la etapa segunda se esperan beneficios superiores debido a que se contará con un nivel más alto de conocimiento del recurso hidroenergético, lo que permitirá realizar planes preliminares para la ejecución de futuros proyectos.

La segunda etapa, denominada "FASE 2", o inventario propiamente dicho, comprende la realización de investigaciones complementarias para profundizar el conocimiento de los esquemas seleccionados y su revisión, complementados con estudios diversos que profundicen el conocimiento del medio físico y las características energéticas de los esquemas, hasta llegar al nivel del pre-dimensionamiento de los aprovechamientos, el estimado de sus costos, la selección del mejor esquema y la ordenación de los aprovechamientos.

Cabe señalar que este documento presenta los términos de referencia necesarios para la elaboración de los inventarios sistemáticos de cuencas hidrográficas de los países de la región.

Se desprende la necesidad que, para realizar un inventario de recursos hidroenergéticos, es indispensable contar con un manual que permita el predimensionamiento de obras y la estimación de costos. La elaboración de este manual forma parte de las actividades de OLADE programadas en el marco del PLACE. Como anexo al presente documento se presentan términos de referencia preliminares para el citado manual.

El manual deberá contener, como elementos principales, los procedimientos de cálculo para desarrollar las actividades establecidas en la presente metodología la secuencia de estas actividades, los criterios de pre-diseño de las estructuras, equipos y métodos para la estimación de costos. En el contexto de este manual, se considera necesario desarrollar modelos matemáticos para estimar caudales, simular la operación del esquema, optimizar la selección de alternativas, etc. Como parte del manual también se deberá considerar el desarrollo de programas de computación que faciliten la aplicación de los modelos matemáticos propuestos.

En relación al aprovechamiento de pequeños recursos y en el contexto del Programa Regional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas OLADE está desarrollando actividades para su implementación masiva mediante elaboración de manuales y metodologías, realización de eventos (grupos de trabajo, seminarios, cursos, etc.), asistencia técnica a los países en aspectos relativos a planificación, estudios de evaluación de recursos y demanda, diseño y construcción de pequeñas centrales, aplicación de tecnologías no convencionales, desarrollo tecnológico y producción de equipos industriales, diseño, construcción y estandarización de equipos, promoción de actividades de cooperación regional, e implementación de proyectos piloto. No obstante el desarrollo de estas actividades, el tratamiento que se le dará con relación al tema de este documento, será materia a desarrollarse posteriormente con criterios ajustados a sus propias características.

Es oportuno señalar que para la elaboración de este documento, se consideraron diversas experiencias regionales en materia de inventarios hidroenergéticos.

2. INVENTARIO SISTEMATICO

Se puede definir como inventario, el estudio de evaluación del potencial energético de una cuenca hidrográfica y por agregación, de un país o una región, englobando recopilación de datos, levantamientos, investigaciones y estudios con el objetivo de:

- Cuantificar el potencial hidroeléctrico de una cuenca, a fin de proporcionar elementos de información general para la planificación nacional, regional o sectorial.
- Identificar, todos los posibles aprovechamientos, técnicamente atractivos, incluyendo los proyectos existentes y sus posibles ampliaciones, determinando el mejor esquema de caídas desde el punto de vista energético, considerando aspectos técnicos, socio-económicos y aprovechamientos múltiples.
- Determinar cada uno de los aprovechamientos del esquema seleccionando sus principales características y respectivas estimaciones de costos.
- Formar un catálogo de proyectos hidroeléctricos de la cuenca, el cual resultará de la selección desde un punto de vista técnico - económico, de las mejores alternativas para el desarrollo hidroeléctrico integral.
- Y finalmente establecer prioridades entre los aprovechamientos de una cuenca desde el punto de vista de "beneficio-costo", lo cual facilita las actividades de planeamiento y la determinación de programas de ejecución de estudios de factibilidad y de construcción.

Los lineamientos que se proponen en el presente documento, parte del supuesto de que los países cuentan ya con las bases previas del inventario, es decir aquellas asociadas con la estimación del potencial de las diversas cuencas empleando métodos similares a los propuestos en el documento "Metodología para Evaluación de Recursos Hidroenergéticos".

Los estudios a desarrollarse como parte de las actividades de realización de inventarios, se ubican en dos fases, tal como se señala a continuación:

FASE 1 (PREINVENTARIO)

En esta etapa de estudio se desarrollan actividades, tales como: compilación de datos existentes, análisis de los datos compilados, identificación de los lugares represables, reconocimiento, esquematizaciones de división del salto o caída, estudios diversos, disposición de los aprovechamientos, estimaciones de costos y selección de alternativas de división de salto. Esta fase admite planificar la ejecución de la fase 2, lo que permite disminuir las inversiones necesarias para la realización de la fase siguiente y en algunos casos decidir sobre la conveniencia de su ejecución.

FASE 2 (INVENTARIO)

A partir de los resultados de los trabajos de la fase preliminar, en esta fase final los estudios se hacen en mayor volumen y con un nivel más depurado, realizando actividades como: investigaciones complementarias, revisión de las alternativas seleccionadas de división de salto, estudios diversos, predimensionamiento de los aprovechamientos, estimaciones de costos, selección del mejor esquema y priorización de los aprovechamientos.

Las actividades presentadas en este documento no tienen todas un desarrollo secuencial, lo que significa que algunas de ellas tendrán que realizarse paralelamente para poder continuar con el desarrollo del estudio del inventario.

3. FASE 1 (PREINVENTARIO)

3.1. PLANIFICACION

3.1.1. Determinación de datos básicos.

Permiten establecer el marco de referencia cualitativo y cuantitativo para el desarrollo del inventario, los cuales resultan aplicables para la Fase 1 y Fase 2; entre otros se proponen los siguientes:

- Potencia mínima de referencia.
- Sistema de referencia en el contexto de su integración al parque de generación.
- Período crítico.
- Factor de capacidad
- Vida útil de las centrales
- Altura máxima admisible de las presas.
- Fecha base para la preparación de estimativos de costo.
- Tasa de descuento.
- Costo anual de operación y mantenimiento.
- Costo unitario de referencia.

3.1.2. Recopilación de la información existente.

Se procederá a recopilar y organizar la información existente sobre el área a ser estudiada. Esta comprende entre otras, la información básica hidrológica, cartográfica y geológica, realizadas en la zona, proyectos de ingeniería, estudios socio-económicos, ecológicos, así como también planes y programas del sector público o privado a ser desarrollados en el área.

La información requerida se podrá obtener de diversas instituciones públicas o privadas, en especial de oficinas de cartografía nacional, hidrometeorología, electricidad, minería, vialidad, agricultura, entre otras.

En general la información existente más importante a ser identificada es:

- Imágenes de satélite y radar.
- Cobertura aerofotogramétrica, foto índices y restituciones.
- Mapas diversos: cartográficos, geopolíticos, de ferrocarriles, carreteras, cartas de navegación fluvial.
- Datos topográficos varios.
- Datos hidrológicos diversos y estudios realizados, incluso de cuencas vecinas hidrológicamente similares.
- Información geológica - geotécnica.
- Estudios referentes a proyectos existentes construidos, en construcción o a niveles previos de análisis.
- Uso actual y potencial del área.
- Sistema energético existente.
- Características físicas y operacionales de proyectos hidráulicos construidos y decididos.
- Actividad económica desarrollada en el área.
- Indices de precios de materiales, mano de obra y equipos.

3.1.3. Reconocimiento preliminar de campo.

Se realizará un reconocimiento muy preliminar de campo, con el fin de tener una visión general de los posibles ríos aprovechables, permitiendo una mejor planificación de la investigación que se llevará adelante, así como la eliminación de zonas que aparentemente no sean propicias para la ejecución de aprovechamientos hidroeléctricos técnicamente aceptables.

Esta investigación dará una idea general sobre la cuenca y posibilitará la de-

finición de límites hasta los cuales será necesario la realización de restitución aerofotogramétrica.

3.1.4. Programación y organización de actividades.

Se verá la necesidad de contratar consultoría de ingeniería para trabajos específicos, con el fin de complementar la información existente, en actividades tales como restituciones aerofotogramétricas, así como la contratación del personal requerido para realizar los estudios.

Se preparará el correspondiente programa de actividades.

3.2. ANALISIS DE LA INFORMACION RECOPIADA

Los datos recopilados serán analizados, evaluados y consolidados revisando principalmente:

- Trazados de perfiles de ríos a ser estudiados.
- Identificación de las principales limitaciones existentes y programadas, para la información y operación de embalses, tales como:
 - Tierras cultivables, pueblos, caseríos.
 - Carreteras y ferrocarriles.
 - Puentes.
 - Líneas de transmisión, subtransmisión, telegráficas, telefónicas, etc.
 - Centrales hidroeléctricas existentes.
 - Explotación de minas.
 - Parques nacionales y reservas indígenas.
 - Aprovechamientos múltiples del agua.
- Clasificación de mapas cartográficos y fotos aéreas, considerando cuáles son las áreas no cubiertas por estas informaciones que deben ser complementadas por radar o satélite.
- Preparación de mapas índices en escalas adecuadas, indicando en un mapa único, la cartografía disponible y su escala, así como otro mapa con información de fotos aéreas y su escala.
- Determinación de perfiles longitudinales de los ríos.
- Consistencia de datos hidrometeorológicos.
- Consistencia de datos geológicos.
- Definición de áreas de estudio y prioridad de sub-cuencas que orientará la secuencia a adoptarse para el desarrollo de los estudios, de acuerdo a la disponibilidad de informaciones cartográficas, hidrológicas y geológicas.

3.3. PRODUCCION DE NUEVA INFORMACION

Una vez analizada la información existente será necesario tomar alguna decisión sobre la nueva información que se requiere producir y que estará enmarcada dentro de los mismos aspectos mencionados en el punto anterior.

3.4. IDENTIFICACION DE LOS SITIOS DE PRESA

En base a la información obtenida se identificarán los posibles sitios de presa en los ríos, en los que se indicarán los niveles máximos considerando las restricciones establecidas.

Se localizarán en los mapas todos los sitios identificados para las presas.

3.5. RECONOCIMIENTO DE CAMPO DE SITIOS DE PRESA IDENTIFICADOS.

Se harán reconocimientos aéreos y terrestres de los sitios de presa identificados en gabinete. El objeto de esta visita será el de constatar y complementar las condicio-

nes disponibles con vista a su selección posterior, evitando de esta manera estudios y comparaciones innecesarias. Se presentarán en un cuadro y a través de un procedimiento sistematizado, los principales datos geológicos que determinarán un factor ponderado de las condiciones geológicas de cada sitio.

Se destaca la necesidad de realizar los reconocimientos aéreos, para obtener una visión global de la cuenca o sub-cuenca, lo cual permitirá programar mejor las posteriores inspecciones terrestres. En estos viajes se deberán llevar los planos y fotos aéreas necesarias y tener cuidado de anotar y ordenar las observaciones pertinentes a fin de que se eliminen futuros viajes para aclarar dudas.

Por otro lado, los vuelos de reconocimiento posibilitarán delimitar mejor el área de interés en la cuenca, basándose en los estudios preliminares.

En resumen, este trabajo permitirá entre otros, los siguientes resultados:

- Identificar las condiciones geomorfológicas de la cuenca del curso principal y de sus afluentes.
- Confirmar o no los sitios de presa escogidos, o la sustitución por otros.
- Estimar los perfiles de los ríos y alturas máximas de presa en los sitios identificados.
- Confirmar o establecer limitaciones a partir del grado de intervención humana en la cuenca.
- Evaluar varios aspectos generales de la cuenca, referentes a la geología, geomorfología, ecología, situación socio-económica, etc.
- Evaluar la operación de la red hidrometereológica existente.

3.6. SELECCION PRELIMINAR DE SITIOS DE PRESA E IDENTIFICACION DE POSIBLES ESQUEMAS INTEGRADOS.

En base a la información disponible, se hará una primera selección de posibles sitios de cierre, teniendo en cuenta las condiciones topográficas e hidrológicas preliminares, tanto para el cierre como para la implementación de las obras, probable volumen del embalse y la posibilidad de integración a una determinada alternativa de desarrollo total del tramo en consideración.

En la elaboración de los esquemas de desarrollo, se deberá buscar el aprovechamiento total, o casi total, de la caída disponible a través de desarrollos en cascada, con centrales a pie de presa, aprovechamientos con conducciones, posibles trasvases o una combinación de estas concepciones para aprovechar mejor determinadas condiciones geomorfológicas.

Como conclusión se tendrá para cada tramo de río alternativas de esquemas de aprovechamiento.

3.7. ESTUDIOS DIVERSOS

3.7.1. Estudios hidrometereológicos, geológicos, geotécnicos y topográficos.

- Elaboración de curvas cota-aérea-volumen para todos los sitios de cierre, utilizando procesos compatibles con la información disponible.
- Determinación de caudales en los sitios identificados, incluyendo caudales para el diseño de las obras de desvío y excedencias.
- Determinación de parámetros básicos de los embalses.
 - Nivel de agua máximo normal de embalse.
 - Nivel de agua normal de restitución.
 - Variación máxima admisible en el nivel del embalse.
- Definición preliminar de la red hidrométrica básica de interés energético.

- Estudios geológicos o geotécnicos en base a información existente.
- Análisis de condiciones topográficas generales para la implementación de centrales en base a datos existentes y observaciones hechas durante el reconocimiento de campo.
- Selección de tramos en los que se deberán complementar o realizar levantamientos aerofotogramétricos con definición de la escala para cobertura fotográfica, escala para la restitución y especificación para apoyo terrestre.

3.7.2. Estudios energéticos.

- Datos básicos necesarios para evaluación de potencias:
 - Caída neta máxima.
 - Nivel medio de operación del embalse.
 - Caída bruta media.
 - Caída neta media.
 - Caudal bruto medio en el período crítico.
 - Caudal neto medio en el período crítico.
- Determinación de energías media y firme y potencias de referencia e instalable.

3.7.3. Estudios especiales.

- Evaluación del costo de tierras.
- Conocimientos generales socio-económicos de la región.
- Análisis de la cuenca hidrográfica en relación al aprovechamiento de usos múltiples.
- Determinación de infraestructura existente para implementación de los aprovechamientos previstos.
- Plan de apoyo logístico para el desarrollo de trabajos de investigación de campo.

3.8. PREDIMENSIONAMIENTO DE ESQUEMAS

En cada aprovechamiento se tomará en cuenta entre otras las siguientes características:

- Condiciones topográficas.
- Posibilidad de apoyo logístico.
- Posibilidad de evacuación de crecidas durante la construcción.
- Probable disponibilidad de materiales de construcción.
- Condiciones generales desde el punto de vista geológico y geotécnico.
- Potencia instalable.
- Descarga calculada para proyectar el vertedero.
- Resultados de los estudios especiales.

3.9. ESTIMACION DE COSTOS

Se deberán estimar los costos de todos los aprovechamientos que forman parte de los diversos esquemas. Se elaborarán los presupuestos de esquemas integrados preliminares de los aprovechamientos hidroeléctricos definidos.

3.10. SELECCION DE ESQUEMAS PRELIMINARES

Con el fin de reducir el número de sitios a ser investigados en las fases siguientes del estudio, se deberá proceder a realizar una selección de las mejores alternativas de esquemas de aprovechamientos, considerando el índice beneficio - costo de cada aprovechamiento y el índice comparativo del esquema con otras fuentes de energía.

FASE 2 (INVENTARIO)

4.1. RECOPIACION DE INFORMACION COMPLEMENTARIA

Después del análisis de todos los datos recopilados y de informaciones de sitios a ser estudiados con mayor profundidad, se deberán planear y ejecutar investigaciones hasta alcanzar niveles más definidos.

4.1.1. Aerofotogrametría, topografía y topobatimetría.

- Apoyo para restituciones aerofotogramétricas.
- Apoyo planimétrico.
 - Topografía;
 - Determinación de puntos geodésicos.
- Apoyo altimétrico.
- Cobertura aerofotográfica.
- Ampliación de restitución aerofotogramétrica de áreas seleccionadas.
- Levantamiento de secciones transversales de los ríos en los sitios seleccionados.
- Levantamiento expeditivo para verificar las limitaciones del área de los embalses de los aprovechamientos seleccionados.

4.1.2. Hidrometeorología.

Se recolectará la información complementaria correspondiente a:

- Lecturas limnimétricas diarias o registros limnigráficos.
- Lecturas pluviométricas diarias.
- Mediciones de caudales líquidos y sólidos.
- Lecturas diarias de temperatura y de humedad del aire.
- Lecturas diarias de evaporímetros.
- Registro de la operación de embalses existentes.

4.1.3. Investigaciones geológicas y geotécnicas.

Visita del geólogo al sitio para:

- Mejorar o aportar nuevas informaciones al mapa geológico superficial.
- Investigar áreas de aporte de materiales.
- Registrar afloramientos de rocas para apoyo de sondajes a mano.
- Evaluar las condiciones de fundación para estructuras en caso de que sea posible; o especificar sondajes geofísicos, cuando sea posible y necesario.

4.1.4. Campañas complementarias.

Visitas técnicas de especialistas a la región, complementando los estudios de fotointerpretación, para levantamiento cualitativo, entre otros, de los siguientes aspectos:

- Socio - económicos.
- Pedológicos.
- Ecológicos.

4.2. REVISION DE LOS ESQUEMAS DE APROVECHAMIENTOS

Ajustándose a los trabajos de investigación de campo citados, se seleccionarán aquellos esquemas que tengan mejores características para ser estudiados más a fondo. Con tal fin se deberán tomar en consideración, entre otros, los siguientes aspectos:

- Condiciones topográficas locales.
- Condiciones geológicas y geotécnicas generales para implementación de las estructuras.

- Nuevas restricciones para la formación de embalses (yacimientos minerales, etc.).
- Condiciones topográficas no favorables para la formación de embalses (volumen útil muy reducido, exceso de sitios de fuga, etc.).

4.3. ESTUDIOS DIVERSOS

4.3.1. Estudios hidrometeorológicos, geológicos y geotécnicos.

En base a los datos recopilados se realizarán los estudios siguientes:

a) Estudios hidrometeorológicos:

- Determinación o revisión de curvas de descarga (gastos).
- Análisis de consistencia y homogeneización de datos para caracterización de su calidad.
- Complementación de las series existentes.
- Características climáticas (temperatura, precipitación, evaporación, etc.).
- Determinación de las series de caudales medios mínimos y máximos mensuales.
- Determinación de curvas de caudal regularizado en función de volúmenes disponibles.
- Revisión del cálculo del caudal de desvío y de excedencias para el vertedero.
- Determinación de aportes anuales de sólidos.

b) Estudios geológicos y geotécnicos.

- Análisis de todos los datos existentes en el área de estudio.
- Estudio de la geología regional y local, incluyendo aspectos tectónicos y estructurales.
- Interpretación de mapas geológicos y resultados de sondajes y pozos de inspección.
- Estudios preliminares para evaluación cualitativa de condiciones para cimentación de estructuras, de condiciones generales del embalse (estanqueidad; estabilidad de taludes, etc.).
- Estudio de la sismicidad del área.

4.3.2. Estudios energéticos.

Se deben realizar operaciones simuladas de los esquemas seleccionados.

Los datos principales de entrada a considerarse serán:

- Conformación del esquema.
- Datos característicos de los aprovechamientos.
- Curvas cota-aérea-volumen de embalses.
- Serie histórica de caudales naturales.
- Pérdidas de carga hidráulica.

La simulación de la operación integrada del esquema suministrará:

- Energía firme de cada aprovechamiento.
- Energía media de cada aprovechamiento.
- Período crítico del esquema.
- Variación del nivel de cada embalse.

En base a los datos obtenidos de la simulación se determinarán la potencia, la energía firme y secundaria de cada aprovechamiento.

4.3.3. Estudios especiales.

En base a los datos recopilados y a los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas en el

OLADE
Organización Latinoamericana de Energía
CENTRO DE INFORMACION

gaciones complementarias, se deberán realizar los siguientes puntos:

- Valores de tierras e infraestructura existente en el área a ser inundada.
- Condiciones de apoyo logístico para la implementación de aprovechamientos.

4.4. PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS APROVECHAMIENTOS.

Para cada sitio a desarrollar se realizará el predimensionamiento tomando en cuenta los estudios realizados anteriormente y sirviéndose de un manual que garantice uniformidad en los criterios de predimensionamiento a emplearse.

4.5. ESTIMACIONES DE COSTOS.

Estimar los costos para todos los aprovechamientos, tomando en cuenta:

- Predimensionamiento de los aprovechamientos.
- Resultados de estudios especiales (4.3.3.).
- Normas de un manual de estimación de costos.

4.6. SELECCION DEL MEJOR ESQUEMA Y PRIORIZACION DE LOS APROVECHAMIENTOS.

De los esquemas estudiados, se seleccionará el mejor, utilizando las instrucciones indicadas para la selección de esquemas preliminares (3.10.).

4.7. INFORME FINAL

En el informe final se deberá hacer constar, de una manera resumida, todas las informaciones y estudios desarrollados.

Para los aprovechamientos que forman el esquema final se deberá presentar, entre otros, los siguientes elementos principales:

- Mapa de localización con indicación de accesos y puntos de apoyo.
- Dibujo esquemático de los aprovechamientos.
- Curvas cota-aérea-volumen de embalses.
- Estimación de costos de los aprovechamientos según las normas del Manual.
- Cuadro resumen de características de los aprovechamientos.
- Conclusiones.

A N E X O

TERMINOS DE REFERENCIA PRELIMINARES PARA LA ELABORACION DEL MANUAL DE DISEÑO Y COSTOS PARA EL INVENTARIO SISTEMATICO HIDROENERGETICO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

1. INTRODUCCION

- 1.1. Objetivo del Manual
- 1.2. Fases de implementación de un aprovechamiento hidroeléctrico
- 1.3. Estructura del presupuesto
- 1.4. Terminología y simbología.

2. CRITERIOS BASICOS

- 2.1. Sistema de referencia
- 2.2. Parámetros energéticos
- 2.3. Parámetros económicos.

3. ESTUDIOS DE PRE - INVENTARIO DEL POTENCIAL

- 3.1. Trabajo inicial
- 3.2. Recopilación y análisis de datos
 - 3.2.1. Datos topográficos
 - 3.2.2. Datos geológicos y geotécnicos
 - 3.2.3. Datos hidrometereológicos
 - 3.2.4. Características físicas y socio-económicas
- 3.3. Identificación de la ubicación de presas y alternativas de caídas
- 3.4. Evaluación del potencial energético
- 3.5. Ejemplo de cálculo.

4. ESTUDIOS DE PRE - INVENTARIO: EVALUACION DE COSTOS

- 4.1. Terrenos y servidumbres
- 4.2. Estructuras, instalaciones y equipos
- 4.3. Embalses, presas y captación
- 4.4. Accesos
- 4.5. Costos indirectos.

5. ESTUDIOS DE PRE - INVENTARIO: COMPARACION Y SELECCION DE ALTERNATIVAS

- 5.1. Determinación de los índices beneficio - costo de los aprovechamientos
- 5.2. Comparación económica de las alternativas
- 5.3. Selección de alternativas
- 5.4. Características de las alternativas seleccionadas
- 5.5. Observaciones y recomendaciones.

6. ESTUDIOS DE PRE - INVENTARIO: PREPARACION DEL INFORME FINAL

- 6.1. Estructura del informe
- 6.2. Informe general
- 6.3. Apéndices.

7. ESTUDIOS DE INVENTARIO: ESTIMACION DEL POTENCIAL

- 7.1. Investigaciones complementarias.
 - 7.1.1. Datos topográficos
 - 7.1.2. Datos geológicos y geotécnicos
 - 7.1.3. Datos hidrometereológicos
 - 7.1.4. Características físicas y socio-económicas
 - 7.1.5. Requerimientos del agua para fines no energéticos.

- 7.2. Revisión de alternativas de la división de caídas
- 7.3. Estimación del potencial energético de las alternativas.

8. ESTUDIOS DE INVENTARIO: DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS Y EQUIPOS

- 8.1. Formulación de la disposición de los aprovechamientos
- 8.2. Terrenos y servidumbres.
 - 8.2.1. Adquisición de tierras e instalaciones
 - 8.2.2. Reubicaciones.
- 8.3. Estructuras y otras instalaciones
 - 8.3.1. Instalaciones en el área del embalse
 - 8.3.2. Sala de máquinas
 - 8.3.3. Oficinas y residencias para el personal.
- 8.4. Embalses, presas y captaciones
 - 8.4.1. Embalse
 - 8.4.2. Desvío del río
 - 8.4.3. Presas y diques
 - 8.4.4. Vertederos
 - 8.4.5. Tomas de agua y captaciones
 - 8.4.6. Cámara de carga
 - 8.4.7. Compuertas y válvulas
 - 8.4.8. Tubería de presión, anclajes y accesorios.
- 8.5. Turbinas y generadores
 - 8.5.1. Turbinas
 - 8.5.2. Regulador de velocidad
 - 8.5.3. Tubería de succión.
 - 8.5.4. Generadores.
- 8.6. Equipo eléctrico y accesorios
- 8.7. Equipos auxiliares de la central
 - 8.7.1. Grúas puente y demás equipos de manipulación e izaje
 - 8.7.2. Equipos diversos
- 8.8. Vías de acceso
 - 8.8.1. Carreteras
 - 8.8.2. Ferrocarriles
 - 8.8.3. Puentes.
 - 8.8.4. Aeropuertos.
- 8.9. Cronograma preliminar de aprovechamientos.

9. ESTUDIOS DE INVENTARIO: ESTIMACION DE COSTOS

- 9.1. Variación de costos en función a la ubicación de los aprovechamientos
- 9.2. Terrenos y servidumbres
- 9.3. Obras civiles
- 9.4. Equipos
- 9.5. Costos unitarios de obras y servicios clasificados como costo directo
- 9.6. Actualización de costos unitarios y globales
- 9.7. Elaboración del presupuesto.

10. ESTUDIOS DE INVENTARIO: COMPARACION Y SELECCION DE ALTERNATIVAS

- 10.1 Comparación económica de alternativas
- 10.2. Análisis del impacto socio-económico
- 10.3. Análisis del impacto ambiental
- 10.4. Revisión y ajustes
- 10.5. Comparación y selección de alternativas
- 10.6. Estudio para la ejecución de los aprovechamientos de la alternativa seleccionada.

11. ESTUDIOS DE INVENTARIO: PREPARACION DEL INFORME FINAL

- 11.1. Estructura del informe
- 11.2. Informe general
- 11.3. Anexos.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Apéndices

Participantes en la preparación del Manual.