

**ESTUDIOS DE INGENIERÍA BÁSICA PARA DETERMINAR LA FACTIBILIDAD
TÉCNICA DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PRESA DE ALMACENAMIENTO EN
EL ARROYO LA PALMA PARA SUMINISTRAR AGUA POTABLE A LA CIUDAD
DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR**

TÉRMINOS DE REFERENCIA

ÍNDICE

I.	Antecedentes	3
II.	Objetivos y alcances	5
III.	Localización política y geográfica del proyecto	7
IV.	Recopilación y análisis de la información disponible	8
V.	Estudios básicos	
	V.1 Topografía y monumentación	9
	V.2 Estudios geológico y geotécnico	9
	V.2.1. Estudios de campo	10
	V.2.1.1 Pruebas de permeabilidad	11
	V.2.1.2 Pruebas de absorción de agua tipo Lugeon	12
	V.2.2 Pruebas de laboratorio	13
	V.2.3 Informe geológico y geotécnico	13
	V.3 Estudio hidrológico	16
	V.4 Funcionamiento hidráulico	16
	Descripción metodológica	17
	Armado del modelo	17
	Coeficientes de pérdidas de energía	17
	V.5 Tránsito de la avenida en el cauce (delimitación del cauce y su zona federal)	17
	V.5.1 Tránsito de avenidas en el vaso (análisis hidráulico de las alternativas propuestas y selección de anteproyecto de cortina)	18
VI	Localización de bancos para cortina, incluyendo trabajos de laboratorio a materiales muestreados	
	VI.1 Material de grava y arena	21
	VI.2 Material impermeable	21
	VI.3 Banco de roca	22
	VI.4 Informe técnico	23
VII.	Análisis costo-beneficio	23
VIII.	Integración del informe técnico final	28
	VIII.1 Productos a entregar	29
	VIII.2 Perfil de la empresa consultora	31
	VIII.3 Supervisión de los trabajos	
	VIII.4 Propiedad de los trabajos	

I. Antecedentes

Con el objetivo de cubrir la creciente demanda de agua potable para los habitantes de la ciudad de La Paz y como una alternativa que nos ayude a resolver el déficit de agua actual, se propone construir una nueva infraestructura para el abastecimiento de agua potable a la ciudadanía. Actualmente la ciudad de La Paz y su zona conurbada se abastece de agua de tres acuíferos costeros: El Carrizal, Alfredo V. Bonfil y La Paz, siendo de este último, de donde se extrae el 90% del total del agua utilizada. El Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOMSAPAS) de La Paz ha estimado que el déficit es mayor a 200 l/s; actualmente al menos el 60% de los habitantes de la ciudad de La Paz reciben el agua por tandeo.

Por otra parte, el 9 de noviembre de 2023 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos del país. En el citado acuerdo se establece que el acuífero de La Paz tiene una recarga media anual de 21 Mm³, existe un volumen concesionado de 29.584608 Mm³, 4.549032 Mm³ corresponden al volumen de extracción pendiente de titulación o registro y 0.354763 Mm³ de corresponden a reservas, reglamentos y programación hídrica, existiendo un déficit de 13.48 Mm³; por lo tanto, no hay disponibilidad para incrementar la extracción de agua subterránea.

Por lo anterior, el gobierno del estado de Baja California Sur, a través de la Comisión Estatal del Agua, así como el Ayuntamiento de La Paz, a través del OOMSAPAS La Paz, han invertido en infraestructura para mejorar el abastecimiento de agua potable y el reúso de las aguas residuales tratadas. Entre otras acciones, se ha invertido en la sectorización de las redes de distribución, micro y macro medición, rehabilitación de pozos y en el aprovechamiento y potabilización de agua de la presa La Buena Mujer. Sin embargo, no se ha logrado cubrir la demanda de agua de la población existente y por lo tanto tampoco existe reserva para el crecimiento poblacional y las actividades económicas inherentes.

Considerando la creciente demanda de agua para la población y la presencia de lluvias torrenciales que podrían ser aprovechadas, la Comisión Estatal del Agua (CEA) de Baja California Sur contrató el “Estudio diagnóstico para viabilidad de obras de captación de aguas pluviales, en cuencas hidrológicas de Baja California Sur¹”. En dicho estudio se determinó el volumen de agua

¹ Comisión Estatal del Agua, Estudio diagnóstico para viabilidad de obras de captación de aguas pluviales, en cuencas hidrológicas de Baja California Sur, Informe final (2022), contrato IO-903017989-E35-2021(SANX INGENIERÍA INTEGRAL Y DESARROLLO, S.A. DE C.V.) <https://cea.bcs.gob.mx/estudiosydiagnosticos/>

susceptible de aprovechar en cada subcuenca. En adición, fueron evaluadas las aptitudes: hídricas, socioeconómicas y ambientales; cada aptitud está compuesta por dos o más índices que aportan criterios de vulnerabilidad ante escenarios presentes y futuros. La aptitud hídrica prioriza las subcuencas con déficit o escasez hídrico y aquellas con amenaza de inundaciones por fenómenos hidrometeorológicos; la aptitud socioeconómica favorece a aquellas con mayor consumo de agua para el desarrollo económico, y la aptitud ambiental distingue a las subcuencas con valor ambiental que permitan la sustentabilidad.

Finalmente, en el estudio, los índices fueron estandarizados y se obtuvo un índice global compuesto con el 50% de la aptitud hídrica, 40% de la aptitud socioeconómica y el 10% aptitud ambiental. Ordenando de mayor a menor los índices globales de cada subcuenca se obtuvo la jerarquización de las subcuencas y, con base en dichos resultados, fueron seleccionadas las diez primeras como las prioritarias, que en orden de importancia son las siguientes: 1. Cabo San Lucas, 2. La Paz, 3. R. San José, 4. Valle de Santo Domingo, 5. Las Palmas, 6. Santa Rosalía, 7. A. Datilar (contigua a La Paz), 8. Loreto, 9. Laguna Ojo de Liebre (Valle del Vizcaíno) y 10. A. Santiago. En cada subcuenca prioritaria se plantearon obras hidráulicas que favorecen la aptitud. En la subcuenca La Paz, se propone una presa de almacenamiento en el arroyo La Palma que contribuiría a la recarga del acuífero y a revertir la intrusión salina, además de los encauzamientos de los arroyos La Palma y La Huerta que ante el constante crecimiento de la zona urbana representan un riesgo continuo para la población.

De acuerdo con la información publicada por la Subsecretaría de Protección Civil del gobierno del estado de Baja California Sur², las comunidades localizadas aguas abajo en el arroyo La Palma son zonas susceptibles de inundación. En adición, de acuerdo con datos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (2016),³ Baja California Sur es la entidad en el país donde anualmente, de acuerdo a los registros estadísticos, al menos un ciclón o tormenta tropical impactará su territorio generando lluvias intensas. En este sentido, investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California Sur desarrollaron un mapa de riesgos frente a inundaciones, considerando lluvias torrenciales y las predicciones frente a cambio climático para la ciudad de La Paz. En dicho mapa se identificó a la zona baja del arroyo La Palma como una de las

² Subsecretaría de protección civil, Programa para la atención de fenómenos hidrometeorológicos 2023, Secretaría General del gobierno del estado de Baja California Sur.

³ Baeza, C. & Jiménez, M. (2016). Actualización de las probabilidades de ocurrencia de ciclones tropicales en México para el cálculo de marea de tormenta (para el período 1949-2014). Subdirección de riesgos hidrometeorológicos. CENAPRED

áreas que podrían ser afectadas por inundaciones en temporada de huracanes tropicales, especialmente el predio donde se localiza el aeropuerto internacional de la ciudad. Se recomienda la construcción de infraestructura que proteja este tipo de instalaciones⁴.

En síntesis, al no existir infraestructura de control y manejo, las corrientes propiciadas por las tormentas y ciclones tropicales que escurren descargan al mar, por lo que en trabajos preliminares de gabinete y en recorridos de campo se ha identificado un sitio con potencial para la construcción de la infraestructura para almacenamiento y control de avenidas. El sitio identificado se encuentra en la subcuenca del arroyo La Palma, donde según registros climatológicos se tiene una precipitación media anual del orden de 311 mm y un coeficiente de escurrimiento de 0.86 para un periodo de retorno de 10,000 años. Una presa de almacenamiento en las inmediaciones de la ciudad de La Paz será útil para mitigar el déficit de agua para la población de la ciudad. De acuerdo a los análisis preliminares realizados por la Comisión Nacional del Agua, el potencial hídrico del vaso de la presa tendría un gasto factible aproximado para un aprovechamiento de 100 litros por segundo.

Para aprovechar el agua de la presa para uso público urbano, será necesario construir adicionalmente una línea de conducción paralela al cauce del arroyo, de la presa al acueducto El Carrizal-La Paz, mismo que se encuentra relativamente cerca. Este acueducto conduce actualmente 80 l/s y tiene una capacidad de 350 l/s, por lo que puede recibir adicionalmente otros 270 l/s; así mismo se requiere la construcción de una planta potabilizadora. Es importante mencionar que existe terreno propiedad del gobierno del estado de Baja California Sur susceptible de ser destinado a tal fin.

II. Objetivos y alcances

El objetivo general del estudio de la presa en el arroyo La Palma es determinar la factibilidad técnica de la construcción de una presa de almacenamiento para suministrar agua potable a la ciudad de La Paz, tomando en cuenta el caudal ecológico para el mantenimiento de los servicios ambientales. Para ello, en el presente documento se describen los elementos que

⁴ Imaz-Lamadrid, M.A., Wurl, J., Ramos-Velázquez, E. & Rodríguez-Trasviña, J. (2022). Integrated Runoff-Storm Surge Flood Hazard Mapping Associated with Tropical Cyclones in the Suburbs of La Paz, Baja California Sur, México. *GeoHazard*, 3, 1-15.

deben incluirse en los estudios de ingeniería básica para el proyecto de construcción de la presa de almacenamiento y, además, llevar a cabo un análisis de la factibilidad técnica-social-económica-ambiental del proyecto, considerando las condiciones topográficas, geológicas, geotécnicas, hidrológicas, hidráulicas y de materiales para su construcción.

Para alcanzar el objetivo general se proponen los objetivos específicos siguientes:

- Obtener y analizar la información disponible de la cuenca de aportación a la presa propuesta.
- Llevar a cabo los estudios geológicos y geotécnicos del sitio propuesto para la construcción de la presa.
- Determinar el tipo de cortina y su diseño, la obra de desfogue considerando el caudal ecológico.
- Desarrollar la modelación del funcionamiento hidráulico.
- Realizar el tránsito de avenidas y diseñar el vertedor de excedencias.
- Diseñar la obra de toma para la presa.
- Calcular el volumen de azolves para determinar el Nivel Aguas Máximas Ordinarias (NAMO) y el Nivel de Aguas Mínimas de Operación (NAMINO).
- Identificar bancos de materiales.
- Llevar a cabo el estudio costo-beneficio del proyecto.
- Elaborar un informe ejecutivo.

Por otra parte, se debe considerar como objetivo de importancia para el diseño de la obra, el regular, controlar y prevenir riesgos contra inundaciones, para proteger la infraestructura urbana y de comunicaciones; además de propiciar la infiltración al acuífero de La Paz con el propósito de preservar la sustentabilidad del recurso hídrico, satisfaciendo todos los usos y provocando el fortalecimiento de la economía regional.

En el presente documento se describen los principales elementos que deben incluirse en los estudios básicos y de factibilidad para la construcción de una presa de almacenamiento para suministrar agua a los pobladores de la ciudad de La Paz. Es importante mencionar que las obras complementarias, línea de conducción y potabilizadora no forman parte de los alcances del presente

proyecto; se desarrollarán posteriormente a conocer el resultado del estudio de factibilidad social, económica y ambiental.

III. Localización política y geográfica del sitio propuesto

El estado de Baja California Sur se localiza en el noroeste de México y representa el 3.8% del territorio nacional, colinda al norte con el estado de Baja California, al oeste y al sur con el océano Pacífico y al este con el golfo de California. El sitio propuesto para la construcción de la presa de almacenamiento se localiza en el municipio de La Paz, en la región hidrológica 06, Baja California Sureste.

El municipio de La Paz tiene una superficie de 20,275 km², que representa el 27.43% del territorio total estatal. De acuerdo con datos del INEGI (2020), la población del municipio es de 292,241 habitantes. Además de su cabecera municipal, entre las localidades más importantes se encuentran: San Pedro, Todos Santos, San Juan de los Planes, Los Barriles, El Pescadero, El Centenario y Chametla. El centroide del municipio se localiza aproximadamente en las coordenadas geográficas 24°08'29" de latitud Norte y 110°18'48" de longitud Oeste con una altura promedio de 30 metros sobre el nivel medio del mar y colinda al norte con el municipio de Comondú, al sur con el municipio de Los Cabos, al este con el golfo de California y al oeste con el océano Pacífico.

El sitio propuesto para la construcción de la presa se localiza a 23 km en línea recta al sureste de la ciudad de La Paz, en el arroyo denominado "La Palma" en las coordenadas geográficas 23°58'33.01" N y 110°9'51.18" W (Fig. 1). A la fecha no existe infraestructura alguna que tenga como propósito el control de avenidas y el almacenamiento del agua en dicha zona. El flujo escurre libremente por el cauce infiltrándose una parte a lo largo del mismo y descargando otra parte en el mar, sin que exista hasta la fecha ninguna obra para poder aprovechar estos volúmenes de agua.

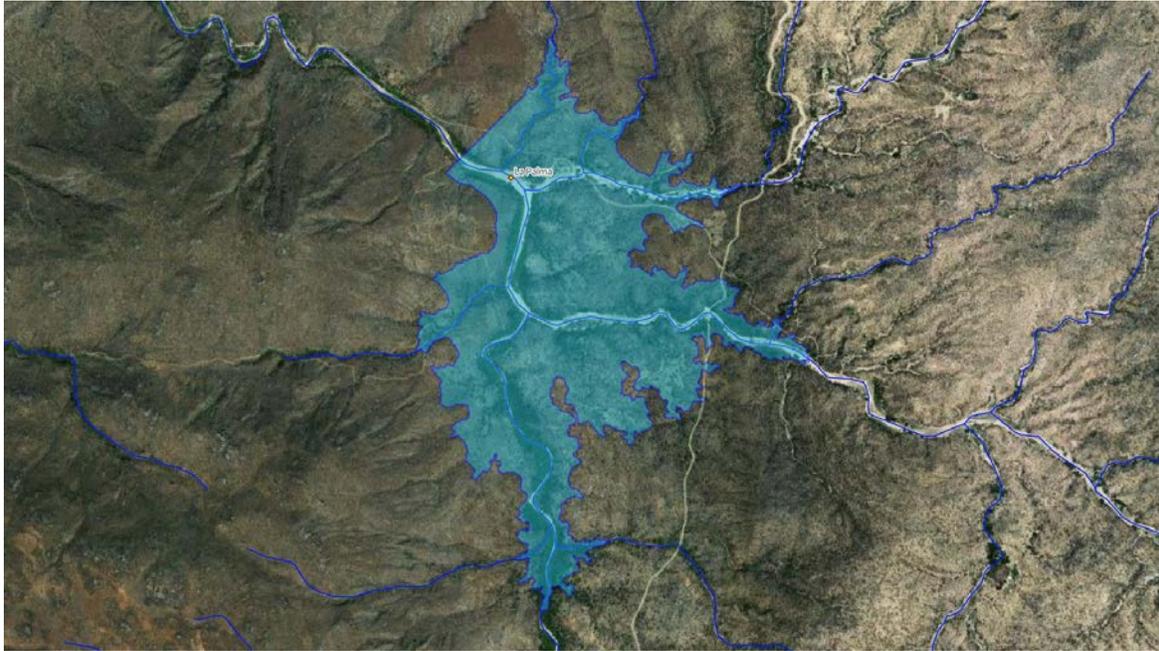


Fig. 1 Embalse del sitio propuesto para el proyecto

IV. Recopilación y análisis de la información disponible

Se deberá recopilar en la CONAGUA, así como en otras dependencias federales, estatales y municipales, los estudios realizados con anterioridad y la información básica para su revisión, análisis y utilización en la planeación del proyecto para el citado estudio. La información colectada deberá ser analizada, verificada y contrastada con la que se obtenga en forma directa o durante los reconocimientos de campo, de tal manera, que pueda ser procesada para hacerla intervenir satisfactoriamente en las diferentes etapas del estudio. Toda la información recopilada deberá ser entregada a la Comisión Estatal del Agua (CEA) al término del proyecto.

Los estudios realizados que existan sobre la zona de estudio deberán ser verificados y en su caso actualizados. La información debe incluir: cartas geológicas y topográficas, levantamientos topográficos y topo-hidráulicos, estudios geotécnicos, geológicos y geohidrológicos, y las series de datos de precipitación, los cuales deberán de ser entregados de manera física y digital.

Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el INFORME, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.

V. Estudios básicos

V.1. Topografía y monumentación

Se cuenta con la topografía del sitio la cual se entregará a la empresa consultora al iniciar el estudio. Con base en la poligonal de apoyo proporcionada a la empresa consultora, se deberán construir las mojoneras en un mínimo de tres vértices localizados fuera del cauce; serán mojoneras de concreto con forma de pirámide truncada de 20x20 centímetros de base, 15x15 centímetros de corona y 50 centímetros de altura o la que permite el tipo de terreno, con una varilla de acero de 3/8" de diámetro al centro y placa de aluminio o fierro que contenga la leyenda indicada por la CEA.

*Para efectos de pago de este apartado, se considerará como unidad el **MONUMENTO O PIEZA** quedando incluidos en el precio unitario, las actividades de fabricación, transporte y colocación, así como la elaboración del croquis de localización totalmente terminado, dicho pago se cubrirá al termino de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

V.2 Estudios geológico y geotécnico

En el estudio se deberán identificar las formaciones montañosas, las llanuras, los valles y describir detalladamente su composición y relieve. Además, se deberán describir características como la edad, composición topográfica, tipo de pendientes, tipo de drenaje y su orientación, describir a nivel regional las placas que generaron la geomorfología de la región. Además, detallar la tectónica regional considerando las estructuras que la conforman; por ejemplo, fallas, fracturas de la zona y las manifestaciones volcánicas que presenta. Se deberá de mostrar la ubicación y orientación de estas estructuras, se debe de analizar el movimiento tectónico que las provocó y su edad, describir de manera detallada las capas, láminas o estratos de una roca durante su disposición. En suma, esta sección del estudio deberá incluir información sobre los tipos de rocas, características del suelo, geomorfología, tectónica regional, estratigrafía, geología estructural y riesgos geológicos.

La empresa consultora deberá integrar un estudio fotogeológico de la zona apoyado con imágenes satelitales con la finalidad de interpretar los rasgos morfoestructurales que auxilien a delimitar contactos entre unidades litológicas, estructuras mayores como fracturas o fallas geológicas, así como la existencia de deslizamientos antiguos o potenciales. Con base en esta información, se deberá elaborar un modelo geológico conceptual preliminar que permita definir los sitios más adecuados para realizar los sondeos, su orientación e inclinación para

llevarlos a cabo en función del modelo geológico preliminar.

Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el INFORME mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.

V.2.1 Estudios de campo

Con la información anterior, se realizará el levantamiento geológico de campo, que consistirá en levantar una serie de puntos de verificación distribuidos a lo largo del área de estudio, que permita identificar y describir las unidades de roca que afloran en la zona y los rasgos estructurales. En planta se llevará a cabo el levantamiento geológico litoestratigráfico y estructural de detalle del área propuesta para las boquillas y a semi detalle del vaso de almacenamiento. Posteriormente, se deberán elaborar secciones geológicas esquemáticas con la topografía real de cada eje de la boquilla a analizar y obtener el levantamiento litoestratigráfico y estructural, lo cual permitirá seleccionar el eje de la boquilla más adecuado. Las discontinuidades deben levantarse de acuerdo con las normas sugeridas por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, para cada familia de discontinuidades identificada debe medirse su orientación e inclinación preferencial, continuidad, espaciamiento, apertura, relleno, rugosidad y presencia de agua.

Con el eje seleccionado, la empresa consultora deberá elaborar y definir un programa de exploraciones geofísicas indirectas de refracción sísmica en todo el eje de la cortina y en las principales obras auxiliares de la presa (en el vertedor y en su descarga, obra de toma y obra de desvío). Además, exploraciones directas mediante la perforación de aproximadamente 10 barrenos. Se deberá considerar en principio, un arreglo de dos barrenos al centro del cauce y cuatro barrenos en cada ladera de la boquilla de proyecto. Cinco barrenos serán inclinados enfocado a la permeabilidad de la boquilla y cinco verticales enfocados a determinar las propiedades geomecánicas del macizo rocoso de cimentación, con base en el levantamiento geológico estructural previamente realizado, se deberá definir la inclinación y orientación de dichos barrenos. La profundidad y número de barrenos inclinado podrá variar en función de las condiciones geológicas-geotécnicas que se vayan encontrando; todos con recuperación de núcleos y pruebas continuas de absorción de agua. Los sondeos geotécnicos deberán considerar una perforación mínima total de 400 m que se deberá distribuir en los diez sondeos conforme a los resultados que se vayan obteniendo en las

perforaciones exploratorias, teniendo la capacidad de penetrar cualquier material, así como extraer testigos y efectuar ensayos en su interior. Se deberán terminar los pozos exploratorios verticales como pozos de monitoreo piezométrico.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME** mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

V.2.1.1 Pruebas de permeabilidad

Las pruebas de permeabilidad Lefranc se realizarán en el material de aluvión en el cauce y se efectuarán en tramos de tres (3) metros; pueden ser de infiltración o abatimiento de carga hidráulica y de flujo variable o constante. Se deberán registrar los volúmenes, tiempo y niveles observados que son necesarios para la determinación de los coeficientes de permeabilidad. Los barrenos se deberán localizar en cada margen y en el cauce, algunos deberán ser terminados como pozos de observación en caso de requerirse, debidamente protegidos, se tomarán lecturas diarias y se registrarán en una tabla indicando la fecha, nivel del brocal, profundidad del nivel freático, elevación de la posición del nivel freático durante el tiempo que se efectúen los trabajos de campo. Lo anterior permitirá definir la estanqueidad del embalse. Posteriormente, se deberá continuar con lecturas de la posición de nivel freático con una frecuencia semanal o quincenal, durante un período completo de sequía y lluvias. Se deberá llevar un registro detallado de cada barreno con los núcleos de roca obtenidos. Efectuar una descripción continua que contenga: litología, color, textura, estructura, grado de alteración, consistencia y número de fracturas por metro, porcentaje de recuperación e índice de calidad de roca (RQD) de cada tramo perforado, nivel freático, resultados de cada prueba de permeabilidad. Adicionalmente se deberán seleccionar tramos de los núcleos recuperados del eje de la boquilla para determinar las propiedades de resistencia y deformabilidad indicadas en el apartado de pruebas de laboratorio.

Antes de iniciar cada prueba de permeabilidad, se deberá registrar el nivel en que se detecte agua o posición del nivel freático o en su defecto indicar que no se detectó. Efectuar la interpretación de cada una de las pruebas de permeabilidad, determinando la presión crítica, en caso de ser alcanzada.

La perforación no debe modificar las condiciones naturales de la roca, por lo que no deberá usarse barro o bentonita para la protección de caídos, ya que

podrían cubrirse las fisuras del terreno y modificarse los resultados de las pruebas de absorción de agua. Se recomienda ademas, cuando se observe riesgo de derrumbes en la zona superficial por existir material suelto (depósito de talud).

Se deberá elaborar un perfil geohidrológico que integre los resultados de cada prueba de permeabilidad de cada sondeo de la boquilla, presiones efectivas y presiones críticas, en caso de existir. Con esta información efectuar una zonificación en unidades geohidrológicas, cuyo comportamiento de permeabilidad sea similar. Tomar fotografías a color de cada caja de núcleos, con los taquetes que indiquen profundidades, debidamente organizadas para su interpretación, incluyendo fotos con los núcleos secos y mojados. Organizar por sondeo e incluir un anexo fotográfico en el informe.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME** mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

V.2.1.2 Pruebas de absorción de agua tipo Lugeon

La prueba se efectuará después de un avance de la perforación cada cinco metros, colocando el empacador en el extremo superior del tramo de perforación, para su aislamiento. La prueba consistirá en inyectar agua limpia a cinco escalones de presión efectiva ascendentes de 1, 3, 5, 8 y 10 kg/cm² y cuatro descendentes de 8, 5, 3 y 1 kg/cm² (la especificación de los cinco escalones ascendentes solo es una referencia, la prueba se deberá concluir una vez alcanzada y rebasada la presión crítica). En cada escalón de presión deberá sostenerse ésta durante diez minutos, después de haber logrado una estabilización del caudal de absorción. Deberá disponerse en la obra de un equipo registrador de caudal y de presión en tiempo real de la prueba. El sensor de presión deberá estar instalado en la parte inferior del empacador. Como respaldo se deberá contar también con un manómetro y medidor de volumen de agua, para cuando ocurra una falla en el equipo registrador. Al final, los pozos verticales deberán equiparse como piezómetros.

Las pruebas de absorción de agua deberán interpretarse a partir de los registros gráficos que se generen durante las pruebas o, en caso de no contarse con el equipo de registro automático por su falla, deberán interpretarse con el formato establecido por la CONAGUA. Con las gráficas se deberán interpretar los valores de absorción mínimos extrapolados a la presión efectiva de 10 kg/cm². Además de la interpretación de cada prueba en Unidades de Absorción de Agua

(UDA) Lugeon. Se deberá monitorear el nivel freático en pozos de monitoreo piezométrico, con una frecuencia semanal durante los trabajos de exploración.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

V.2.2 Pruebas de laboratorio

Para determinar los parámetros mecánicos y obtener la información necesaria para la elaboración del estudio Geológico-Geotécnico, se deberán realizar las siguientes pruebas de laboratorio a núcleos de roca intacta:

- Compresión simple no confinada en roca (con medición de deformación y determinación de módulos de Young y relación de Poisson).
- Resistencia a la tensión indirecta por el método brasileño.
- Peso volumétrico seco y saturado en muestras de roca.

Para el caso de muestras de suelo recuperada en campo se deberán realizar las siguientes pruebas de forma enunciativa mas no limitativa:

- Granulometría por medio de tamizado.
- Pruebas índice para clasificar el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- Límites de consistencia en suelos finos.
- Densidad de sólidos.
- Contenido natural de agua.
- Pruebas mecánicas en muestras de suelo inalterado en su caso.
- Determinación del peso volumétrico natural.
- Resistencia a compresión simple.
- Resistencia a compresión triaxial rápida UU.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

V.2.3 Informe geológico y geotécnico final.

Una vez concluidos los trabajos de campo y de laboratorio se elaborará un informe en el que se deberá incluir la descripción de las actividades efectuadas. Con la información de los estudios geológicos geotécnicos, se deberán integrar planos y secciones tipo del sitio de proyecto de la presa. Las secciones geológicas deben indicar la ubicación de cada barreno, resultados de la revisión de los núcleos de roca de los sondeos, litología, resultados con el porcentaje de recuperación, RQD, números de fracturas por metro, resultados de cada prueba de permeabilidad con presiones críticas, posición del nivel freático, geología estructural, resultados de la geofísica de sísmica de refracción, contactos litoestratigráficos, rasgos estructurales de fallas geológicas y sistema de discontinuidades. Son requeridos para interpretar aspectos geotécnicos del diseño en las zonas de desplante de las estructuras (cortina, obra de desvío, obra de toma, ataguías, etc.). De las pruebas de laboratorio se presentarán los registros y resultados de las pruebas realizadas a suelos y rocas, registros, tablas y gráficas. En suma, el informe debe incluir todos los documentos necesarios para la correcta interpretación y acreditación de los trabajos realizados y deberá contemplar, al menos, las siguientes secciones:

- Introducción.
- Antecedentes.
- Geología regional y local.
- Perforaciones exploratorias.
- Interpretación de resultados de campo.
- Modelo geológico. Incluir localización de todos los barrenos, litología, geología estructural, estereogramas representativos del sistema de discontinuidades, resultados de permeabilidades, posición del nivel freático y presión crítica de cada prueba de permeabilidad tipo Lugeon, con sus respectivos % de recuperación y % de RQD de núcleos.
- Modelo geofísico. Incluir perfiles geosísmico y geoelectrico por el eje de la boquilla. Se deberán presentar en planos, en planta y perfil, con zonificación de acuerdo con los valores geofísicos y definiendo lo siguiente: espesor de materiales granulares, contacto suelo-roca en los sitios que se requiera, frontera entre roca sana y roca intemperizada, valores sísmicos del macizo rocoso, calidad del macizo rocoso, etc.

- Modelo geohidrológico, Incluir perfiles con las unidades hidrogeológicas en función de los resultados de las pruebas de absorción tipo Lugeon, nivel freático y los sondeos detallando los resultados de las pruebas de absorción tipo Lugeon.
- Modelo geológico-geotécnico. Incluir la litología, localización de todos los barrenos, resultados con él % de recuperación, % RQD, intensidad de fracturamiento, resultados y presiones críticas de cada prueba de permeabilidad, posición del nivel freático, geología estructural, contactos geológicos, resultados de la exploración geofísica, clasificaciones geotécnicas con propiedades de resistencia, deformabilidad y permeabilidad.
- En cada uno de los modelos (geofísico, geológico, geohidrológico y geológico-geotécnico) se deberá indicar la posición de la cortina, el nivel de desplantes de la cortina, el NAMO y el NAMINO.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.
- Anexos.
- Memoria fotográfica de las cajas de núcleos de roca por sondeo.
- Reportes fotográficos
- Planos del modelo geológico-geotécnico de la boquilla en planta, perfiles longitudinales y secciones transversales, indicando cada obra con la litología, sistema de discontinuidades, clasificaciones geotécnicas con propiedades de resistencia, deformabilidad y permeabilidad, tanto del cauce y laderas de cimentación, como de los materiales de construcción de cortina.
- Perfiles estratigráficos de cada sondeo exploratorio.
- Resultados de las mediciones de los niveles de agua freática durante el tiempo de ejecución de los trabajos de perforación.
- Resultados de los ensayos de permeabilidad, anexando las memorias de cálculo. En caso de ser necesario, con los resultados de las pruebas de permeabilidad y presiones críticas, realizar la respectiva sección que contenga el diseño del tratamiento de inyección de la pantalla impermeable y de consolidación, mediante lechadas de cemento.

- Mapa geológico del área de la cortina que ilustre la distribución superficial de las unidades litoestratigráficas y rasgos estructurales relevantes; así como la ubicación de cada una de las exploraciones del subsuelo realizadas en las etapas de estudio.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

V.3 Estudio hidrológico

La Comisión Estatal del Agua cuenta con la opinión técnica sobre el análisis de la disponibilidad de aguas superficiales en el sitio de estudio, así como los gastos de diseño para los diferentes periodos de retorno determinados por la Gerencia de Aguas Superficiales en Ingeniería de Ríos (GASIR) de la Comisión Nacional del Agua, información que será proporcionada a la empresa consultora seleccionada. La empresa consultora deberá integrar un análisis histórico del patrón de lluvia-escurrimiento en la cuenca.

Se deberán estimar los sólidos en suspensión acarreados por la corriente tomando como base los registros que se tengan del cauce o en otras corrientes cercanas y cuyas características sean semejantes a las de la corriente en estudio, o bien, se debe recurrir a los criterios establecidos para este objeto, en la inteligencia que se debe estimar el grado de erosionabilidad del suelo para obtener un coeficiente de arrastre y el contenido de sólidos en suspensión. La estimación de aportación de sedimentos se tendrá en $m^3/km^2/año$.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

V.4 Funcionamiento hidráulico

Con base en la topografía, el gasto asociado y los resultados del estudio hidrológico se deberá llevar a cabo la simulación del funcionamiento hidráulico en condiciones naturales y con las obras propuestas, con alguno de los siguientes paquetes informáticos: HEC-RAS, IBER o similar. Deberá llevar a cabo el análisis del funcionamiento hidráulico para los distintos periodos de retorno, mostrando mediante figuras, gráficos y demás consideraciones para explicar claramente el comportamiento del arroyo en condiciones naturales y con la existencia de obras,

expresando las variables hidráulicas principales como velocidad, tirantes hidráulicos, esfuerzos tangenciales, zonas de erosión y depósito de sedimentos, saltos hidráulicos si los hubiera, así como cualquier dato que considere relevante.

Descripción metodológica

La empresa consultora deberá presentar una descripción general de los métodos empleados en la simulación, así como para cada uno de los apartados que contenga el estudio. Deberá presentar toda la información con que se alimentó el modelo y explicará los criterios y consideraciones que haya tomado en la modelación del funcionamiento hidráulico.

Armado del modelo

Se deberá capturar la geometría completa del tramo del cauce en estudio o las obras propuestas, según sea el caso; es decir, se crearán los ejes y secciones transversales para el caso de los modelos unidimensional o las superficies del modelo a partir de un RTIN o se importarán los polígonos necesarios para representar el área de estudio y posteriormente se crearán las superficies en las cuales se asignarán los datos del modelo en el caso de ser bidimensional. El mallado o secciones transversales deberán poseer un tamaño o espaciamiento que permita al modelo ser representativo del terreno y/o las obras; en el caso de llevar a cabo la asignación manual de la elevación a partir de un Modelo Digital de Terreno (MDT), el tamaño de celda del MDT deberá ser de al menos 0.50 m.

Coefficientes de pérdidas de energía

Se presentará el procedimiento para la determinación de los coeficientes de rugosidad, incluyendo fotos de los tramos del cauce y fotos o tablas con las que se hizo la comparación y de las cuales se obtienen los coeficientes, indicando las referencias consultadas. Con esto se indica para cada superficie o sección transversal el coeficiente de rugosidad elegido, según el tipo de suelo y cobertura vegetal en el cauce, las márgenes de éste o el material de construcción. Deberá acompañar al reporte, las fotografías y tablas que respalden los coeficientes de rugosidad propuestos en el modelo.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

V.5 Tránsito de la avenida en el cauce (delimitación de cauce y zona federal)

Se calculará el tránsito de la avenida en el cauce para un gasto de diseño asociado a un período de retorno de 10 años y se determinará su zona federal de acuerdo a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales. Al menos 100 metros aguas abajo y aguas arriba de la zona inundable. Se deberá emplear el software unidimensional HEC-RAS o bidimensional IBER o similar para realizar el estudio del funcionamiento hidráulico, en el cual se deberá introducir el MDT obtenido del levantamiento topográfico, incluyendo todas las estructuras existentes, es decir, se crearán las superficies del terreno a través de la generación de un RTIN o importación de polígonos con asignación manual de la elevación del mallado representativo del terreno.

Se deberá entregar un informe del funcionamiento hidráulico en condiciones naturales y con la obra propuesta, en el cual se presentarán los resultados obtenidos de la simulación realizada incluyendo mapas y ventanas, donde se presentan los parámetros empleados en el pre-proceso y del cálculo mismo, así como los mapas de los resultados, mostrando las plantas construidas en algún programa CAD a partir de los resultados del modelo hidráulico, además de tablas de resultados y gráficas, así como la interpretación de estas.

Los planos de delimitación de la zona federal se deberán presentar respetando los "Lineamientos para la elaboración de planos de delimitación de zona federal y memoria técnica de los levantamientos topográficos," emitidos por la Comisión Nacional del Agua.

En el cuadro de notas, se debe indicar la fecha y número de la Declaratoria de propiedad nacional así como su fecha de publicación en el diario oficial, o bien si no existe la declaratoria escribirá el siguiente texto: "*No cuenta con declaratoria de propiedad nacional de sus aguas, pero reúne los requisitos establecidos en el párrafo quinto del Artículo 27 de la Constitución Política Mexicana, para ser considerado propiedad de la nación*"; la proyección y DATUM utilizado para los trabajos topográficos, y su correspondiente zona UTM; y el periodo de retorno T_r y los gastos en m^3/s , por tramos con los cadenamientos en los que se comprenden.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

V.5.1 Tránsito de avenidas en el vaso (análisis hidráulico de las alternativas propuestas y selección de anteproyecto de cortina)

En este apartado se analizarán y evaluarán las opciones técnicamente factibles de obras que conformarán la presa, tanto de captación y derivación para aprovechamiento del agua, estableciendo las ventajas y desventajas de cada una de ellas, considerando el aprovechamiento óptimo de los recursos agua-suelo, analizando detalladamente los resultados y recomendaciones de los estudios básicos; así como otros parámetros (accesos, inversiones iniciales, superficie beneficiada y los costos de operación y mantenimiento).

Las necesidades de regulación se fijarán en función de la protección que es necesario brindar a los centros de población situados aguas abajo del sitio y a la capacidad de conservación de volúmenes para aprovecharlos para el abastecimiento de agua potable, así como en los volúmenes de azolves. De esta forma podrá definirse la capacidad útil de almacenamiento y en consecuencia el NAMO, NAME y el NAMINO.

El funcionamiento hidráulico (tránsito de la avenida en el vaso) se realizará con los distintos periodos de retorno, considerando la geometría compuesta por los cambios de sección y comparando el dimensionamiento de las distintas obras propuestas, que garanticen los esfuerzos tangenciales y velocidades permisibles, de acuerdo con sus especificaciones técnicas y propiedades de los materiales, así como garantizar que tenga la capacidad hidráulica en relación costo-beneficio. Se seleccionará aquella alternativa que ofrezca mejores posibilidades para el aprovechamiento del agua, sin riesgo de inundaciones para las zonas ubicadas aguas abajo de la presa.

Una vez elegida la alternativa y opción de solución, se deberá elaborar el anteproyecto de las obras, incluyendo las obras de toma y desfogue de fondo, analizándolas técnica y económicamente con el objeto de verificar, si es la que se adapta mejor a las necesidades de aprovechamiento para provisión de agua potable, tanto en tiempo de ejecución como en funcionamiento adecuado durante su operación.

El desarrollo del anteproyecto de las obras, a que este concepto se refiere, se apoyará en todos los estudios básicos realizados a nivel de factibilidad y con base en la normatividad nacional e internacional vigente, así como en las conclusiones e interpretación de dimensiones o parámetros obtenidos. La geometría de las estructuras componentes de la presa se determinará garantizando su estabilidad, mediante análisis preliminares de la cortina, donde

se analice la estabilidad de la cortina por el método del equilibrio límite (en caso de que sea de tipo gravedad), estabilidad de taludes (para caso de materiales graduados), capacidades de carga, entre otras, de orden conservador y corroboraciones planteadas por analogía con obras ya construidas o proyectadas con detalle, y principalmente, cumpliendo con su objetivo técnico y operacional.

Para el dimensionamiento del vertedor, se deberá transitar la avenida asociada con un periodo de retorno de 10,000 años, considerando diferentes longitudes de cresta, obteniendo de esta forma el Nivel de Aguas Máximo Ordinario (NAMO) y el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME). En cuanto al bordo libre, se determinará el valor que brinde seguridad a la cortina, aplicando los diferentes métodos avalados por la CONAGUA.

Elaboración de informe del anteproyecto para la toma de decisiones

La empresa consultora deberá explicar las ventajas y desventajas de cada solución, desde el punto de vista de durabilidad, funcionalidad hidráulica, grado de compatibilidad con la morfología del sitio, así como su facilidad o complejidad de construcción. El informe deberá incluir cuando menos:

- Portada con fecha y lugar de presentación.
- Análisis hidráulico en condiciones naturales y con obras.
- Propuestas de solución.
- Modelación hidráulica con las alternativas de solución.
- Diseño de la obra de excedencias y las obras de toma y desfogue de fondo.
- Memorias de cálculo, y
- Anexos.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

VI. Localización de bancos para cortina, incluyendo trabajos de laboratorio a materiales muestreados

El estudio de materiales a nivel de factibilidad se efectuará mediante técnicas de geología superficial, muestreos de campo y pruebas de laboratorio que permitirán la localización y potencialidad de los bancos de préstamo de material permeable (grava–arena), impermeable (arcilla) y roca que existan en los alrededores del sitio para la ejecución de las obras que se requieren para la construcción de la presa y que resulten favorables al proyecto.

Las actividades por realizar son las siguientes

- Reconocimiento general que permitirá definir los sitios o zonas probables de explotación y su referencia topográfica.
- Excavación de dos pozos a cielo abierto (PCA) de 2 x 1 m y tendrán una profundidad máxima de 3 m para los posibles bancos de grava – arena y material impermeable, lo cual incluye obtención de muestra y su clasificación de campo. Dos pozos por cada banco y una prueba por cada pozo.
- Pruebas de laboratorio.
- Elaboración de un plano general de bancos con aquellos materiales que son los adecuados para el proyecto y en donde deberán anotarse las características de cada tipo de material, áreas y volúmenes estimados.

VI.1 Material de grava y arena.

En cada pozo se llevará a cabo un muestreo integral o por capas, elaborando un perfil estratigráfico de cada pozo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), complementando la clasificación de campo con los resultados de las pruebas de laboratorio relativas a: granulometría de gravas por mallas 4, 10, 20, 40, 100, y 200, determinando el porcentaje de grava 4, grava 3, grava 2, y grava 1, arena y finos, la granulometría de arenas por mallas 8, 16, 30, 50 y 100, determinando el módulo de finura y análisis petrográficos de gravas. Se deberá tomar fotografía de cada pozo con su respectiva identificación.

VI.2 Material impermeable

En cada pozo, se llevará a cabo un muestreo integral o por capas, elaborando un perfil estratigráfico de cada pozo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), complementando la clasificación de

campo con los resultados de las pruebas de laboratorio relativas a:

- Contenido natural de agua.
- Límites de consistencia (límite líquido y plástico e índice de plasticidad).
- Límite de contracción lineal.
- Peso volumétrico en estado suelto y compacto.
- Granulometría por mallas determinando porcentajes de gravas, arenas y finos.
- Prueba Proctor Estándar SRH (con energía de compactación 7.5 kg/cm/cm³).
- Prueba de *pin hole*.

Se delimitará el banco en forma aproximada estimando despalmes y posible volumen aprovechable.

VI.3 Banco de roca

Para estudiar el banco de roca a nivel de factibilidad, se efectuará cartografía geológica de detalle, determinando las unidades litológicas de acuerdo con sus características para su uso y se efectuará un estudio detallado del fracturamiento. Se tomarán muestras de roca para los análisis siguientes:

- Peso específico seco y húmedo.
- Intemperismo acelerado.
- Prueba de abrasión “Los Ángeles”.
- Índice de alteración.
- Resistencia a la compresión simple.

Se deberá estimar el espesor de despalme, volumen aprovechable y tamaño probable de bloques que resultaran de la explotación.

Para los bancos de material (impermeable, grava-arena y roca) que el volumen a localizar sea como mínimo 1.5 veces la cantidad de material que se requiere. Para cada banco, deberá elaborarse un plano general de la ubicación de los bancos, el cual incluirá el resumen tabular de datos con la siguiente información y una memoria que contenga la siguiente información:

- Nombre.

- Localización de los bancos.
- Uso.
- Distancia de acarreo.
- Descripción geológica de los materiales.
- Volumen aprovechable estimado.
- Estratigrafía y localización de cada pozo.
- Resultados de las pruebas efectuadas a cada muestra.
- Tratamiento requerido por el material.
- Resumen de características.

VI.4 Informe técnico

La empresa consultora deberá realizar un informe técnico que incluya una descripción de todas las actividades desarrolladas tanto en campo, como en laboratorio y gabinete. Así mismo, mostrará en forma tabular y resumida los resultados de las pruebas de campo y los ensayos de laboratorio. Finalmente incluirá las conclusiones y recomendaciones a las que lleguen, tal como: nombre y localización de los bancos, estratigrafía y propiedades del área estudiada, zonificación si las hay, despalmes, uso, volumen aprovechable, distancias de acarreo, régimen de propiedad, tratamiento requerido, equipo de ataque, clasificación para fines de presupuesto, coeficientes de abundamiento, etc. presentará un informe fotográfico y anexará todos los registros de las pruebas de laboratorio efectuadas.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

VII. Análisis costo-beneficio

La empresa consultora formulará el diagnóstico de la situación actual de la zona de influencia del proyecto. El diagnóstico deberá servir para fundamentar la necesidad del proyecto. Se revisarán las condiciones actuales en cuanto a demografía, tendencias poblacionales, perfil de los beneficiarios y estructura

socioeconómica de la población beneficiaria del proyecto. El propósito fundamental es el de actualizar la información relativa a: niveles de bienestar social de la población, niveles de producción empleo e ingreso, la población potencial beneficiaria, así como los cambios que se lograrían con el proyecto, o la tendencia que experimente la estructura económica-social en el caso de realizarse el proyecto.

Para la integración del análisis costo-beneficio deberá incluir los elementos descritos en los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión⁵”, que de forma enunciativa pero no limitativa se enlistan abajo:

I. Resumen ejecutivo. Contendrá el nombre del programa o proyecto de inversión, localización y monto total de inversión; explicará de forma concisa, el objetivo del programa o proyecto de inversión, la problemática identificada, sus principales características, su horizonte de evaluación, la identificación y descripción de los principales costos y beneficios, sus indicadores de rentabilidad, los principales riesgos asociados a la ejecución y operación, e incluirá una conclusión referente a la rentabilidad del programa o proyecto de inversión.

II. Situación actual del programa o proyecto de inversión. En esta sección se deberán incluir los siguientes elementos:

- a. Diagnóstico de la situación actual que motiva la realización del proyecto, resaltando la problemática que se pretende resolver;
- b. Análisis de la oferta o infraestructura existente;
- c. Análisis de la demanda actual, y
- d. Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación: consiste en realizar el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda del mercado en el cual se llevará a cabo el programa o proyecto de inversión, describiendo de forma detallada la problemática identificada. Este análisis deberá incluir la explicación de los principales supuestos, metodología y las herramientas utilizadas en la estimación.

III. Situación sin el programa o proyecto de inversión

En esta sección deberá incluirse la situación esperada en ausencia del

⁵ Diario Oficial de la Federación, 30 diciembre 2013.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5328458&fecha=30/12/2013#gsc.tab=0

programa o proyecto de inversión, los principales supuestos técnicos y económicos utilizados para el análisis y el horizonte de evaluación.

Asimismo, este punto deberá incluir los siguientes elementos:

- a) Optimizaciones: Consiste en la descripción de medidas administrativas, técnicas, operativas, así como inversiones de bajo costo (menos del 10% del monto total de inversión), entre otras, que serían realizadas en caso de no llevar a cabo el programa o proyecto de inversión. Las optimizaciones contempladas deberán ser incorporadas en el análisis de la oferta y la demanda siguientes
- b) Análisis de la Oferta en caso de que el programa o proyecto de inversión no se lleve a cabo;
- c) Análisis de la demanda en caso de que el programa o proyecto de inversión no se lleve a cabo;
- d) Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda con optimizaciones a lo largo del horizonte de evaluación: consiste en realizar el análisis comparativo para cuantificar la diferencia entre la oferta y la demanda con las optimizaciones consideradas. El análisis deberá incluir la estimación de la oferta y de la demanda total del mercado y la explicación de los principales supuestos, metodología y las herramientas utilizadas en la estimación, y
- e) Alternativas de solución: Se deberán describir las alternativas que pudieran resolver la problemática señalada, identificando y explicando sus características técnicas, económicas, así como las razones por las que no fueron seleccionadas.

Para efectos de este inciso, no se considera como alternativa de solución diferente, la comparación entre distintos proveedores del mismo bien o servicio.

IV. Situación con el programa o proyecto de inversión

En esta sección deberá incluirse la situación esperada en caso de que se realice el programa o proyecto de inversión y deberá contener los siguientes elementos:

- a) Descripción general: deberá detallar el programa o proyecto de inversión, incluyendo las características físicas del mismo y los componentes que resultarían de su realización, incluyendo cantidad, tipo y principales características;

- b) Alineación estratégica: Incluir una descripción de cómo el programa o proyecto de inversión contribuye a la consecución de los objetivos y estrategias establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo y los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, así como al mecanismo de planeación al que hace referencia el artículo 34 fracción I de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria;
- c) Localización geográfica: Deberá describir la ubicación geográfica con coordenadas georreferenciadas donde se desarrollará el programa o proyecto de inversión; la entidad o entidades federativas donde se ubicarán los activos derivados del programa o proyecto de inversión y su zona de influencia;
- d) Calendario de actividades: Deberá incluir la programación de las principales actividades e hitos que serían necesarias para la realización del programa o proyecto de inversión;
- e) Monto total de inversión: Deberá incluirse el calendario de inversión por año y la distribución del monto total entre sus principales componentes o rubros. Asimismo, deberá desglosarse el impuesto al valor agregado y los demás impuestos que apliquen;
- f) Financiamiento: deberán indicar las fuentes de financiamiento del programa o proyecto de inversión: recursos fiscales, federales, estatales, municipales, privados, de fideicomisos, entre otros;
- g) Capacidad instalada que se tendría y su evolución en el horizonte de evaluación del programa o proyecto de inversión;
- h) Metas anuales y totales de producción de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación;
- i) Vida útil: deberá considerarse como el tiempo de operación del programa o proyecto de inversión expresado en años;
- j) Descripción de los aspectos más relevantes para determinar la viabilidad del programa o proyecto de inversión; las conclusiones de la factibilidad técnica, legal, económica y ambiental, así como los estudios de mercado y otros específicos que se requieran de acuerdo al sector y al programa o proyecto de inversión de que se trate;
- k) Análisis de la oferta a lo largo del horizonte de evaluación, considerando la implementación del programa o proyecto de inversión;
- l) Análisis de la demanda a lo largo del horizonte de evaluación, considerando

la implementación del programa o proyecto de inversión; y

m) Diagnóstico de la interacción de la oferta-demanda a lo largo del horizonte de evaluación: Consiste en describir y analizar la interacción entre la oferta y la demanda del mercado, considerando la implementación del programa o proyecto de inversión. Dicho análisis deberá incluir la estimación de la oferta y de la demanda total del mercado y la explicación de los principales supuestos, metodología y herramientas utilizadas en la estimación.

V. Evaluación del programa o proyecto de inversión

Deberá incluirse la evaluación del programa o proyecto de inversión, en la cual debe compararse la situación sin proyecto optimizada con la situación con proyecto, considerando los siguientes elementos:

a) Identificación, cuantificación y valoración de los costos del programa o proyecto de inversión: deberán considerar el flujo anual de costos del programa o proyecto de inversión, tanto en su etapa de ejecución como la de operación. Adicionalmente, se deberá explicar de forma detallada cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los costos, incluyendo los supuestos y fuentes empleadas para su cálculo;

b) Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios del programa o proyecto de inversión: Deberán considerar el flujo anual de los beneficios del programa o proyecto de inversión, tanto en su etapa de ejecución como de operación. Adicionalmente, se deberá explicar de forma detallada cómo se identificaron, cuantificaron y valoraron los beneficios, incluyendo los supuestos y fuentes empleadas para su cálculo;

c) Cálculo de los indicadores de rentabilidad: deberán calcularse a partir de los flujos netos a lo largo del horizonte de evaluación, con el fin de determinar el beneficio neto y la conveniencia de realizar el programa o proyecto de inversión. El cálculo de los indicadores de rentabilidad incluye: VPN, TIR, y la TRI. Para el cálculo de los indicadores de rentabilidad deberán considerarse las fórmulas contenidas en el Anexo 1^o como establecen los Lineamientos;

d) Análisis de sensibilidad: A través del cual, se deberán identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del programa o proyecto de inversión: el VPN, la TIR y, en su caso, la TRI. Entre otros aspectos, deberá considerarse el efecto derivado de variaciones porcentuales en: el monto total de inversión, los costos

⁶ https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5328458&fecha=30/12/2013#gsc.tab=0

de operación y mantenimiento, los beneficios, la demanda, el precio de los principales insumos y los bienes y servicios producidos, etc.; asimismo, se deberá señalar la variación porcentual de estos rubros con la que el VPN sería igual a cero; y

e) Análisis de riesgos: Deberán identificarse los principales riesgos asociados al programa o proyecto de inversión en sus etapas de ejecución y operación, dichos riesgos deberán clasificarse con base en la factibilidad de su ocurrencia y se deberán analizar sus impactos sobre la ejecución y la operación del programa o proyecto de inversión en cuestión, así como las acciones necesarias para su mitigación.

VI. Conclusiones y recomendaciones: exponer de forma clara y precisa los argumentos por los cuales el proyecto o programa de inversión debe realizarse.

VII. Anexos: son aquellos documentos y hojas de cálculo, que soportan la información y estimaciones contenidas en la Evaluación socioeconómica.

VIII. Bibliografía: es la lista de fuentes de información y referencias consultadas para la evaluación socioeconómica.

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **ESTUDIO**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

VIII. Integración del informe técnico final

En este informe se integrará una memoria descriptiva de los estudios y análisis practicados en la etapa de factibilidad y de anteproyecto conforme a la interrelación de los diferentes apartados procesados, donde se deberán realizar las conclusiones y efectuar las recomendaciones más importantes del proyecto.

Se integrará la memoria del anteproyecto, que contendrá el texto descriptivo de los esquemas realizados, exponiendo con claridad los criterios empleados de los parámetros de diseño obtenidos como resultado de los estudios hidrológicos, hidráulicos, de geología exploratoria y bancos de material ilustrándose con cuadros, gráficas y otros dibujos que se requieran, además de incluir copia de los planos para integrar debidamente el documento y las memorias.

Debe incluirse el análisis de alternativas de cortina a nivel de anteproyecto

de obra, tomando en consideración los bancos de materiales para cortinas de gravedad (concreto simple o compactado) y cortina flexible de materiales graduados. La selección de la alternativa óptima se deberá establecer con criterios técnicos, económicos y viables de implementar, los cuales podrán basarse en un análisis de costo eficiencia o de costo equivalente cuando las alternativas sean comparables en cuanto a los beneficios.

Se realizarán los cálculos hidráulicos necesarios para cada una de las estructuras que constituyen la presa, y se llevará a cabo el análisis de estabilidad de las secciones propuestas para su justificación, considerando tanto condiciones sin sismo como con sismo, utilizando para este último caso el coeficiente sísmico aplicable a la zona del proyecto.

A partir del anteproyecto y esquemas de obra, se deberá elaborar un programa estimado de ejecución del proyecto; el cual incluirá entre otros detalles que la empresa consultora considere relevantes. Asimismo, se incluirá la ruta crítica para la construcción de las obras.

Los planos deberán contener la siguiente información localización de la obra, planta, perfiles, secciones y detalles especiales que muestren claramente todas y cada una de las estructuras que constituyen la presa, curva de elevaciones-áreas-capacidades, cuadro con datos de proyecto, incluyendo características de la presa, principales cantidades estimadas de obra, así como notas ampliamente desarrolladas.

VIII.1 Productos a entregar

Como parte de los trabajos que le han sido encomendados, la empresa consultora deberá elaborar para entrega final:

- Un informe final, el cual es un documento detallado de extensión libre y fácil lectura que deberá ser acompañado por los anexos que se consideren necesarios e incluirá tablas, figuras, gráficas y memoria fotográfica.
- Un resumen ejecutivo de extensión no superior a 25 páginas.
- Un documento en el que se presente la evaluación del proyecto, de acuerdo con el anexo metodológico para la presentación del análisis costo y beneficio de programas y proyectos de inversión pública expedido por la SHCP.

- Fotografías aéreas, foto índices y planos originales

El informe final se entregará, impreso en la última versión del procesador de textos Word u otro aprobado por la CEA, acompañados de la versión en medios electrónicos (USB). Se deberán entregar todos los modelos numéricos desarrollados, hojas de cálculo o programas empleados en los trabajos. Las memorias de cálculo se entregarán claramente explicadas y referidas, respetando siempre los lineamientos establecidos por la CEA.

Los productos señalados deberán presentarse en original como se señala en adelante.

La carátula indicará lo siguiente:

Comisión Estatal del Agua

- Nombre del ejecutor con logotipo.
- Nombre del contenido.
- Número de tomo
- Fecha (mes y año).

En el lomo indicar el nombre del estudio, el número de tomo y el contenido y el logotipo de la CEA.

Se deberán entregar planos originales digitalizados en papel de primera calidad con dimensiones de 60 x 90 cm, con pie de plano conteniendo el nombre del convenio y el contenido particular del plano con su número de referencia y características generales del estudio. Durante la revisión se indicarán las modificaciones a las que se sujetará la entrega definitiva.

Una vez terminadas todas las actividades de campo y gabinete, así como el análisis, procesamiento e interpretación de la información, el consultor deberá elaborar un informe preliminar y entregar el proyecto de informe final, con todos sus mapas debidamente coloreados, secciones, procedimiento de cálculo, análisis, gráficos y tablas, los cuales serán entregados en forma oficial a la CEA para su revisión.

El guion o índice bajo el cual se desarrollará el informe final del estudio comprenderá, al menos, lo siguiente:

1. Resumen ejecutivo.
2. Objetivos.

3. Área del proyecto.

- Aspectos físicos naturales.
- Clima.
- Orografía y geomorfología.
- Hidrografía.
- Aspectos socioeconómicos.

4. Diagnóstico de la situación actual.

- Descripción de la problemática.
- Estimación de la población a beneficiarse con la propuesta de obra.

5. Estudios básicos.

- Hidrología.
- Geología y geotecnia.
- Cálculos hidráulicos.
- Cálculos estructurales.

6. Localización de bancos para cortina, incluyendo trabajos de laboratorio a materiales muestreados.

7. Anteproyecto de cortina.

8. Análisis costo-beneficio.

ANEXOS

*Para efecto de pago de este apartado, se considerará como unidad el **INFORME**, mismo que deberá incluir las actividades e información anteriormente solicitadas, el cual se cubrirá al término de estas y con el soporte debidamente revisado y aprobado por la supervisión.*

VIII.2 Perfil de la empresa consultora

Las empresas que participen en la licitación para realizar los trabajos que comprenden el presente estudio deberán demostrar contar con una experiencia de al menos tres (3) estudios realizados en estos tipos de trabajo y que cuenten con un equipo de personal con perfil en formulación y evaluación de proyectos de control de inundaciones y almacenamiento para agua potable constituido por

varios especialistas, entre los que es fundamental la experiencia de especialistas en hidrología e hidro meteorología, geotecnia, proyectos de infraestructura hidráulica, y en obras de protección y almacenamiento, quien coordinará los trabajos del equipo formado principalmente por:

- Especialista en topografía, geodesia y fotogrametría.
- Geólogo y geotecnista.
- Hidrólogo.
- Sociólogo.
- Especialista en proyectos de obras de protección.
- Economista.
- Evaluador de proyectos hidráulicos.

La empresa consultora deberá asegurar la participación de este grupo interdisciplinario con experiencia profesional de por lo menos tres proyectos que de preferencia sean de trabajos similares a los que se plantean en estos términos de referencia y tres años dedicados a la evaluación de proyectos, presas y obras para el control de inundaciones. La experiencia en la preparación de informes de carácter multidisciplinario se considerará una ventaja al calificar las propuestas técnicas.

En lo que respecta a la formulación y análisis de opciones, el consultor deberá asegurar la participación de un(a) ingeniero(a) civil con al menos cinco años de experiencia en el diseño de presas e infraestructura hidráulica.

VIII.3 Supervisión de los trabajos

La supervisión y el seguimiento de los trabajos serán responsabilidad de la Comisión Estatal del Agua del estado de Baja California Sur a través de la Coordinación Técnica, quien será el facilitador para que el consultor disponga de la información existente en la CEA. La asesoría técnica, la revisión final y dictamen del proyecto será responsabilidad de la CEA, con apoyo de la CONAGUA. En su caso, la directora general de la CEA podrá designar con toda oportunidad a una persona supervisora y al personal técnico que considere pertinente para auxiliar en la supervisión de los trabajos de campo. La supervisión tendrá acceso permanente a la información que se recabe y la que esté en proceso, así como revisar los reportes de avances que servirán de base para determinar el monto de

las estimaciones de los trabajos que como mínimo el consultor deba presentar mensualmente.

Para la presentación de avances, la empresa consultora deberá acudir en la fecha, sitio y hora acordada con la supervisión debiendo asistir también los técnicos responsables de cada tema a tratar a fin de que las observaciones y dudas que surjan puedan ser comentadas por el personal que tiene ya experiencia en las mismas.

VIII.4 Propiedad de los trabajos

La propiedad de los resultados de trabajos derivados de este estudio y los derechos de autor, serán de la Comisión Estatal del Agua, por lo que la empresa consultora no podrá divulgar por medio de publicaciones, conferencias, informes o cualquier otra forma, los datos y resultados, sin la autorización expresa y por escrito de la dependencia.



Ing. Lesvia Tatiana Davis Monzón

Directora General.