

CAPITULO III: DESCRIPCION DEL PROYECTO

TABLA DE CONTENIDO

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

- 3.1 Descripción General
 - 3.1.1 Ubicación
 - 3.1.2 Objetivo General del Proyecto
 - 3.1.3 Alcances del Presente Estudio
- 3.2 Descripción de los Principales Componentes del Proyecto
 - 3.2.1 Etapa de Construcción
 - 3.2.2 Etapa de Operación

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

3.1 Descripción General

El presente proyecto constituye la II Etapa del proyecto Especial Majes Siguas. El proyecto inicial fue desarrollado para ejecutarse en dos etapas, y su formulación y concepción general, estuvo basada en fomentar el desarrollo regional a través de la regulación y derivación de los recursos hídricos provenientes de las cuencas altas de los ríos Colca y Apurímac, para su aprovechamiento y uso múltiple, en la irrigación de hasta 65,000 hectáreas de tierras en las pampas de Majes y Siguas, así como la generación de energía eléctrica.

La I Etapa del Proyecto se inició en el año 1973 y culminó en 1983, comprendió la construcción del embalse de Condorama con una capacidad de 260 MMC, la toma de Tuti en el río Colca y la derivación Tuti – Huasamayo de 103 km (90 km de túneles y 13 km de canales) de capacidad de 34 m³/s, la toma de Pitay en el río Siguas, la derivación a las pampas Majes y la irrigación de 14 000 Ha.

Cuadro N° 3.1-1
Etapas y Componentes del Proyecto Especial Majes Siguas

I ETAPA	II ETAPA
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Represa de Condorama (285' MMC) ▪ Bocatoma de Tuti (Capacidad de descarga 34 m³/seg.) ▪ Aducción Colca-Siguas (88 km túneles, 13 km de canales y caudal de 34 m³/s) ▪ Bocatoma de Pitay ▪ Derivación Siguas hacia Pampa de Majes (15 km y caudal de 20 m³/s) ▪ Red de Distribución e Infraestructura del Riego (23 000 Ha) ▪ Carretera y Servicios 	<p><u>1er COMPONENTE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Presa de Angostura con un volumen útil de 1 140 MMC. ▪ Derivación Angostura-Colca a través el túnel transandino de longitud 16,507 km y capacidad 30 m³/s. ▪ Derivación Siguas hacia Pampas de Siguas. ▪ Red de Distribución e Infraestructura de Riego para habilitar y desarrollar 38 000 Ha de tierras nuevas en las Pampas de Siguas y 10 000 Ha en las Pampas de Majes.
	<p><u>2do y 3er COMPONENTE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Subasta de 38 500 Ha en Siguas y 7 000 Ha en Majes ▪ Estructuración de un plan integral de desarrollo
	<p><u>4to COMPONENTE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Concesión de un proyecto de servicio de energía eléctrica a través de por los menor 2 Plantas Hidroeléctricas (530 MW).

La II Etapa del proyecto, comprende la construcción de la presa de Angostura de 1 140 MMC de capacidad neta, ubicada en la cuenca alta del río Apurímac; un túnel de derivación de 30 m³/s de capacidad y 16 507 m de largo, que deriva las aguas del embalse a la quebrada de Chalhuanca - afluente del río Colca -, una toma en el río Siguas y la conducción de las aguas hacia las pampas de Siguas, para regar 38 500 Ha.

Posteriormente, comprende el aprovechamiento del recurso con fines de generación eléctrica a través de la construcción de centrales hidroeléctricas.

Cabe resaltar que el recurso hídrico más importante del Proyecto Especial Majes Siguan, proviene de la regulación del río Apurímac, el cual incorporará 38 500 hectáreas agrícolas y la producción de energía en por lo menos 530 MW, ello tiene como fin promover la inversión privada y la optimización de la infraestructura hidráulica mayor existente.

3.1.1 Ubicación

El proyecto se desarrolla entre los 4 100 a 4 800 msnm, en el departamento de Arequipa. Las principales obras se encuentran ubicadas en el distrito de Caylloma, provincia de Caylloma, exactamente en la confluencia de los ríos Apurímac y Hornillos, comprendiendo las áreas del embalse las pampas de La Calera en el río Apurímac y las de Pusa Pusa en el río Hornillos. Adicionalmente el proyecto comprende los ríos Chalhuanca, donde se descargan las aguas del túnel de trasvase y el río Colca hasta su conducción a las pampas de Siguan (Véase Figura N° 3.1.1-1).

El acceso a la zona del proyecto puede realizarse a través de Arequipa por medio de la carretera afirmada Arequipa – Caylloma, de 200 km aproximadamente y desde Cuzco a través de la vía afirmada Cuzco Espinar.

3.1.2 Objetivo General del Proyecto

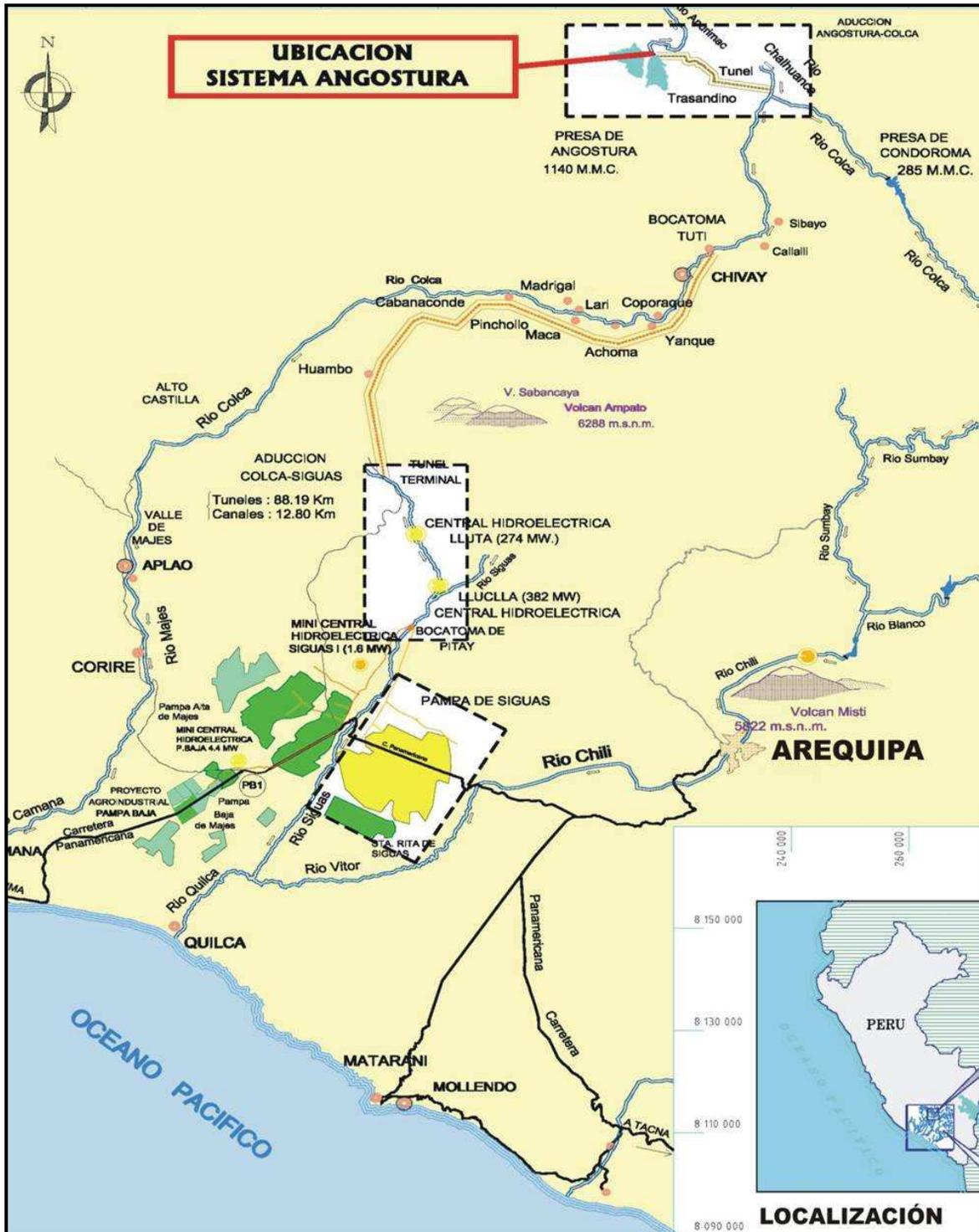
El proyecto integral tiene como principal objetivo establecer un modelo de negocio agroexportador altamente rentable para las pampas de Majes y Siguan que permita el desarrollo regional dentro de una concepción integral, es decir, conjuntamente con el surgimiento de centros productivos estratégicamente ubicados, implementados con actividades económicas (Agricultura, Agroindustria y Servicios) de un mayor valor agregado y con altos niveles de generación de empleos.

3.1.3 Alcances del Presente Estudio

De acuerdo a lo señalado en el capítulo I, el presente estudio tiene como fin principal estudiar el impacto de la construcción y operación de la represa de Angostura, en la zona comprendida entre el área de embalse y la zona aguas abajo en el eje del río Apurímac hasta la confluencia con el río Salado.

Cabe señalar, que anteriormente se han desarrollado diversos estudios relacionados al Proyecto Especial Majes Siguan, los cuales centraron su atención al estudio de la región Arequipa, específicamente la cuenca del Colca, no habiendo estudiado los efectos del proyecto en la cuenca madre de la cual se prevé tomar el recurso hídrico, es decir el río Apurímac, en el cual se prevé una menor disponibilidad del recurso hídrico a causa del trasvase de las aguas. De este modo el presente estudio esta enfocado al análisis del impacto de la construcción de la presa Angostura y sus efectos aguas abajo en el río Apurímac

Figura N° 3.1.1-1
Ubicación de las Obras Projectadas de la II Etapa del Proyecto



Fuente: Informe Final, Comisión Multisectoral Para la Promoción de la Inversión Privada del Proyecto Majes II Etapa, 2005

3.2 Descripción de los Principales Componentes del Proyecto

3.2.1 Etapa de Construcción

De acuerdo a los estudios de ingeniería desarrollados hasta la fecha se ha estimado un periodo de construcción de la II Etapa del proyecto Especial Majes Siguas de 4 años¹ (el cual comprende tanto la construcción de la presa, túnel de derivación, canales de conducción y sistemas de irrigación en las pampas de Siguas). A continuación se describen sus principales componentes, de acuerdo al estudio de Factibilidad del Proyecto Majes Siguas II Etapa, desarrollado por AUTODEMA en Diciembre del 2005.

A. Embalse

Como se ha señalado anteriormente, el embalse abarcará las pampas de La Calera en el eje del río Apurímac y las pampas de Pusa Pusa en el eje del río Hornillos, la superficie de la cuenca captada asciende a 1 290 km², la zona de embalse está conformada por sedimentos litificados con características típicas de un fondo lacustre, creando condiciones favorables para su impermeabilización. En el cuadro siguiente se presentan sus principales características técnicas:

Cuadro Nº 3.2.1-1
Características Técnicas del Embalse

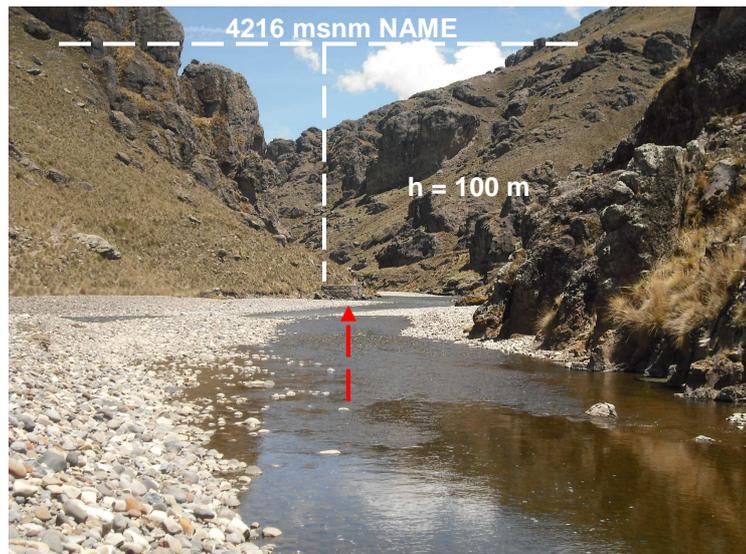
Ítem	Características Técnicas	Descripción
1	Máximo nivel del embalse (50% PMF)	4 215,4 msnm
2	Máximo nivel del embalse (PMF)	4 216,6 msnm
3	Nivel de Agua Máximo Normal	4 214 msnm
4	Nivel de Agua Mínimo Normal	4 174 msnm
5	Volumen Bruto	1 290 MM ³
6	Volumen Neto	1 140 MM ³
7	Volumen Muerto	151 MM ³
8	Cuenca Captada	1 290 km ²

Fuente: Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura - Asociación HARZA – MISTI.

¹ Fuente: PROINVERISÓN, Concesión de Obras Mayores de Afianzamiento Hídrico y de Infraestructura para Irrigación de las Pampas de Siguas

B. Presa

La Presa estará ubicada en el lecho del río Apurímac, aguas abajo de la confluencia con el río Hornillos, estando su eje a 600 metros de dicha confluencia. La zona donde se ubica se denomina La Angostura y comprende una garganta natural (cañón) orientada en dirección Norte-Sur, conformada por los cerros Chirioca (izquierda) y Huaypune (derecha), la cual presenta buenas condiciones para el emplazamiento de la presa dada su geomorfología uniforme y simétrica, y su sección aparente en forma de “V”.



**Foto N°3.2.1-1: Inicio del cañón río Apurímac
Zona de Ubicación de la Represa.**

Los estudios de ingeniería desarrollados a la fecha, han recomendado como método de construcción de la presa el método CCR (Concreto compactado con rodillos). La alternativa CCR permite durante la construcción reducir considerablemente el tiempo de ejecución. Este método es una combinación de técnicas utilizadas en las presas de concreto convencional y presas de tierra, con un uso mínimo de cemento, por lo tanto, es tan segura como una presa de concreto de gravedad.

La mezcla a utilizar se conforma con cemento portland, puzolanas, agregados locales y agua. La colocación se desarrolla a través de capas de igual espesor y con un ritmo de avance tal que se unan sin necesidad de tratamientos especiales con mortero. La nivelación y reparto de la mezcla CCR se efectúa por medio de bulldozers con orugas de goma. Para la compactación se utilizará un rodillo vibratorio de tipo automotor de tambor doble o sencillo y con un peso no menor a 9 toneladas. La operación se desarrolla de manera continua, colocando una capa encima de la otra, evitando la formación de juntas frías. En caso de que se formen estas últimas, se debe remover cualquier tipo de contaminación que haya sobre la capa y luego aplicar un mortero base, usualmente de 2 cm de espesor, con un alto contenido de cemento, lo cual mejora la adherencia y la resistencia al cortante entre capas.

En la cara aguas arriba de la presa se colocará una pantalla impermeabilizante, formada por paneles prefabricados de concreto provisto con una membrana de PVC. Los paneles

son fabricados normalmente en talleres en la misma obra, en donde también se les adhiere la membrana. Cada panel está provisto por lo menos de cuatro barras de anclaje, las cuales van empotradas en el CCR. Los paneles sirven como encofrado de la cara vertical de la presa y su instalación es sincronizada con la colocación de la mezcla CCR. Otra función importante de los paneles es de servir como protección a la membrana de PVC. Después de la colocación del panel y antes de que la mezcla CCR sea colocada contra el panel, es necesario instalar sobre las juntas de los paneles una franja de membrana que quedará soldada a calor y evitará la percolación.

Adicionalmente, la presa contará con un sistema de drenaje que será instalado contra la membrana de PVC, de manera que capte cualquier posible filtración que pueda ocurrir evitando la creación de presiones hidrostáticas internas. El sistema estará compuesto de paneles rectangulares (de 2 cm a 30 cm) y tuberías de pared sólida que desaguan en las galerías de drenaje de la presa. Sobre las juntas de contracción se instalará a varios niveles, tuberías de drenaje, cuya función es de captar cualquier filtración que exista en dichas juntas. Cabe indicar que el sistema es instalado como medida de seguridad en la presa, dado que si se respetan las especificaciones técnicas, las filtraciones a través de la presa serían mínimas. La disposición de las galerías de drenaje será diseñada de manera que el agua sea evacuada por gravedad.

Se ha estimado que para la construcción de la Presa se empleará un volumen de 540 000 m³ de CCR, con una altura máxima de 105 m con una cota de coronación de 4217 msnm; la longitud de la corona alcanzará los 302 m, además contará con un aliviadero escalonado con una ojiva sin compuertas, que permitirá el rebose del agua sin afectar la estructura² tendrá un ancho de 50 m. A continuación se presentan las características técnicas de su diseño y construcción:

Cuadro Nº 3.2.1-2
Características Técnicas de la Presa

Ítem	Características Técnicas	Descripción
1	Tipo	CCR (Concreto compactado con rodillo)
2	Cota de coronación	4 217 msnm
3	Longitud de coronación	302 m
4	Altura máxima (desde la fundación)	102
5	Cresta del aliviadero	4 214 msnm
6	Aliviadero	Tipo escalonado
7	Talud aguas arriba	Vertical
8	Talud aguas abajo	0,75 H: 1,0 V

Fuente: Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura - Asociación HARZA – MISTI.

² Sobre el particular, existe una propuesta en el Plan de Manejo Ambiental del presente estudio.

Aliviadero:

• **Diseño Básico**

- Como crecida de diseño se ha admitido un valor de 50% de la crecida máxima probable (PMF) es decir $1435 \text{ m}^3/\text{s}$.
- El nivel de la Cresta del uso óptimo del embalse para el aliviadero se ha fijado por medio del sistema de análisis dinámico en 4214,0 m.
- El Aliviadero, según el resultado del cálculo por sistema de análisis dinámico será utilizado solamente cada 50 años aproximadamente.
- Para el Aliviadero, el diseño adoptado, con un ancho de 50 m, es de peldaños, lo cual resulta en una poza amortiguadora de pequeñas dimensiones para la disipación de la energía. Además el diseño de peldaños se adapta especialmente bien a la Presa de CCR por el sistema de colocación de concreto rolado en lomadas.

• **Nivel de crecida en la Cresta**

- El ancho del Aliviadero ha sido diseñado de manera que no sobrepase el nivel de crecida 3 m. Sobre la base del cálculo de crecidas, este valor se reduce a 1,4 m (ver Davis Handbook of Applied Hydraulics).

• **Aliviadero con Peldaños**

- El diseño se basa sobre modelos llevados a cabo en las Presas de Monksville y Upper Stillwater, especialmente para los peldaños situados en la parte superior del aliviadero.
- Los demás peldaños, hasta la base de la Presa pueden variar de 60 a 90 cm de altura, y también dependen del espesor de las capas del CCR (Concreto Rolado).
- El ángulo de la resbaladera siendo de 51,13 grados (pendiente 0,75H:IV) el caudal utilizado es de $Q = 181,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

• **Muro de retención**

- La altura del muro de retención calculada sobre la base de los modelos de Monksville y Upper Stillwater, es de 1,40 m de altura.

• **Tránsito de Avenida en el Embalse**

- Se analizaron varias alternativas de caudales, con la crecida de diseño.
- El embalse tiene capacidad de absorber la mayor parte del aporte si el nivel se mantiene a 2,5 m por debajo de la cresta del Aliviadero. Para absorber el PMF total, el nivel del embalse debería estar a 5,5 m por debajo de la Cresta.

• **Niveles aguas en la descarga**

- La curva del diagrama N° 13 muestra la variación de los niveles en el sitio de la Presa, los tirantes de agua determinándose usando secciones del río un programa HEC-2

• **Poza de disipación de energía**

- Se prevé un salto de esquí para disipar la energía y minimizar la erosión del canal de descarga. Se admite una disipación de energía de 90 %. Ha sido diseñada una poza de 20 m de largo por 3,5 m de profundidad y 50 m de ancho.

- La poza debe situarse por debajo del nivel 4 128 m. Debido al uso muy improbable del vertedero, la poza no estará revestida.

- **Borde Libre**

- Para calcular el borde libre se utilizan los siguientes parámetros:
- Velocidad del viento, altura de las olas, y factor de seguridad.
La velocidad máxima del viento medida en Angostura es de 30 km/hh. Se ha calculado una ráfaga de 140 km/h, que provocaría una ola de 1,50 m, por lo cual el borde libre sería de 3 m.

Derivación durante la Construcción

Una crecida de transición de 5 años de $47 \text{ m}^3/\text{s}$ fue escogida como crecida de diseño para la diversión. El sistema de ataguía de gaviones está calculado para resistir a una crecida en temporada húmeda de 5 años de $266 \text{ m}^3/\text{s}$.

- **La Ataguía aguas arriba**

- Se prevé un ducto de Concreto de $3 \times 3 \text{ m}$ y de 250 m de largo para la derivación del río.

- **La Ataguía aguas abajo**

- Será construida 1 m por encima del nivel máximo del río en una crecida de 5 años.

Descarga de Fondo

- Se prevé un conducto de descarga de fondo en la Presa, a un nivel aproximado de 25 m por debajo de la toma del Túnel. Se prevé una capacidad mínima igual a la del Túnel con un nivel de embalse máximo.
- También servirá ésta descarga para limpieza eventual de sedimentos.

Caudal Ecológico³

- Se prevé un ducto de 0,4 m de diámetro con capacidad de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ para cumplir con el requisito de caudal ecológico; estará ubicado a la cota 4130 m s.n.m.

C. Túnel de Trasvase

El Túnel proyectado permitirá el trasvase de las aguas del río Apurímac hacia la cuenca del Colca. Se inicia en la bocatoma ubicada aguas arriba de la presa, en el estribo derecho sobre el cerro Huaypune y desemboca en el río Chalhuanca, el cual es afluente del Colca.

La longitud total del túnel es de 16,507 km, con una capacidad de $30 \text{ m}^3/\text{s}$, con un nivel de embalse de 30 m de la cresta de aliviadero, el diámetro hidráulico es de 4,5 m y algunos tramos serán revestidos para responder a las condiciones geológicas. El diseño del túnel contempla una división de dos tramos: El primer tramo lo constituye el túnel Pucará, con una longitud de 7,117 km; el segundo tramo llamado Trasandino, posee una extensión de 9,390 km. El túnel concluirá en el portal de salida ubicado a una altitud de 4 168 msnm, que entrega sus aguas a una poza disipadora de presión y luego mediante un canal de concreto al río Chalhuanca.

³ Sobre el particular, existe una propuesta en el Plan de Manejo Ambiental del presente estudio.

La construcción del túnel se desarrollará mediante el procedimiento de perforación TBM (Túnel Boring Machines) o topos-mientras sea posible-, reduciendo así las pérdidas de carga y el costo de revestimiento, cabe indicar que las formaciones geológicas encontradas son favorables para el uso de maquinaria TBM⁴. Adicionalmente, este procedimiento de perforación permite un avance mucho mayor que los métodos convencionales, (4 a 5 veces la del método convencional) y deja las paredes de la excavación sin las fisuras y fracturas que se provocan por los métodos de D & B (Drill & Blast) con perforación y explosión. Además de las máquinas TBM se prevé trabajar una parte del túnel con perforación convencional sea con (D & B) o también con una máquina fresadora, que se puede usar en particular en la toba. Se estima que para asegurar la estabilidad del túnel durante la perforación bastará con el uso de shotcrete y de pernos

En el primer tramo, el material a extraer, constituido por aglomerados y derrames laváticos del grupo Tacaza, tendrán un volumen total de aproximadamente 119 698 m³. Cabe mencionar que el material proveniente de la excavación con TBM será evacuado por la boca de entrada y depositado en los botaderos a ubicarse en la zona de Pusa Pusa, mientras que el material proveniente de la excavación convencional será evacuado por la quebrada de Andamayo y depositado en la misma quebrada.

En el segundo tramo llamado Trasandino, el material a excavarse, conformado por rocas del grupo Tacaza y facies Tobáceas del Volcánico Sencca, tendrán un volumen aproximado de 274 563 m³; la excavación se realizará de manera similar que en el primer tramo, es decir con TBM en la quebrada Andamayo y la extracción convencional en la quebrada del río Huaruma.

Finalmente cabe señalar que de acuerdo a los estudios realizados se ha estimado un incremento de flujo en el río Chalhuanca, en aproximadamente tres veces su caudal actual, por lo que se prevé problemas de erosión, por la presencia de depósitos de materiales aluviales y por presentar sectores de cauce semi-meándricos.

⁴ Para definir la calidad de las rocas, en particular la abrasividad y perforabilidad, se realizaron los siguientes ensayos en el laboratorio de SINTEF (Fundación para Investigaciones Científicas e Industriales, del NIF, Instituto Noruego de Ingeniería): Tres muestras de testigos de rocas de diferentes taladros fueron analizadas para determinar el “Índice de Perforabilidad”, “Drilling Rate Index” (DRI), el “Índice de Desgaste de Brocha”, “Bit Wear Index” (BWI) y el “Índice de Vida de los Útiles de Corte”, “Cutter Life Index” (CLI). Seis muestras de testigos de roca fueron analizadas con la finalidad de determinar las propiedades a la exposición al agua. Cuatro de estas muestras fueron investigadas para minerales con potencial expansivo por medio del análisis mineralógico “Difracción de Rayos X”. También se llevaron a cabo ensayos de permeabilidad, de compresión y de martillo Schmidt en los diversos taladros de perforación diamantina a lo largo del túnel de derivación.

**Cuadro N° 3.2.1-5:
Características Técnicas del Túnel de Trasvase**

Ítem	Características Técnicas	Descripción
1	Longitud	
	Túnel Pucará	7 117 m
	Túnel Trasandino	9 390 m
	Total	16 507 m
2	Cota Toma	4 163 m
3	Cota Salida	4 168 m
4	Capacidad Mínima de Descarga:30 m ³ /s	30 m ³ /s
5	Diámetro hidráulico	4,5 m

Fuente: Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura - Asociación HARZA – MISTI.

Estructuras del Túnel de Derivación:

- **Estructura de toma:** Permitirá otorgar seguridad y estabilidad a la toma en el túnel de derivación, será construida en concreto armado y contará de dos estructuras: i) portal de entrada y ii) sección de transición (Estructura que permite pasar de sección rectangular a una circular). Estará en su totalidad apoyada sobre roca y sujeta a la misma a través de anclajes.
- **Estructura de control:** Destinada a dar seguridad y estabilidad a todo el sistema de control de flujo de agua. Está conformado por un pozo de control vertical, una caseta de operación, una zona de transición y una estructura de sostenimiento para las compuertas de regulación. La estructura estará apoyada sobre roca y sujeta a la misma a través de anclajes. En algunos casos será necesario hacer inyecciones de consolidación para evitar las filtraciones de agua.
- **Estructuras de la ventana del túnel de derivación (Andamayo):** permitirá otorgar seguridad y estabilidad a la ventana del túnel en Andamayo, facilitando además los trabajos durante las excavaciones de la construcción y posteriormente en el mantenimiento del túnel. Será construida íntegramente de concreto armado y su diseño cuenta con un portal de salida y una estructura con muro dissipador para la presión de agua producida por el flujo que pasa por la tubería de descarga de la ventana. El portal de salida estará en su totalidad apoyada sobre roca y la estructura de salida sobre roca intemperizada.
- **Estructura del cruce (Andamayo):** Su fin principal es brindar seguridad y estabilidad al sistema por donde pasará el TBM y reforzar la parte del túnel poco profunda. Está conformada por lo siguiente: i) estructura de primera fase, ii) portal de sostenimiento en los extremos y iii) estructura de segunda fase. Se ha previsto colocar una tubería de acero para el revestimiento interior dado que no se cuenta con un buen recubrimiento rocoso y además dar una sección definitiva. La base de la estructura estará en su totalidad apoyada sobre roca.

- **Estructura de salida descarga (Chalhuanca):** El fin de esta estructura es dar seguridad y estabilidad al sistema de descarga del túnel de derivación, permitiendo proporcionar un flujo mínimo de agua del río Chalhuanca. Está constituido de un portal de salida, una losa de descarga, muros de contención, muro dissipador de energía y un canal. La base de la estructura estará en su totalidad apoyada sobre roca.

D. Obras Complementarias

- **Caminos de Acceso:** El proyecto contempla la construcción de dos caminos de acceso a la presa y al túnel de derivación

Acceso a la Presa: Se construirá un camino afirmado el cual se iniciará en la progresiva km 17+560 de la carretera Sibayo – Caylloma y concluye en la base de la presa. La longitud estimada es de 1 800 m y para su construcción se ha estimado una remoción de material entre cortes y rellenos de aproximadamente 600 m³.

Acceso al Túnel de Derivación: Se inicia en la carretera de acceso a la presa de Angostura, a la altura de la quebrada Viscachani y sigue una trayectoria paralela al trayecto del túnel, permitiendo el acceso a la ventana ubicada en la quebrada Andamayo y al portal de salida del túnel en la quebrada de Chalhuanca. Principalmente el camino sigue el trazo de la carretera de acceso hacia la comunidad de Tarucamarca (trazo que será mejorado) para luego atravesar terrenos nuevos. La longitud estimada del camino de acceso es de 24 441,23 metros, estando su punto más alto a 4 400 msnm, para descender hasta 4 150 msnm en la quebrada de Chalhuanca. Durante la construcción se ha estimado remover entre cortes y rellenos un volumen aproximado de 105 000 m³ de material.

- **Campamentos:** Durante la etapa de construcción del proyecto se instalarán campamentos temporales para el alojamiento de los profesionales, técnicos y obreros que se requerirán en esta etapa; asimismo para la etapa de operación se construirán instalaciones permanentes.

Campamentos temporales: Se realizarán durante la etapa de construcción de la obra, El proyecto ha estimado un total de 700 personas, que estarán vinculadas directamente a la ejecución de las obras, asimismo, el área total para la instalación de los dormitorios, comedores, postas, patios de maniobra, almacenes, entre otros, comprenderán un aproximado de 25000 m².

Cabe señalar que la asociación HARZA – MISTI, empresa encargada de desarrollar la actualización de proyecto encargado por AUTODEMA a Electrowatt Ing. Consultores no ha considerado seleccionar el lugar sede para el o los campamentos de obra, indicando lo siguiente:

“Según la concepción del proyecto, será el constructor, que de acuerdo a la tecnología que emplee para la construcción, quién decidirá con cuantos campamentos debe contar, así como la ubicación de los mismos.”

Evaluación Ambiental Complementaria de los Estudios Definitivos “Presa Angostura” y “Derivación Angostura – Colca” - Asociación HARZA – MISTI.

Sin embargo de manera general se ha propuesto como áreas de ubicación de los campamentos temporales la siguiente:

Cuadro N° 3.2.1-7
Ubicación en UTM del Campamento de Obras

NORTE	ESTE
8 320 696	217 182

Campamentos permanentes: Como parte de las obras se ha contemplado la construcción de campamentos permanentes para el alojamiento del personal encargado de la operación de las instalaciones, para ello se ha previsto construir un campamento de capacidad para 25 personas, destinándose para tal fin un área ubicada a unos 150 m al oeste de la actual ubicación del helipuerto, en la cota 2 420 msnm y unos 300 m del eje de la corona de la presa. El campamento estará ubicado en una plataforma (balcón) que dominará visualmente toda el área del embalse, contando con una superficie construida de 1100 m², estando el conjunto dividido en dos partes:

- a. Escalón Superior: Donde se ubicarán las oficinas administrativas, pabellón para vigilantes y dormitorios para el personal permanente.
- b. Escalón Inferior: Donde se ubicaran dos pabellones para visitantes, cancha deportiva, comedores, etc.

Cabe señalar, que los campamentos contarán con todos los recursos necesarios para cubrir las demandas de los trabajadores y garantizar su bienestar y comodidad, ello considerando que el centro poblado más cercano con necesidades básicas, es la ciudad de Caylloma, ubicada a aproximadamente 40 minutos por carretera.

- **Deposito de Materiales Excedentes:** El material excedente de las obras deberá ser dispuesto en lugares destinados para dichos fines. El estudio de factibilidad de la obra ha considerado que el material proveniente de la construcción de la presa, así como del túnel hasta el km 5,6 sean dispuestos en las zonas de extracción de agregados, mediante una secuencia de excavación y relleno. Asimismo el expediente técnico indica que durante la construcción se deberá especificar el sistema de depósito y relleno, el mismo que deberá ser aprobado por la supervisión y la autoridad ambiental. Los volúmenes estimados a disponer son los siguientes:

Cuadro N° 3.2.1-8
Volúmenes de Material Excedente de la Etapa de Construcción

Componente	Volumen
Presas de Angostura (Excavación):	172 500 m ³
Presas de Angostura (Residuos)	215 625 m ³
Túnel Pucará hasta el km 5,6 (Excavación)	117 600 m ³
Total de Material	505 725 m³

Fuente: Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura - Asociación HARZA - MISTI.

Para el depósito de material excedente proveniente de las progresivas km 5+600 y 11+500 y la ventana próxima al río Andamayo, se ha ubicado una zona de 40 000 m² la cual se encuentra a aproximadamente 1,0 y 1,5 km al norte del cruce del túnel del río Andamayo. Se ha estimado un volumen a depositar de 180 000 m³, el método será mediante la conformación de terrazas. Cabe indicar que durante la construcción se deberá especificar el método de depósito, el mismo que deberá ser aprobado por la supervisión y la autoridad ambiental.

- **Áreas de Explotación de Material Agregado:** Para la ejecución de las obras se requerirá de material agregado, por lo cual el expediente del proyecto ha analizado y evaluado las posibles áreas para ser utilizadas como canteras. Para las obras de concreto, principalmente de la represa, se ha previsto la extracción de material agregado de las pampas de Pusa Pusa. El volumen cubicado del material de agregados necesarios para llevar a cabo el Programa CCR alcanza un valor que bordea lo los 800 000 m³, alcanzable con relativa facilidad en un área total de 200 000 m² (0,2 km²)
- 1 900 000 toneladas que corresponde a 500 m de largo por 350 m de ancho y una profundidad decreciente de 11 m a 6 m aproximadamente. Esta zona tiene las siguientes coordenadas.

Cuadro Nº 3.2.1-9
Ubicación de Cantera

NORTE	ESTE
8 219 200	217 300

Cabe indicar que de acuerdo al expediente de formulación del proyecto, se ha estimado que el volumen de reservas reconocido en campo es 3 veces superior al evaluado, por lo tanto, se espera que se alcancen ampliamente los volumen de reservas disponibles.

Los agregados obtenidos de la cantera de la zona de Pusa – Pusa analizados para las 6 muestras se encuentran dentro del rango óptimo para la fabricación y trituración de agregados a utilizar en el concreto compactado con rodillo para los tamaños mayores de 20 mm, lo que significa que se requerirá un mínimo de trituración en los materiales gruesos a fin de cumplir con la distribución óptima. Se concluye que la cantera evaluada cumple con todos los requisitos exigidos para el Programa de CCR.

E. Recursos Humanos Necesarios:

Durante la etapa de construcción se ha estimado un requerimiento de personal total ascendente a 700 trabajadores directamente involucrados en las obras, que comprenden operarios, obreros, ingenieros, etc.

F. Cronograma de Ejecución de las Obras

El periodo total que comprenderá la construcción de las obras de la Represa Angostura y túnel de derivación, así como obras complementarias, demandará un periodo total de 46 meses, empleados de la siguiente manera

- 12 meses: Construcción de Represa Angostura y
- 46 meses: Túnel de derivación Angostura Colca 16,507 km

G. Presupuesto de Ejecución de las Obras

El nivel de Inversión proyectado para la segunda etapa del proyecto se estima en US\$ 257 610 952 dólares americanos. Por otro lado, los Costos de operación y mantenimiento ascenderían a US\$ 944 242 dólares americanos.

3.2.2 Etapa de Operación

Como se señaló en la sección 3.1 del presente capítulo, la construcción de la presa angostura se enmarca en la ejecución de la II etapa del Proyecto Especial Majes Siguan, el cual tiene por objetivo lograr el desarrollo regional mediante el manejo del recurso hídrico de las cuencas del colca (I Etapa) y del Apurímac (II Etapa), de este modo las obras proyectadas en esta etapa del proyecto entrarán en operación incorporándose al actual sistema de manejo del agua, existente en la zona, cabe señalar, la presa Condorama y la bocatoma Tuti.

De manera general, la capacidad óptima útil del embalse de Angostura ha sido determinada en 1 140 MMC, correspondiente al nivel de altitud máximo operativo (NAMO) de 4 214 m y un nivel mínimo de operación de 4 174 m. El volumen muerto correspondiente es de 151 MMC. Asimismo la presa ha sido diseñada para cumplir con una vida útil en el rango de 100 años.

Como se señaló, la operación del embalse angostura y sistemas complementarios se unirá a la infraestructura existente (Majes I Etapa), de manera que el sistema operará con caudales mensuales constantes provenientes de Condorama, que maximizan la satisfacción de la demanda de riego a largo plazo y descargas complementarias variables desde Angostura, que compensan la diferencia entre el Tunel Tuti-Pitay y otros caudales del sistema.

La optimización del sistema describe una regulación en la cual Condorama se llena entre Enero y Abril y descarga la mayor parte de su agua entre Mayo y Agosto. Cuando Condorama está vacío, Angostura toma el relevo y compensa el caudal que escurre a través de Condorama y el resto de la cuenca del Colca

Previo a la descripción de la fase de operación de las instalaciones contempladas, debemos señalar que al momento de entrar en operación la represa Angostura se deben definir lo siguientes planes operacionales de primera importancia, estos son:

- Plan de Embalse y Desembalse
- Plan de Purga de Sedimentos

A. Pozo de Control y Casa de Maniobras

Como se indicó anteriormente, el sistema de derivación de aguas de Angostura está conformado por una toma, un túnel de conducción, una cámara de compuertas (ubicada en el pozo de control) y un punto de drenaje ubicado en la zona de Andamayo.

Para evitar el ingreso de residuos y elementos no deseados en la toma, esta estará equipada con una reja de protección instalada en la boca de entrada. El túnel de conducción contará con 6 sensores de control de flujo de agua. Las cámaras de compuertas, estarán instaladas en un pozo profundo y controlarán el régimen de descarga de la derivación, mediante dos compuertas de hoja deslizante con accionamiento óleo - hidráulico de seguridad y de regulación respectivamente, controladas desde la casa de maniobras y una compuerta adicional de accionamiento manual (engranajes) como ataguía. Además, en la cámara de compuertas habrá una cisterna subterránea con su equipo de bombeo para la evacuación de los drenajes naturales del pozo.

Para el drenaje de los sedimentos que se acumulen en el trayecto del túnel; se contará con un sistema de drenaje en la zona de Andamayo, el sistema consta de una tubería de acero de 0,50 m y una válvula de compuerta mecánica. El esquema funcionará de manera que se logre la descarga de los caudales necesarios para satisfacer las demandas de irrigación del Proyecto Majes. El caudal a ser descargado a través del túnel, será encaminado al río Colca hasta la bocatoma Tuti, con el fin de completar los aportes naturales de la cuenca intermedia del Colca y descargas del embalse de Condorama.

Asimismo, se efectuarán controles de conformidad del estado de la obra y los equipos, previo al inicio de las descargas a través del túnel, de manera que se asegure la correcta alimentación eléctrica a la cámara de compuertas, así como el funcionamiento de las bombas de drenaje, del sistema de ventilación, etc. Finalmente, se verificará el control de accionamiento de compuertas según el manual del fabricante y de los rangos de apertura y cierre indicados en los instrumentos de la casa de maniobras; entonces se podrá proceder a descargar aguas a través del mismo.

Después de una interrupción total o cuando sea necesario variar el caudal requerido para la irrigación, se procederá en forma gradual, utilizando los instrumentos de control. Las actividades de control se desarrollarán de manera periódica y dependerán de las instrucciones de operación de los equipos.

Para el mantenimiento o las reparaciones de las compuertas, se utilizarán las compuertas ataguías. Si fuera necesario podrán desarmarse totalmente las compuertas e izarlas por partes hasta el nivel de la casa de maniobras mediante una grúa. Mientras que para el drenaje del túnel de derivación para inspección, se establecerá un manual de operación particular, con el fin de evitar golpes de ariete o cualquier maniobra que pueda dañar el túnel.

- **Controles y operaciones durante el funcionamiento:** Constituyen actividades periódicas y su frecuencia será programada de acuerdo a los equipos instalados dentro del pozo de control. Mínimamente se recomienda efectuar un control de la estanqueidad de las compuertas de regulación con una frecuencia mensual, ello debido a que dicha compuertas estarán sometidas a mayor desgaste especialmente

en el borde de las hojas y en las guías del marco. Para tal efecto, será necesario interrumpir la descarga por el conducto elegido para la inspección.

Los equipos auxiliares comprendidos en el pozo de control y casa de maniobras serán de fabricación standard y adicionalmente debe chequearse periódicamente el estado de conservación y funcionalidad de los mismos, de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes.

- **Operaciones extraordinarias de mantenimiento:** Constituyen todas las actividades necesarias para efectuar trabajos de mantenimiento, las cuales pueden requerir una interrupción parcial o total, así como modificaciones en las condiciones del flujo en el sistema de derivación y alteración de la normal y correcta ubicación de los equipos instalados. Dichos trabajos de mantenimiento serán cuidadosamente programados y coordinados con las operaciones de riego, debiendo ser ejecutados empleando técnicas y medios que permitan una interrupción lo más corta posible de la derivación de aguas por el túnel.

B. Descarga de Fondo de la Presa

La descarga de fondo de la presa se desarrolla mediante equipo mecánico, el cual estará constituido por una ataguía instalada en la boca de la descarga, un juego de compuertas de hoja deslizante y equipo auxiliar (grúa - puente y sistema óleo - hidráulico), estos últimos estarán ubicados a la salida de la descarga, dentro de una casa de maquinas.

- **Operación de descarga de fondo:** Esta operación se llevará a cabo de acuerdo con el programa de eliminación del sedimento del fondo de la presa, por la periódica limpieza ecológica del cauce de la descarga aguas abajo de la presa y por razones de una disminución programada del nivel de aguas de la presa. Las descargas se efectuarán de acuerdo al Cuadro 3.2.2-1 y siguiendo la siguiente tabla:

Cuadro Nº 3.2.2-1
Niveles de Descarga por Elevación y Altura Hidráulica

Elevación (msnm)	Altura Hidráulica (m)	Descarga (m³/s)
4 214 (NAMO)	76	95,17
4 174 (NAMI)	36	65,50
4 163	25	54,58

Fuente: Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura - Asociación HARZA – MISTI.

- **Controles y operaciones de mantenimiento:** Estas actividades serán periódicas y su frecuencia deberá programarse de acuerdo a los equipos instalados. Se deberá efectuar un control de frecuencia semestral de la estanqueidad de las compuertas de regulación, que serán las que estarán sometidas a mayor desgaste especialmente en el borde de las hojas y en las guías del marco. Para tal efecto, será necesario inspeccionarlas en los periodos de tiempo en que no se ejecutan descargas de fondo de la presa. En cuanto a los equipos auxiliares comprendidos en la casa de maniobras, serán de fabricación estándar y deben chequearse periódicamente el estado de

conservación y funcionalidad de los mismos, de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes.

- **Operaciones extraordinarias de mantenimiento:** Se definen así a todas las actividades llevadas a cabo para efectuar trabajos de mantenimiento, que requieren una interrupción parcial o total del funcionamiento de los equipos y/o la alteración de la normal y correcta ubicación de los equipos instalados. Tales trabajos de mantenimiento deberán ser cuidadosamente programados en el tiempo y coordinados con las operaciones de descarga de fondo rutinarias de la presa, debiendo ser ejecutados empleando técnicas y medios que permitan una interrupción del servicio lo más corta posible.

C. Descarga de Flujo Mínimo

El sistema de descarga de flujo mínimo de la presa, está conformado por una obra de toma con una ataguía o compuerta de claveta que será accionada mediante un cable eslabonado que será izado desde un winche manual ubicado en la cresta de presa, una tubería de acero y una válvula de disipación de chorro al extremo de descarga de la tubería, será del tipo manual para ser manejada desde el interior de la casa de maquinas mediante una volante.

- **Operación normal de la descarga de flujo mínimo:** Tomando en cuenta que la tubería de descarga de flujo mínimo se encontrase fuera de servicio, es decir vacía, se deberá verificar que la válvula de disipación de chorro esté completamente cerrada y manualmente levantar la válvula de llenado de la ataguía de la toma de este conducto, para efectuar el llenado del mismo. Estando lleno de agua el conducto, se procede a levantar la ataguía, mediante el winche manual, hasta que la tapa esté completamente abierta, con la toma ya abierta totalmente, se procederá a abrir la válvula de disipación de chorro, valiéndose del gráfico de control de caudal de descarga vs. altura hidráulica. La descarga por este conducto deberá ser constante y en un valor de $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$, por lo tanto, periódicamente se deberá corregir la apertura de la válvula según la altura hidráulica del momento en la presa.
- **Operaciones extraordinarias de mantenimiento:** En caso de tener que efectuar algún trabajo de mantenimiento que implique la paralización de la descarga por el conducto de flujo mínimo, será necesario cerrar inicialmente la válvula de disipación de chorro, para detener la descarga de flujo mínimo, seguidamente se procederá a descender totalmente la ataguía, usando el winche manual ubicado en la cresta de presa. Habiéndose cerrado la boca de la toma del conducto, se procederá a abrir en forma parcial la válvula de disipación de chorro, y luego al 100% de la carrera del obturador, hasta que descargue la totalidad del agua contenida en el conducto. En estas condiciones se podrán iniciar las labores de mantenimiento de la válvula, la tubería o algún accesorio perteneciente a este sistema

D. Instrumentación y Monitoreo

A continuación se detallan los equipos de instrumentación y monitoreo que serán necesarios para el control y seguimiento de las operaciones del embalse y presa de Angostura:

Cuadro Nº 3.2.2-2
Equipos de Instrumentación y Monitoreo

Categoría	Equipo	Descripción
Monitoreo de Embalse	Indicador Digital	Mide el nivel del agua con dos salidas de alarma para niveles bajo y alto
Monitoreo de Toma	Medidor de caudal	Mide el caudal y cuenta con un sensor con tres salidas, ubicado aguas arriba del pozo.
Control y Monitoreo de Compuertas Hidráulicas en la Toma	Indicadores digitales	Indicador digital de posición de compuertas e indicador digital de diferencias de presión
Control y Monitoreo de Compuertas Hidráulicas de fondo	Indicador digital	Indicador digital de posición de compuertas
Comunicación con AUTODEMA	Estación de radio, teléfono directo con facsímil	Permitirán asegurar las comunicaciones permanentes con la central de AUTODEMA en Arequipa

Fuente: Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura - Asociación HARZA – MISTI.

E. Recursos Humanos Necesarios:

Durante la etapa de operación y mantenimiento de los sistemas se ha estimado el siguiente requerimiento de personal:

Cuadro Nº 3.2.2-3
Recursos Humanos

Área	Recursos Humanos
Gerencia y Administración	04 Trabajadores
Sector Condorama	07 Trabajadores
Sector Angostura	10 Trabajadores

Fuente: Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura - Asociación HARZA – MISTI.

ANEXO 6.1

DETERMINACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO

INFORME DEL ESTUDIO DE CAUDAL MÍNIMO ECOLÓGICO

REV. A

Tabla de Contenido

1. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO
 - 2.1 Metodologías Existentes
 - 2.1.1 Enfoque Empírico o Proporcional
 - 2.1.2 Enfoque Semiempírico o Heurístico
 - 2.1.3 Enfoque Integral u Holístico
 - 2.2 Revisión de la Información Existente
3. CARACTERIZACIÓN DEL HIDROLÓGICA DEL SITIO DE APROVECHAMIENTO
 - 3.1 Régimen del río: Caudal, velocidad, variaciones estacionales y anuales.
4. DETERMINACION DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL HÁBITAT
 - 4.1 Análisis de la Cuenca Hidrográfica
 - 4.1.1 Río Apurímac
 - 4.1.2 Río Colca
 - 4.2 Determinación de las Condiciones Hidráulicas
 - 4.2.1 Resultados
 - 4.3 Caracterización Biológica
 - 4.3.1 Zonificación Ecológica
 - 4.3.2 Características Hidrológicas
 - 4.3.3 Trabajos de Campo y Gabinete
 - 4.3.4 Resultados
5. SELECCIÓN DE LA ESPECIE REPRESENTATIVA PARA LA ESTIMACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO
 - 5.1 Criterios de Selección de las Especies Representativas
 - 5.2 Especies y Grupo Taxonómico Identificados en el Tramo en Estudio
 - 5.3 Valores de Representatividad de la Especie Seleccionada
 - 5.3.1 Representatividad de la Especie desde el punto de vista Biológico
 - 5.3.2 Representatividad de la Especie desde el punto de vista Social
6. DETERMINACIÓN A NIVEL PRELIMINAR DEL CAUDAL ECOLÓGICO
 - 6.1 Objetivos

- 6.2 Delimitación de Tramo Crítico para la Aplicación del Caudal Ecológico
- 6.3 Estimación de la Celda Representativa en Función de un Índice Biológico
 - 6.3.1 Metodología y Modelo (Rhabsim)
 - 6.3.2 Parámetros y Escenarios de Simulación
- 6.4 Desarrollo y Aplicación del Modelo Rhabsim
 - 6.4.1 Información Hidráulica
 - 6.4.2 Información Hidrobiológica - Curvas de Preferencia de Hábitat
 - 6.4.3 Aplicación del Modelamiento
 - 6.4.4 Salidas del Programa Rhabsim
 - 6.4.5 Resultados de la Información de las Corridas del Rhabsim

- 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
 - 7.1.1 Conclusiones
 - 7.1.2 Recomendaciones

DETERMINACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO

INFORME DEL ESTUDIO DE CAUDAL MÍNIMO ECOLÓGICO

Rev. A

1. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

En el presente informe se detalla las actividades y evaluaciones desarrolladas por CESEL S.A, con respecto al Estudio de Determinación de Caudal Ecológico para la Represa Angostura en el río Apurímac.

Asimismo se consignan los resultados de los trabajos de campo consistentes en la toma de datos de caudales, registro de variables hidrobiológicas y de calidad de agua, así como los trabajos en gabinete con fines de cuantificación los mismos que fueron efectuados en concordancia con la programación establecida, la cual está basada en los informes de avance.

El caudal ecológico es un concepto y a la vez una exigencia, para el desarrollo de actividades extractivas, de producción, transformación y servicios, que tienen relación con los recursos hídricos, con la finalidad de contribuir a la protección y conservación ambiental y consecuentemente a la sostenibilidad de las actividades.

El caudal ecológico es el caudal mínimo que se requiere para conservar la biodiversidad y los servicios ecológicos de los ríos, el cual debe permitir a los organismos desarrollarse y mantener su población en un buen estado. Cabe señalar que según la Ley de Recursos Hídricos implica que el orden de prioridad de uso es primariamente para uso Primario, luego le siguen el uso Poblacional y uso Productivo.

El presente informe muestra el resultado del monitoreo y la evaluación respectiva, con una información preliminar el cual ha permitido determinar el caudal ecológico por reservarse en la época de estiaje en la zona de interés. En tal sentido de los resultados de la aplicación del modelo Rhabsim para la determinación de los parámetros hidráulicos y las evaluaciones de las especies hidrobiológicas presentes en el río Apurímac se ha establecido el caudal mínimo que debe circular como también qué característica ha de tener el régimen del mismo para la subsistencia del hábitat desde un enfoque holístico.

Mediante el método holístico se ha estimado los requerimientos de caudales para usos actuales y futuros, el cual consiste en integrar una serie de caudales con fines agrícolas y de otros usos así como para el sostenimiento del hábitat acuático.

Cabe señalar que los requerimientos del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac se encuentran garantizados para cualquier escenario de evaluación.

En resumen podemos indicar que el presente estudio ha sido desarrollado mediante un enfoque holístico en base a los requerimientos de caudal de usos actuales y futuros, así como los requerimientos para el sostenimiento mínimo del hábitat acuático y para el sostenimiento de la especie representativa de importancia social, todo ello complementado con un modelo de simulación hidráulica mediante la aplicación del programa Rhabsim.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO

2.1 Metodologías Existentes

En los últimos años se han venido desarrollando enfoques que permiten determinar un caudal ecológico que garantice la conservación del ecosistema fluvial, los enfoques que se encuentran son:

2.1.1 Enfoque Empírico o Proporcional

Es un método empírico, pero tiene en consideración varios parámetros morfológicos del cauce y la biota, este método consiste en analizar una serie de secciones o transectos con distintas anchuras y regímenes de corriente (distintas velocidades). Se establecen distintas hipótesis de reducción del caudal y utilizando unas tablas empíricas y se obtienen las nuevas condiciones de velocidad, profundidad, anchura, etc. Como caudal mínimo se toma aquel que permite un reparto adecuado entre las distintas zonas de remansos y de rápidos.

El caudal mínimo a obtener está íntimamente correlacionado con la especie piscícola en cuestión. Según las experiencias de este autor, el caudal mínimo suele ser un 30% del caudal de estiaje y del 7 al 9% del caudal medio anual, según se trate de un periodo normal o deficitario respectivamente. Hay que tener en cuenta, que está desarrollado para los ríos franceses en los que existe una marcada componente, que hace que el estiaje no sea tan marcado, con un coeficiente de irregularidad muchísimo menor que el de la mayoría de nuestros ríos, teniendo en cuenta los efectos de un estiaje permanente en los cauces, no es necesario comentar los efectos que supondría la aplicación de un 30% de ese caudal, ya de por sí limitante.

2.1.2 Enfoque Semiempírico o Heurístico

Este enfoque metodológico es también conocido como enfoque heurístico (García de Jalón 2003). Considera los requerimientos de componentes biológicos específicos del ecosistema, por lo que su aplicabilidad y utilización es menor que los métodos derivados del enfoque empírico. Entre los métodos semi-empíricos destaca la metodología incremental de caudales sustentables (en inglés, Instream Flow Incremental Methodology, IFIM).

El método IFIM está basado en las relaciones cuantitativas entre los caudales circulantes y los parámetros físicos e hidráulicos que determinan el hábitat biológico de los componentes de interés. El método IFIM fue desarrollado en 1982 por el US Fish and Wildlife Service, según mandato de la National Environmental Policy Act, para un manejo integral de los ríos estadounidenses. Se diseñó específicamente para orientar las negociaciones y la toma de decisiones con respecto al manejo del recurso hídrico en su relación con la potencialidad piscícola del sistema acuático. El método IFIM es utilizado por diversos países.

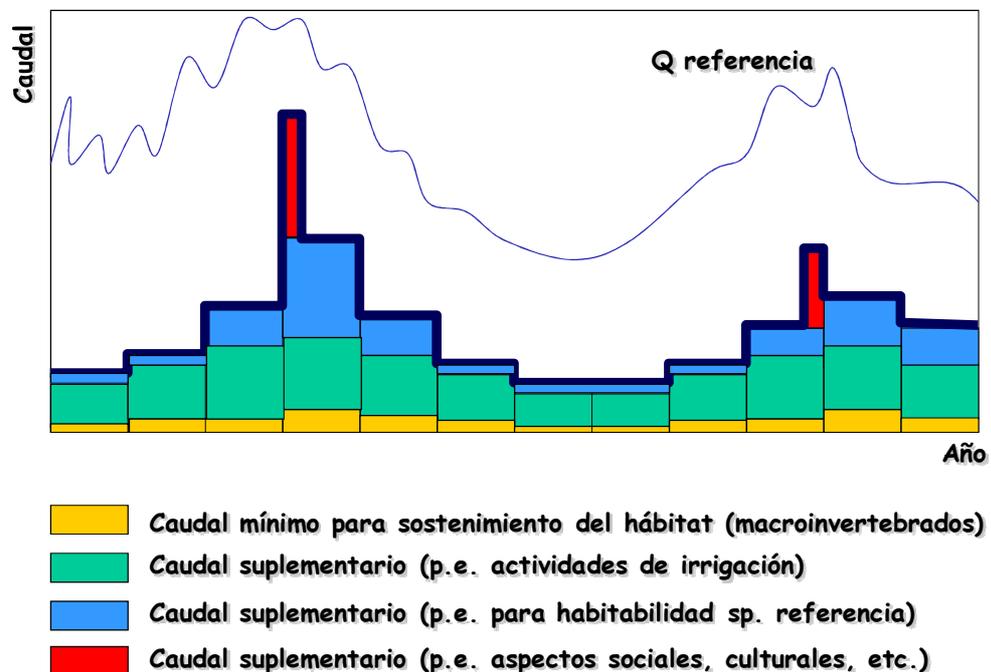
2.1.3 Enfoque Integral u Holístico

Las metodologías holísticas son en realidad marcos que incorporan modelos de simulación hidrológica, hidráulica y de hábitat. Son las únicas metodologías que explícitamente adoptan un enfoque holístico basado en los ecosistemas para la determinación de caudales ambientales.

La Metodología Incremental para la Asignación de Caudales (IFIM), desarrollada en los Estados Unidos, es la metodología holística más común y mejor documentada, en tanto que la Metodología de Respuesta Aguas Abajo a la Transformación Impuesta de Caudales, es uno de los métodos más nuevos, promisorios e innovadores en términos interactivas.

El principio del método holístico es similar al de los métodos hidrológicos secuenciales (basado en el paradigma de los caudales naturales y la integridad de los ecosistemas acuáticos), pero más que un método, es un procedimiento con el que el caudal de mantenimiento se deduce buscando una solución consensuada o a partir de un análisis independiente de la magnitud y distribución de caudal que se necesita en los componentes del ecosistema fluvial objetivo, sean aspectos abióticos, ecológicos, perceptuales, socioeconómicos o todos en conjunto. Sigue un modelo participativo de consenso, basado en un panel de expertos, por lo que es de aplicación local

Gráfico N° 2.1.3-1
Estructura del Método Holístico

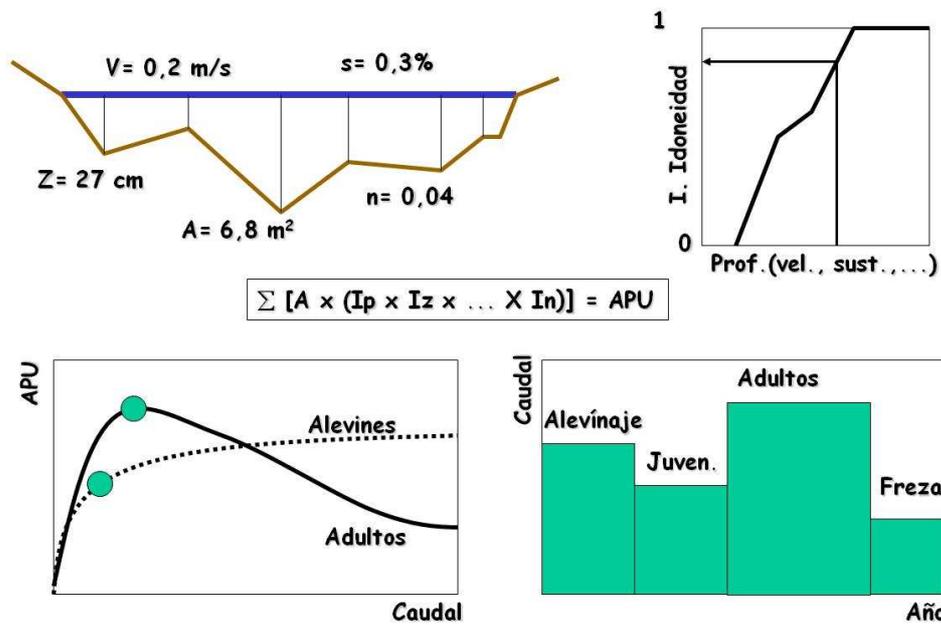


Caudal de mantenimiento como régimen de caudales regulados

2.1.4 Enfoque Hidrobiológico

El caudal se deduce a partir de una cuantificación previa del hábitat físico de una especie de referencia (normalmente peces) y del análisis de su relación con el caudal mediante simulación hidráulica.

**Gráfico N° 2.1.4-1
 Los Métodos Hidrobiológicos**



Caudal de mantenimiento adaptado al ciclo biológico de la especie de referencia

APU: área potencialmente útil

2.2 Revisión de la Información Existente

A. Proyecto de Irrigación del Cañón de Apurímac

En el estudio del Proyecto de Irrigación de Cañón Apurímac (Plan Meriss), se determina lo siguiente:

"El cuadro siguiente muestra la demanda de agua total del proyecto, resultando un caudal de 2,50 m³/s como la mayor demanda para el mes de noviembre.

Al comparar la disponibilidad hídrica con la respectiva demanda, se deduce que existe un caudal remanente de 160 l/s para el mes de menor oferta (agosto), que se dispone en la fuente a un nivel de persistencia del 75% de acuerdo a la distribución normal estándar, lo

“Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo”
Autoridad Nacional del Agua “ANA”

que se constituye **caudal ecológico** disponible para los otros usos de los pobladores aguas arriba y abajo de la captación.”

Cuadro N° 2.2-1

SISTEMA	TOTAL DEMANDA DE AGUA DEL PROYECTO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
RIEGO POR GRAVEDAD (2850 ha)													
Area Cultivada Mensual (ha)	2850,00	2850,00	2850,00	2850,00	2109,00	2109,00	2109,00	2109,00	2109,00	2337,00	2850,00	2850,00	
Requerimiento neto (mm, sobre el area cultivada)	0,00	0,00	0,00	27,71	65,71	57,35	60,70	67,94	77,09	65,88	58,76	8,62	
Requerimiento volumetrico de agua (m3/ha)	0,00	0,00	0,00	277,08	657,05	573,47	607,01	679,42	770,93	658,83	587,57	86,22	
Modulo de riego (l/s/ha)	0,00	0,00	0,00	0,38	0,86	0,76	0,80	0,89	1,04	0,86	0,80	0,11	
Caudal demandado (l/s)	0,00	0,00	0,00	1069,10	1815,51	1637,38	1677,24	1877,32	2201,16	2017,24	2267,06	321,94	
Caudal demandado (m³/s)	0,00	0,00	0,00	1,07	1,82	1,64	1,68	1,88	2,20	2,02	2,27	0,32	
RIEGO POR ASPERSION (150 ha)													
Area Cultivada Mensual (ha)	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	
Requerimiento neto (mm, sobre el area cultivada)	0,00	0,00	14,99	51,75	79,06	69,00	73,04	81,75	92,62	816,91	75,08	38,55	
Requerimiento volumetrico de agua (m3/ha)	0,00	0,00	149,95	517,53	790,60	690,03	730,39	817,52	927,17	8169,14	750,85	385,48	
Modulo de riego (l/s/ha)	0,00	0,00	0,16	0,58	0,86	0,76	0,80	0,89	1,05	0,89	0,85	0,42	
Caudal demandado (l/s)	0,00	0,00	24,55	87,57	129,46	116,76	119,60	133,87	156,96	133,77	127,05	63,12	
Caudal demandado (m3/s)	0,00	0,00	0,02	0,09	0,13	0,12	0,12	0,13	0,16	0,13	0,13	0,06	
TOTAL PROYECTO (3000 ha)													
Area Cultivada Mensual (ha)	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	2259,00	2259,00	2259,00	2259,00	2259,00	2487,00	3000,00	3000,00	
Requerimiento neto (mm, sobre el area cultivada)	0,00	0,00	14,99	79,46	144,77	126,35	133,74	149,69	1004,71	882,80	133,84	47,17	
Requerimiento volumetrico de agua (m3/ha)	0,00	0,00	149,95	794,61	1447,65	1263,50	1337,40	1496,94	10047,10	8827,98	1338,41	471,70	
Modulo de riego (l/s/ha)	0,00	0,00	0,16	0,96	1,72	1,55	1,59	1,78	2,09	1,75	1,64	0,53	
Caudal demandado (l/s)	0,00	0,00	24,55	1156,67	1944,97	1754,14	1796,85	2011,19	2358,12	2151,01	2394,12	385,06	
Caudal demandado (m3/s)	0,00	0,00	0,02	1,16	1,94	1,75	1,80	2,01	2,36	2,15	2,39	0,39	
DEMANDA AGRICOLA (m³/s)	0,00	0,00	0,02	1,16	1,94	1,75	1,80	2,01	2,36	2,15	2,39	0,39	
DEMANDA PECUARIA (m³/s)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
DEMANDA CONSUMO HUMANO (m³/s)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
TOTAL DEMANDA DE AGUA DEL PROYECTO (m³/s)	0,11	0,11	0,13	1,27	2,06	1,86	1,91	2,12	2,47	2,26	2,50	0,50	

Fuente: Proyecto de Irrigación de Cañón Apurímac

B. “Estimación del Requerimiento Medioambiental en la Cuenca Alta del Río Apurímac”. Octubre 2009. Gobierno Regional Cusco. Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA).

Estudio cuyo objetivo es dar a conocer el requerimiento medioambiental de los ecosistemas circundantes en la Cuenca Alta del Río Apurímac ideales para preservar y mantener el ecosistema y la flora y fauna acuática presente.

La Trucha (*Oncorhynchus mykiss*) es la especie mayormente hallada en el lecho fluvial, utilizada como alimento por los pobladores de la zona, por lo que se requiere el mantenimiento de las poblaciones de esta especie en la Cuenca Alta del Río Apurímac.

La construcción de Obras Hidráulicas conlleva a la regulación artificial de los caudales, esto que afecta a la fauna acuática existente, en consecuencia se debe cuantificar los caudales circulantes mínimos capaces de mantener los ecosistemas de los tramos de río regulados.

Existe una bibliografía abundante sobre la fijación de caudales ecológicos, con diferentes criterios de base. El criterio más coherente es el que liga las exigencias de hábitat que tienen las especies fluviales con las variaciones de las características de éste en función de los caudales circulantes.

El Río Apurímac se caracteriza por presentar especies de Trucha de aproximadamente 25 cm de largo. Se sabe que estas especies requieren las siguientes preferencias, para el

mantenimiento de las especies de trucha adulta se requieren los siguientes parámetros (Hoffman, et al, 2002)

Cuadro N° 2.2-2

	RANGO	PROMEDIO
Profundidad (metros)	0.762-3.166	1.58
Velocidad media (m/s)	0.12-5.20	0.03- 1.58

El caudal que satisface los parámetros mínimos para el mantenimiento de la trucha es:

Q= Velocidad x ancho x profundidad

Q= 0.12 x 22 m x 0.76 m

Q= 2.003 m³/s

C. “Actualización del Estudio de Impacto Ambiental de la Represa Angostura y la Gestión Ambiental”. Arequipa – Perú 2005. Ecsa Ingenieros. Autodema

Para realizar la determinación del caudal ecológico que se requiere para preservar la vida acuática y un normal mantenimiento del cauce del río, se ha realizado un estudio de los regímenes de caudales naturales, debido a que las comunidades fluviales han evolucionado sometidos a determinados tipos de caudales, y sus ciclos biológicos y requerimientos ecológicos están adaptados a las variaciones estacionales propias de dicho régimen.

El método utilizado es de aproximación, que se basa en el criterio de Regímenes de Caudales Históricos, el cual es muy usado por las autoridades gestoras de las aguas debido a su sencillez y en base a estos se determina el caudal ecológico como el 10% del promedio de las aportaciones naturales (o caudal medio anual) de la cuenca, para lo cual es necesario tener un registro que considere un margen de años considerables.

En el caso del río Apurímac, se tiene el registro de caudales medios mensuales y anuales, desde 1951 hasta 1998, del cual se ha determinado el promedio de los caudales medios mensuales, obteniéndose como caudal promedio el valor de 11.42 m³/s.

Por lo tanto, el valor que se obtiene es de:

Q ecológico = 10% x 11.42 m³/s

Q ecológico = 1.14 m³/s

Este caudal será el mínimo que debe discurrir por el río Apurímac, y debe asegurar:

- * El mantenimiento de dicho caudal permitirá cubrir las necesidades para el sostenimiento de la vida acuática, de la vegetación ribereña y de la fauna en general, es decir el mantenimiento de los ecosistemas fluviales actuales.

- * El saneamiento natural del cauce, capacidad de conducción de sólidos, recarga de acuíferos, así como, el mantenimiento de las características estéticas y paisajísticas del medio.

3. CARACTERIZACIÓN DEL HIDROLÓGICA DEL SITIO DE APROVECHAMIENTO

3.1 Régimen del río: Caudal, velocidad, variaciones estacionales y anuales.

Las investigaciones hidrológicas realizadas sobre las cuencas de los ríos Apurímac y Colca, se resumen en la determinación de caudales mensuales promedio en el eje de la proyectada Represa La Angostura en el río Apurímac y en la cuenca del río Colca en el punto de entrada al embalse Condoroma y en la punto de la bocatoma Tutti.

Si bien es cierto que, la estación Condoroma no se encuentra dentro del área de influencia de la Represa Angostura, se presenta dicha información ya que ella permite naturalizar los caudales que transcurren por el río Colca que luego se van a unir con el caudal de la quebrada Chalhuanca que a su vez recibe los flujos del túnel trasandino Angostura.

A continuación se presenta la información completada y extendida de caudales medio mensuales en dichas estaciones y que han sido utilizados como base para determinar la oferta hídrica para la Etapa II del Proyecto Majes-Siguas. Debe señalarse que el estudio de LAHMEYER utilizó el registro de 1965-2006, mientras que en el Estudio de Factibilidad definitivo AUTODEMA usa una serie con un registro de 1964-1998.

En el caso de Condoroma, se debería señalar que el aporte definido por la serie generada representa actualmente el caudal natural que proviene de la cuenca del Alto Colca - menos el caudal derivado por el sistema Pañe-Sumbay, durante el periodo de operación desde 1965.

Del Estudio de Impacto Ambiental,(Cesel 2010) Capítulo 4 Línea de Base Ambiental, cuadros N°s 4.2.4-7, 4.2.4-8 y 4.2.4-9, se observa que el caudal promedio anual en la cuenca de la estación angostura es de 11,16 m³/s , en la estación Condoroma el caudal medio anual es de 11,34 m³/s y en estación Bocatoma Tutti el caudal medio anual es de 19,27 m³/s; lo que nos conlleva a decir que la cuenca del río Apurímac tiene menos escorrentía que la cuenca del Río Colca y que la cuenca intermedia hasta la estación Tutti tiene un aporte importante.

De los datos recolectados en la visita de campo, se tiene que el caudal en el río Apurímac se incrementó solamente en 1 m³/s entre Angostura y aguas abajo de la confluencia con el río Salado. Los caudales aforados fueron de 4 m³/s y 5 m³/s respectivamente. Dado que los caudales aforados en todos los tributarios que presentaron caudal en el tramo dieron un total aproximado de 2.0 m³/s y considerando una recarga sub-superficial sobre el cauce del río Apurímac de entre 0,5 y 1,0 m³/s, se tiene que el aprovechamiento hídrico sobre el río Apurímac está en el rango de entre 1,5 a 2,0 m³/s, para el tramo en estudio al momento de la visita de campo (diciembre 2009).

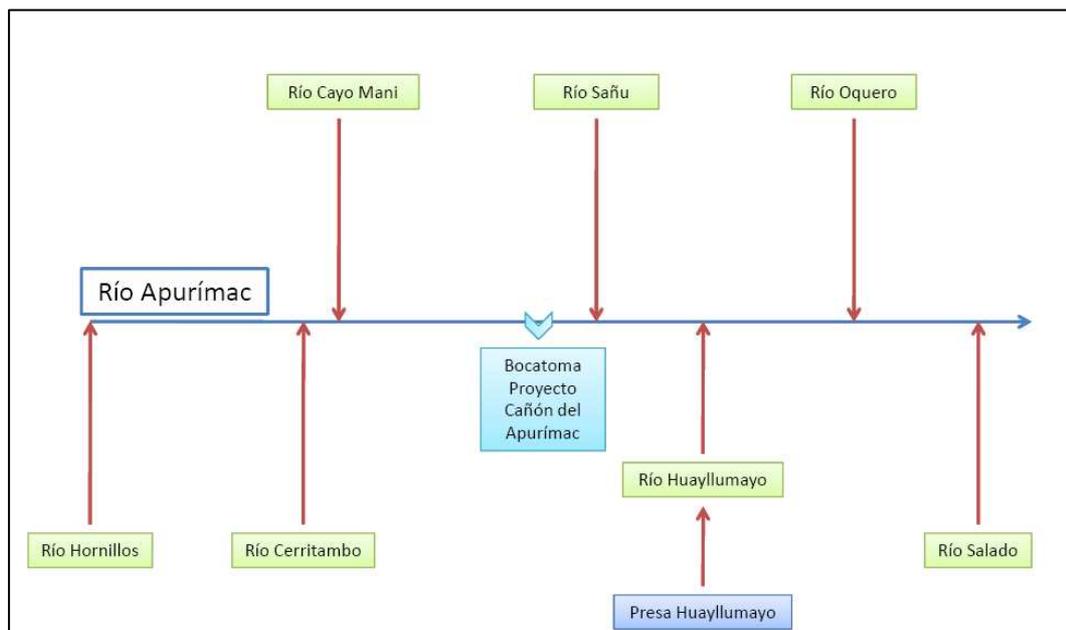
4. DETERMINACION DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL HÁBITAT

Para el establecimiento de los puntos de evaluación se procedió a elegir conjuntamente con la evaluación hidráulica, áreas de mayor relevancia, teniendo en cuenta criterios que van desde los trabajos de campo como, facilidad para la toma de datos, extracciones de muestras, transporte y análisis que conllevan a resultados confiables. A continuación se realiza una descripción de las principales características del tramo en estudio.

4.1 Análisis de la Cuenca Hidrográfica

Luego de la delimitación de las áreas de influencia directa e indirecta, se tiene que las cuencas hidrográficas comprometidas son las cuencas del río Apurímac y del río Colca. En la Figura N° 4.2.4-1 se muestra un diagrama topológico de la cuenca del río Apurímac en el tramo en estudio con sus afluentes importantes.

Figura N° 4.1-1
Diagrama Topológico Cuenca del río Apurímac hasta la confluencia con el río Salado



4.1.1 Río Apurímac

El río Apurímac forma parte de los cursos superiores del río Ucayali, que en la región de Iquitos se une con el río Marañón para formar el río Amazonas.

El río Apurímac nace a 5 000 msnm en la Región Arequipa en el lugar que el río Acushanta se convierte en el río Calchumayo ingresando a la laguna Huarhuaco del mismo modo que los ríos Challpo, Huancari, Talla y otras quebradas menores. Después de recorrer 2.5 kilómetros el río Calchumayo se une con el río Santiago tomando el nombre de Apurímac. Después de la confluencia, el río se dirige hacia el Oeste y después

al Noreste, hasta llegar al sitio propuesto para la construcción de la Represa Angostura, donde se junta con el río Hornillos. El río Hornillos nace a una altitud de 5 100 msnm, en el nevado Mismi, recorriendo una distancia de aproximadamente 26 kilómetros en dirección Norte, desviándose después hacia el Este; para recorrer seguidamente 12 kilómetros antes de unirse con el río Apurímac.

En la confluencia de ambos ríos el área drenada es de 1 290 km², y aproximadamente a 600 metros aguas abajo de ese punto se proyecta construir la Represa Angostura en una zona encañonada de aproximadamente 200 metros de altura y a 4150 msnm. A continuación se muestra un cuadro N° 4.1.1-1 comparativo de las cuencas de los ríos Apurímac y Hornillos hasta el punto de la confluencia de ambos.

Cuadro N° 4.1.1-1
Parámetros Geomorfológicos ríos Apurímac y Hornillos.

Descripción	Río Hornillos	Río Apurímac
Superficie de Drenaje, Km ²	623,0	667,0
Longitud del Cauce, Km.	65,6	53,5
Total de Vertientes, m/Km	8,7	15,3
Diferencia de elevaciones aguas arriba y aguas abajo (m)	570,0	820,0

Fuente: Estudio y Proyecto Definitivo de la Represa de Angostura y Derivación Angostura – Colca – Tomo II B Hidrología y Sedimentación. HARZA – MISTI. 1999



Foto 4.1.1-1: Confluencia de los ríos Hornillos y Apurímac. Sobre la izquierda se observa parte de la pampa Pusa Pusa, perteneciente a la cuenca del río Hornillos.

Por su cercanía a la pendiente Este de los Andes, la cuenca del río Apurímac, recibe considerables precipitaciones que están en el orden de 800 mm anuales en promedio para la cuenca definida en el eje del dique propuesto. La distribución de las precipitaciones; que en gran porcentaje se presentan en forma de lluvia; tiene cierta distribución uniforme; es decir; aunque conserva su clara predominancia en los meses húmedos, éstos tienen por lo general mayor duración. Es por éste motivo que se ha observado que el caudal promedio histórico; obtenido de registros de hasta 55 años; y que tiene un valor del orden de los 11 m³/s tiene relativamente baja desviación con los valores promedios en temporadas húmedas y secas que están en el orden de 25 m³/s y 4 m³/s respectivamente.

El valor de caudal promedio de 11 m³/s para un área de 1290 km² nos muestra un rendimiento de cuenca promedio de 8,5 l/s/km², un valor relativamente bajo comparado con cuencas similares. Esto probablemente se explica por el hecho que se presentan condiciones favorables para la evapotranspiración, como es el relieve suave de la cuenca. El coeficiente de escorrentía, obtenido del caudal anual promedio y la escorrentía directa anual promedio, para la cuenca del río Apurímac hasta el eje del dique Angostura es de 0,35.

La cuenca del río Apurímac entre el eje de la Represa Angostura y el río Salado tiene un área de 2 548,51 km² y 94 microcuencas y en total, un área de 3 897,07 km², información obtenida del Estudio de Balance Hídrico de Agua y Agro Asesores Asociados S.A.C. El Cuadro N° 4.1.1-2 muestra un resumen de las áreas de microcuencas que conforman la cuenca del río Apurímac hasta la zona denominada Pongo Pichigua. Cabe resaltar que esta zona incluye la cuenca hasta el río Salado más la cuenca del río Taca que llega al río Apurímac aguas abajo del río Salado.

Se ha determinado que los tributarios del río Apurímac en el tramo estudiado y que presentan de régimen permanente son 7 ríos. Adicionalmente 15 quebradas, presentaron caudales; los cuales se muestran en el Cuadro N° 4. 1.1-2.

Cuadro N° 4.1.1-2
Resumen de áreas cuenca del río Apurímac

MICROCUENCAS		AREA POR UBICACIÓN (km ²)		AREA
		AREQUIPA	CUSCO	TOTAL (Km ²)
TOTAL	96	1891,33	2190,69	4082,02
APURÍMAC - HORNILLOS	1	1348,56	-	1348,56
SUBTOTAL	95	542,77	2190,69	2733,46
M, DERECHA	41	176,39	376,43	552,82
M, IZQUIERDA	54	366,38	1814,26	2180,64

Fuente: Estudio de Confrontación de Oferta y Demanda de la Cuenca del río Apurímac al río Salado, Agua y Agro Asociados S.A.C.



Foto 4.1.1-2: Río Apurímac. Altitud 4000 msnm. Se puede observar que en esta zona el río tiene pendiente baja y el suelo poco potencial de ser erosionado.

4.1.2 Río Colca

La cuenca del río Colca pertenece a la cuenca hidrográfica del Pacífico y ocupa un área de 17 220 km², con 364 km de longitud del curso principal con una pendiente media de 1,3%.

El río Colca nace sobre los 4800 msnm aproximadamente a 100 km al Este del Lago Titicaca, en un altiplano cubierto por bofedales y lagunas. La parte superior de la cuenca está formada en su mayoría por lomas bajas y amplios valles con numerosos bofedales y lagunas. En los primeros 150 km de su curso su dirección principal es hacia el Noroeste y la pendiente alcanza solamente 0,5% en promedio. Esta parte de la cuenca llega hasta el pueblo de Tuti, donde se encuentra la bocatoma del mismo nombre para el Proyecto Majes. La cuenca abarca hasta allí aproximadamente 4100 km² con una descarga media de 38 m³/s, lo que determina un rendimiento de 9,4 l/s/ mm² en promedio.

La vegetación de la zona alta del río Colca está constituida principalmente por pastos naturales y carece de bosques; es utilizada en forma extensiva como pasto natural para llamas y alpacas. Se ha determinado que la zona está cubierta en su gran mayoría por estos pastos, la erosión del suelo es baja, lo que se refleja en la baja concentración del material transportado en suspensión.



Foto 4.1.2-1: Río Colca. Se observa sobre la derecha la confluencia con el río Chalhuanca, donde descarga el proyectado túnel trasandino Apurímac-Colca.

4.2 Determinación de las Condiciones Hidráulicas

Las características morfométricas de las secciones del río Apurímac donde se han ejecutado las mediciones de caudal se detallan a continuación:

Cuadro N° 4.2-1
Características Morfométricas Secciones de Aforo río Apurímac

CODIGO	V (m/s)	Y (m.)
HI1C	0,64	0,27
HI1C	0,58	0,27
HI13A	0,70	0,32
HI-1A	0,59	0,31
HI-1B	0,65	0,28
HI-1E	0,73	0,31
HI-6A	0,30	0,38
HI-12A	0,59	0,26
HI-10A	0,54	0,35
HI-8C	0,50	0,29
HI-4A	0,53	0,38
HI-1F	0,49	0,37

4.2.1 Resultados

De la evaluación realizada para en la Campaña se concluye:

Los caudales en la Campaña entre HI-01A y HI-13A son los siguientes:

Cuadro N° 4.2.1-1
Caudales Secciones de Aforo río Apurímac

Estación	Caudal m³/s
	Diciembre 2009
HI-01A	4,31
HI-01B	3,72
HI-01C	4,63
HI-01C	4,08
HI-01E	3,63
HI-01F	4,16
HI-01H	2,20
HI-04A	4,09
HI-06A	3,48
HI-08C	4,39
HI-10A	4,27
HI-12A	4,63
HI-13A	3,87

4.3 Caracterización Biológica

4.3.1 Zonificación Ecológica

Los ríos altoandinos, presentan dos zonas ecológicas características denominadas como rítrón y potamón. El la cuenca alta el río Apurímac pose tiene características de río de tipo rítrón la cual se caracteriza por:

- Alta pendiente
- Altas velocidades de corriente
- Sustratos de bolones
- Temperaturas bajas y estables
- Alta concentración de O₂
- Biota típica

Todo ello, va a originar una variada y rica flora y fauna silvestre al favorecer la ocurrencia de especies tanto de la Puna (zona alta de la cuenca) como de Valle Interandino (zona media y baja de la cuenca).

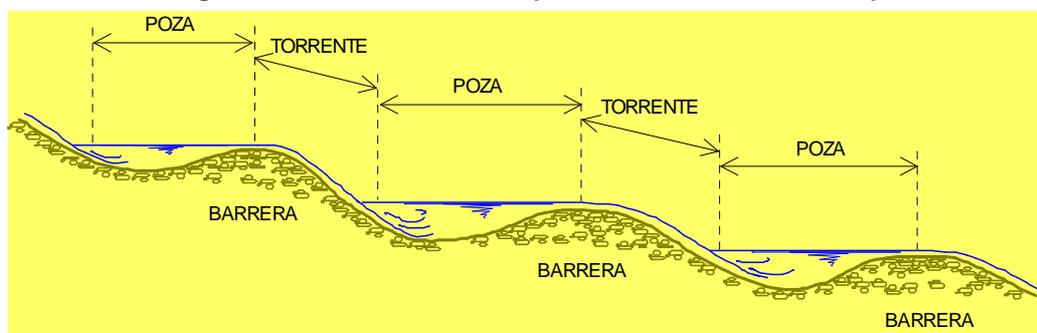
4.3.2 Características Hidrológicas

A. Gradiente Fluvial

En relación al gradiente fluvial el río Apurímac presenta una disminución en su gradiente aguas abajo, lo que permite una variación en el ancho, profundidad y velocidad de la corriente.

Esta gradiente permite que a menudo se observe una alternancia entre áreas poco profundas con una elevada velocidad de la corriente y sustratos gruesos (rápidos o riffles), y aguas profundas de baja velocidad de la corriente y sustratos finos (remansos o pools)

Figura N° 4.3.2-1
Perfil Longitudinal de una sección típica de la cuenca del río Apurímac



Generalmente, esta alternancia de rápidos y pozones permite la generación de variados hábitats, estando presente en ellos especies características de aguas turbulentas y de aguas de remanso respectivamente. El sustrato característico de los rápidos esta dado por bolones y cantos rodados, mientras que el sustrato en los pozones esta dado por partículas finas como arenas y gravas.

B. Velocidad de la Corriente y Morfología Fluvial

La velocidad de la corriente moldea el carácter y la estructura de un río.

Esta velocidad se ve afectada, por un lado, por la forma, la pendiente, la anchura, la profundidad y la rugosidad del lecho y, por otro, por la intensidad de las precipitaciones y para el caso de la cuenca del río Apurímac se tiene además el ritmo de aporte del acuífero.

La velocidad de la corriente (m/s) varía de acuerdo a:

- Sección del río
- Sinuosidad y
- Obstrucciones.

Las mayores velocidades se encuentran en sitios donde la fricción es menor (como por ejemplo cerca de la superficie del agua). La velocidad decrece como una función logarítmica de la profundidad, aproximándose a cero cerca de la superficie del fondo.

Velocidad de la Corriente y tipo del Sustrato

Rápidos, velocidad de corriente de aguas generalmente igual o mayores a 50 cm/s.

Fotografía N° 4.3.2-2



Fotografía N° 4.3.2-1



Pozones, aguas con velocidad de corriente menores a 10 cm/s

4.3.3 Trabajos de Campo y Gabinete

Los análisis hidrobiológicos se realizaron últimos días de los meses de diciembre 2009. Las muestras se tomaron en siete (05) estaciones de monitoreo del río Apurímac. Los procedimientos para la toma de muestras y de los análisis de laboratorio son presentados en el capítulo 4. Línea de Base Ambiental, ítem 4.3.6 Evaluación Hidrobiológica. La estación BI-07 se ubica aguas arriba de la proyectada Represa Angostura para su posterior utilización de valores comparativos con las condiciones ambientales una vez entre en operación el Proyecto

Estaciones de Muestreo

Para el establecimiento de los puntos de evaluación se ha procedido a elegir conjuntamente con la evaluación hidráulica y calidad de agua, siendo áreas de mayor relevancia, teniendo en cuenta criterios que van desde los trabajos de campo como, facilidad para la toma de datos, extracciones de muestras, transporte y análisis que conllevan a resultados confiables.

Cuadro N° 4.3.3-1
Estaciones de Monitoreo Hidrobiológico

Código	Referencia de Ubicación	Ubicación (UTM)	
		N	E
BI – 07	Aguas arriba de la Represa Angostura, sobre el Río Apurímac	8 320 842	216 602
BI – 09	Aguas debajo de la Represa Angostura sobre el Río Apurímac	8 321 817	217 140
BI – 12	Sobre el Río Apurímac, aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Cerrilumbo	8 342432	219 798
BI – 13	Sobre el Río Apurímac, aguas abajo de la confluencia de la Quebrada Cayomani	8 346 824	222 205
BI – 14	Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia de la Quebrada Chacomayo	8 350 524	228 873

4.3.4 Resultados

El muestreo fue llevado a cabo en lugares que ofrecían seguridad al personal debido al peligro de caídas al cauce del río. Los peces colectados fueron identificados in situ, tomando datos morfológicos con su respectiva toma fotográfica. Las muestras de macrobentos fueron fijadas para luego ser enviadas a laboratorios especializados para su identificación.

En el Cuadro N° 4.3.4-1 se presenta el listado de peces identificados con su respectiva posición taxonómica.

Cuadro N° 4.3.4-1
Ubicación taxonómica de peces reportados en el Río Apurímac

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha arco iris
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias sp.</i>	Chalhua
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus sp.</i>	Bagre

Fuente: Cesel S. A

Si bien en el curso del río Apurímac se registran 03 especies de peces, *Oncorhynchus mykiss* es la especie que ha tenido el mayor número de capturas y representatividad en la totalidad de las estaciones de monitoreo.

Cuadro N° 4.3.4-2
Ubicación taxonómica de Macrobentos reportados en el Río Apurímac

Clase	Orden	Familia	Género / Especie
Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus sp.</i>
			Indeterminado
Hidrozoa	Hidroida	Hidridae	<i>Hidra sp.</i>
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	<i>Dugesia sp.</i>
Gastropoda	Bassomatophora	Physidae	<i>Physa sp.</i>
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella sp1.</i>
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis sp.</i>
	Plecoptera	Perlidae	indeterminado
	Diptera	Chironomidae	indeterminado
		Corixidae	indeterminado
Hemiptera	Corixidae	indeterminado	

5. SELECCIÓN DE LA ESPECIE REPRESENTATIVA PARA LA ESTIMACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO

5.1 Criterios de Selección de las Especies Representativas

Son diversos los criterios de selección de especies representativas, en los cuales predominan el criterio biológico y el socioeconómico. El criterio desde el punto de vista biológico es que las especies sean naturales y que tengan un rol importante en la cadena alimenticia del tramo; desde el punto de vista socioeconómico que ellas tengan uno o varios usos relevantes (que sea parte de la dieta alimenticia o como fuente de ingreso económico). Para ello se requiere información de curvas de idoneidad de hábitat en términos hidráulicos, para lo cual se ha procedido a la realización de trabajos de campo así como la revisión de información disponible.

5.2 Especies y Grupo Taxonómico Identificados en el Tramo en Estudio

En el tramo de estudio, área de emplazamiento de la proyectada Represa Angostura y la confluencia del río Apurímac con el río Salado se ha identificado las siguientes especies y grupos taxonómicos:

A. Peces

Cuadro N° 5.2-1
Número de capturas por Estaciones de Monitoreo

Peces río Apurímac	Estaciones de Monitoreo				
	BI-07	BI-09	BI-12	BI-13	BI-14
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	2	3	2	1	2
<i>Orestias sp.</i>	2	1			
<i>Trichomycterus sp</i>				2	3
Total de individuos	4	4	2	3	5
Total de Especies	2	2	1	2	2
H' (Diversidad Shannon)	0,27	1,04	0,41	0,63	0,67
E (Equidad)	0,39	0,95	0,59	0,92	0,97

Del Cuadro N° 5.2-1 se tiene que la especie característica en este sector del río Apurímac es *Oncorhynchus mykiss*. Se ha obtenido registros en todas las estaciones de monitoreo de adultos más no de juveniles ni alevinos.

Del cual se tiene:

Especie introducida: *Oncorhynchus mykiss* “trucha aro iris”

Especies nativas: *Trichomycterus rivulatus* “bagre”, “labrinco”
Orestias agassizi “chalhua”

Preferencia en relación a la profundidad *Oncorhynchus mykiss* (cm)

Cuadro Nº 5.2-2

Profundidad (cm)	5	10	15	30	60
Número de capturas	0	0	0	6	3
%	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50

El mayor número de capturas obtenidas ha sido con tirantes de 30 cm y en menor número en tirantes de 60 cm.

Preferencia en relación a la velocidad m/s

Cuadro Nº 5.2-2

Velocidad (m/s)	0,00	0,10	0,20	0,30	0,50
Número de capturas	0	0	3	4	3
%	0,00	0,00	0,75	1,00	0,75

Las capturas realizadas han presentado velocidades comprendidas entre 0,2 a 0,5 m/s, siendo la preferencia en velocidades de 0,3 m/s.

B. Macrobentos

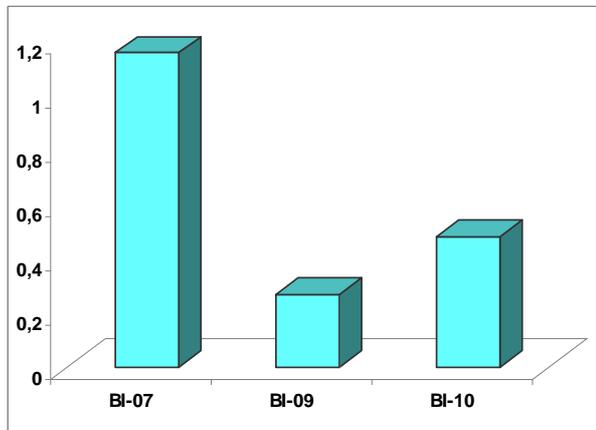
De igual manera se han identificado un grupo poblacional agrupado en su forma de vida denominados como macroinvertebrados bentónicos, los cuales cumplen la función importantísima como parte de la cadena alimenticia y ser un indicador de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos.

Cuadro Nº 5.2-2

Reporte de Macroinvertebrados Bentónicos en las Estaciones de Monitoreo

Clase	Orden	Familia	Género / Especie	BI-07	BI-09	BI-10	Total
Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus</i> sp.	0	20	35	55
			Indeterminado	0	0	1	1
Hidrozoa	Hidroida	Hidridae	<i>Hydra</i> sp.	0	6	0	6
Turbellaria	Tricladida	Planariidae	<i>Dugesia</i> sp.	1	1	7	9
Gastropoda	Bassomatophora	Physidae	<i>Physa</i> sp.	0	0	3	3
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp1.	40	42	0	82
Insecta	Coleoptera	Elmidae	<i>Austrelmis</i> sp.	18	5	0	23
	Plecoptera	Perlidae	indeterminado	0	0	5	5
	Diptera	Chironomidae	indeterminado	0	0	3	3
	Hemiptera	Corixidae	indeterminado	2	0	0	2
indeterminado			1	0	0	1	

Gráfico N° 5.2-1
Calidad Ambiental Índice Biótico de Familias



Sistema de clasificación de calidad de agua basado en los valores del Índice Biótico de Familias (IBF) (Hauer & Lamberti 1996)

Clase	Rango	Calidad Ambiental	Color
I	<3,75	Excelente	Cian
II	3,76-4,25	Muy Buena	Azul
III	4,26-5,00	Buena	Verde
IV	5,01-5,75	Regular	Amarillo
V	5,76-6,50	Relativamente mala	Oliváceo
VI	6,51-7,25	Mala	Naranja
VII	>7,26	Muy mala	Rojo

La calidad ambiental del ecosistema acuático en el tramo de estudio del río Apurímac mediante el empleo del Índice Biótico de Familias (IBF), da como resultado que este presenta excelente calidad al tener representatividad de especies de las Familias Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera,

Es importante anotar, que no es la presencia de un solo individuo, sino la proporción en que este se encuentre representado en la comunidad, lo que tiene valor en la evaluación de la calidad del agua (Roldan, 1988)

5.3 Valores de Representatividad de la Especie Seleccionada

5.3.1 Representatividad de la Especie desde el punto de vista Biológico

A. Macroinvertebrados Bentónicos

Los invertebrados bentónicos (y especialmente los macroinvertebrados) son uno de los grupos biológicos más ampliamente usados como indicadores de calidad del agua. Esto se debe a que integran muchas de las cualidades que se esperan de un indicador. Entre éstas, destaca su elevada diversidad y que estén representados diferentes taxones, con requerimientos ecológicos diferentes relacionados con las características hidromorfológicas (velocidad del agua, sustrato), fisicoquímicas y biológicas del medio acuático. En el ámbito de la aplicación, los invertebrados bentónicos se consideran útiles para la detección y seguimiento de los siguientes tipos de presiones:

Presiones fisicoquímicas relacionadas con:

- Contaminación térmica
- Cambios en la mineralización del agua
- Contaminación orgánica

- Eutrofización
- Contaminación por metales u otros contaminantes

Presiones hidromorfológicas relacionadas con:

- Alteración del régimen de caudal / tasa de renovación
- Alteración de la morfología del lecho fluvial

Una ventaja de los macroinvertebrados es que su muestreo es relativamente sencillo al igual que su identificación (sólo se requiere identificar a nivel de familia para algunas métricas). En el caso de los macroinvertebrados bentónicos la identificación requiere un mayor esfuerzo (en general hay que determinar las especies).

Los invertebrados bentónicos indican alteraciones a medio y largo plazo, ya que sus especies poseen ciclos de vida entre menos de un mes hasta más de un año. Su valor indicador abarca un ámbito temporal intermedio que complementa el de otros elementos biológicos con tiempos de respuesta más cortos, como el fitobentos, o más largos, como los peces.

B. Representatividad del pez con mayor número de capturas

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es oriunda de América del Norte, y ha sido introducida a la cuenca alta del río Apurímac con la finalidad de contar con un nuevo recurso y fuente de alimento para la población local, así como el de fomentar la pesca deportiva, debido a que las especies nativas son de tamaño pequeño y la abundancia de es baja.

Justamente, esta baja diversidad de especies, sumada a las bajas temperaturas de las aguas, a la alta concentración de oxígeno disuelto y a la disponibilidad de alimento, favorece el establecimiento y la invasión de la trucha arco iris. Esta especie, por haber sido introducidas tanto para el consumo como para las actividades de pesca deportiva son de mayor porte que las especies nativas gran tamaño, para tener mayor atractivo. Sin embargo, dado su comportamiento y tipo de alimentación, se han transformado en grandes depredadores de las especies autóctonas.

Por ello, desde el punto de vista de conservación del hábitat acuático, *Oncorhynchus mykiss* es una especie invasora que modifica la composición de la cadena alimenticia, al impactar sobre las poblaciones de animales invertebrados, las cuales le sirven de alimento como los representantes del zooplancton (microcrustáceos: ciclopoideos, calanoideos, cladóceros, ostrácodos, etc.), perifiton (anfípodos: gammarus y hyalella y larvas de insectos de las órdenes diptera, plecoptera, odonata, etc.) y bentos (anélidos, platelmintos, etc.). Es muy posible que las poblaciones de todos estos organismos se vean disminuidas por efecto de la depredación ejercida por la trucha introducida en el río.

De manera general, los salmónidos, en general, son predadores visuales y se guían por la abundancia, el tamaño y el color de sus presas. Sin embargo, cuando sus presas preferidas escasean, pueden alimentarse de otras especies.

La trucha arco iris se alimenta principalmente de insectos acuáticos y terrestres, crustáceos y peces.

Existe literatura especializada en lo referente al impacto por la introducción de la trucha arco iris a los ríos y cuerpos de agua altoandinos. Entre los impactos que produce se pueden mencionar:

- La trucha arco iris depreda a las especies nativas como *Orestias sp.* y *Trichomycterus sp.* provocado una reducción drástica en su población. Esta disminución se da, por la escasez de alimento y porque los salmónidos exóticos depredan a los peces autóctonos (especialmente a juveniles y larvas), ya que son más grandes que ellos.
- En algunos lugares se ha registrado una disminución en las poblaciones de renacuajos de ranas endémicas, de organismos bentónicos y de crustáceos.

5.3.2 Representatividad de la Especie desde el punto de vista Social

Desde el punto de vista social, *Oncorhynchus mykiss* tiene importancia preponderante al formar parte de la dieta del poblador local y en menor proporción como fuente extra de ingresos económicos. La reducción del caudal del río Apurímac debido a la operación del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y/o del Proyecto Angostura afectará directamente a una población significativa de alrededor de 7 204 personas, al verse privada de la fuente proteínica que le brinda la trucha arco iris.

Cuadro N° 5.3.2-1
Ubicación Política de los Poblados

Departamento	Provincia	Distrito	Comunidades Campesinas relacionados con el uso directo del río Apurímac
Cusco	Espinar	Espinar	Sepillata
			Anansaya Collana Chisicata
		Coporaque	Hanccamayo
			Apachaco Puente Central
			Apachillanca
			Mamanihuayta
			Hanccocahua Manturca

Cuadro N° 5.3.2-2
Población Ubicada aguas abajo de la Captación Proyecto de Irrigación
Cañón de Apurímac

COMUNIDAD	Año 2009						Pob. Total
	Menores de 15 años		De 15 a 64 años		Mayores de 65 años		
	Hab.	(%)	Hab.	(%)	Hab.	(%)	
Sepillata	90	30	180	60	30	10	300
Hanccamayo	224	28	512	64	64	8	800
Apachaco Puente Central	1341	47,3	1387	48,92	107	3,78	2836
Apachillanca	104	41,3	131	51,9	17	6,8	252
Anansaya Collana Chisicata	320	32	530	53	150	15	1000
Mamanihuayta	540	41	724	55	53	4	1316
Manturca	210	30	364	52	126	18	700
TOTAL POBLACIÓN							7204

Este tipo de afectación se ve reflejada en los resultados de la encuesta socioeconómica aplicada en las comunidades del área de influencia del proyecto durante el mes de diciembre del año 2009. EL 88,9% de la población utiliza el río Apurímac para las actividades de pesca como parte complementaria de su dieta alimenticia, si bien por orden de prioridad de recurso este ocupa el 5to. Lugar. Ver cuadro adjunto:

Cuadro N° 5.3.2-2
Usos del Agua del Río Apurímac según Prioridad

Actividad	Utiliza el agua del Río Apurímac:	Prioridad
Consumo del Ganado	97,20%	1
Consumo Doméstico	92,10%	2
Riego de Pasturas	55,20%	3
Agricultura	42,20%	4
Pesca	88,90%	5

Fuente: Trabajo de Campo, Encuestas Socioeconómicas, CESEL S.A. Diciembre 2009, Elaboración Propia.

Intensidad de Demanda según Actividad y Prioridad

El Índice de Intensidad de Demanda es el resultado de la ponderación entre los caudales medios mensuales (Cap. 4, numeral 4.2.4. Hidrología, literal D, cuadro N° 4.2.4-7) y la

recurrencia de uso mensual declarada por las personas encuestadas y la prioridad de uso asignada a cada actividad.

Este indicador expresa la presión ejercida por parte de la población sobre la oferta hídrica disponible en el río Apurímac a lo largo de un año, y permite identificar los meses críticos en los cuales las actividades de la población concurren.

Según orden de prioridad se observa que la menor Intensidad de Demanda para Consumo del ganado ocurre entre los meses de enero a marzo, y se incrementa gradualmente hasta llegar a su máximo valor en los meses de septiembre y octubre, y decae a partir de diciembre.

La menor Intensidad de Demanda para Consumo Doméstico ocurre entre los meses de enero a marzo, y se incrementa gradualmente desde el mes de mayo hasta llegar a su máximo valor en los meses de agosto, septiembre y octubre, disminuyendo desde diciembre.

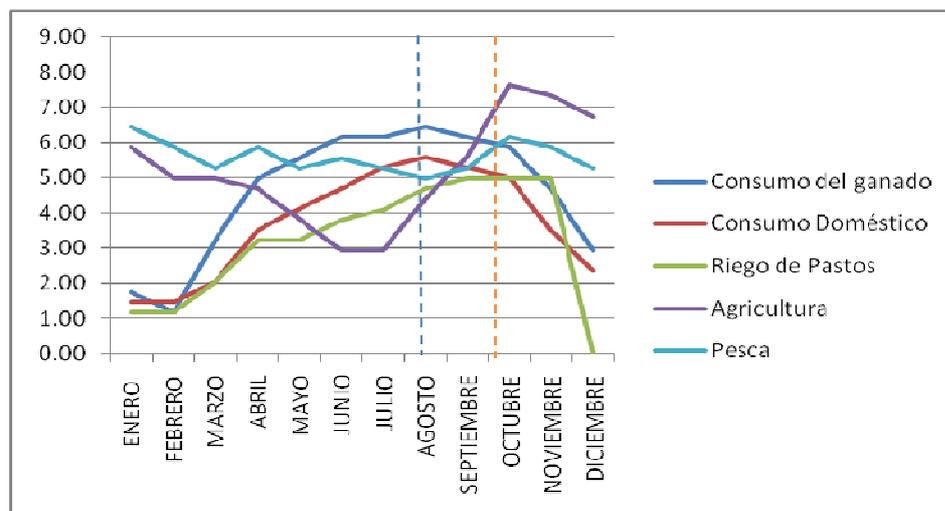
La menor Intensidad de Demanda para Riego de Pastos ocurre entre los meses de diciembre a abril, incrementándose gradualmente a partir del mes de mayo hasta llegar a su máximo valor en los meses de septiembre y noviembre.

La menor Intensidad de Demanda para Agricultura ocurre entre los meses de diciembre a abril, incrementándose gradualmente a partir del mes de julio hasta llegar a su máximo valor durante los meses de octubre a noviembre.

Sin embargo, la intensidad de demanda que permanece constante es la pesca, la cual se mantiene estable respecto a las demás actividades durante el año. Por lo cual, cualquier modificación que se produzca en los caudales alterará el uso que le da la población indistintamente el cualquier periodo del año

En el gráfico siguiente se muestra el comportamiento de las actividades de la población sin ponderar la prioridad ni los caudales promedios mensuales.

Gráfico N° 5.3.2-1
Concurrencia de Actividades



Fuente: CESEL S.A. Elaboración Propia.

6. DETERMINACIÓN A NIVEL PRELIMINAR DEL CAUDAL ECOLÓGICO

6.1 Objetivos

Los objetivos del estudio a nivel preliminar del caudal ecológico son los siguientes:

1. El principal objetivo es proponer un régimen de caudales ecológicos en el tramo comprendido entre el área de emplazamiento de la proyectada Represa Angostura y la confluencia del río Apurímac con el río Salado. Para conseguir este objetivo principal, se han realizado varios análisis, especificados como objetivos 2 y 3.

2. Analizar la distribución y disponibilidad del hábitat y su calidad en función del caudal. Para ello se ha considerado tres (03) escenarios basados en los requerimientos actuales y futuros tanto para las actividades socioeconómicas y conservación del hábitat acuático, en el cual se aplica el método holístico e hidrobiológico. Se ha considerado el hábitat mínimo para el sostenimiento de macroinvertebrados bentónicos, así como para la especie referencial (*Oncorhynchus mykiss*) al ser este utilizado tanto como valor económico como parte de su sustento alimentario del poblador local, para la fase adulta por ser el estadio con mayor requerimiento hidráulico. Los escenarios planteados contemplan el aseguramiento del caudal requerido por el Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac además del caudal ecológico para el sostenimiento del hábitat y otros usos, para lo cual se tiene lo siguiente:
 - Escenario 1
Caudal mínimo ecológico sin Proyecto Angostura (en el cual no hay variación en el caudal de estiaje) y con Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac en operación.

 - Escenario 2
Caudal mínimo ecológico con Proyecto Angostura, Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac en operación y con caudal para el sostenimiento mínimo del hábitat acuático (macroinvertebrados bentónicos).

 - Escenario 3
Caudal mínimo ecológico con Proyecto Angostura, Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac en operación y con caudal para el sostenimiento de la especie referencial (*Oncorhynchus mykiss*)

3. Por último, se analiza la conectividad longitudinal del hábitat y su distribución espacial, mediante el uso de un simulador hidráulico (RHABSIM).

Para nuestro caso el caudal a ecológico a determinar es un caudal ecológico referencial debido a que no se pudo realizar campañas de monitoreo por lo cual el programa no se podrá calibrar y los valores quedan como resultado serían de un modo referencial.

6.2 Delimitación de Tramo Crítico para la Aplicación del Caudal Ecológico

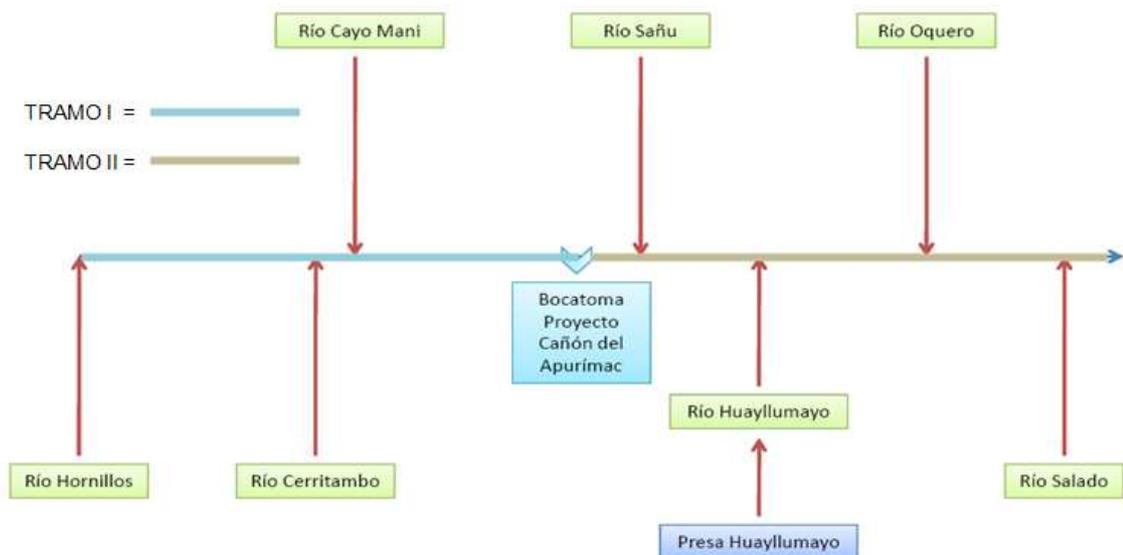
El tramo de estudio sea dividido en dos tramos:

Tramo I: Desde la ubicación de la proyectada represa Angostura, hasta la bocatoma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac.

Tramo II: Desde la bocatoma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac hasta la confluencia del río Apurímac con el río Salado.

Dichos tramos se presentan en la Figura N° 6.2-1

Figura N° 6.2-1
Diagrama Topológico



Se considera que el Tramo I no será afectado por la disminución del caudal debido a la demanda de riego de la bocatoma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac.

El Tramo II se considera crítico al no disponer de caudal suficiente para el sostenimiento del hábitat acuático, y es en donde se determinará los escenarios a evaluar con la finalidad de establecer el caudal ecológico. En este sector, los aportes de las quebradas tributarias no son significativos en la temporada de estiaje.

6.3 Estimación de la Celda Representativa en Función de un Índice Biológico

6.3.1 Metodología y Modelo (Rhabsim)

Los métodos de cálculo de caudales ecológicos, tienen por objeto determinar la cantidad de agua que debe preservarse en un río, cuyo caudal está alterado por la presencia de obras hidráulicas, con el fin de mantener un hábitat apropiado para las especies presentes en el tramo afectado.

El concepto de caudal ecológico es bien simple: es aquel caudal por abajo del cual la disponibilidad del hábitat (o habitabilidad) en un tramo de río concreto, pasa a ser limitante para el desarrollo de los organismos acuáticos. Como ya se ha expuesto, las opciones de cálculo son, por el contrario diversas y dispersas (métodos hidrológicos, hidráulicos,...), lo que constituye la mejor evidencia de que ninguno de los métodos actuales puede considerarse la panacea y que la opción más razonable de cálculo es proceder a desarrollar una estrategia propia para cada zona de estudio, de acuerdo con los objetivos y las herramientas (métodos) aplicables. Por otro lado, debe destacarse, que muchas de estas metodologías corresponden a investigaciones realizadas en condiciones muy particulares y no son extrapolables geográficamente.

Bajo este enfoque, se presenta a continuación la estrategia de trabajo, de elaboración propia, propuesta para el cálculo del caudal mínimo ecológico en el río Apurímac, en el tramo de estudio.

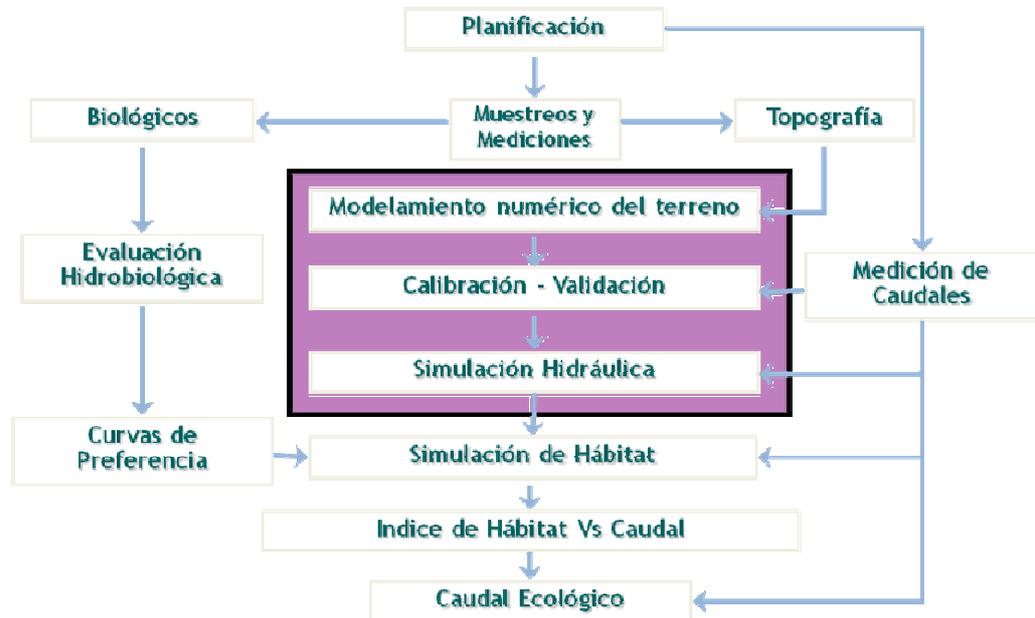
Tras la recogida de información de distinta naturaleza (hidrológica, hidrobiológica, biológica, hidráulica) ya expuesta en los anteriores informes de progreso, se procederá a una caracterización fisiográfica precisa del tramo de río estudiado con el objetivo de permitir diferenciar los diferentes tipos de ambientes acuáticos existentes, así como el grado de representatividad de cada uno de ellos, dentro del tramo considerado. Los principales parámetros a considerar en la caracterización fisiográfica indicada, son los siguientes:

- Granulometría dominante.
- Tipo de flujo.
- Grado de encajonamiento.
- Perfil.
- Cobertura de ribera.
- Velocidad

El siguiente paso es el análisis del régimen hidrológico actual del tramo de estudio, en condiciones de aprovechamiento. Para este análisis, los datos de referencia son los siguientes:

- Caudal al inicio del tramo (pie de represa).
- Caudal Aguas abajo de la toma del Proyecto de Irrigación del río Apurímac.
- Caudal al final del tramo.

Cuadro Nº 6.3.1-1



Estas relaciones serán determinadas para cada una de las secciones consideradas en el tramo de interés y el caudal mínimo ecológico apto para cada una de ellas, será aquel que mejor cumpla como criterio de habitabilidad.

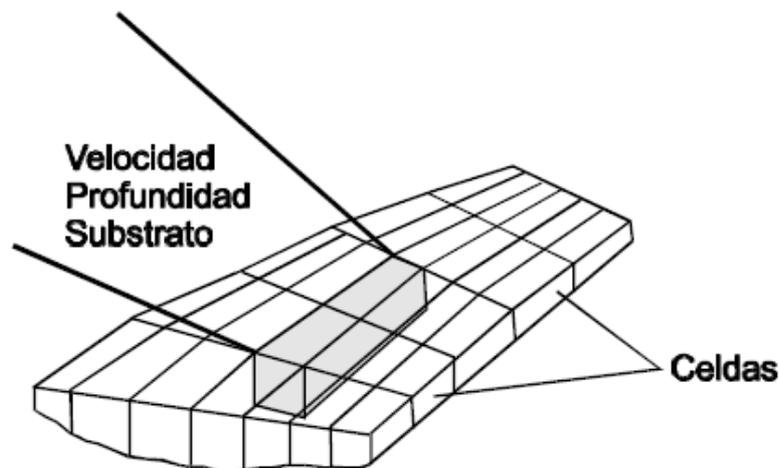
La curva de preferencias seleccionadas para los efectos del presente estudio es:

- Macroinvertebrados bentónicos
- Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

El modelo en cuestión será el RHABSIM, el cual es un programa completamente integrado para la modelización hidráulica de ríos y la simulación del hábitat fluvial mediante la metodología IFIM ("Instream Flow Incremental Methodology"). Se trata de una amplia adaptación del modelo original de simulación hidrobiológica desarrollado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos ("U.S. Fish and Wildlife Service").

En esencia, RHABSIM calcula un área superficial de un hábitat óptimo, aplicando factores ponderados sobre el área superficial total del río. El principio del método se presente en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 6.3.1-1



En esencia RHABSIM calcula una superficie de un hábitat Óptimo, aplicando factores ponderados sobre el área total del río

6.3.2 Parámetros y Escenarios de Simulación

Los parámetros que se tomaron en la evaluación para determinar el caudal ecológico fueron:

- Para la curva de preferencia de los macroinvertebrados.
- Para la curva de preferencia de la trucha arco iris.
- Para 11 secciones de monitoreo.

6.4 Desarrollo y Aplicación del Modelo Rhabsim

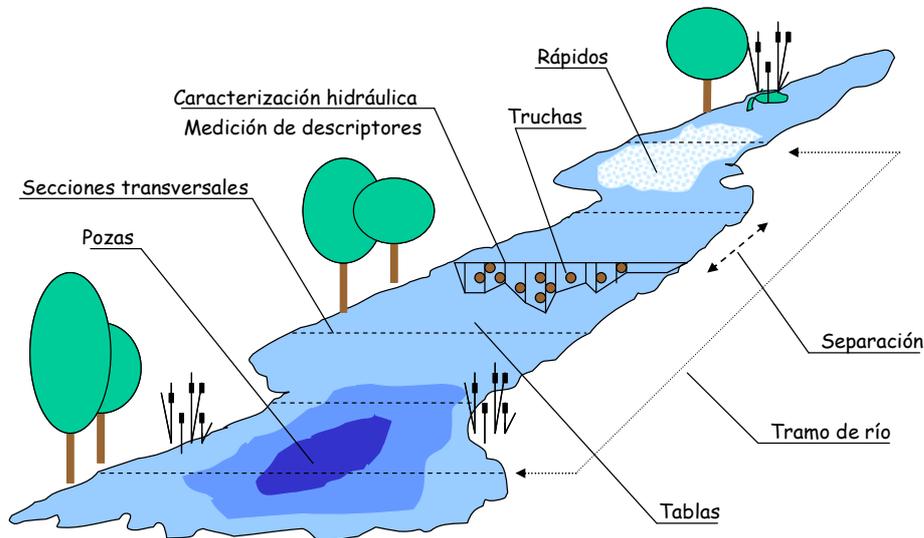
6.4.1 Información Hidráulica

Secciones Transversales

Se dispone de once (11), secciones transversales al río, en las cuales se tomaron datos del fondo del cauce, En cada una de ellas se resalta la ubicación de los límites de la zona de vegetación, entre otros.

El levantamiento de las secciones tiene como objetivo resaltar, identificar y demarcar las secciones de control, las cuales están dividiendo en tramos de observación (subtramos) el río, Cabe indicar que dichos trabajos no se pudieron realizar. Pero estas en su reemplazo se desarrollaron con las secciones de aforo.

Gráfico N° 6.3.1-1
Caracterización Hidráulica del Tramo de río a Estudiar
(secciones transversales y distancias, representatividad, precisión y equipos)



6.4.2 Información Hidrobiológica - Curvas de Preferencia de Hábitat

A. Funciones de idoneidad del Hábitat

Para la caracterización y simulación de los factores abióticos que controlan el hábitat, es necesario que la adquisición de datos se realice de manera directa, con medidas de campo; pero en algunos casos como en el presente estudio, esto no es factible y entonces resulta necesario utilizar modelos de simulación. De hecho, lo más empleado suele ser una combinación de datos de campo y resultados de la simulación. Por ejemplo, una simulación hidrodinámica requiere ciertas medidas de campo como la composición del sustrato (rugosidad), valores de caudal, relación altura-caudal y la topografía; todas ellas son necesarias para utilizar el modelo.

Desde el punto de vista biológico, si la data de campo es insuficiente para la caracterización estacional de las o especie de referencia, los requerimientos de datos necesarios son suplidos al utilizar generalmente antecedentes de investigaciones realizadas con áreas geográficas afines, lo cual será ajustado en posteriores monitoreos una vez establecido el caudal de referencia.

B. Preferencia de Hábitat: Macroinvertebrados Bentónicos

Realizando una revisión de literatura especializada se presentan las curvas de preferencia de hábitat de macroinvertebrados bentónicos obtenidas una de ellas del Programa Rahamsim, el cual ha realizado una compilación de datos para luego dar el promedio de ellos, y del estudio realizado en las preferencias genéricas de los órdenes de

macroinvertebrados anteriores, de acuerdo a las investigaciones recopiladas por Jowett (1998)

b.1 Curvas de Preferencia del Programa Rhabsim

Gráfico N° 6.3.2-1

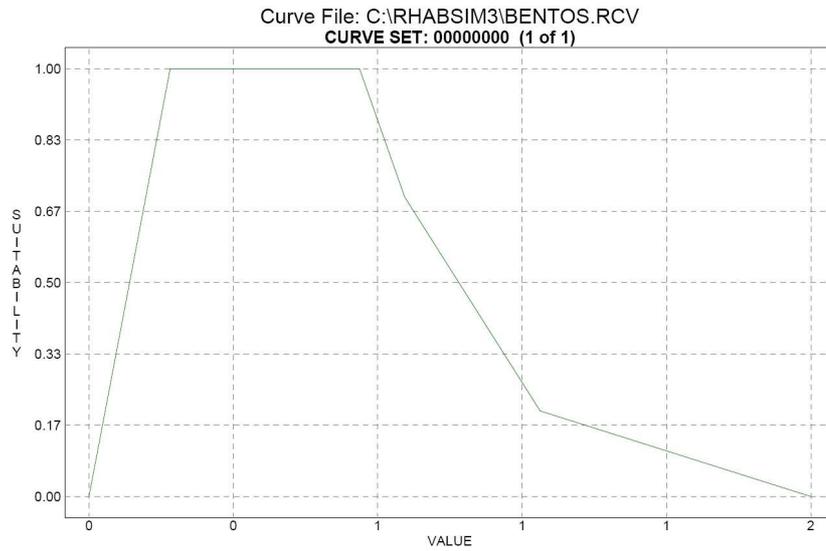
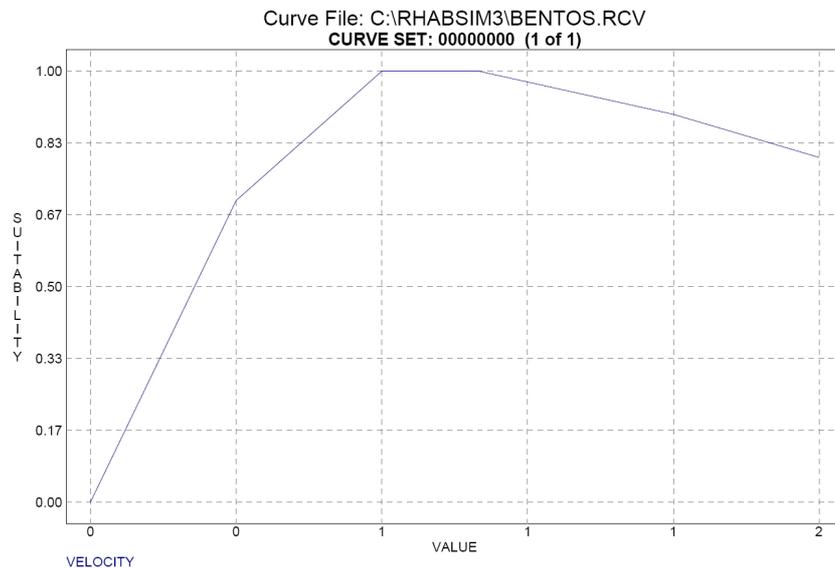


Gráfico N° 6.3.2-2



Del programa Rhabsim, los macroinvertebrados bentónicos presentan las siguientes preferencias de hábitat:

Profundidad: Preferencia en valores comprendidos entre 0 a 1 m.

Tirante: Preferencia en valores de 0,5 a 1,0 m/s

b.2 Curvas de Preferencia Jowett (1998)

Gráfico N° 6.3.2-3

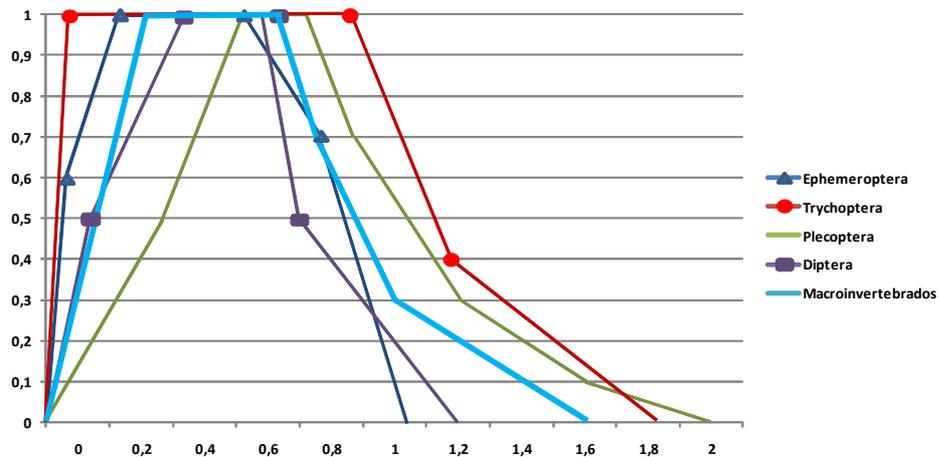
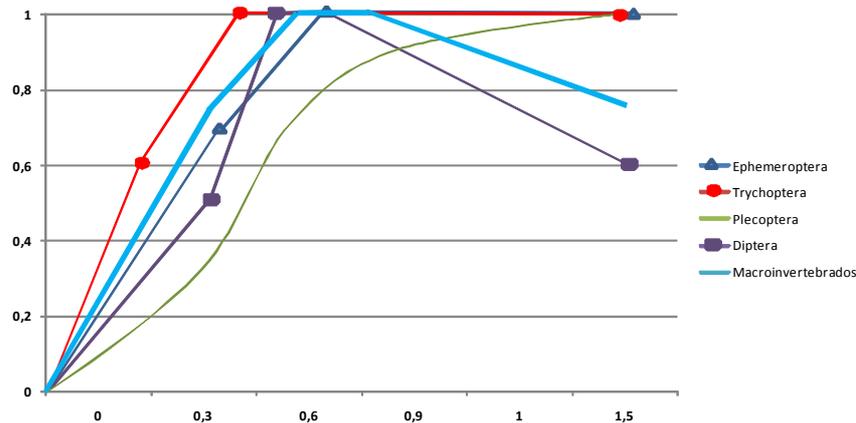


Gráfico N° 6.3.2-4



Del estudio de Jowett (1999) se presentan las curvas generalizadas para macroinvertebrados,

Profundidad: Preferencia en valores comprendidos entre 0,10 a 0,7 m.

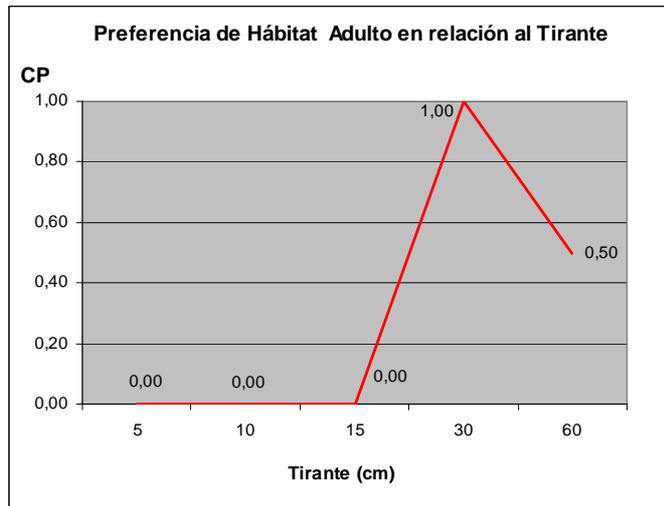
Tirante: Preferencia en valores de 0,5 a 0,7 m/s

B. Preferencia de Hábitat: *Oncorhynchus mykiss*

b.1 Preferencia en base a datos de campo

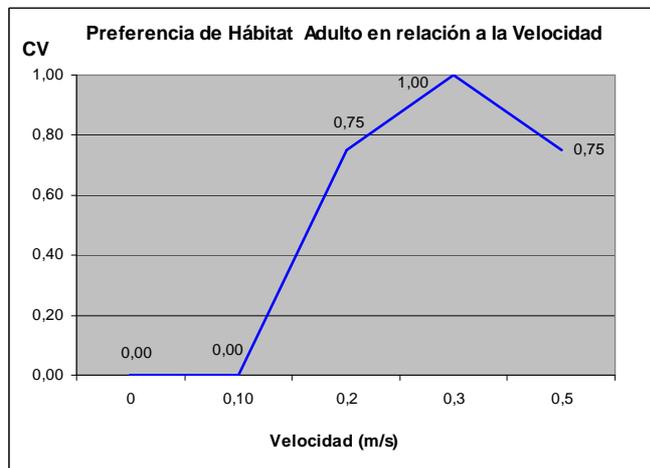
Profundidad (Tirante)

Gráfico N° 6.3.2-5



Velocidad

Gráfico N° 6.3.2-6



De los datos puntuales obtenidos en campo se tienen las siguientes preferencias:

Profundidad: Preferencia en valores de 30 cm a más
Tirante: Preferencia en valores de 0,2 a 0,5 m/s

b.2 Preferencia de Hábitat: García de Jalón 1999.

Gráfico N° 6.3.2-7

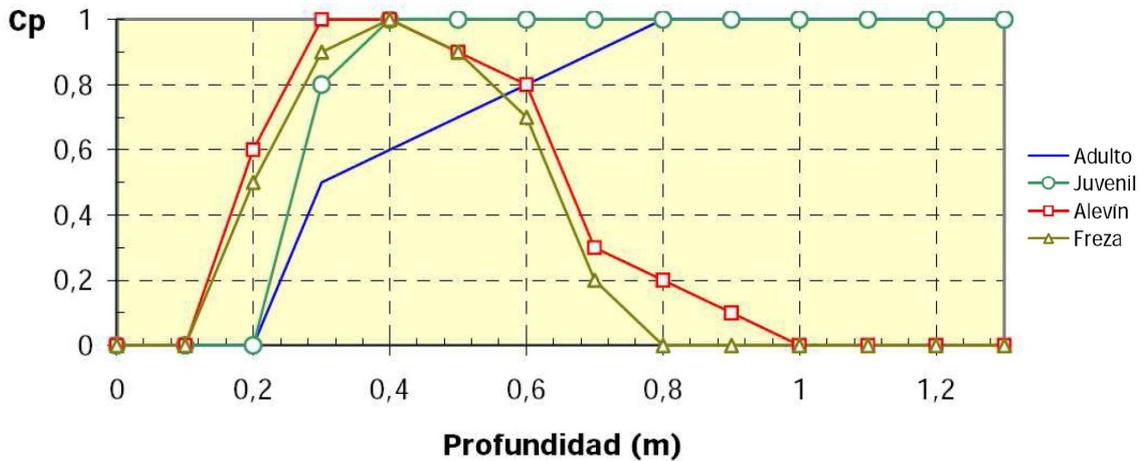
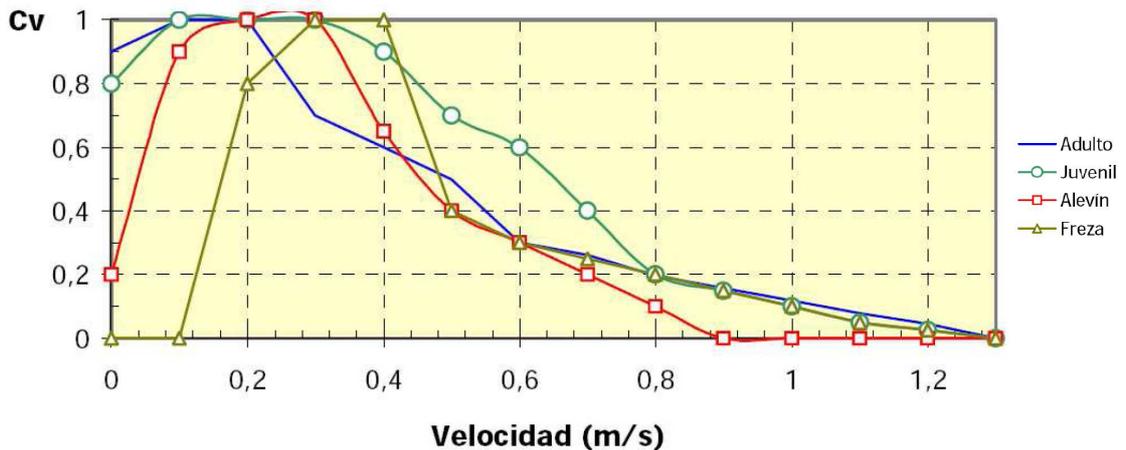


Gráfico N° 6.3.2-8



Del estudio de García de Jalón (1999) se presentan las siguientes curvas de preferencia para el estadio adulto:

Profundidad: Preferencia en valores comprendidos entre 0,3 a 0,8 m.

Tirante: Preferencia en valores de 0,0 m/s a 0,3 m/s

Sin embargo, cabe señalar que las curvas presentadas por García de Jalón corresponde a especímenes de América del Norte o Europa, donde se tiene tallas de *Oncorhynchus mykiss* para el estadio adulto de 70 cm, mientras que los especímenes del río Apurímac, así como los de los ríos altoandinos, los adultos alcanzan tallas generalmente de 30 cm, por lo que se ha optado corresponder la curva de preferencia del estadio juvenil de García de Jalón para el estadio adulto del río Apurímac.

6.4.3 Aplicación del Modelamiento

Con la información de las secciones de monitoreo, con la información hidráulica de cada sección y la información hidrobiológica en la cual el grupo taxonómico para el sostenimiento mínimo de hábitat (macroinvertebrados bentónicos) y para el sostenimiento de la especie referencial desde el punto de vista social (*Oncorhynchus mykiss*) se procede al ingreso de la información al programa Rhabsim:

De acuerdo a la información ingresada de secciones en el río, caudales y curvas de preferencia de hábitat, el modelo simula y da el área útil ponderada (APU), para las condiciones presentes en el río el cual se presenta en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 6.3.3-1
Área Ponderada Útil – Secciones de río Apurímac
Macroinvertebrados Bentónicos

SIMULATED DISCHARGE	WEIGHTED USABLE AREA	PERCENT OF TOTAL
0.10	1049.19	11.40
0.20	2144.33	18.64
0.30	3249.05	25.60
0.40	4346.96	31.04
0.50	5415.09	35.41
0.60	6441.08	39.71
0.70	7410.42	44.05
0.80	8331.06	47.90
0.90	9183.75	51.71
1.00	9981.58	55.01
1.10	10703.59	57.23
1.20	11387.39	59.34
1.30	12009.15	61.00
1.40	12560.01	61.97
1.50	13064.70	63.20
1.60	13515.33	64.42
1.70	13915.61	64.96
1.80	14293.03	66.19
1.90	14636.09	67.31
2.00	14947.49	68.27
2.10	15240.92	69.14
2.20	15508.84	69.86
2.30	15764.98	70.51
2.40	16014.29	71.12
2.50	16245.83	71.74
2.60	16455.99	72.27
2.70	16654.75	72.73
2.80	16846.17	73.08
2.90	17026.07	73.52
3.00	17197.77	73.95

Cuadro N° 6.3.3-2
Área Ponderada Útil – Secciones de río Apurímac
Oncorhynchus mykiss

SIMULATED DISCHARGE	TOTAL AREA	WEIGHTED USABLE AREA	PERCENT OF TOTAL
0,16	15728,36	391,6	2,49
1	18930,08	1131,99	5,98
1,5	20151,96	1898,31	9,42
2	20750,38	2570,87	12,39
2,2	21139,27	2837,94	13,42
2,4	21568,89	3122,9	14,48
2,5	21793,14	3268,16	15
2,6	22120,44	3418,57	15,45
2,7	22469,53	3567,96	15,88
2,8	22675,98	3737,12	16,48
2,9	22907,46	3910,57	17,07
3	23105,91	4088,1	17,69
4,5	23977,76	7069,36	29,48
5	24325,96	7907,94	32,51
5,5	24494,4	8620,1	35,19
6	24508,42	9279,71	37,86
8,5	24581,22	11951,01	48,62
9	24594,1	12333,43	50,15
9,5	24605,55	12603,38	51,22
10	24617,22	12867,59	52,27
10,5	24629,12	13109,2	53,23
11	24641,14	13303,45	53,99
11,5	24653,37	13488,49	54,71
12	24665,84	13655,12	55,36
12,5	24678,57	13807,57	55,95
13	24691,39	13944,4	56,47
13,5	24704,38	14065,27	56,93
14	24717,59	14181,58	57,37
14	24717,59	14181,58	57,37
15	24744,45	14389,98	58,15

6.4.4 Salidas del Programa Rhabsim

El programa Rhabsim clasifica las condiciones del hábitat acuático en 07 clases de calidad, las cuales van a depender de la especie índice a evaluar así como de las características físicas y morfológicas disponibles.

La clasificación de calidad ambiental es presentada en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 6.4.4-1

**Sistema de Clasificación de Hábitat
mediante el Software Rhabsim**

EXCELENTE		1
MUY BUENA		> 0,8
BUENA		> 0,6
REGULAR		> 0,4
RELATIVAMENTE MALA		> 0,2
MALA		> 0,0
MUY MALA		0

Donde:

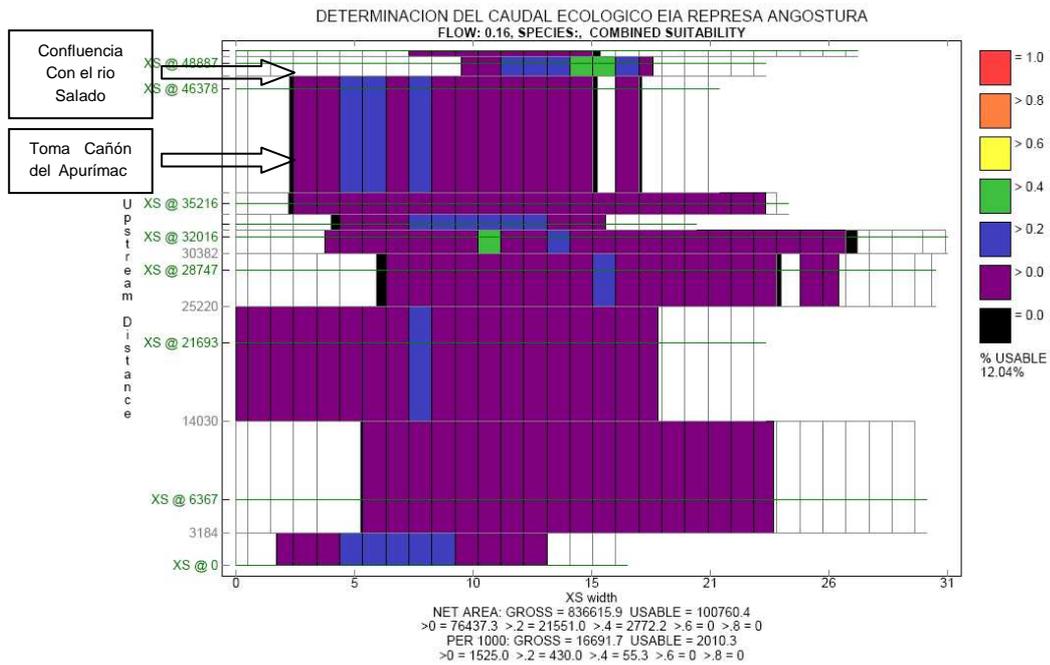
- Excelente: equivale a una ponderación de calidad ambiental de 1
- Muy Buena: equivale a una ponderación de calidad ambiental superior a 0,8
- Buena: equivale a una ponderación de calidad ambiental superior a 0,6
- Regular: equivale a una ponderación de calidad ambiental superior a 0,4
- Relativamente Mala: equivale a una ponderación de calidad ambiental superior a 0,2
- Mala: equivale a una ponderación de calidad ambiental superior a 0,0
- Muy Mala: equivale a una ponderación de calidad ambiental igual a 0

Cabe señalar que el Rhabsim es un programa completamente integrado para la modelización hidráulica de ríos y la simulación del hábitat fluvial mediante la metodología IFIM ("Instream Flow Incremental Methodology"). Este programa es utilizado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos ("U.S. Fish and Wildlife Service").

A. Escenario 1: Caudal mínimo ecológico sin Proyecto Angostura y con Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac en operación.

a.1 Conservación mínima del hábitat acuático para Macroinvertebrados Bentónicos

Gráfico N° 6.3.4-1



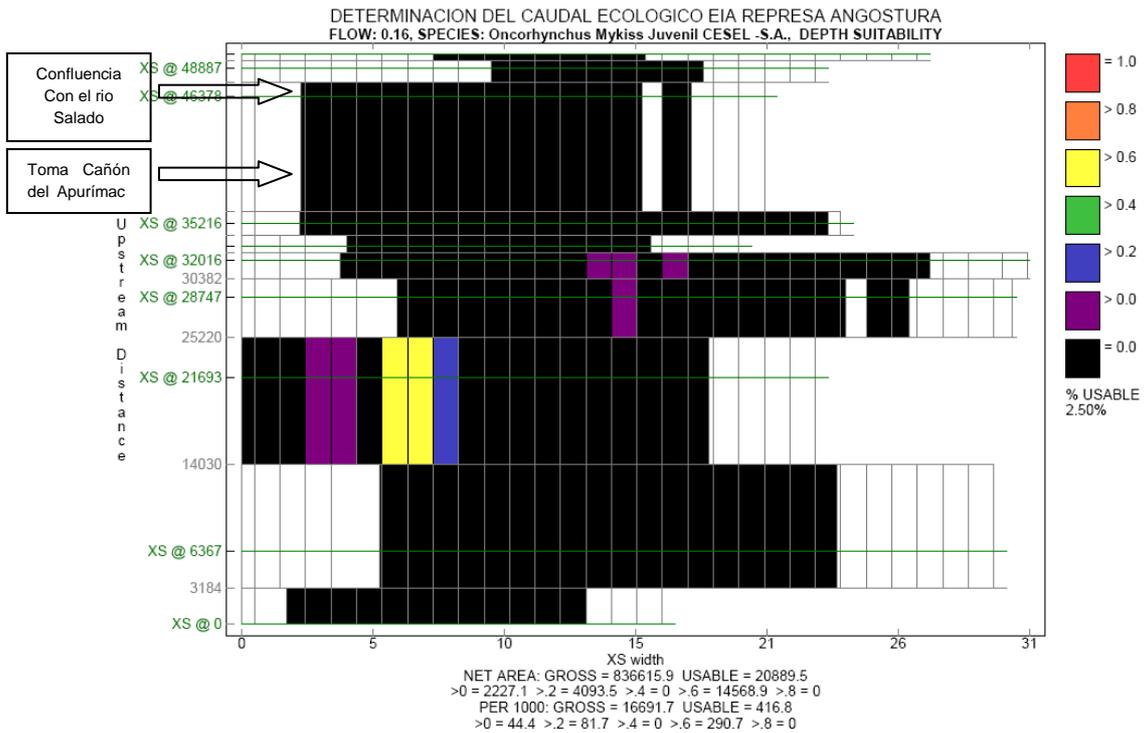
Comentarios:

El índice se evalúa gráficamente con respecto a colores el rango varía desde un color rojo que es un impacto positivo hasta un color negro que es un impacto negativo y se observa que en todas las secciones tienen valores menores a 0,2 estando graficados de color morado el cual indica que el impacto es negativo.

Esta evaluación se ha realizado para un caudal de 160 l/s aplicado para la curva de preferencia de macroinvertebrados bentónicos que es el caudal previsto que deja al río Apurímac el Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac en el tramo considerado como crítico

a.2 Conservación del hábitat acuático con la especie de valor social: *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris).

Gráfico N° 6.3.4-2



Comentario:

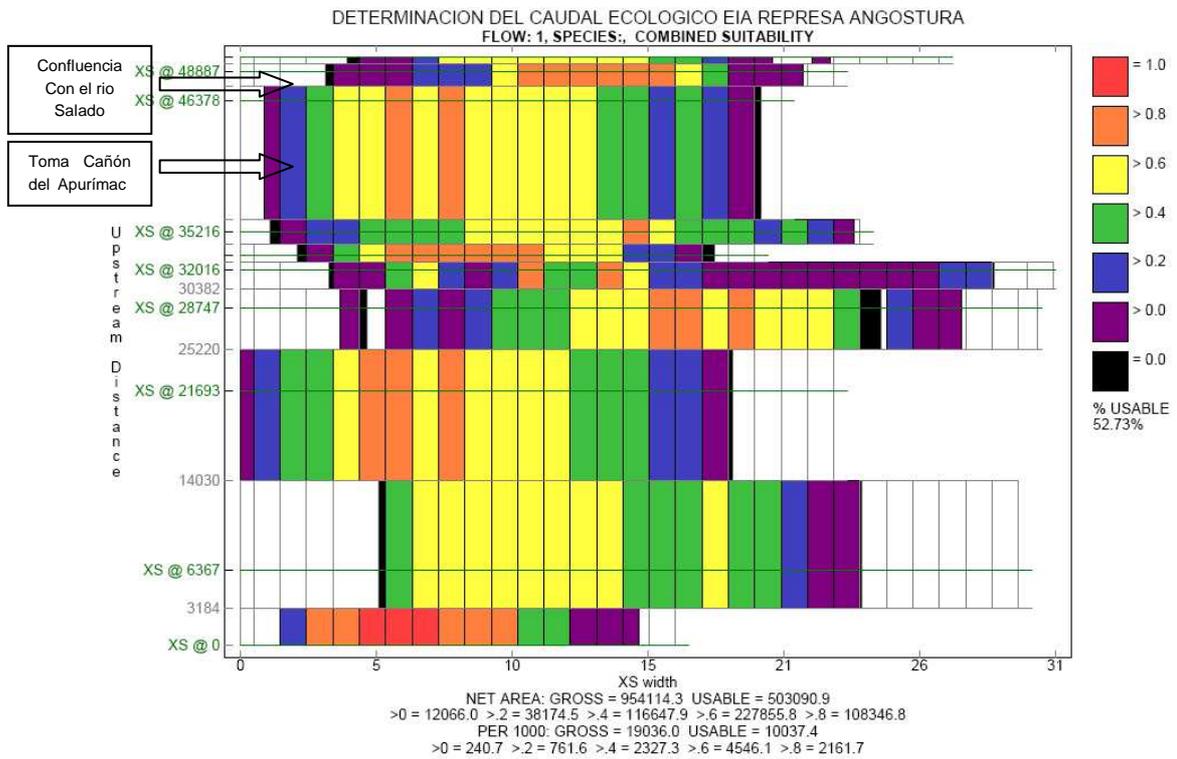
El índice se evalúa gráficamente con respecto a colores en el rango varía desde un color rojo que es un impacto positivo hasta un color negro que es un impacto negativo. Se observa que en todas las secciones tienen valores igual a 0 siendo graficados de color negro, indicando que el impacto es netamente negativo para *Oncorhynchus mykiss*. Esta evaluación se ha realizado para un caudal de 160 l/s aplicado para la curva de preferencia de la trucha arco iris, que es el caudal previsto que deja al río Apurímac el Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac en el tramo considerado como crítico

B. Escenario 2: Caudal mínimo ecológico con Proyecto Angostura, Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac en operación y con caudal para el sostenimiento mínimo del hábitat acuático (macroinvertebrados bentónicos)

b.1 Conservación mínima del hábitat acuático para Macroinvertebrados bentónicos

Caudal 1m³/s luego de captación Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac

Gráfico N° 6.3.4-3



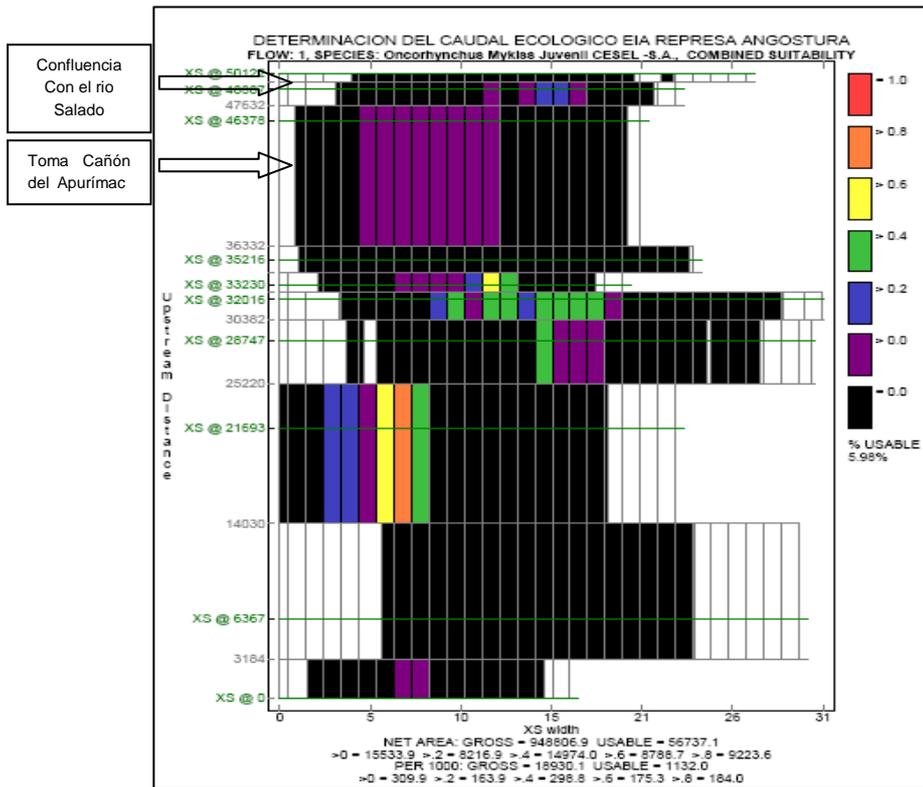
Comentario:

Como se observa en el gráfico anterior a lo largo del río Apurímac para un análisis para el sostenimiento de macroinvertebrados, con un caudal de 1 000 l/s se tienen valores en promedio superiores a 0,4 estando graficados de tonalidades de colores verde, amarillo, anaranjado y rojo, lo cual indica que el hábitat es el óptimo para que pueda subsistir este grupo de organismos

b.2 Conservación del hábitat acuático con la especie de valor social: *Oncorhynchus mykiss*

Caudal 1m³/s luego de captación Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac

Gráfico N° 6.3.4-4

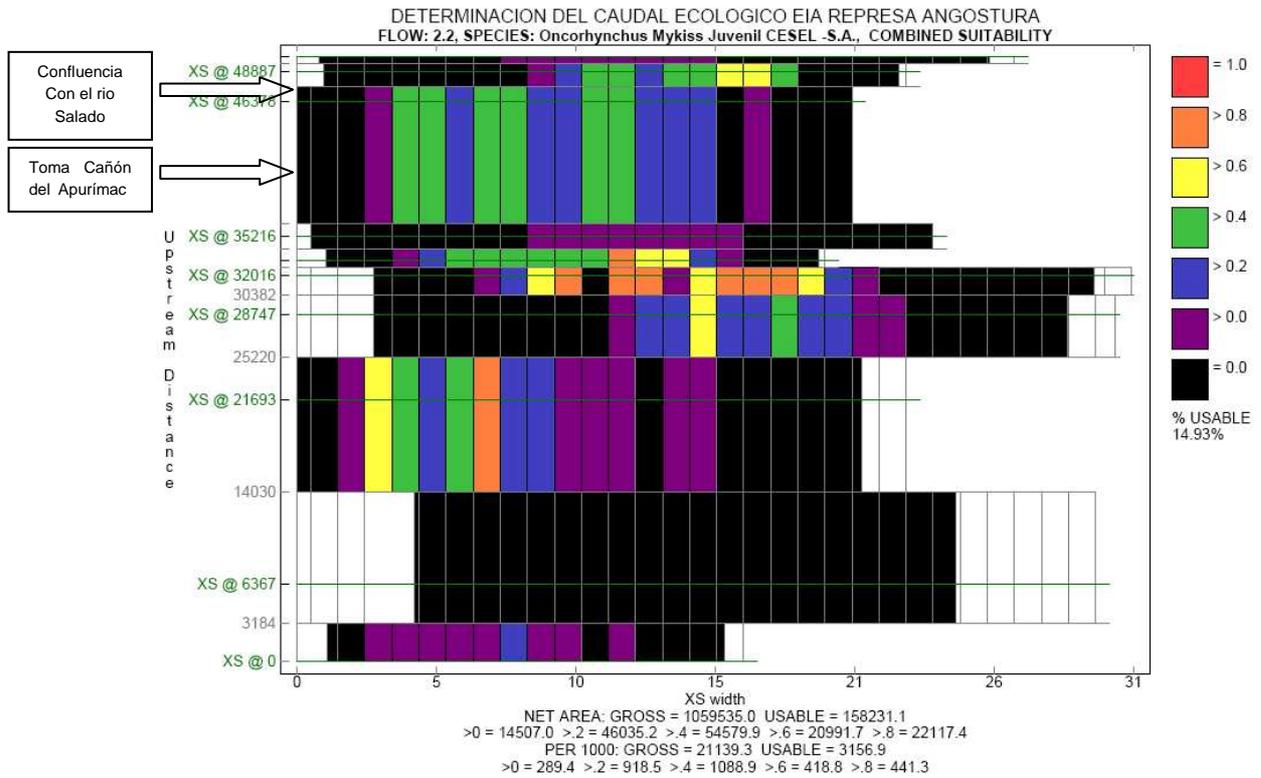


Para un caudal de 1 000 l/s se observa que la habitabilidad para las truchas es negativo, al presentar valores en promedio inferiores a 0,2 estando graficados de tonalidades de colores morado y negro, lo cual indica que el hábitat no cumple las exigencias de subsistencia para la especie de importancia social (*Oncorhynchus mykiss*), por lo que se recomienda que el caudal ecológico sea mayor para su subsistencia.

C. Escenario 3: Caudal mínimo ecológico con Proyecto Angostura, Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac en operación y con caudal para el sostenimiento de la especie referencial (*Oncorhynchus mykiss*)

c.1 Caudal 2,2 m³/s luego de captación Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac

Gráfico N° 6.3.4-5



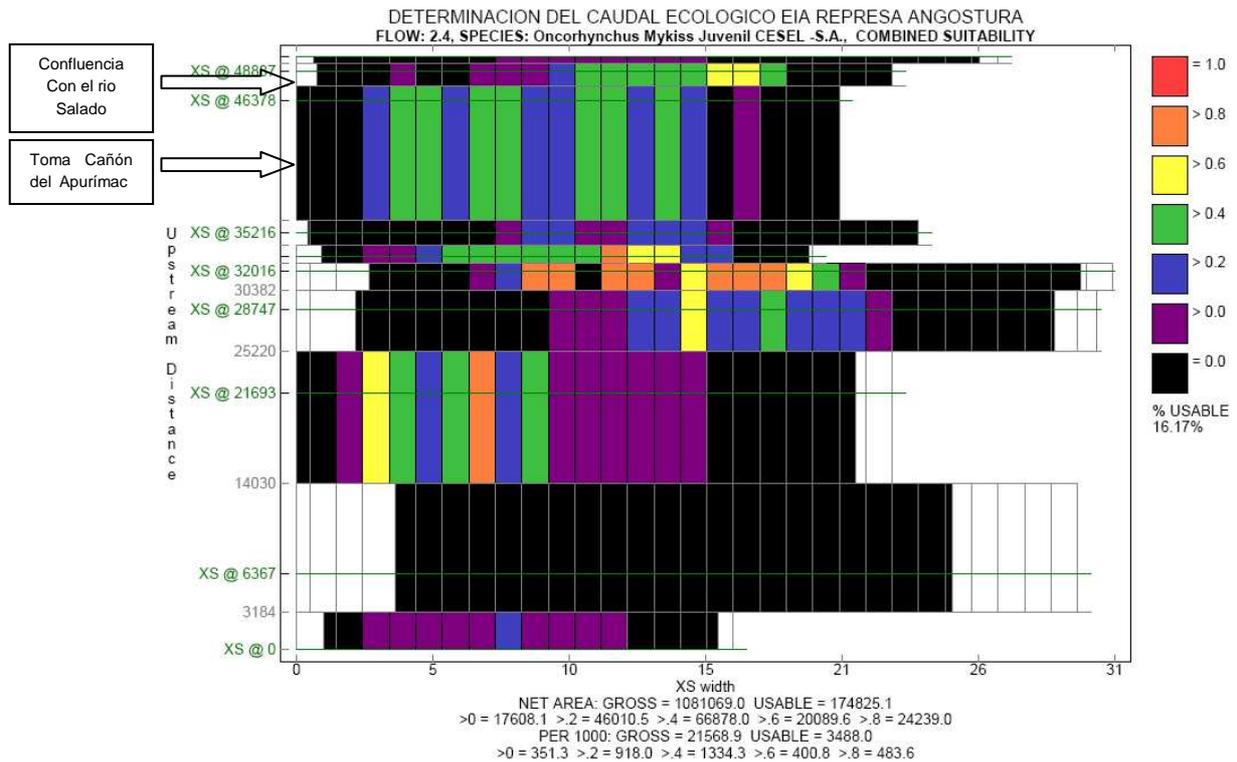
Comentario:

Se observa que en el tramo crítico, toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y la confluencia del río salado, la habitabilidad aumenta pero no es óptima.

Para un caudal de 2 200 l/s se observa que la habitabilidad para las truchas grado de relativamente malo a regular, al presentar valores entre 0,2 y 0,4 estando graficados de tonalidades de colores verde y azul, lo cual indica que el hábitat no cumple en totalidad las exigencias de subsistencia para la especie de importancia social (*Oncorhynchus mykiss*), por lo que se recomienda que el caudal ecológico sea mayor.

c.2 Caudal 2,4 m³/s luego de captación Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac

Gráfico N° 6.3.4-6



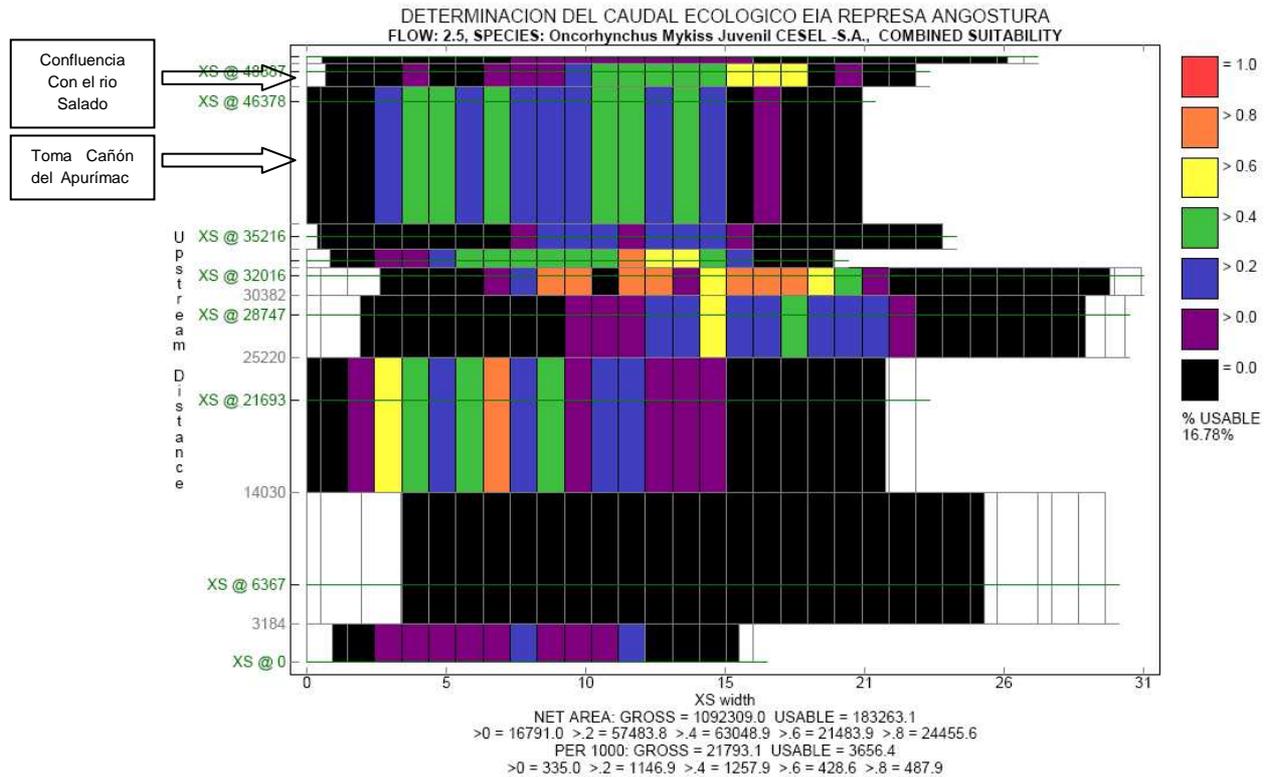
Comentario:

Se observa que en el tramo crítico: toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y la confluencia del rio Salado, la habitabilidad aumenta pero ya es óptima para la trucha arco iris.

Para un caudal de 2 400 l/s se observa que la habitabilidad mejora para las truchas el cual grada de relativamente bueno a regular, al presentar valores entre 0,4 y 0,6 estando graficados de tonalidades de colores verde y amarillo, lo cual indica que el hábitat cumple en cierto modo las exigencias de subsistencia para la especie de importancia social (*Oncorhynchus mykiss*).

c.3 Caudal 2,5 m³/s luego de captación Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac

Gráfico N° 6.3.4-7



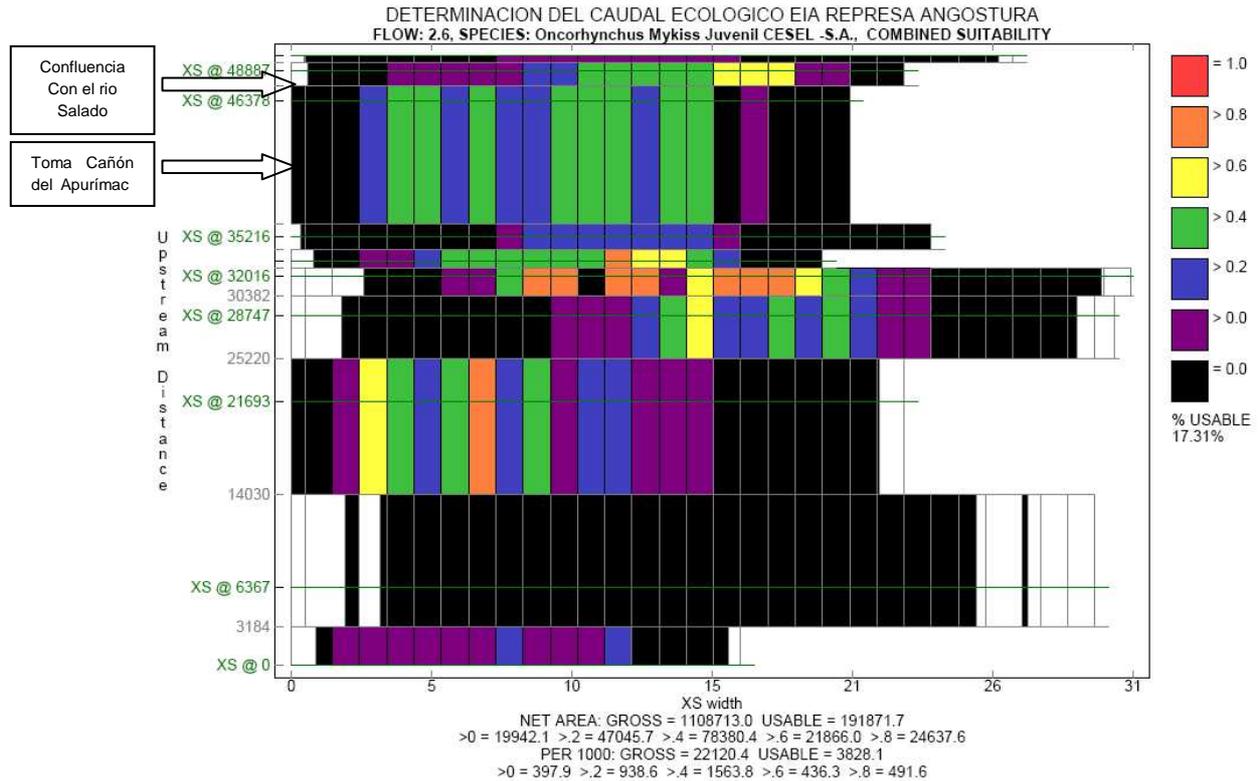
Comentario:

Se observa que en el tramo crítico: toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y la confluencia del río salado, la habitabilidad aumenta siendo óptima para la trucha arco iris.

Para un caudal de 2 500 l/s se observa que la habitabilidad mejora para las truchas el cual grada de relativamente bueno a regular, al presentar valores entre 0,4 y 0,6 estando graficados de tonalidades de colores verde y amarillo, indicando que el hábitat cumple en cierto modo las exigencias de subsistencia para la especie de importancia social (*Oncorhynchus mykiss*).

c.4 Caudal 2,6 m³/s luego de captación Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac

Gráfico N° 6.3.4-8



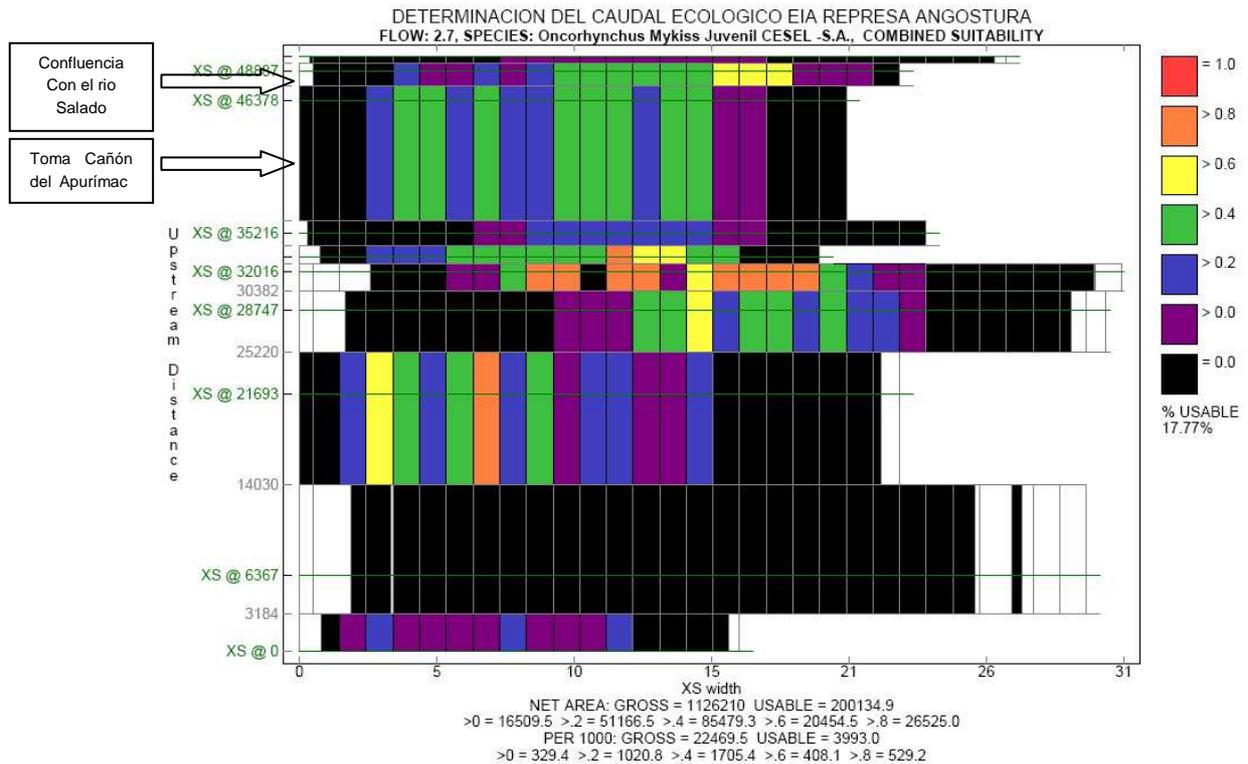
Comentario:

Se observa que en el tramo crítico: toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y la confluencia del río Salado, la habitabilidad sigue en progreso óptimo para la trucha arco iris.

Para un caudal de 2 600 l/s se observa que la habitabilidad mejora para las truchas el cual grada de relativamente bueno a regular, al presentar valores entre 0,4 y 0,6 siendo graficadas de tonalidades de colores verde y amarillo, indicando que el hábitat cumple en cierto modo las exigencias de subsistencia para esta especie de importancia social (*Oncorhynchus mykiss*).

c.5 Caudal 2,7 m³/s luego de captación Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac

Gráfico N° 6.3.4-9



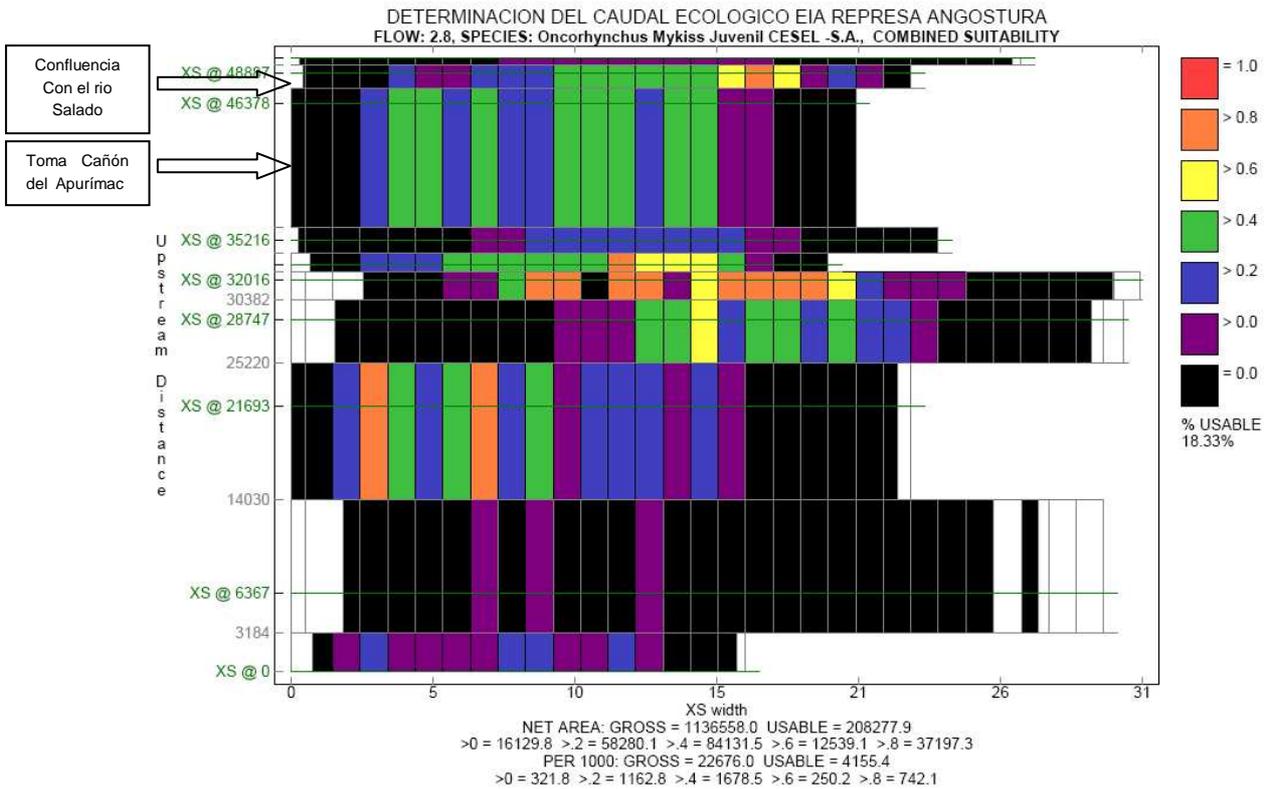
Comentario:

Se observa que en el tramo crítico: toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y la confluencia del río salado, la habitabilidad sigue siendo óptima para la trucha arco iris.

Para un caudal de 2 700 l/s se observa que la habitabilidad mejora para la trucha arco iris el cual grada de relativamente bueno a regular, al presentar valores entre 0,4 y 0,6 siendo graficadas de tonalidades de colores verde y amarillo, indicando que el hábitat cumple en cierto modo las exigencias de subsistencia para esta especie de importancia social (*Oncorhynchus mykiss*).

c.6 Caudal 2,8 m³/s luego de captación Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac

Gráfico N° 6.3.4-10



Comentario:

Se observa que en el tramo entre la toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y la confluencia del río salado la habitabilidad plenamente óptima para la trucha arco iris.

Para un caudal de 2 800 l/s se observa que la habitabilidad mejora aún más para las truchas la cual grada de relativamente bueno a muy bueno, al presentar valores entre 0,4 y 0,8 siendo graficadas de tonalidades de colores verde, amarillo y anaranjado, indicando que el hábitat cumple las exigencias de subsistencia para esta especie de importancia social (*Oncorhynchus mykiss*).

6.4.5 Resultados de la Información de las Corridas del Rhabsim

El tramo de interés se ha dividido en dos secciones la primera desde pie de represa hasta la toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y desde este sector hasta la confluencia del río Apurímac con el río Salado. Como el estudio se enmarca desde un punto de vista holístico, por ende la habitabilidad en el primer tramo de estudio se encuentra garantizada debido a que siempre se tendrá abastecer al proyecto Cañón del Apurímac como un caudal mínimo al cual además de este uso mayoritario se tendrá que adicionar el requerimiento del hábitat y los otros usos.

Como se observa en los gráficos anteriores el método Rhabsim determina que para los macroinvertebrados tengan una subsistencia con el fin de mantener la habitabilidad en el tramo de estudio se necesita un caudal mínimo de 1,0 m³/s. Para el sostenimiento de la especie representativa desde el punto de vista social (*Oncorhynchus mykiss*) se requiere de un caudal de 2,4 m³/s.

Analizando los otros usos del recurso hídrico en la zona de estudio como uso actual se tiene que mensualmente hay una demanda Agrícola debido a que la demanda poblacional y minero no existen o son mínimos. El resumen de los usos se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6.3.5-1
Demanda de Uso Actual para fines Agrícolas

USO ACTUAL (m ³ /s)	ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	DEMANDA AGRICOLA		0,00	0,00	0,09	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,63
IRRIGACION BELEN		0,00	0,00	0,04	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,26	0,06
IRRIGACION CEPILLATA		0,00	0,00	0,03	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,22	0,05
IRRIGACION CHALQUI		0,00	0,00	0,02	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,15	0,04
DEMANDA MINERA		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DEMANDA POBLACIONAL		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DEMANDA SUB TOTAL		0,00	0,00	0,09	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,63	0,15

Con lo cual se determina que el mayor uso se realiza en el mes de octubre (0,56 m³/s) y noviembre (0,63 m³/s) que son los meses de mayor requerimiento de recurso hídrico.

Analizando los usos futuros se tiene el Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac como el más significativo debido a la ampliación de la frontera agrícola en el sector de Espinar. El resumen del uso futuro se puede observar en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 6.3.5-2
Demanda de Uso Futuro para Escenario 2 con Proyecto Angostura, Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y Hábitat Mínimo para Sostentamiento de Macrobentos

USO FUTURO (m3/s)	ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	DEMANDA AGRICOLA		0,00	0,00	0,01	1,19	1,99	1,80	1,84	2,06	2,42	2,20	2,45
DEMANDA POBLACIONAL		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
DEMANDA CONSUMO ANIMAL		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
DEMANDA DEL HABITAT		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DEMANDA SUB TOTAL		1,11	1,11	1,12	2,30	3,10	2,91	2,95	3,17	3,53	3,31	3,56	1,51

Se observa que la mayor demanda del recurso hídrico se encuentra entre los meses de septiembre y noviembre los cuales son meses de estiaje.

En el siguiente cuadro se detalla la demanda total del recurso hídrico (actual y futuro) contando todos los usos que tiene la cuenca del río Apurímac

Cuadro N° 6.3.5-3
Cuadro Resumen Habitabilidad para Macrobentos

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA TOTAL (m3/s)	1,11	1,11	1,21	2,61	3,10	2,91	2,95	3,17	3,53	3,87	4,19	1,67

Como se observa en el cuadro anterior la demanda total varía según el requerimiento mes a mes por ende para ser un manejo eficiente del recurso hídrico el enfoque holístico en el cual se debe conservar el caudal ecológico a todos los usos actuales y futuros en la zona de estudio el caudal ecológico a proponer sería variable mes a mes los cuales se tienen la siguiente consideración:

- Para el Escenario 2 a pie de la represa se recomienda que el caudal ecológico sea variable mes a mes teniendo en consideración los otros usos además que se asegura la habitabilidad en el tramo comprendido entre la Represa Angostura y la toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac. En resumen el caudal a soltar a pie de la represa será:

Cuadro N° 6.3.5-4
Escenario 2
Cuadro Resumen Habitabilidad para Macrobentos

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
DEMANDA TOTAL (m3/s)	1,1	1,1	1,2	2,6	3,1	2,9	3	3,2	3,5	3,9	4,2	1,7

- El caudal ecológico para el Escenario 2 en el tramo comprendido entre la toma del Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac y la confluencia del río Salado sería de 1,0 m³/s con este caudal se asegura el sostenimiento mínimo del hábitat el cual está dado por los macroinvertebrados.

Cuadro N° 6.3.5-5
Escenario 3 con Proyecto Angostura, Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y Hábitat para sostenimiento de *Oncorhynchus mykiss*

USO FUTURO (m3/s)	ITEM	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	D1	0,0	0,0	0,01	1,19	1,99	1,80	1,80	2,06	2,42	2,20	2,45	0,4
D2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
D3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
D4	2,40	2,40	2,40	2,40	2,4	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
SUB TOTAL	2,51	2,51	2,52	3,70	4,50	4,31	4,31	4,57	4,93	4,71	4,96	2,91	

Fuente Elaboración propia

- D1: Demanda Agrícola
D2: Demanda Poblacional
D3: Demanda Consumo Animal
D4: Demanda del Hábitat

- Para el Escenario 3 a pie de la represa se recomienda que el caudal ecológico sea variable mes a mes teniendo en consideración los otros usos además que se asegura la habitabilidad en el tramo comprendido entre la Represa Angostura y la toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac. En resumen el caudal a soltar a pie de la represa será:

Cuadro N° 6.3.5-6
Escenario 3
Cuadro Resumen Habitabilidad para *Oncorhynchus mykiss*

	Meses											
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Set	Oct	Nov	Dic
Demanda Total m³/s	2,51	2,51	2,52	3,70	4,50	4,31	4,31	4,57	4,93	4,71	4,96	2,91

El caudal ecológico para el Escenario 3 en el tramo comprendido entre la toma del Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac y la confluencia del río Salado sería de 2,4 m³/s con este caudal se asegura el sostenimiento para la especie representativa de valor social que es la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.1 Conclusiones

- Se ha delimitado el tramo del río Apurímac en dos tramos:
 - Tramo I: Desde la ubicación de la proyectada represa Angostura, hasta la bocatoma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac.
 - Tramo II: Desde la bocatoma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac hasta la confluencia del río Apurímac con el río Salado.

- Se considera que el Tramo I no será afectado por la disminución del caudal debido a la demanda de riego de la bocatoma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac.

El Tramo II se considera crítico al no disponer de caudal suficiente para el sostenimiento del hábitat acuático, y es en donde se determinará los escenarios a evaluar con la finalidad de establecer el caudal ecológico. En este sector, los aportes de las quebradas tributarias no son significativos en la temporada de estiaje.

- Se ha obtenido tres posibles escenarios para la determinación del caudal ecológico:
 - En el primer escenario de modelamiento sin el Proyecto Angostura y con el Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac, el cual el caudal de estiaje del río Apurímac no se modifica, la captación y derivación de las aguas del río por Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac altera drásticamente la calidad ambiental del ecosistema acuático, al restringir significativamente el desarrollo de macroinvertebrados bentónicos, los cuales son considerados como el grupo de organismos que requieren poco aporte de caudal.
 - En el segundo escenario, con el Proyecto Angostura y con el Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac, se tiene que el Proyecto Angostura garantiza el caudal de operación del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac, aportando además un caudal de sostenimiento mínimo del hábitat acuático de 1 m³/s, permitiendo de este modo el desarrollo de macrobentos.
 - El tercer escenario, con el Proyecto Angostura y con el Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac, se tiene que el Proyecto Angostura permitirá el desarrollo de la especie de mayor importancia social (*Oncorhynchus mykiss*) en todo el tramo crítico al garantizar el caudal de operación del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac así como el caudal para el hábitat de la trucha arco iris siendo para este último de 2,4 m³/s.

- Dependiendo de la selección, el caudal ecológico a recomendar en el Tramo crítico que comprende desde la bocatoma del Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac y la confluencia del río Apurímac con el río Salado es el siguiente:

Escenario 2: 1,0 m³/s. Habitabilidad mínima para el sostenimiento de macrobentos.

Escenario 3: 2,4 m³/s. Habitabilidad para el sostenimiento de la especie de importancia social (*Oncorhynchus mykiss*).

- Los requerimientos del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac es de 2,5 m³/s para el mes de setiembre, considerado como el mes crítico en la temporada de estiaje. Dicho caudal es garantizado en cualquiera de los escenarios planteados.
- Con los datos de requerimientos de caudales para usos actuales y futuros se ha estimado el caudal ecológico mediante el método holístico, el cual consiste en integrar una serie de caudales con fines agrícolas y de otros usos así como para el sostenimiento del hábitat acuático.
- Para la validez del caudal de sostenimiento del hábitat acuático, se ha procedido a emplear el método hidrobiológico mediante la aplicación de simulación hidráulica.
- Para el modelamiento hidráulico del Programa Rhabsim para el sostenimiento mínimo del ecosistema acuático se ha procedido a caracterizar al grupo de organismos denominados como macroinvertebrados bentónicos.
- De igual manera, para el modelamiento hidráulico del programa Rhabsim, se ha procedido a caracterizar a la especie representativa *Ocorhynchus mykiss*, dada su importancia desde el punto de vista social.
- El caudal ecológico en el tramo de estudio se ha dividido en dos sectores:
 - Pie de Represa hasta la toma del Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac.
 - De la toma del Plan Meriss hasta la confluencia con el río Salado.
- El caudal ecológico en el Primer Tramo se ha determinado que el caudal ecológico sea un régimen variable mensualmente.
- El caudal Ecológico en el segundo Tramo será de 1,0 m³/s con el cual se mantendrá la habitabilidad mínima en el tramo comprendido entre la toma del Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac y la confluencia del río Apurímac con el río Salado.
- El caudal Ecológico en el segundo Tramo es de 2,4 m³/s se mantiene la habitabilidad para *Oncorhynchus mykiss*, especie importante desde el punto de vista social. entre la toma del Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac y la confluencia del río Apurímac con el río Salado.

En resumen, la descarga de la represa Angostura para los dos escenarios estudiados son:

Cuadro N° 7.1.1-1
Escenario 2 con Proyecto Angostura, Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y Hábitat para sostenimiento mínimo de Macrobenos

	Meses											
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Set	Oct	Nov	Dic
Demanda Total m³/s	1,1	1,1	1,2	2,6	3,1	2,9	3,0	3,2	3,5	3,9	4,2	1,7

Cuadro N° 7.1.1-2
Escenario 3 con Proyecto Angostura, Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac y
Hábitat para sostenimiento de *Oncorhynchus mykiss*

	Meses											
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Set	Oct	Nov	Dic
Demanda Total m³/s	2,51	2,51	2,52	3,70	4,50	4,31	4,31	4,57	4,93	4,71	4,96	2,91

7.1.2 Recomendaciones

- Se recomienda incorporar en la represa Angostura una estructura de descarga de agua hacia el cauce del río Apurímac con una capacidad del orden de 5m³/s.
- Se recomienda que para los dos primeros años de operación de la represa Angostura, se haga referencialmente las descargas indicadas para el Escenario 3.
- Se recomienda la realización de monitoreos en un periodo de dos años, en el cual se procederá a afinar el caudal ecológico así como implementar medidas de manejo ambiental: compensaciones, y adecuaciones en el tramo para el acondicionamiento del cauce. Con ello el establecimiento del caudal ecológico dejará de ser holístico para ser entonces un método netamente hidrobiológico.
- Si se decidiera la aplicación del Escenario 2, el caudal asignado para el Tramo Crítico, se tendría que adoptar de medidas de compensación, como por ejemplo el desarrollo de un programa de piscigranjas como una medida compensatoria dirigida a los pobladores que utilizan las aguas del río Apurímac para las actividades de pesca.
- Se recomienda instalar 02 estaciones hidrométricas las cuales estarían controlando la descarga de la Represa Angostura y inmediatamente aguas abajo de la toma del Proyecto de Irrigación Cañón del Apurímac.
- Como el caudal ecológico establecido es de carácter preliminar, ante la ausencia de información completa de temporada de estiaje y avenidas, por lo cual se recomienda hacer un monitoreo de seguimiento de caudal con la finalidad de obtener el caudal ecológico definitivo.

ESFUERZO DE MUESTREO DE AVES

Caracterización del monitoreo de aves

Evaluación	Personal	Formación Vegetal	Temporada	Fechas de ingreso a los 10 pts. Monitoreo	Nº ingresos/ puntos de muestreo
Aves	1 Especialista / 2 guías	Roquedal, césped de puna, matorral mixto	Avenida	11-14/12/2009	2

Estacionalidad y Abundancia en las estaciones de monitoreo de Aves

Punto de muestreo	Abundancia (N)	Riqueza (S)	Temporada húmeda		No. Ingresos / días (horas)
			08 -11am	03 -5pm	
Efa-01	53	8	6	2	1
Efa-02	68	11	8	3	1
Efa-03	67	8	4	4	1
Efa-04	44	11	5	7	2
Efa-05	63	13	10	3	2
Efa-06	34	11	6	5	2
Efa-07	55	10	5	5	2
Efa-08	44	16	8	8	2
Efa-09	33	8	7	1	2
Efa-10	35	9	6	3	2

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :

Nombre Unidad Operativa :

Nombre del Punto :

Clase de Punto : **E = Emisor** **R = Receptor**

Tipo de Muestra : **L = Líquida** **G = Gaseosa** **S = Sólida**

UBICACION

Distrito :

Provincia :

Departamento :

Cuerpo Receptor :

Categoría : Estándares de Calidad de Agua

Cuenca :

Referencia :

COORDENADAS U.T.M.

Norte :

Este :

Altitud :

Zona :

Datum :





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :	<input type="text" value="Autoridad Nacional de Agua"/>			
Nombre Unidad Operativa :	<input type="text" value="Represa Angostura"/>			
Nombre del Punto :	<input type="text" value="CA - 02"/>			
Clase de Punto :	<input type="text" value="R"/>	E = Emisor	R = Receptor	
Tipo de Muestra :	<input type="text" value="L"/>	L = Líquida	G = Gaseosa	S = Sólida

UBICACION

Distrito :	<input type="text" value="Caylloma"/>
Provincia :	<input type="text" value="Caylloma"/>
Departamento :	<input type="text" value="Arequipa"/>
Cuerpo Receptor :	<input type="text" value="Apurimac"/>
Categoría :	<input type="text" value="3"/> Estándares de Calidad de Agua
Cuenca :	<input type="text" value="Apurimac"/>
Referencia :	<input type="text" value="Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el río Apurimac"/>
	<input type="text"/>

COORDENADAS U.T.M.

Norte :	<input type="text" value="8 319 880"/>
Este :	<input type="text" value="217 053"/>
Altitud :	<input type="text" value="4 150"/>
Zona :	<input type="text" value="19"/>
Datum :	<input type="text" value="PSAD 56"/>





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :	<input type="text" value="Autoridad Nacional de Agua"/>			
Nombre Unidad Operativa :	<input type="text" value="Represa Angostura"/>			
Nombre del Punto :	<input type="text" value="CA - 03"/>			
Clase de Punto :	<input type="text" value="R"/>	E = Emisor	R = Receptor	
Tipo de Muestra :	<input type="text" value="L"/>	L = Líquida	G = Gaseosa	S = Sólida

UBICACION

Distrito :	<input type="text" value="Caylloma"/>
Provincia :	<input type="text" value="Caylloma"/>
Departamento :	<input type="text" value="Arequipa"/>
Cuerpo Receptor :	<input type="text" value="Apurimac"/>
Categoría :	<input type="text" value="3"/> Estándares de Calidad de Agua
Cuenca :	<input type="text" value="Apurimac"/>
Referencia :	<input type="text" value="Aguas abajo de la Presa Angostura, sobre el río Apurimac"/>
	<input type="text"/>

COORDENADAS U.T.M.

Norte :	<input type="text" value="8 321 817"/>
Este :	<input type="text" value="217 140"/>
Altitud :	<input type="text" value="4 150"/>
Zona :	<input type="text" value="19"/>
Datum :	<input type="text" value="PSAD 56"/>





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :

Nombre Unidad Operativa :

Nombre del Punto :

Clase de Punto : **E = Emisor** **R = Receptor**

Tipo de Muestra : **L = Líquida** **G = Gaseosa** **S = Sólida**

UBICACION

Distrito :

Provincia :

Departamento :

Cuerpo Receptor :

Categoría : Estándares de Calidad de Agua

Cuenca :

Referencia :

COORDENADAS U.T.M.

Norte :

Este :

Altitud :

Zona :

Datum :





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :

Nombre Unidad Operativa :

Nombre del Punto :

Clase de Punto : **E = Emisor** **R = Receptor**

Tipo de Muestra : **L = Líquida** **G = Gaseosa** **S = Sólida**

UBICACION

Distrito :

Provincia :

Departamento :

Cuerpo Receptor :

Categoría : Estándares de Calidad de Agua

Cuenca :

Referencia :

COORDENADAS U.T.M.

Norte :

Este :

Altitud :

Zona :

Datum :





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :	<input type="text" value="Autoridad Nacional de Agua"/>			
Nombre Unidad Operativa :	<input type="text" value="Represa Angostura"/>			
Nombre del Punto :	<input type="text" value="CA - 06"/>			
Clase de Punto :	<input type="text" value="R"/>	E = Emisor	R = Receptor	
Tipo de Muestra :	<input type="text" value="L"/>	L = Líquida	G = Gaseosa	S = Sólida

UBICACION

Distrito :	<input type="text" value="Coporaque"/>
Provincia :	<input type="text" value="Espinar"/>
Departamento :	<input type="text" value="Cusco"/>
Cuerpo Receptor :	<input type="text"/>
Categoría :	<input type="text" value="3"/> Estándares de Calidad de Agua
Cuenca :	<input type="text" value="Apurimac"/>
Referencia :	<input type="text" value="Aguas abajo de la confluencia del Río Apurimac y el río Salado"/>
	<input type="text"/>

COORDENADAS U.T.M.

Norte :	<input type="text" value="8 373 778"/>
Este :	<input type="text" value="236 281"/>
Altitud :	<input type="text" value="3850"/>
Zona :	<input type="text" value="19"/>
Datum :	<input type="text" value="PSAD 56"/>





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :	Autoridad Nacional de Agua			
Nombre Unidad Operativa :	Represa Angostura			
Nombre del Punto :	CA - 07			
Clase de Punto :	<input type="text" value="R"/>	E = Emisor	R = Receptor	
Tipo de Muestra :	<input type="text" value="L"/>	L = Líquida	G = Gaseosa	S = Sólida

UBICACION

Distrito :	Espinar		
Provincia :	Espinar		
Departamento :	Cusco		
Cuerpo Receptor :	<input type="text"/>		
Categoría :	<input type="text" value="3"/>	Estándares de Calidad de Agua	
Cuenca :	Salado		
Referencia :	Sobre el río Salado, antes de la confluencia con el río Apurimac		
	<input type="text"/>		

COORDENADAS U.T.M.

Norte :	<input type="text" value="8 371 383"/>
Este :	<input type="text" value="237 239"/>
Altitud :	<input type="text" value="3850"/>
Zona :	<input type="text" value="19"/>
Datum :	<input type="text" value="PSAD 56"/>





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :

Nombre Unidad Operativa :

Nombre del Punto :

Clase de Punto : **E = Emisor** **R = Receptor**

Tipo de Muestra : **L = Líquida** **G = Gaseosa** **S = Sólida**

UBICACION

Distrito :

Provincia :

Departamento :

Cuerpo Receptor :

Categoría : Estándares de Calidad de Agua

Cuenca :

Referencia :

COORDENADAS U.T.M.

Norte :

Este :

Altitud :

Zona :

Datum :





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :	<input type="text" value="Autoridad Nacional de Agua"/>			
Nombre Unidad Operativa :	<input type="text" value="Represa Angostura"/>			
Nombre del Punto :	<input type="text" value="CA - 09"/>			
Clase de Punto :	<input type="text" value="R"/>	E = Emisor	R = Receptor	
Tipo de Muestra :	<input type="text" value="L"/>	L = Líquida	G = Gaseosa	S = Sólida

UBICACION

Distrito :	<input type="text" value="Tisco"/>
Provincia :	<input type="text" value="Caylloma"/>
Departamento :	<input type="text" value="Arequipa"/>
Cuerpo Receptor :	<input type="text"/>
Categoría :	<input type="text" value="3"/> Estándares de Calidad de Agua
Cuenca :	<input type="text" value="Colca"/>
Referencia :	<input type="text" value="Río Chalhuanca, a la altura de la salida del túnel"/>
	<input type="text" value="de derivación Angostura- Colca"/>

COORDENADAS U.T.M.

Norte :	<input type="text" value="8 319 201"/>
Este :	<input type="text" value="232 578"/>
Altitud :	<input type="text" value="4300"/>
Zona :	<input type="text" value="19"/>
Datum :	<input type="text" value="PSAD 56"/>





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :	<input type="text" value="Autoridad Nacional de Agua"/>			
Nombre Unidad Operativa :	<input type="text" value="Represa Angostura"/>			
Nombre del Punto :	<input type="text" value="CA-10"/>			
Clase de Punto :	<input type="text" value="R"/>	E = Emisor	R = Receptor	
Tipo de Muestra :	<input type="text" value="L"/>	L = Líquida	G = Gaseosa	S = Sólida

UBICACION

Distrito :	<input type="text" value="Tisco"/>		
Provincia :	<input type="text" value="Caylloma"/>		
Departamento :	<input type="text" value="Arequipa"/>		
Cuerpo Receptor :	<input type="text"/>		
Categoría :	<input type="text" value="3"/>	Estándares de Calidad de Agua	
Cuenca :	<input type="text" value="Colca"/>		
Referencia :	<input type="text" value="Aguas arriba del Río Colca, antes del cruce con el río Chalhuanca"/>		
	<input type="text"/>		

COORDENADAS U.T.M.

Norte :	<input type="text" value="8 311 544"/>
Este :	<input type="text" value="238 573"/>
Altitud :	<input type="text" value="4 000"/>
Zona :	<input type="text" value="19"/>
Datum :	<input type="text" value="PSAD 56"/>





Autoridad Nacional del Agua

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO

Nombre de la Empresa :

Nombre Unidad Operativa :

Nombre del Punto :

Clase de Punto : **E = Emisor** **R = Receptor**

Tipo de Muestra : **L = Líquida** **G = Gaseosa** **S = Sólida**

UBICACION

Distrito :

Provincia :

Departamento :

Cuerpo Receptor :

Categoría : Estándares de Calidad de Agua

Cuenca :

Referencia :

COORDENADAS U.T.M.

Norte :

Este :

Altitud :

Zona :

Datum :



Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formatos de SIA - Flora

Nombre de la Empresa:

Nombre del Proyecto

Nombre del Punto:

Código del Punto:

Formación Vegetal:

UBICACION

Distrito:

Provincia:

Departamento:

Cuenca:

Referencia:

COORDENADAS U.T.M.

Norte:

Este:

Altitud: (Metros sobre el nivel del mar)

Fecha

Formato SIA – HIDROBIOLOGÍA- PECES

Nombre de la Empresa:	<input type="text" value="CESEL.S.A"/>		
Nombre del Proyecto	<input type="text" value="EIA AMBIENTAL DE LA REPRESA ANGOSTURA Y GESTION AMBIENTA A NIVEL DEFINITIVO"/>		
Nombre del Punto:	<input type="text" value="Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac"/>		
Código del Punto:	<input type="text" value="BI-07"/>		
Descripción del Punto:	<input type="text" value="Río Apurímac"/>		
Formación Vegetal:	<input type="text" value="Vr/ Cp"/>	Césped de Puna (Cp)	P= Pastizal Vegetación ribereña = Vr
Tipo de Muestra:	<input type="text" value="Pe"/>	Peces (Pe)	Macrófitas (M)
<u>UBICACION</u>	Distrito:	<input type="text"/>	
	Provincia:	<input type="text" value="Espinar"/>	
	Departamento:	<input type="text" value="Cuzco"/>	
	Cuerpo Receptor:	<input type="text" value="Río Apurímac"/>	
	Cuenca:	<input type="text" value="Cuenca del Río Apurímac"/>	
	Referencia:	<input type="text"/>	

COORDENADAS U.T.M.

Norte:	<input type="text" value="8 320 842"/>	
Este:	<input type="text" value="216 602"/>	
Altitud:	<input type="text" value="4 419"/>	(Metros sobre el nivel del mar)
Zona:	<input type="text" value="18 S"/>	
Fecha:	<input type="text" value="11.12.2009 (Mañana)"/>	

Formato SIA – HIDROBIOLOGÍA- PECES

Nombre de la Empresa:	<input type="text" value="CESEL.S.A"/>		
Nombre del Proyecto	<input type="text" value="EIA AMBIENTAL DE LA REPRESA ANGOSTURA Y GESTION AMBIENTA A NIVEL DEFINITIVO"/>		
Nombre del Punto:	<input type="text" value="Aguas debajo de la Presa Angostura sobre el Río Apurímac"/>		
Código del Punto:	<input type="text" value="BI-09"/>		
Descripción del Punto:	<input type="text" value="Río Apurímac"/>		
Formación Vegetal:	<input type="text" value="Vr/ Cp"/>	Césped de Puna (Cp)	P= Pastizal Vegetación ribereña = Vr
Tipo de Muestra:	<input type="text" value="Pe"/>	Peces (Pe)	Macrófitas (M)
<u>UBICACION</u>	Distrito:	<input type="text"/>	
	Provincia:	<input type="text" value="Espinar"/>	
	Departamento:	<input type="text" value="Cuzco"/>	
	Cuerpo Receptor:	<input type="text" value="Río Apurímac"/>	
	Cuenca:	<input type="text" value="Cuenca del Río Apurímac"/>	
	Referencia:	<input type="text"/>	

COORDENADAS U.T.M.

Norte:	<input type="text" value="8 321 817"/>	
Este:	<input type="text" value="217 140"/>	
Altitud:	<input type="text" value="4 403"/>	(Metros sobre el nivel del mar)
Zona:	<input type="text" value="18 S"/>	
Fecha:	<input type="text" value="11.12.2009 (Tarde)"/>	

Formato SIA – HIDROBIOLOGÍA- PECES

Nombre de la Empresa:	CESEL.S.A		
Nombre del Proyecto	EIA AMBIENTAL DE LA REPRESA ANGOSTURA Y GESTION AMBIENTA A NIVEL DEFINITIVO		
Nombre del Punto:	Sobre el Río Apurímac, aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Cerrilumbo		
Código del Punto:	BI-12		
Descripción del Punto:	Río Apurímac		
Formación Vegetal:	Vr/ Cp	Césped de Puna (Cp)	P= Pastizal Vegetación ribereña = Vr
Tipo de Muestra:	Pe	Peces (Pe)	Macrófitas (M)
<u>UBICACION</u>	Distrito:		
	Provincia:	Espinar	
	Departamento:	Cuzco	
	Cuerpo Receptor:	Río Apurímac	
	Cuenca:	Cuenca del Río Apurímac	
	Referencia:		

COORDENADAS U.T.M.

Norte:	8 342 432	
Este:	219 798	
Altitud:	4 752	(Metros sobre el nivel del mar)
Zona:	18 S	
Fecha:	12.12.2009	

Formato SIA – HIDROBIOLOGÍA- PECES

Nombre de la Empresa:	<input type="text" value="CESEL.S.A"/>		
Nombre del Proyecto	<input type="text" value="EIA AMBIENTAL DE LA REPRESA ANGOSTURA Y GESTION AMBIENTA A NIVEL DEFINITIVO"/>		
Nombre del Punto:	<input type="text" value="Sobre el Río Apurímac, aguas abajo de la confluencia de la Quebrada Cayomani"/>		
Código del Punto:	<input type="text" value="BI-13"/>		
Descripción del Punto:	<input type="text" value="Río Apurímac"/>		
Formación Vegetal:	<input type="text" value="Vr/ Cp"/>	Césped de Puna (Cp)	P= Pastizal Vegetación ribereña = Vr
Tipo de Muestra:	<input type="text" value="Pe"/>	Peces (Pe)	Macrófitas (M)
<u>UBICACION</u>	Distrito:	<input type="text"/>	
	Provincia:	<input type="text" value="Espinar"/>	
	Departamento:	<input type="text" value="Cuzco"/>	
	Cuerpo Receptor:	<input type="text" value="Río Apurímac"/>	
	Cuenca:	<input type="text" value="Cuenca del Río Apurímac"/>	
	Referencia:	<input type="text"/>	

COORDENADAS U.T.M.

Norte:	<input type="text" value="8 346 824"/>	
Este:	<input type="text" value="222 205"/>	
Altitud:	<input type="text" value="4 558"/>	(Metros sobre el nivel del mar)
Zona:	<input type="text" value="18 S"/>	
Fecha:	<input type="text" value="13.12.2009"/>	

Formato SIA – HIDROBIOLOGÍA- PECES

Nombre de la Empresa:	<input type="text" value="CESEL.S.A"/>		
Nombre del Proyecto	<input type="text" value="EIA AMBIENTAL DE LA REPRESA ANGOSTURA Y GESTION AMBIENTA A NIVEL DEFINITIVO"/>		
Nombre del Punto:	<input type="text" value="Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia de la Quebrada Chacomayo"/>		
Código del Punto:	<input type="text" value="BI-14"/>		
Descripción del Punto:	<input type="text" value="Río Apurímac"/>		
Formación Vegetal:	<input type="text" value="Vr/ Cp"/>	Césped de Puna (Cp)	P= Pastizal Vegetación ribereña = Vr
Tipo de Muestra:	<input type="text" value="Pe"/>	Peces (Pe)	Macrófitas (M)
<u>UBICACION</u>	Distrito:	<input type="text"/>	
	Provincia:	<input type="text" value="Espinar"/>	
	Departamento:	<input type="text" value="Cuzco"/>	
	Cuerpo Receptor:	<input type="text" value="Río Apurímac"/>	
	Cuenca:	<input type="text" value="Cuenca del Río Apurímac"/>	
	Referencia:	<input type="text"/>	

COORDENADAS U.T.M.

Norte:	<input type="text" value="8 350 524"/>	
Este:	<input type="text" value="228 873"/>	
Altitud:	<input type="text" value="4 573"/>	(Metros sobre el nivel del mar)
Zona:	<input type="text" value="18 S"/>	
Fecha:	<input type="text" value="14.12.2009"/>	

AUTODEMA-GRA

TERCER INFORME TÉCNICO
SUSTENTATORIO

Green Consult S.A.

Av. José Pardo 541 Of. 207 – Miraflores
Teléfono (511) 249 5150 - 255 9245
www.greenconsult.com.pe



TABLA DE CONTENIDO GENERAL

I	INTRODUCCIÓN	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	DATOS GENERALES DEL TITULAR DEL PROYECTO Y DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO SUSTENTATORIO (ITS).....	3
1.2.1	DATOS GENERALES DEL TITULAR DEL PROYECTO.....	3
1.2.2	DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ITS.....	3
II	OBJETIVOS	4
III	MARCO LEGAL	5
3.1	MARCO LEGAL GENERAL.....	5
3.2	MARCO LEGAL ESPECÍFICO.....	6
3.3	MARCO INSTITUCIONAL.....	7
IV	ANTECEDENTES	8
V	LÍNEA BASE AMBIENTAL Y SOCIAL	10
5.1	ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL.....	10
5.2	LÍNEA BASE FÍSICA.....	10
5.2.1	CLIMA Y METEOROLOGÍA.....	10
5.2.2	CALIDAD DE AIRE Y RUIDO.....	11
5.2.3	CALIDAD DE AGUA.....	11
5.2.4	GEOLOGÍA.....	12
5.2.5	SUELOS.....	14
5.2.6	CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA.....	15
5.2.7	HIDROLOGÍA.....	16
5.3	LÍNEA BASE BIOLÓGICA.....	17
5.3.1	ZONAS DE VIDA Y FORMACIONES VEGETALES.....	17
5.3.2	FLORA.....	17
5.3.3	FAUNA.....	19
5.4	LÍNEA BASE SOCIAL.....	21
5.4.1	ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DIRECTA.....	21
5.4.2	ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL INDIRECTA.....	23
VI	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y COMPONENTES A MODIFICAR	25
6.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	25
6.2	DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES AUXILIARES A MODIFICAR.....	27
6.2.1	CAMPAMENTOS.....	28
6.2.2	PLATAFORMA CHALHUANCA.....	37
6.2.3	DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE.....	41

6.2.4	ACOPIO TEMPORAL DE SUELO ORGÁNICO	43
6.2.5	TÚNEL DE TRASVASE PUCARÁ Y TRANSANDINO	43
6.2.6	TUNEL DE DESVÍO	49
6.3	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS	49
VII	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	50
7.1	GENERALIDADES	50
7.2	METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS	50
7.2.1	ETAPA I: IDENTIFICACIÓN	50
7.2.2	ETAPA II: EVALUACIÓN	51
7.3	DESARROLLO METODOLÓGICO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL PROYECTO	52
7.3.1	I ETAPA: IDENTIFICACIÓN	52
7.4	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	55
7.4.1	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS FÍSICO - BIOLÓGICOS	56
7.4.2	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS	65
VIII	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	66
8.1	PROGRAMA DE MONITOREO	66
8.1.1	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	66
8.1.2	MONITOREO DE RUIDO	67
8.1.3	ESTACIONES METEOROLÓGICAS	68
8.1.4	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	69
8.1.5	MONITOREO BIOLÓGICO	70
IX	PLAN DE CIERRE	78

RELACIÓN DE TABLAS

TABLA 5.3-1	UNIDADES FISIográfICAS	14
TABLA 5.3-2	LISTA DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	17
TABLA 5.3-3	LISTADO DE ESPECIES REGISTRADAS CON ALGÚN GRADO DE AMENAZA DE ACUERDO AL D.S. N° 043-2006 AG	19
TABLA 5.3-4	LISTA DE ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	19
TABLA 5.3-5	LISTA IDENTIFICADA DE MAMÍFEROS MENORES TERRESTRES	20
TABLA 5.3-6	LISTA IDENTIFICADA DE MAMÍFEROS MAYORES TERRESTRES	20
TABLA 5.3-7	LISTA DE LAS ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA SILVESTRE REGISTRADAS	21
TABLA 6.2-1	CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES AUXILIARES A MODIFICAR	27
TABLA 6.2-2	CAMPAMENTOS TEMPORALES CONSIDERADOS EN EL PRIMER ITS	28
TABLA 6.2-3	CAMPAMENTOS PROVISIONAL Y DE AVANZADA CONSIDERADOS PARA EL TERCER ITS	28
TABLA 6.2-4	UBICACIÓN DE LOS POLVORINES	37
TABLA 6.2-5	INSTALACIONES AUXILIARES PLATAFORMA CHALHUANCA	37
TABLA 8-1	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE APROBADO EN EL EIA	66
TABLA 8-2	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PROPUESTOS EN TERCER ITS	67
TABLA 8-3	ESTACIONES DE MONITOREO DE RUIDO APROBADO EN EL EIA	67

TABLA 8-4	ESTACIONES DE MONITOREO DE RUIDO PROPUESTOS EN TERCER ITS	68
TABLA 8-5	ESTACIÓN METEOROLÓGICA APROBADO EN EL EIA	68
TABLA 8-6	ESTACIONES METEOROLÓGICAS PROPUESTAS EN TERCER ITS	68
TABLA 8-7	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE APROBADO EN EL EIA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
TABLA 8-8	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE PROPUESTOS EN TERCER ITS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 8-9	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA APROBADO EN EL EIA	69
TABLA 8-10	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA PROPUESTOS EN TERCER ITS	70
TABLA 8-11	ESTACIONES DE MONITOREO DE FAUNA APROBADO EN EL EIA	72
TABLA 8-12	ESTACIONES DE MONITOREO DE FAUNA PROPUESTOS EN TERCER ITS	73
TABLA 8-13	FRECUENCIA DE MONITOREO DE FAUNA PROPUESTO	73
TABLA 8-14	ESTACIONES DE MONITOREO DE FLORA APROBADO EN EL EIA	74
TABLA 8-15	ESTACIONES DE MONITOREO DE FLORA PROPUESTOS EN TERCER ITS	74
TABLA 8-16	FRECUENCIA DE MONITOREO DE FLORA PROPUESTO.....	75
TABLA 8-17	ESTACIONES DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO APROBADO EN EL EIA	75
TABLA 8-18	ESTACIONES DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO PROPUESTOS EN TERCER ITS	76
TABLA 8-19	FRECUENCIA DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO PROPUESTO	76

RELACIÓN DE FIGURAS

FIGURA 1-1	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL.....	40
FIGURA 1-2	TRAZADO EN PLANTA TÚNEL DE PUCARÁ	44
FIGURA 1-3	TRAZADO EN PLANTA TÚNEL TRANSANDINO.....	45
FIGURA 1-4	SECCIÓN TIPO PARA LOS TÚNELES DE PUCARÁ Y TRANSANDINO	45
FIGURA 1-5	ESCUDO SIMPLE (FUENTE HERRENKNECHT.COM)	47
FIGURA 1-6	ESCUDO SIMPLE. CABEZA DE CORTE Y SISTEMA DE DESESCOMBRO (FUENTE HERRENKNECHT.COM).....	48
FIGURA 1-7	ESCUDO SIMPLE. ZONA DE ESCUDO (FUENTE HERRENKNECHT.COM).....	48

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A-1	RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA ANGOSTURA Y GESTIÓN AMBIENTAL A NIVEL DEFINITIVO DEL PROYECTO MAJES – SIGUAS II ETAPA
ANEXO A-2	OFICIO N° 2294-13-MINAGRI-DGAAA-12287-2010
ANEXO A-3	OFICIO N° 654-14-MINAGRI-DGAAA-12287-2010 - CONFORMIDAD DEL PRIMER ITS
ANEXO A-4	CERTIFICACIÓN AMBIENTAL AGRARIA RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN GENERAL N° 158-2015-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA
ANEXO A-5	OFICIO N° 2293-2015-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA – CONFORMIDAD DEL SEGUNDO ITS

ANEXO B

ANEXO B-1 PLANOS

01	MS2-PRA-PL-CIV-201-01	PLANTA GENERAL DE SITUACIÓN
02	MS2-PRA-PL-CIV-200	MAPA BASE
03	MS2-ET1-CAV-PLA-CIV-001.01	LOCALIZACIÓN CAMPAMENTO DE AVANZADA
04	MS2-ET1-CAV-PLA-ARQ-001.01	VISTA PLANTA CAMPAMENTO AVANZADA
05	MS2-ET1-CA1-PLA-ARQ-0002-01	LOCALIZACIÓN CAMPAMENTO PROVISIONAL
06	MS2-ET1-CA1-PLA-ARQ-0002-01	VISTA PLANTA GENERAL CAMPAMENTO PROVISIONAL
07	MS2-ET1-CA1-PLA-ARQ-0001-01	VISTA PLANTA CAMPAMENTO PROVISIONAL
08	MS2-ET1-PLV-PLA-ARQ-001-01	LOCALIZACIÓN GRIFO
09	MS2-ET1-PLV-PLA-ARQ-001-01	LOCALIZACIÓN POLVORIN 2
10	MS2-ET1-AF1-PLA-GEO-0003.37	PLANO DE DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE
11	MS2-ET1-DSV-PLA-0014.08	PLANO Balsa de DECANTACIÓN
12	MS2-ET1-TPT-PLA-0001.01	TUNEL PUCARA TRASANDINO
13	MS2-ET1-TPT-PLA-0006.01	SECCIÓN TIPO ANILLO
14	PLANO 01	PUNTOS DE MONITOREO AIRE Y RUIDO
15	PLANO 02	PUNTOS DE MONITOREO AGUA
16	PLANO 03	PUNTOS DE MONITOREO FLORA
17	PLANO 04	PUNTOS DE MONITOREO FAUNA
18	PLANO 05	PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

ANEXO C

ANEXO C-1	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS - ETAPA DE CONSTRUCCIÓN
ANEXO C-2	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS - ETAPA DE CIERRE

TERCER INFORME TÉCNICO SUSTENTATORIO PARA LA MODIFICACIÓN DE COMPONENTES AUXILIARES APROBADOS POR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA ANGOSTURA Y GESTIÓN A NIVEL DEFINITIVO

I INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El presente documento elaborado por GREEN CONSULT S.A. (en adelante GREEN) corresponde al Tercer Informe Técnico Sustentatorio (en adelante Tercer ITS) para modificar y ampliar componentes auxiliares del Proyecto Represa Angostura (en adelante el Proyecto), de titularidad de la Autoridad Autónoma de Majes del Gobierno Regional de Arequipa (en adelante AUTODEMA-GRA).

El Proyecto se desarrolla entre los 4 100 a 4 800 msnm, en el departamento de Arequipa. Las principales obras se encuentran ubicadas en el distrito de Caylloma, provincia de Caylloma, exactamente en la confluencia de los ríos Apurímac y Hornillos, comprendiendo las áreas del embalse las pampas de La Calera en el río Apurímac y las de Pusa Pusa en el río Hornillos. Adicionalmente el proyecto comprende los ríos Chalhuanca, donde se descargan las aguas del túnel de trasvase y el río Colca hasta su conducción a las pampas de Siguas.

El Proyecto Majes – Siguas es un proyecto de desarrollo regional basado en la regulación y derivación de recursos hídricos de las cuencas altas de los ríos Colca y Apurímac, para su uso racional en la irrigación de hasta 60 000 hectáreas de tierras nuevas en las Pampas de Majes y Siguas, Departamento de Arequipa.

La Presa de Angostura se incluye dentro de los trabajos en la ETAPA II del Proyecto MAJES-SIGUAS, emblemático en la zona, y tiene prevista su situación a unos 140 km al norte en línea recta desde la ciudad de Arequipa, en el sur de Perú. En el Anexo B se presenta el Mapa de Ubicación.

El proyecto cuenta con Estudio de Impacto Ambiental de la Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo del Proyecto Majes – Siguas II Etapa, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA, también cuenta con el Primer Informe Técnico Sustentatorio Modificación del Proyecto Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, dado conforme mediante Oficio N° 654 -14 MINAGRI-DGAAA-12287-2010 y con el Segundo Informe Técnico Sustentatorio dado conforme mediante Oficio N° 2293-2015-MINAGRI- DVDIAR-DGAAA respectivamente. En el Anexo A se adjunta la resolución de aprobación y los oficios de los ITS mencionados en el párrafo anterior.

Para la Fase 2, el proyecto cuenta con Estudio de Impacto Ambiental Detallado del Proyecto “Majes Siguas – Etapa II, Fase 2”, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura mediante Resolución de Dirección General N° 158-2015-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA. En el Anexo A se adjunta la resolución de aprobación.

En función de la información generada durante el diseño detallado de la ingeniería del proyecto, existe la necesidad de introducir variaciones en algunos de los componentes con respecto a las características descritas en los instrumentos ambientales anteriormente mencionados. Sin embargo, y teniendo en consideración las características del Proyecto y del contexto ambiental y social en el cual este se desarrollaría, estas variaciones en los componentes y/o configuración de los mismos no representando cambios significativos en el proyecto o en el medio, tal como se concluye en el análisis realizado y que se incluye en el presente ITS. Asimismo, cabe precisar que la totalidad de estos cambios se encuentran ubicados dentro del área de estudio ambiental y áreas de influencia aprobadas.

Las variaciones referidas corresponden a:

- Cambios en las áreas de soporte para las actividades (instalaciones auxiliares):
- Reubicación de los campamentos provisional y avanzada.
- Adición de instalaciones auxiliares en la plataforma Chalhuanca.
- Adición de depósitos de material excedente.
- Modificación del método de construcción del Túnel de Traslase Pucará y Transandino.

La modificación de componentes auxiliares propuestas tiene por objeto optimizar las actividades constructivas en función de los diseños que vienen siendo ejecutados. Es importante señalar, que todos estos cambios se realizan dentro del área evaluada y aprobada en el EIA, por lo que no se prevén impactos ambientales negativos significativos adicionales a los ya evaluados, así como ningún cambio considerable en las medidas de manejo ambiental aprobadas en los referidos estudios ambientales.

El presente Informe ha sido elaborado en el marco de los Decretos Supremos N° 054-2013-PCM y N° 060-2013-PCM, los cuales establecen que en caso sea necesario hacer variaciones o ampliaciones a proyectos de inversión que cuenten con certificación ambiental aprobada, como es el presente caso, donde se tengan impactos ambientales negativos no significativos, no se requerirá un procedimiento de modificación del instrumento de gestión ambiental, sino un Informe Técnico Sustentatorio de los cambios propuestos ante la autoridad competente.

1.2 DATOS GENERALES DEL TITULAR DEL PROYECTO Y DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO SUSTENTATORIO (ITS)

1.2.1 DATOS GENERALES DEL TITULAR DEL PROYECTO

- Razón Social: Autoridad Autónoma de Majes del Gobierno Regional de Arequipa (AUTODEMA - GRA)
- RUC: 20162554167
- Domicilio Legal: Numero E Interior 8 Urb. La Marina
- Distrito: Cayma
- Provincia: Arequipa
- Departamento: Arequipa
- Teléfono: 948545166

Apoderado

- Nombres completos: Ing. Fernando Jesús Vargas Melgar
- Documento de Identidad N°: DNI N° 29269967
- Domicilio: Urb. La Marina E-8
- Teléfono: 948545166
- Correo Electrónico: fvargas@autodema.gob.pe

1.2.2 DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ITS

Persona Jurídica

- Razón Social: Green Consult S.A.
- RUC: 20523431511
- Certificado de Inscripción: N° 039-2015-MINAGRI-DGAAA-DGAA
- Profesionales: Ing. Wilfried Graefling Alva
- Domicilio: Av. José Pardo N° 451 Of. 207 – Miraflores
- Teléfono: +511- 249-5150 / 255-9245
- Correo Electrónico: greenconsult@greenconsult.com.pe

II OBJETIVOS

- Identificar los efectos de la implementación de las modificaciones propuestas del proyecto en los componentes ambiental y social, y en caso amerite establecer medidas necesarias para minimizar o evitar el impacto global de los cambios al proyecto.
- Analizar, evaluar y proponer las medidas ambientales necesarias para asegurar que las modificaciones propuestas en las actividades implicadas en la Etapa de Construcción del Proyecto no generen impactos en el ambiente, cumpliéndose con los requerimientos establecidos por la Normativa Ambiental.
- Desarrollar un análisis de las variaciones planteadas en el Proyecto, sobre el marco de lo aprobado en el EIA, y sus efectos en el entorno ambiental y social, con el fin de determinar la naturaleza de los mismos y su relevancia, y de ser el caso, proponer las medidas necesarias para su óptima gestión ambiental y social.
- Comparar los impactos potenciales que podría presentarse a causa de los cambios, con los impactos potenciales evaluados en el EIA aprobado.

III MARCO LEGAL

El Tercer Informe Técnico Sustentatorio ha sido desarrollado teniendo como marco jurídico la normatividad de conservación y protección ambiental vigente en el Estado Peruano. Las actividades de ejecución del Proyecto deben enmarcarse dentro de los alcances de los dispositivos legales y técnicos vigentes sobre la conservación ambiental. En ese sentido, se pone en conocimiento de las normas nacionales de carácter ambiental que debe tenerse en cuenta para este el proyecto.

3.1 MARCO LEGAL GENERAL

El estudio propuesto será desarrollado considerando el marco legal para la elaboración de Instrumentos Ambientales del Subsector Agrario, de recursos naturales y estudios ambientales; entre las normas legales generales podemos señalar:

- Constitución Política del Perú.
- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental y su Reglamento (D.S. N° 019-2009-MINAM).
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 26821, Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales.
- Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental: Ley N° 28245 y su Reglamento (D.S. N° 008-2005-PCM).
- Ley N° 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica.
- Ley General de Expropiaciones: Ley N° 27117.
- Ley que Facilita la Ejecución de Obras Viales Ley N° 27628.
- Ley Orgánica de Municipalidades: Ley N° 23853.
- Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Ley N° 27791.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Ley de Concesiones Eléctricas (D.L. N° 25844).
- Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 015-2015-MINAM).
- Clasificación de los cuerpos de agua (Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA).
- Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S. N° 003-2008-MINAM).
- Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario (D.S. N° 019-2012-AG).
- Reglamento de Participación Ciudadana para la Evaluación, Aprobación y Seguimiento de Instrumentos de Gestión Ambiental del Sector Agrario (D.S. N° 018-2012-AG).

- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire (D.S. N° 074-2001 PCM).
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).
- Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (D.S. N° 002-2013-MINAM).
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (D.S. N° 09-93 EM).
- Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario (D.S. N° 019-2012-AG).
- Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades de Electricidad (D.S. N° 029-94-EM).
- Reglamento de Participación Ciudadana para la Realización de Actividades Energéticas dentro de los Procedimientos Administrativos de Evaluación de los Estudios Ambientales (R.M. N° 535-2004-MEM-DM).
- Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad (R.M. N° 263-2001 EM/VME).
- Reglamento de Investigaciones Arqueológicas: R.S. N° 004-2000-ED, publicado el 25 de enero de 2000.
- R.D. N° 029-2006-MTC/16. Identificación y Desarrollo de Indicadores Socio Ambientales para la Infraestructura vial en la Identificación, Clasificación y Medición de los Impactos Socio ambientales.
- Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) y su Reglamento (D.S. N° 057-2004-PCM).
- Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes (D.S. N° 010-2005-PCM).
- D.S. N° 034-2004-AG. Aprueban categorización de especies de fauna silvestre y prohíben su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales.
- D.S. N° 043-2006-AG. Categorización de especies de flora silvestre.
- D.S. N° 054-2013-PCM. Aprueban disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos.
- D.S. N° 060-2013-PCM. Aprueban disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos y otras medidas para impulsar proyectos de inversión pública y privada.

3.2 MARCO LEGAL ESPECÍFICO

La legislación peruana y específicamente la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley N° 27746 y su Reglamento aprobado por D. S. N° 019 – 2009 – MINAM, establece que los proyectos de inversión pública o privada que vayan a ejecutarse dentro del territorio nacional y que son susceptibles de causar impactos ambientales significativos de carácter negativo, requieren la previa realización de una evaluación de impacto ambiental y la consiguiente aprobación del Estudio Ambiental que la sustenta por la autoridad competente, que, para los proyectos de inversión agrarios, es el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA).

Es preciso mencionar que conforme a lo establecido en el Anexo I del D. S. N° 019-2009-MINAM, los impactos ambientales son alteraciones que pudieran ser positivas o negativas de uno o más de los componentes del ambiente, provocados por la acción de un proyecto. Así, los impactos ambientales negativos significativos que ameritarían el inicio de un procedimiento de evaluación ambiental son aquellos impactos o alteraciones ambientales que se producen en uno, varios o en la totalidad de los factores que componen el ambiente, como resultado de la ejecución de proyectos o actividades con características de envergadura o localizados con ciertas particularidades.

Cabe precisar, que el D.S. N° 019-2012-AG rige los aspectos ambientales en el sector Agricultura, en este sentido, las exigencias normativas en materia ambiental consideradas para el diseño y puesta en marcha de un proyecto se encuentran disgregadas en un conjunto de normas que constituyen el marco legal general del país en materia ambiental; a los cuales hay que adicionar la aplicación de las disposiciones sectoriales para la tutela del derecho a la participación ciudadana, así como otras normas generales y especiales del Sector.

Mediante D. S. N° 054-2013-PCM del 16 de mayo de 2013, la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), aprobó las disposiciones especiales para los procedimientos administrativos de autorizaciones y/o certificaciones para los proyectos de inversión en el ámbito del territorio nacional; en su artículo 4° que en los casos en que sea necesario modificar componentes auxiliares o hacer ampliaciones en proyectos de inversión con certificación ambiental aprobada, que tienen impacto ambiental no significativo o se pretendan hacer mejoras tecnológicas en las operaciones, no se requerirá un procedimiento de modificación del instrumento de gestión ambiental. Para tales efectos, el titular del proyecto que solicite acogerse a dicha norma deberá presentar ante la autoridad sectorial ambiental competente un ITS antes de su implementación.

3.3 MARCO INSTITUCIONAL

Gobierno Central

- Autoridad Ambiental Sectorial
 - Ministerio de Agricultura (MINAG)
- Autoridades Ambientales con roles transectoriales
 - Ministerio de Energía y Minas
 - Ministerio de Transporte y Comunicaciones
 - Ministerio de Cultura
 - Ministerio del Ambiente (MINAM)

Gobierno Regional

- Gobierno Regional de Arequipa

Gobierno Local

- Municipalidad Provincial: Caylloma
- Municipalidad Distrital: Tisco, Caylloma, Sibayo.

IV ANTECEDENTES

Como parte del plan de incremento de las zonas de riego en el departamento de Arequipa, se planificó el Proyecto Majes Sigwas el cual incluiría como zona de cultivo las Pampas de Majes y Sigwas. En una primera etapa se completó las obras destinadas a irrigar las Pampas de Majes, correspondiendo la segunda etapa la irrigación de las Pampas de Sigwas.

El Proyecto Majes Sigwas – Etapa II tiene como propósito irrigar una extensión neta de 38 500 ha de terrenos eriazos, ubicados en las Pampas de Sigwas. La Etapa II cuenta con dos fases: la Fase 1 que comprenden la presa Angostura y los túneles Pucará y Transandino; la Fase 2 que comprende la derivación Lluella-Sigwas y el sistema de distribución de las aguas. Adicionalmente la Etapa II está conformada por obras existentes como la presa Condorama, la bocatoma Tuti y el sistema de aducción Majes-Sigwas.

Con fecha 9 de diciembre del 2010, Concesionaria Angostura Sigwas S.A. celebró con el Estado de la República del Perú, debidamente representado por el Gobierno Regional de Arequipa, el Contrato de Concesión para la Construcción, Operación y Mantenimiento de las Obras Mayores de afianzamiento hídrico y de infraestructura para irrigación de las Pampas de Sigwas (Proyecto Majes – Sigwas II Etapa). No obstante, debido a la envergadura del Proyecto, se ha venido considerando en los diseños modificación de ubicación e implementando nuevos componentes auxiliares que deberán ser incluidos dentro del diseño integral general.

El Tercer ITS que se presenta fue desarrollado en el marco del Proyecto Majes Sigwas-Etapa II, se debe indicar que para la Fase 1 del Proyecto Majes-Sigwas (Represa Angostura), se cuenta con el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo del Proyecto Majes – Sigwas II Etapa, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA, de fecha 16 de julio del 2010, cuyo titular es La Autoridad Autónoma de Majes del Gobierno Regional Arequipa.

Esta certificación se considera como antecedente de ejecución de la presente modificación, habiendo incluido oportunamente el análisis de los potenciales impactos ambientales a generarse por las actividades consideradas para los componentes y actividades aprobadas y los proyectados a la actualidad. Por lo tanto, el presente ITS se remite al análisis exclusivo de aquellos que podrían derivarse del Proyecto propiamente dicho.

El Tercer ITS ha sido elaborado teniendo en cuenta las pautas señaladas en el art. 40, Anexo IV del Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. 019-2009-MINAM), considerando para ello, un estudio de línea base ambiental, un estudio social, el análisis de impactos ambientales, planes de manejo ambiental, plan de contingencias y otros.

Mediante el oficio N°2294-13 MINAGRI-DGAAA con fecha del 10 de Diciembre 2013 la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios otorga a AUTODEMA la ampliación de vigencia de la certificación ambiental, esto de acuerdo los términos previstos en el numeral 36.2 del artículo 36 del Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario (DS N° 019-2012-AG). En el Anexo A-2 se adjunta el oficio de ampliación de vigencia.

V LÍNEA BASE AMBIENTAL Y SOCIAL

El presente es una síntesis tomando como base el “Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo”, que fue elaborado por Cesel Ingenieros y aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA.

5.1 ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL

El área de influencia ambiental ha sido definida como el área hasta el cual los impactos ambientales potenciales derivados de una intervención o proyecto son percibidos, ya sea de manera directa como indirecta.

Para el presente Informe Técnico Sustentatorio se ha mantenido los polígonos considerados como área de influencia directa y área de influencia indirecta del “Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo”, debido a que la modificación de componentes no impactará áreas nuevas. En el Anexo B se adjunta el Plano MS2-PRA-PL-CIV-200 Mapa Base donde se observa el área de influencia directa e indirecta.

5.2 LÍNEA BASE FÍSICA

5.2.1 CLIMA Y METEOROLOGÍA

El estudio del clima y meteorología se ha realizado utilizando información de la estación Angostura (2001-2009), estación meteorológica administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y también se tomó datos de la estación Condorama (1974-1998), Estudio y Proyecto Definitivo de la Presa de Angostura y Derivación Angostura – Colca - Tomo II B Hidrología y Sedimentación. HARZA – MISTI. 1999.

Los resultados del análisis de la información indican que las temperaturas medias mensuales fluctúan entre 4.01 °C en el mes de julio y 8.09 °C en el mes de noviembre y Diciembre en la Estación Angostura, mientras que la humedad relativa promedio mensual (1969-2009) varía de 42.9% a 67,5%. Por su parte la velocidad del viento (1976-1992) registra valores medios anuales de 1.4 a 1.5 m/s, mientras que la dirección predominante es NW y NE.

Para el análisis de la precipitación se ha utilizado información pluviométrica de las estaciones: Angostura (1962-2009) y Condorama (1974-1998), las que se procesaron al nivel de promedios mensuales de acuerdo al período de información existente. Los menores valores de precipitaciones le corresponden a los meses de junio con 3.6 mm de lluvia, julio con 3.2 mm y agosto con 8.7 mm, mientras que los mayores valores le corresponden a los meses de enero con 182.5 mm, febrero con 173.3 mm y marzo con 147.2 mm.

5.2.2 CALIDAD DE AIRE Y RUIDO

La evaluación de la calidad de aire tomó en cuenta, los parámetros de PM-10, CO, SO₂ y NO₂ establecidos por el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire y el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM Estándares de Calidad Ambiental para SO₂. Para ello, como parte de la Línea Base del EIA se establecieron 7 estaciones de muestreo, para su ubicación se tomó referencia la dirección predominante del viento y disposición de cada componente del proyecto. De los análisis realizados, se ha determinado, que los parámetros de calidad de aire (partículas PM₁₀, y Gases SO₂, CO, SO₂ y NO₂), se encuentran en niveles inferiores a los valores máximos establecidos por la norma vigente, por lo tanto, la zona presenta una adecuada calidad del aire.

La evaluación del nivel de presión sonora (ruido), fue realizada a través de siete estaciones de muestreo. Para la ubicación de los puntos de medición de presión sonora, se consideró la disposición de los componentes del proyecto. De acuerdo a lo establecido por el estándar de calidad de ruido, se realizaron mediciones en horario diurno y nocturno. De las mediciones realizadas, los niveles de presión sonora son adecuados y están por debajo de los valores máximos establecidos en el estándar de calidad de ruido D.S N° 085-2003 PCM.

5.2.3 CALIDAD DE AGUA

La evaluación de la calidad de agua se realizó con la ubicación de 11 estaciones de muestreo ubicadas en los diversos cuerpos de agua superficial dentro del área del proyecto.

Los resultados de la medición de parámetros in situ en los cuerpos de agua del área de influencia del proyecto, indican que para las estaciones CA-07 y CA-08 correspondientes al río Salado, la conductividad eléctrica presenta valores de 3 999 µS/cm, lo cual supera lo establecido en los ECA-S Categoría 3 para riego de vegetales con valor límite de <2 000 µS/cm, sin embargo, se encuentra dentro de lo establecido para esta misma categoría referida a la bebida de animales, que tiene como valor límite <=5 000 µS/cm.

La temperatura ambiental de agua varía entre 14.78°C y 15.5°C y el pH indica que es ligeramente básico con valores entre 8.4 y 8.4. Por otro lado, los niveles de oxígeno disuelto se encuentran sobre los valores mínimos establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental- categoría 3, para bebida de animales y riego de vegetales, indicando buena aireación del agua.

Sólo la Estación CA-04, reporta un valor de nitritos de 0.304 mg/l que supera el valor límite establecido en el ECA, categoría 3, riego de vegetales que tiene como valor máximo 0.06 mg/l, sin embargo, se encuentra debajo del valor máximo establecido para bebida de animales con valor de 1 mg/l.

Finalmente los contenidos de nitratos, fenoles, DBO₅, aceites y grasa, así como metales totales presentan valores por debajo de límites máximos establecidos en el ECA- Categoría 3, tal como muestran los reportes adjuntos al informe.

5.2.4 GEOLOGÍA

El proyecto de la represa Angostura, se encuentra en el sur del país, en la provincia Caylloma y Región Arequipa; ubicado geográficamente en las estribaciones superiores de la cordillera occidental y forma parte del proyecto embalse Angostura II Etapa MAJES.

La geomorfología del área del proyecto embalse Angostura II Etapa MAJES, está constituida por las unidades morfogénicas, como: altiplanicie, zonas volcánicas, valle fluvial, depresión de Caylloma y altas cumbres.

La cordillera occidental, es el rasgo geográfico más importante en el cual nace el río Apurímac, se caracteriza por presentar relieves generales muy irregulares; constituidos por cadenas de cerros de diferentes alturas, formas y pendientes; que se hallan interceptados por numerosas quebradas, depresiones, llanuras, lomadas, colinas y un conjunto de valles por donde los ríos drenan sus aguas hacia las vertientes del Pacífico y el Atlántico.

Las unidades estratigráficas expuestas en el área del proyecto tienen edades desde el Mesozoico hasta el Cenozoico, no se exponen las rocas intrusivas e hipabisales, las unidades representativas del más antiguo al reciente están constituidas por rocas del Jurásico representada por las formaciones Puente y Cachios; el Cretáceo conformado por las rocas de las formaciones Labra, Gramadal, Hualhuani y Arcurquina; el Terciario constituida por las formaciones Orcopampa, Ichicollo, Sillapaca, Sencca y Pusa Pusa y el Cuaternario conformado por los grupos Barroso, Andagua y depósitos fluvio-glaciares, aluviales, coluviales y bofedales.

Las rocas sedimentarias están constituidas por, areniscas, calizas, arcillitas, limolitas, lutitas, areniscas cuarzosas, etc.; las rocas volcánicas están conformadas por andesitas, lavas andesíticas, lavas dacíticas, dacitas, riolitas, tobas, lavas basálticas, brechas andesíticas, conglomerados tobaceos, conglomerados, riódacitas, brechas andesíticas, brechas riódacíticas tobas lávicas, aglomerados, etc. Los depósitos cuaternarios están constituidos por gravas, cantos rodados y bolones con arenas, limos y arcillas en variado porcentaje. Estos depósitos se hallan cubriendo a las rocas en la mayor extensión, con diferentes áreas de propagación, naturaleza, espesor y estado de compactación.

Las unidades geológicas en el área del proyecto están deformadas por el Ciclo Andino conformada de cinco fases tectónicas: Peruana e Incaica, Quechua, Pliocénica, Caldera Caylloma y Cuaternaria, con incidencias en diferentes grados.

Las unidades geológicas, en el área del proyecto, se hallan en territorios producto del modelado de varios y sucesivos ciclos orogénicos y volcánicos, comprendiendo en ellos, varias etapas de sedimentación, de deformación, levantamientos, finalmente de erosión y peneplanización, en los cuales existen, numerosos elementos estructurales tales como algunos pliegues, fallas, manifestaciones volcánicas, diferentes grados de fracturamiento, diaclasamiento, etc.

El relieve del área donde se encuentra el proyecto, es el resultado de diversas deformaciones tectónicas y procesos de geodinámica externa e interna que han ocurrido en el pasado y determinado los relieves actuales. Los procesos de geodinámica externa reciente, se manifiestan localizadamente, en magnitudes menores y sus

manifestaciones en su mayoría están condicionadas principalmente a los factores climáticos, morfológicos, litológicos, sísmicos y antrópicas.

El proyecto de la presa Angostura, se localiza en el “Cañón del río Angostura”, con el eje de presa ubicado aguas abajo de la confluencia de los ríos Angostura y Hornillos. En este lugar el cañón es rectilíneo y orientado de Sur a Norte, encajonado por ambos lados con paredes rocosas muy elevadas y taludes de verticales a subverticales, el ancho del cauce es mayor a 40 m, el curso tiene gradiente hidráulico de moderado a bajo, ligeramente sinuoso, con régimen hídrico permanente y con caudales variables según las épocas del año.

En sentido transversal la sección del cañón presenta la forma de una “U”, con perfil simétrico, el estribo derecho tiene talud vertical, superficie rugosa con presencia de bloques gigantes, alcanza una altura mayor a 130 m y corresponde al cerro Huaypune, el estribo izquierdo tiene talud subvertical, cubierto por tramos con depósito Coluvial, la base es roca medianamente compactas con acantilados en los lados, alcanza una altura mayor a 240 m., y corresponde al cerro Chillatira.

Según los estudios geológicos la presa se halla proyectada en rocas de la formación Ichocollo de origen volcánico cuya procedencia corresponde a diferentes fuentes, para el estribo izquierdo corresponde el centro volcánico Chillatira y acumulada como estrato volcán, para el estribo derecho corresponde a los centros volcánicos denominados Ichocollo/Huaypune actualmente destruidos, las rocas son más dacíticos y brechosos.

El nivel superior consiste masivamente de lavas andesíticas color gris a beige (intemperismo), con espesor mayor a los 100 m, intercalado de brechas, aglomerados; cubierto con depósito Coluvial con espesores variables según la pendiente del terreno hasta más arriba del punto de coronación hasta 100 m.

El estribo derecho presenta una litología uniforme desde el nivel del cauce hasta la cima, integrado de lavas dacíticas, brechas y lavas andesíticas, color beige, no se observa el aglomerado; el depósito Coluvial es muy limitado, como cobertura muy delgada, conformado de bloques gigantes de andesitas.

El cauce está conformado por el depósito fluvial, con espesor de 14.5 m (verificado con perforaciones rotativas), constituido por cantos y gravas, con arenas y limos sin finos, limpia de impurezas orgánicas debido al lavado constante.

El estribo izquierdo está más afectado con estructuras de deformación, mientras el estribo derecho tiene menor grado de deformación estructural. En el estribo izquierdo existen diaclasas o fracturas subverticales con dirección de inclinaciones N 130° – 85°, que en superficie están abiertas. La formación Pusa Pusa tiene deformaciones relacionados a eventos de la tectónicos compresionales.

La presencia de estructuras en el lugar de la presa ha permitido la formación de bloques con tamaños gigantes e independientes, uno de ellos alcanza hasta el nivel de la corona, y se encuentra propenso al colapso hacia el cauce, que con el impacto de la enorme fuerza puede desequilibrar a las estructuras a construir.

El túnel de conducción tiene 16 507 km, compartidos en tres tramos y dos ventanas intermedias; este componente se halla en la altiplanicie andina, conformado por rocas volcánicas.

El trazo del túnel de conducción no está deformado por estructuras importantes, salvo en el río Palcamayo que se caracteriza por presencia de falla geológica local con posición vertical, que afecta al miembro superior de la formación Ichoccollo. En los tramos del túnel proyectado a medida que avance la excavación interceptará a un conjunto de estructuras menores y localizados, con orientaciones y posiciones variables, con aberturas cerradas y abiertas con materiales propias, algunas estructuras probablemente serán abiertas que facilitarán el ingreso de las aguas.

Durante la excavación del túnel se prevé la presencia de aguas subterráneas, en forma de filtraciones que coincidirán con las trazas de las fallas, fracturas, diaclasas y contactos, las mismas serán localizadas, con intensidades variables pero persistentes; en el primer tramo, donde la roca presenta discontinuidades persistentes con posiciones diagonales, las que merecen tener cuidado durante la excavación.

5.2.5 SUELOS

Fisiográficamente, el área de estudio presenta rasgos morfológicos que son el resultado de una larga evolución, originada por factores tectónicos y erosionales que han modelado el paisaje hasta su estado actual. Se han identificado tres Grandes Paisajes: Planicie, Colina y Montaña, cada uno con sus respectivos paisajes y subpaisajes, como se aprecia en la Tabla 5.3-1.

Tabla 5.3-1 Unidades fisiográficas

Gran Paisaje	Paisaje	Subpaisaje
Planicie	Planicie aluvial	Terraza no inundable
	Glacial	Planicie fluvio glacial
	Planicie de tobas areniscosas (Fm. Yauri)	Valle glacial
	Planicie de tobas cristolovítricas	Planicie de tobas
Colina	Colina volcánica (andesitas y tobas)	Terrazas
	Colina volcánica de tobas cristolovítricas	Quebrada
	Colina sedimentaria (calizas margas y lutitas)	Vertiente erosional
	Colina intrusiva	Cañón
Montaña	Montaña volcánica (andesitas y tobas)	Vertiente erosional
	Montaña sedimentaria (calizas, margas, lutitas y arenisca)	Cima
	Montaña intrusiva (granodiorita)	Quebradas
	Montaña glacial	Vertiente erosional
		Cima
		Quebradas

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

Dentro del área de influencia se han identificado los siguientes órdenes; Entisols; suelos de desarrollo reciente, en las cuales solo se ha formado un epipedón ócrico (Anamarca, Angostura, Fluvial I, Fluvial II, Huayllupata, Palcapampa, Tulpa, Suyto, Tisco, Chilamayo, Achacollo y Altaruma). Inceptisols; son suelos con desarrollo incipiente y

que conservan cierta semejanza con el material original y presentan un horizonte cámbico (Tarucuyo y Antuyo). Mollisols; son suelos que deben cumplir características de color dominante con un valor de 3 o menos en húmedo, y de 5 o menos en seco y 0.6% más de carbono orgánico, alta saturación de bases, y con epipedón móllico (Pusa Pusa, Achuyo, Curane, Antacollo, Ichocollo, Ccalceca y Yauri). Histosols; son suelos orgánicos formados por la deposición y lenta descomposición de residuos vegetales (Llacmapampa). Andisols, son suelos de origen volcánico (Quilcahuayco, Huaruna, Acharrape, Anchaca, Cullpa, Palliapata, Pucara, Tocraya y Humaccala).

5.2.6 CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA

Para la interpretación práctica del potencial de tierras se ha utilizado el Reglamento de Clasificación de Tierras del Perú (D.S. N° 0017-2009-AG). De esta manera, en el EIA se han identificado 3 grupos de capacidad de uso mayor de la tierra, con sus respectivas clases y subclases.

Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (Símbolo A)

Reúnen condiciones ecológicas que permiten la remoción periódica y continuada del suelo para el sombrío de plantas herbáceas y semiarbusivas de corto periodo vegetativo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca.

Estas tierras por su alta calidad agrológica podrán dedicarse a otros fines (Cultivo Permanente, Pastos, Producción Forestal y Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo en limpio o cuando el interés social del estado lo requiera.

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se han identificado las unidades:

- Tierras aptas para cultivos en limpio, de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y clima (A2sc).
- Tierras aptas para cultivos en limpio, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y clima (A3sc).

Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)

Son las que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivo en limpio o permanente, pero que permiten su uso continuado o temporal para el pastoreo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse para otros fines (Producción Forestal o Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de pastoreo o cuando el interés de Estado lo requiera.

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se han identificado las unidades:

- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Media, con Limitación por suelo y riesgo de erosión (P2se).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Media, con Limitación por suelo y clima (P2sc).

- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Media, con Limitación por suelo, riesgo de erosión y clima (P2sec).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo (P3s).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo y riesgo de erosión (P3se).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo y clima (P3sc).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo y drenaje (P3sw).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo, drenaje y clima (P3swc).

Tierras de Protección (Símbolo X)

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas no de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible e cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que esas tierras sean declaradas de protección.

En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidro-energía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científicos y otros que contribuyen al beneficio del estados, social y privado.

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se han identificado las unidades:

- Tierras de protección; limitación por suelo y topografía (Xse).
- Tierras de protección; limitación por suelo y topografía (Gélidos) (Xse(g)).
- Tierras de protección; limitación por suelo y drenaje (Xsw).
- Centro poblados, lagunas ríos (X).

5.2.7 HIDROLOGÍA

Las cuencas hidrográficas comprometidas dentro del proyecto son las cuencas del río Apurímac y del río Colca.

El río Apurímac nace a 5 000 msnm en la Región Arequipa, en el lugar que el río Acushanta se convierte en el río Calchumayo, ingresando a la laguna Huarhuaco del mismo modo que los ríos Challpo, Huancari, Talla y otras quebradas menores. Después de recorrer 2.5 kilómetros el río Calchumayo se une con el río Santiago tomando el nombre de Apurímac. Después de la confluencia, el río se dirige hacia el Oeste y después al Noreste, hasta llegar al sitio propuesto para la construcción de la presa Angostura, donde se junta con el río Hornillos. El río Hornillos nace a una altitud de 5 100 msnm,

en el nevado Mismi, recorriendo una distancia de aproximadamente 26 km en dirección Norte, desviándose después hacia el Este; para recorrer seguidamente 12 km antes de unirse con el río Apurímac.

En la confluencia de ambos ríos el área drenada es de 1 290 km², y aproximadamente a 600 m aguas abajo de ese punto se ubica el lugar donde se proyecta construir la represa Angostura, en una zona encañonada de aproximadamente 200 m de altura y a 4 150 msnm.

5.3 LÍNEA BASE BIOLÓGICA

5.3.1 ZONAS DE VIDA Y FORMACIONES VEGETALES

De acuerdo al “Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo” se identificaron 6 zonas de vida: Nival Subtropical, Tundra Pluvial – Alpino Subtropical, Tundra muy húmeda – Alpino Subtropical, Paramo muy húmedo – Subalpino subtropical, Bosque húmedo – Montano Subtropical y Estepa Montano Subtropical. Asimismo, en el EIA se han identificado 10 formaciones vegetales: césped de puna- vegetación ribereña, herbazal de tundra, pajonal de puna, bofedal, estepa con césped de puna, campos agrícolas, quinuales, colle, zona sin vegetación y roquedal y vegetación saxícola.

5.3.2 FLORA

De acuerdo al EIA se han identificado 60 especies de flora, cuya relación se presenta en la Tabla 5.3-2.

Tabla 5.3-2 Lista de Especies de Flora registradas en el área de estudio

Familia	Especie	Nombre Común
Cactácea	<i>Echinopsis maximiliana</i>	huaraco
	<i>Tephrocactus dimorplus</i>	-
	<i>Echinopsis sp</i>	-
Poaceae	<i>Festuca orthophylla</i>	iru
	<i>Festuca dolichophylla</i>	chillihua
	<i>Festuca ridigifolia</i>	waylla ichu
	<i>Festuca rigescens</i>	-
	<i>Festuca trichophylla</i>	ichu
	<i>Stipa brachyphylla</i>	ichu
	<i>Stipa obtusa</i>	-
	<i>Stipa ichu</i>	-
	<i>Stipa sp.</i>	-
	<i>Poa annua L.</i>	-
	<i>Poa sp.</i>	-
	<i>Calamagrostis vicuagnarum</i>	crepillo
	<i>Calamagrostis eminens</i>	sora
	<i>Calamagrostis hetertophylla</i>	-
	<i>Calamagrostis rigescens</i>	callo
	<i>Distichlis humilis</i>	grama
	<i>Distichlis spicata</i>	grama salada
<i>Paspalum pygmaeum</i>	nuctu	
<i>Aristida adscensionis L.</i>	-	
<i>Aciachne pulvinata</i>	-	

Familia	Especie	Nombre Común
Juncaceae	<i>Luzula sp.</i>	junco
	<i>Distichia muscoides</i>	champa
Asteraceae	<i>Senecio gamolepis</i>	-
	<i>Senecio rufescens</i>	-
	<i>Senecio serratifolium</i>	-
	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	tola
	<i>Astragalus sp.</i>	garbancillo blanco
	<i>Astragalus garbancillo</i>	garbancillo
	<i>Bromus unioloides</i>	choella
	<i>Werneria sp.</i>	-
	<i>Werneria pygmaea</i>	-
	<i>Perezia coerulescens</i>	-
	<i>Belloa sp.</i>	-
	<i>Xenophyllum digitatum</i>	-
	<i>Hypochoeris poiretti</i>	-
<i>Parastrephia quadrangularis</i>	tola	
Rosaceae	<i>Trifolium amabile</i>	-
	<i>Margyricarpus sp.</i>	-
	<i>Alchemilla pinnata</i>	sillu
Valerianaceae	<i>Polylepis incana</i>	queñual
	<i>Phyllactis rigida</i>	-
Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i>	pasto estrella
	<i>Plantago sp.</i>	-
	<i>Plantago tubulosa</i>	sik'i
Gentianaceae	<i>Gentiana prostata</i>	pencacu
	<i>Gentiana peruviana</i>	-
	<i>Gentiana sedifolia</i>	-
Apiaceae	<i>Azorella diapiensoides</i>	yareta
	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cavanilles	-
Fabaceae	<i>Astragalus garbancillo</i>	garbancillo blanco
	<i>Lupinus mutabilis</i>	tarwi
	<i>Margiricarpus strictus</i>	-
	<i>Trifolium amabile</i>	trébol blanco
Grossulariaceae	<i>Escallonia sp.</i>	chachacoma
Buddlejeae	<i>Buddleja coriacea</i>	colle
Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum sp.</i>	-
Compositae	<i>Paranephelius sp.</i>	-
Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i>	-

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

La familia Poaceae (Festuca, Calamagrostis, Stipa) se encuentra en el grupo de las mayores representantes del área de estudio. Integrando a los pastizales forrajeros, pastizales naturales, pastizales cultivados.

La familia Asteraceae conformada por la especie vegetal de mayor presencia la “tola” (*Parastrephia lepidophylla*) o la “thola” (*Parastrephia quadrangularis*) identificado en las zonas desnudas, laderas y roquedales.

En zonas de las montañas, predomina una vegetación saxicola como los líquenes (*Pycnophyllum sp.*) y matorrales como pajonales.

En la Tabla 5.3-3 se presenta el listado de las especies en alguna categoría de conservación de acuerdo al D.S. N° 043-2006-AG.

Tabla 5.3-3 Listado de especies registradas con algún grado de amenaza de acuerdo al D.S. N° 043-2006 AG

Familia	Nombre científico	Condición
Rosaceae	<i>Polylepis incana</i>	(EN)
	<i>Polylepis tormentella</i>	(EN)
Buddlejaceae	<i>Buddleja coriacea</i>	(EN)
Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	(VU)
	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	(VU)
Grossulariaceae	<i>Escallonia resinosa</i>	(VU)

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

La *Polylepis incana*, *Polylepis tormentella* se encuentran dentro del área de influencia directa del proyecto, específicamente en el sector de los 3 cañones, ubicado en las márgenes del río Apurímac.

La especie “colle” (*Buddleja coriacea*) localizada también en las márgenes del río Apurímac en la zona de los 3 cañones, conjuntamente con los queñuales.

La “tola” (*Parastrephia lepidophylla*, *Parastrephia quadrangularis*) se encuentra localizada dentro del área de influencia directa del proyecto, en las inmediaciones de la presa de Angostura.

La especie “chachacoma” (*Escallonia resinosa*) se encuentra formando densos bosques en el área de estudio. Especie típica de la zona de vida del páramo muy húmedo subalpino subtropical.

5.3.3 FAUNA

5.3.3.1 AVES

De acuerdo al EIA, se han identificado 31 especies de aves. Las familias que presentan mayor abundancia son Furnariidae, Columbidae y Anatidae con cuatro especies cada una. La relación de especies identificadas se presenta en la Tabla 5.3-4.

Tabla 5.3-4 Lista de Especies de Aves registradas en el área de estudio

Familia	Especie	Nombre Común
Furnariidae	<i>Asthenes pudibunda</i>	Canastero
	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano
	<i>Cinclodes fuscus</i>	Yacu alcalde
	<i>Geositta sp.</i>	Pampero andino
Charadriidae	<i>Vanellus resplendes</i>	Lique
	<i>Phegornis mitchelli</i>	Chorlito de diadema
Threskiornithidae	<i>Plegadys ridgwayi</i>	Yanavico
Emberizidae	<i>Phrygilus plebejus</i>	Plomo
	<i>Phrygillus punensis</i>	Plomito
	<i>Sicalis olivascens</i>	Botón de oro
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho
Fringillidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Pichinco
Motacillidae	<i>Anthus correndera</i>	Cachirla meridional
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina migratoria
Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	China linda
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo
Tinamidae	<i>Nothoprocta ornata</i>	Perdiz

Familia	Especie	Nombre Común
Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita
	<i>Metriopelia cayana</i>	Paloma serrana
	<i>Columbina cruziana</i>	Coato
	<i>Patagioenas (Columba) maculosa</i>	Torcaza
Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Kajachu
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus chilensis</i>	Parihuana
Threskiornithidae	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Puna ibis
Anatidae	<i>Anas specularioides</i>	Pato real
	<i>Anas puna</i>	Pato puna
	<i>Anas flavirostris</i>	chiptapato
	<i>Chloephaga melanoptera</i>	Huallata
Rallidae	<i>Pandirallus sanguinolentus</i>	Mototo
Aratingidae	<i>Bolborhynchus aurifrons</i>	Chalchaca
Thraupidae	<i>Thraupis bonariensis</i>	Chejuayto

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

En la distribución por formaciones vegetales, se apreció una diversidad alta de 2.51 bits/ind resultando una mayor abundancia y riqueza de presencia de aves en la formación vegetal Bofedal debido a que la zona presenta mayor cobertura vegetal.

5.3.3.2 MAMÍFEROS

En el EIA se evaluó la presencia de mamíferos menores y mayores. Se evidenció una mayor cantidad de mamíferos menores en zona de roquedales. En la Tabla 5.3-5 se presenta la relación de especies de mamíferos menores y en la Tabla 5.3-6 la relación de especies de mamíferos mayores.

Tabla 5.3-5 Lista identificada de mamíferos menores terrestres

Familia	Nombre científico	Nombre común
Chichillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha
Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón
	<i>Phyllotis sp.</i>	Ratón orejudo

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

Tabla 5.3-6 Lista identificada de mamíferos mayores terrestres

Familia	Nombre científico	Nombre común
Equidae	<i>Equus asinus</i>	Burro
	<i>Equus caballus</i>	Caballo
Bovidae	<i>Bos taurus</i>	Vaca
	<i>Ovis aries</i>	Oveja
Canidae	<i>Ducysson culpaeus</i>	Zorro
Cervidae	<i>Hippocamellus antisensis</i>	Taruca

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

5.3.3.3 REPTILES Y ANFIBIOS

Para el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, la consultora evaluó 5 puntos de monitoreo en Roquedal y Césped de Puna; sólo en cuatro de ellos se identificó al *Bufo spinulosus* “sapo común”. No se identificaron reptiles en el área de estudio.

En la Tabla 5.3-7 se presenta la relación de especies en alguna categoría de conservación, de acuerdo al D.S. N° 034-2004-AG.

Tabla 5.3-7 Lista de las especies amenazadas de fauna silvestre registradas

Clase	Familia	Nombre científico	Condición
Aves	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus chilensis</i>	NT
	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	NT
	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	EN
Mammalia	Camelidae	<i>Vicugna</i>	NT
	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	VU

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

5.3.3.4 HIDROBIOLOGÍA

Se identificó 35 especies del Fitoplancton que corresponden a cuatro divisiones de algas: Chlorophyta, Bacillariophyta, Cianophyta y Euglenozoa.

Las algas que representan una mayor abundancia son: las diatomeas Bacillariophyta; seguido de las algas verdes Chlorophyta; las algas verdes-azules Cianophyta y las Euglenas.

Se identificó 10 especies del Zooplancton que corresponden a 7 grupos: Nematoda, Annelida, Rotifera, Rhizopoda, Ciliophora, Heterocontophyta y Arthropoda. El grupo Ciliophora representa mayor riqueza seguido del grupo Nematoda y el grupo Rotifera con 3 especies agrupados en 3 individuos. Los demás grupos presentaron una especie cada uno.

Se identificó 17 especies de Macroinvertebrados bentónicos que corresponden a 5 grupos: Nematoda, Annelida, Cnidaria, Platyhelminthes, Mollusca y Arthropoda. El grupo más representativo es el Arthropoda con 85 individuos representando el 55%, seguido del grupo Annelida con 79 individuos representando el 32%, el grupo Cnidaria con 17 individuos representando el 7%, el grupo Platyhelminthes con 13 individuos representando el 5% y el grupo Mollusca con 3 individuos representando el 1%.

El grupo Arthropoda presenta mayor índice de riqueza con 8 especies, seguido del grupo del Annelida con 7 especies y el último grupo Platyhelminthes con 4 especies.

En relación a los peces, se ha identificado truchas (*Oncorhynchus mykiss*) y bagres (*Trichomicterus sp.*) en los ríos Salado y Apurímac.

5.4 LÍNEA BASE SOCIAL

5.4.1 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DIRECTA

En relación al Estudio de impacto ambiental de la represa Angostura, el Área social de influencia directa está conformada por el Anexo de Pusa Pusa, en el distrito de Caylloma, Región Arequipa. Comprende también, los núcleos poblacionales ubicados en el distrito de Tisco por donde ha de pasar el túnel de transvase con dirección al río Colca, como el Anexo de Tarucamarca en la provincia de Caylloma Arequipa, y las comunidades campesinas que se ubican en los distritos de Suykutambo, Coporaque y

Espinar en la provincia de Espinar región Cusco, tales como: Hancamayo, Apachaco puente central, Apachillanca, Mamanihuayta, Hancocahua Manturca, Cotahuasi, Hatun Ayra Collana, Sepillata, Anansaya Collana Chisicata , Suero y Cama.

En cuanto a aspectos demográficos, el total de habitantes del área de influencia directa bajo estudio asciende a 10 762 personas. Se trata de una población demográficamente joven, donde el 39.03% es menor de 15 años y el 53.83% de la población tiene entre 15 y 64 años. La población mayor de 65 años representa apenas el 7.14%.

El mayor número de pobladores lo presenta la comunidad Hatun Ayra Collana en el distrito de Coporaque, provincia de Espinar, región Cusco con 1 002 habitantes. Según la información obtenida en campo, el 41.50% de la población es menor de 15 años y solo el 7.0% es mayor de 65 años. La localidad con menor población es la comunidad campesina de Apachillanca, ubicada en el distrito de Coporaque, provincia de Espinar, región Cusco con 252 habitantes de los cuales el 41.30% es menor de 15 años y el 6.80% mayor de 65 años.

Las comunidades campesinas que presentan el mayor porcentaje de población menor de 15 años son Apachaco Puente Central con 47.30%, Cotahuasi y Hatun Ayra Collana ambas con 41.50% y Apachillanca con 41% todas ubicadas en el distrito de Coporaque. Las comunidades campesinas que presentan el mayor porcentaje de población mayor de 65 años son Manturca (distrito de Coporaque) con 18%, seguida por Anansaya Collana Chisicata (distrito de Espinar) con 15% y Sepillata (distrito de Espinar) con 10%.

En cuanto a la composición de la población por sexo, se observa que la población se distribuye de manera homogénea, estimándose el porcentaje de varones en 50.25% y el de mujeres en 49.75%.

El Índice de Envejecimiento Poblacional (IEP) más alto que presentan las comunidades bajo estudio corresponde a “Manturca”: 60%; seguida por “Anansaya Collana Chisicata”: 46.88%; y Sepillata: 33.33%. El IEP más bajo lo presenta “Apachaco Puente Central” con 7.99%. El Índice de Renovación Poblacional (IRP) para las 12 comunidades bajo estudio se estima en 5.46 menores de 15 años por cada persona mayor de 65 años. Las comunidades “Apachaco Puente Central”; y “Mamanihuayta” en el distrito Coporaque, presentan los IRP más altos, estimados en 12.51; y 10.25 menores de 15 años por cada persona mayor de 65 años. “Manturca”, “Anansaya Collana Chisicata” y “Sepillata” se ubican como las comunidades con IRP más bajos: 1.67; 2.13; y 3.00 menores de 15 años por cada persona mayor de 65 años.

En el ámbito de los ocho distritos que conforman la provincia de Espinar sólo existen 12 establecimientos de salud (01 Centro de Salud y 11 Puestos de Salud), siendo la provincia con menor cobertura de infraestructura en el departamento del Cusco, después de las provincias Acomayo (09 establecimientos) y Urubamba (11 establecimientos).

La mayor cobertura en infraestructura educativa presente en las comunidades del área de influencia bajo estudio se observa en la modalidad primaria, contabilizándose 17 instituciones educativas. En la modalidad inicial se registraron 05 instituciones educativas; y sólo 02 instituciones en modalidad secundaria, haciendo un total de 24. Se observa que la cobertura en la modalidad secundaria por comunidad es restringida.

El número de viviendas estimado para los anexos y comunidades campesinas comprendidas en el área de influencia directa del proyecto asciende a 3 210 siendo 3.35 el promedio de habitantes por vivienda.

En términos generales las comunidades campesinas bajo estudio, tienen carencia de servicios básicos de agua potable por red pública, desagüe y alumbrado eléctrico. Sólo 3 de las 12 comunidades cuentan con el servicio de alumbrado eléctrico restringido: Suero y Cama con 55% del total de viviendas debido a su cercanía con el centro poblado de Yauri, Apachaco Puente Central con el 55% del total de viviendas, Cotahuasi con el 25% del total de las viviendas y Anansaya Collana Chisicata con el 5% del total de viviendas.

En cuanto a abastecimiento de agua, la comunidad de Sepillata dispone de agua entubada sin tratamiento ni potabilización; en la comunidad de Hanccamayo existe un reservorio de concreto que no abastece las necesidades de la población; el abastecimiento de agua se hace juntando agua en baldes y bidones. Por otro lado, en Apachaco Puente Central, no se cuenta con agua potable, el 80% de las viviendas consume agua entubada captada en los manantiales, en Apachillanca el agua para consumo humano se traslada en bidones sobre burros desde el río Apurímac hasta las viviendas.

En Anansaya Collana Chisicata, no existen manantiales para el agua de consumo humano, se obtiene del río Apurímac y se almacena en bidones. En la comunidad de Mamanihuayta existen pocos manantiales que abastecen a algunas estancias, el agua para consumo humano es entubada no potabilizada. Por su parte, en la comunidad de Manturca el agua para consumo humano se capta de manantiales y no recibe tratamiento de cloración. Estas fuentes reducen su caudal o desaparecen durante los meses de estiaje.

La principal actividad económica practicada por la población de los Anexos y Comunidades Campesinas del área de influencia directa es la ganadería. Las praderas naturales están afectadas por un pastoreo continuo (sin descanso) y en ocasiones con la quema de los pastizales, degradándose los suelos, como consecuencia de la disminución de la densidad de las especies vegetales palatales debido al sobrepastoreo de las praderas.

La principal crianza es de ovinos, la raza predominante es Corredale, seguida por la criolla y cruzado. En el caso del ganado vacuno, la raza predominante es Brown Swiss. Las variedades de alpaca encontradas son Huancaya y Suri; en llamas Ccara y Chasqa.

5.4.2 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL INDIRECTA

El Área social de influencia indirecta está conformada por la provincia de Caylloma y los distritos de Caylloma y Tisco en la provincia de Caylloma región Arequipa, y la provincia de Espinar y los distritos de Suyckutambo, Coporaque y Espinar, en la provincia de Espinar región Cusco.

El área social de influencia indirecta, demográficamente, cuenta con una población de 136 416 habitantes, de ella 59 049 residen en el área rural y 77 367 en el área urbana. En lo que respecta a género existe una población total de 69 365 hombres y 67 051 mujeres.

En lo relacionado a la población por edades, en el área social de influencia indirecta, la tendencia nos muestra que las provincias y distritos cuentan con una población mayoritariamente joven menor de 25 años lo que permite en perspectiva a estas poblaciones una gran posibilidad de expansión y desarrollo de capacidades que han de favorecer ulteriormente al desarrollo socioeconómico de estos poblados en función a la correcta aplicación de las políticas de desarrollo del caso.

A nivel de viviendas, la provincia de Caylloma cuenta con 27 549 viviendas de las cuales se encuentran ocupadas con personas presentes 20 684, y en la provincia de Espinar existen 20 585 viviendas, de las cuales se encuentran ocupadas con personas presentes 16 076. Predominan las viviendas construidas con paredes de adobe o tapia y piedra con barro seguidos de las paredes construidas con ladrillo o bloque de cemento. Por otro lado, el material predominante de los pisos de las viviendas es tierra, seguidos de los pisos de cemento. En cuanto al nivel educativo alcanzado en el área de influencia social, en el nivel superior completa, la provincia de Caylloma reporta 3 172 (4.6 %) pobladores con nivel superior completo, mientras que la provincia de Espinar reporta 1 388 pobladores (2.4 %).

La provincia de Caylloma cuenta con dos hospitales, uno perteneciente al MINSA y el otro a Essalud, ambos se encuentran en la capital Chivay. Por su parte, la provincia de Espinar cuenta con dos hospitales, uno perteneciente al MINSA y otro perteneciente a Essalud. El CLAS o Centro de Salud de Espinar cuenta además con 13 camas para hospitalización y dos ambulancias de las cuales solo una está operativa.

En cuanto a lo que se refiere a la PEA ocupada según ocupación principal, dentro del área social de influencia tenemos que la provincia de Caylloma cuenta con un 42.2% que corresponde a trabajadores no calificados, de servicios, peones, vendedores ambulantes y afines, y un 22.5% correspondiente a agricultores, trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros. En la provincia de Espinar, región Cusco la PEA ocupada según ocupación principal se manifiesta en dos rubros el de trabajadores no calificados, de servicios, peones, vendedores ambulantes y afines con un 32.9% siguiéndole en importancia el rubro de Agricultores, trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros con un 30.9%.

En el campo cultural, la población en el área de influencia indirecta es en lo fundamental católica con una población de aproximadamente 77 581 personas, pese a ello, se han identificado manifestaciones de sincretismo cultural entre la visión católica con la cosmovisión andina, que se mantiene como una forma de resistencia cultural a través de los años.

En este campo, sobresalen, los atractivos turísticos, las expresiones artísticas como las danzas y la artesanía y las manifestaciones gastronómicas, así como también las fiestas patronales, entre las cuales tenemos en la provincia de Caylloma en el distrito de Caylloma la celebración de la Virgen de la Natividad el 08 de septiembre y la Virgen del Rosario el 07 de octubre. En el distrito de Tisco son importantes las celebraciones de San Pedro y San Pablo el 29 de junio y la Virgen de la Presentación el 21 de noviembre. En la provincia de Espinar, las celebraciones más importantes son las del distrito de Suyekutambo, cuyo aniversario distrital es el 23 de Agosto, en el distrito de Coporaque la Santa Cruz el 03 de mayo y en el distrito de Espinar, la fiesta de Reyes el 06 de enero, los tradicionales carnavales en el mes de febrero y la Santa Cruz el 03 de mayo.

VI DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y COMPONENTES A MODIFICAR

6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El Proyecto Especial Majes Siguan fue desarrollado para ejecutarse en dos etapas, y su formulación y concepción general, estuvo basada en fomentar el desarrollo regional a través de la regulación y derivación de los recursos hídricos provenientes de las cuencas altas de los ríos Colca y Apurímac, para su aprovechamiento y uso múltiple, en la irrigación de hasta 600 000 hectáreas de tierras en las Pampas de Majes y Siguan, Región Arequipa.

La Etapa I del Proyecto se inició en el año 1973 y comprendió la construcción del embalse de Condorama con una capacidad de 285 hm³, la toma de Tuti en el río Colca y la derivación Tuti – Huasamayo de 101 km (88 km de túneles y 13 km de canales) de capacidad de 34 m³/s, la toma de Pitay en el río Siguan, la derivación a las Pampas Majes y la irrigación de hasta 23 000 ha de tierras.

Según información que se consignó en el EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA, de acuerdo al Estudio y Proyecto Definitivo de la Presa de Angostura y Derivación Angostura – Colca; 1999, elaborado por la Asociación HARZA – MISTI por encargo de AUTODEMA; la Etapa II del proyecto, comprende la construcción de la presa de Angostura de 1 140 hm³ de capacidad neta, ubicada en la cuenca alta del río Apurímac; un túnel de derivación de 30 m³/s de capacidad y 16 507 km de largo, que deriva las aguas del embalse a la quebrada de Chalhuanca - afluente del río Colca, una toma en el río Siguan y la conducción de las aguas hacia las Pampas de Siguan, para regar 38 500 ha.

Cabe resaltar que el recurso hídrico más importante del Proyecto Especial Majes Siguan Etapa II, proviene de la regulación del río Apurímac, el cual incorporará 38 500 hectáreas agrícolas.

Las obras corresponden a la construcción de un túnel de conducción para la irrigación de las Pampas de Siguan, que se encuentra conformado por el embalse, la presa, la derivación Angostura – Colca e instalaciones auxiliares para la etapa de construcción y operación.

Mediante Oficio N° 654 -14 MINAGRI-DGAAA-12287-2010 se aprobó el Primer Informe Técnico Sustentatorio, en el cual se realiza modificaciones en el diseño de la presa, en las labores subterráneas (variación del trazo del túnel), y cambios en las instalaciones auxiliares (cambios en la ubicación del depósito de material excedente, cambios en la superficie de extracción de agregados, cambios de ubicación y adición de un campamento, reconfiguración y reubicación de otras instalaciones).

En la Tabla 6.1-1 se realiza una comparación general de los componentes que consideran el presente Tercer Informe Técnico Sustentatorio (ITS), los cuales se describirán a lo largo del contenido de este capítulo.

Tabla 6.1-1 Etapas y Componentes del Proyecto Especial Majes Siguas

I Etapa	II Etapa*	II Etapa (Primer ITS)**	II Etapa (Segundo ITS)***	III Etapa (Tercer ITS)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Represa de condoroma (285 hm³) ■ Bocatoma de tuti (capacidad de descarga 34 m³/seg.) ■ Aducción colca-siguas (88 km túneles, 13 km de canales y caudal de 34 m³/s) ■ Bocatoma de pitay 	<p style="text-align: center;"><u>1er componente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Presa de angostura con un volumen útil de 1 140 hm³. ■ Derivación angostura-colca a través el túnel transandino de longitud 16,507 km y capacidad 30 m³/s. ■ Derivación siguas hacia pampas de siguas. ■ Red de distribución e infraestructura de riego para habilitar y desarrollar 38 500 ha de tierras nuevas en las pampas de siguas. 	<p style="text-align: center;"><u>1er componente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Presa de angostura con un volumen útil de 1 140 hm³. (embalse). ■ Derivación angostura-colca a través el túnel transandino de longitud 16 256 km y capacidad 30 m³/s. ■ Instalaciones auxiliares: canteras, campamentos, depósitos de material excedente, accesos, polvorines, otros. 	<p style="text-align: center;"><u>1er componente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Modificación del trazo del acceso a la salida Chalhuanca. ■ Adición de plataforma de almacenamiento de agregados y mota de protección. ■ Adición y modificación de depósitos de material excedente. ■ Adición y modificación de zonas de extracción de agregados (canteras). ■ Adición de acopios temporales de suelo orgánico. 	<p style="text-align: center;"><u>1er componente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Reubicación de los campamentos (provisional y avanzada) y polvorín 2. ■ Adición de instalaciones auxiliares en la plataforma Chalhuanca. ■ Adición de depósitos de material excedente. ■ Modificación del método de construcción del Túnel de Tránsito Pucará y Transandino
<ul style="list-style-type: none"> ■ Derivación siguas hacia pampa de majes (15 km y caudal de 20 m³/s) ■ Red de distribución e infraestructura del riego (23 000 ha) ■ Carretera y servicios 	<p style="text-align: center;"><u>2do y 3er componente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Subasta de 38 500 ha en siguas y 7 000 ha en majes. ■ Estructuración de un plan integral de desarrollo. 	No aplica	No aplica	No aplica
	<p style="text-align: center;"><u>4to componente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Concesión de un proyecto de servicio de energía eléctrica a través de por los menor 2 plantas hidroeléctricas (530 mw). 	No aplica	No aplica	No aplica

* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

** Fuente: Primer ITS conformidad mediante Oficio N° 654-14-MINAGRI-DGAAA-12287-2010

***Fuente: Segundo ITS conformidad mediante Oficio N° 064-2015-GRA-PEMS-GE-GDPMSIIE

De acuerdo a los estudios de ingeniería desarrollados hasta la fecha se estima un periodo de construcción de la Etapa II del proyecto Especial Majes Siguas de 48 meses (el cual comprende tanto la construcción de la presa y túnel de derivación) y 16 años de operación. A continuación se describen los principales componentes e instalaciones auxiliares. En el Anexo B se adjuntan los planos de los componentes considerados para el Tercer ITS.

6.2 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES AUXILIARES A MODIFICAR

Para el desarrollo del Proyecto se requiere realizar los siguientes cambios:

- Cambios en las áreas de soporte para las actividades (instalaciones auxiliares):
 - Reubicación de los campamentos provisional y avanzada.
 - Adición de instalaciones auxiliares en la plataforma Chalhuanca.
 - Adición de depósitos de material excedente.
 - Modificación del método de construcción del Túnel de Trasvase Pucará y Transandino.

Para la ejecución de las obras diseñadas se aprovecharán las facilidades que se implementen para la ejecución del túnel Transandino (campamentos, servicios auxiliares, accesos, etc.), de igual manera sucederá con los depósitos de desmonte y áreas de préstamo. Cabe resaltar que los componentes auxiliares serán implementados de manera temporal solo en la etapa de construcción, finalizados los trabajos será necesario proceder al desmantelamiento de algunas de las obras realizadas para dejar nuevamente libre el cauce del río, o realizar el cierre de otras. En la Tabla 6.2-1 se lista y describen las características de los componentes auxiliares a modificar.

Tabla 6.2-1 Características de los componentes auxiliares a modificar

Ítem	Componentes	Descripción
1	Campamentos	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reubicación de los campamentos C01-A y C01-B (Campamento Provisional) ■ Reubicación del campamento C02 (Campamento Avanzada) ■ Descripción de las instalaciones auxiliares de ambos campamentos. ■ Reubicación del Polvorín 2.
2	Plataforma Chalhuanca	<ul style="list-style-type: none"> ■ Adición de instalaciones auxiliares en la plataforma Chalhuanca.
3	Depósitos de material excedente	<ul style="list-style-type: none"> ■ Adición de depósitos de material excedente.
4	Túnel de Trasvase Pucará y Transandino.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modificación del Método de Construcción del Túnel de Trasvase a Método TBM (Túnel Boring Machines)

6.2.1 CAMPAMENTOS

Durante la etapa de construcción del proyecto se instalarán campamentos temporales para el alojamiento de los profesionales, técnicos y obreros que se requerirán en esta etapa; asimismo para la etapa de operación se construirán instalaciones permanentes.

Para el Primer ITS se consideró los campamentos temporales que figuran en la Tabla 6.2-2. De acuerdo a las características del terreno se ha visto por conveniente reubicar los campamentos temporales C01-A y C01-B a unos 500 m al Oeste aproximadamente, y conformar un solo campamento denominado “Campamento Provisional” las nuevas coordenadas se muestran en la Tabla 6.2-3. Para el campamento temporal C02 de igual manera se visto por conveniente reubicarlo a unos 530 m al Suroeste aproximadamente y denominarlo “Campamento Avanzada”.

En el Programa de Manejo de Efluentes Líquidos en Obra del PMA del EIA aprobado se indica que los efluentes domésticos generados en los campamentos y talleres serán tratados mediante plantas de tratamiento de agua residual compactas; en el presente ITS se especifica las características de estas plantas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 6.2-2 Campamentos temporales considerados en el Primer ITS

Ítem	Descripción	Primer ITS		
		Área	Coordenadas UTM Datum WGS84 – Zona 19S	
1	Campamento Temporal Construcción (C01-A)	500 habitantes 33 832 m ²	219 110	8 318 373
2	Campamento Temporal Construcción (C01-B)		218 900	8 318 273
3	Campamento Temporal Construcción (C02)	200 habitantes 5 000 m ²	229 211	8 317 130

Tabla 6.2-3 Campamentos Provisional y de Avanzada considerados para el Tercer ITS

Ítem	Descripción	Tercer ITS		
		Área	Coordenadas UTM Datum WGS84 – Zona 19S	
1	Campamento Provisional (C01-A y B)	950 habitantes 33 832 m ²	218 741	8 318 288
2	Campamento de Avanzada (C02)	100 habitantes 5 000 m ²	229 186	8 316 608

Fuente: Expediente Técnico 1AA Campamento de Avanzada MS2-ET1-CAV-MEM-001 Rev0 y Memoria Descriptiva Campamento Provisional De Obra MS2-ET1-CA1-MEM-ARQ-0001-01

A continuación se describirán las instalaciones de los campamentos provisional y de Avanzada:

6.2.1.1 CAMPAMENTO DE AVANZADA

El campamento de avanzada está ubicado a 5.40 Km de distancia del centro poblado de Tarucamarca. La finalidad del funcionamiento del campamento de avanzada es de brindar las facilidades al personal que se hará cargo de las obras que se ejecutarán en esta parte (campamento provisional y accesos de obra): trabajos de gabinete del personal técnico y profesional, trabajos de laboratorio para la elaboración de todos los ensayos necesarios para la liberación de accesos y construcción del campamento provisional de obra en todas sus etapas.

Para llegar al Campamento de Avanzada se sigue la ruta de acceso a Pusa Pusa, continuando con el desvío de acceso al eje de la presa y por último el acceso al Eje 08 llegando entre las progresivas Km.16+200 a Km.16+320.

CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

▪ PLATAFORMA OFICINAS

La configuración del área de oficinas contempla las siguientes instalaciones: cuatro módulos oficina de avanzada, un módulo para servicios higiénicos, una carpa tipo iglú para Laboratorio de Calidad e instalaciones auxiliares. También contará con las siguientes instalaciones complementarias:

- Grupo Electrónico de 800 y 500 KW.
- Tanques de almacenamiento de agua
- Almacén de residuos sólidos
- Zona de acopio temporal de residuos sólidos
- Estación de emergencia
- Antena Satelital
- Torre pararrayos
- Caseta de vigilancia
- Red de alimentación de agua
- Red de alimentación de energía
- Pozos a tierra
- Tableros de energía
- Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)
- Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)
- Sistema de almacenamiento de aguas residuales tratadas

▪ PLATAFORMA MÓDULO DORMITORIOS

La configuración del área de dormitorios será el siguiente: un módulo de dormitorios con servicios higiénicos (Para 100 personas), cuatro dormitorios para dos personas (total 08 personas) y dieciséis dormitorios para cuatro personas (Total 68 personas).

▪ PLATAFORMA MÓDULO COCINA COMEDOR

La configuración del área cocina sería la siguiente: un módulo de comedor y cocina con habitaciones para personal de cocina.

SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

▪ SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA

Para dotar de energía al Campamento de Avanzada se utilizan dos grupos electrógenos con la capacidad suficiente para las diferentes áreas que se implementarán.

▪ SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para alimentar de agua (no potable) al Campamento de Avanzada, se utilizará la proveniente de la quebrada Coyto, proveniente de afloramientos locales (puquiales), implementado para su utilización un sistema de captación que se ubica a 10 m aproximadamente del flujo de agua, enterrando un tanque perforado forrado con geotextil a manera de filtro primario. De este tanque se impulsará agua hacia la Planta de tratamiento de Agua Potable (PTAP) y de esta a los tanques de almacenamiento los que dotarán de agua hacia dormitorios, cocina, comedor y servicios higiénicos.

□ PLANTA DE TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUA (PTAP)

Se trata de una planta de tratamiento de agua potable compacta con una capacidad de producción de 5m³/hr para abastecer un requerimiento diario de 63.8 m³ con etapas de pretratamiento, tratamiento y potabilización.

Pre – Tratamiento

La etapa de pre-tratamiento contará con:

- Tanque de almacenamiento de agua cruda, para la recepción de agua cruda, estabilización, decantación y clarificación.
- Dosificador de cloro, pre-clorinador, para desinfección y reducción de agentes patógenos, con bomba dosificadora de tipo diafragma con regulador de dosificación.
- Dosificador de agente floculante, para la floculación de sedimentos, con bomba dosificadora tipo diafragma con regulador de dosificación.
- Mezclador estático

Tratamiento y Potabilización

La etapa de tratamiento y potabilización en la que se requiere un suministro a presión y caudal constante (5 m³/hr a 30-50 PSI), contará con:

- Filtro de cuarzo, para retención de sólidos en suspensión de hasta 20 micrones nominales.
- Filtro de carbón activado, para la eliminación de compuestos orgánicos disueltos en el agua, reducción de cloro residual, eliminación de olores y sabores.
- Filtro pulidor de agua, microfiltración del agua de 10 micras.
- Dosificador de cloro, post clorinación, para mantener la calidad del agua tratada
- Tablero de control eléctrico

El agua tratada cumplirá con los requisitos legales para agua potable apta para consumo humano.

▪ SISTEMA DE DESAGÜE

Debido a que en dicha zona no se cuenta con una red de desagüe a la cual se pueda conectar el sistema del campamento, para luego ser enviada a la Planta de Tratamiento de aguas residuales.

□ PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (PTARD)

La planta compacta para tratamiento de aguas residuales tendrá una capacidad de tratamiento de 75 m³/día, proceso de tratamiento biológico de lodos activados y aireación extendida para degradar y estabilizar la materia orgánica. Debe permitir la operación continua durante 24 horas. La planta estará compuesta de:

Cámara de rejás

Para la eliminación de sólidos inorgánicos no digeribles o cualquier material no tratable como plásticos, papeles, metales los que serán removidos manualmente.

Cisterna de homogenización

Donde se capta y almacena inicialmente, homogenizándola, para su adecuado tratamiento, regula también el caudal que se dirige al reactor biológico.

Planta de Tratamiento Compacta

- Sistema de bombeo desde la cisterna de homogenización hacia los reactores biológicos.
- Cámara de aireación o reactor biológico, donde se agita el efluente por aireación prolongada, donde se produce la degradación de la materia orgánica gracias a microorganismos aerobios disminuyendo la DBO₅. Cámara es de acero estructural con revestimiento de fibra de vidrio completamente cerrada con platos difusores para inyección de aire.
- Cámara de decantación, donde se clarifica el agua por sedimentación y los sedimentos son devueltos a la cámara anterior, fabricado igualmente de acero estructural con revestimiento de fibra de vidrio.
- Reactor de Precipitación Química, para la reducción de la DQO, fabricado igualmente de acero estructural con revestimiento de fibra de vidrio.
- Dosificador de aditivos químicos, que permiten reducir aún más la DBO y DQO.
- Cámara de contacto, diseñada para almacenar el agua tratada y agregar algunos desinfectantes para conseguir reducir las coliformes fecales a límites establecidos.
- Tanque de almacenamiento y transferencia, el efluente pasa por rebose al filtro de cuarzo.
- Filtro de cuarzo, para la retención de sedimentos, partículas y huevos de parásitos.
- Digestor de lodos.

El agua tratada cumplirá con los requisitos legales para el reuso como agua de riego de vías.

6.2.1.2 CAMPAMENTO PROVISIONAL

El terreno se ubica en el kilómetro 13 al norte de la localidad de CP Condorcuyo desde donde se accede a través de una única vía “Carretera Autodema” y de camino hacia el sitio de la represa de Angostura. El área del Almacén General se encuentra hacia el Oeste, por la vía de acceso (500m antes de llegar a la ubicación del campamento). En el Anexo B se adjunta los Planos 04, 05 y 06 del campamento provisional y almacén general.

El predio que se ha previsto para el campamento es un espacio natural eriazo sobre el cual no se realiza actividades de ningún tipo.

El terreno disponible cuenta con un área de 103,515.22 m² y perímetro de 1419.30 ml dentro del cual se implementa las plataformas y el afirmado de vías que permitirán la instalación del campamento. Se implementarán las redes para los servicios básicos (luz, agua y desagüe) y se implementara una línea de abastecimiento con punto de toma desde el río Hornillos a 2 Km hasta el punto de depósito para abastecer de agua a las edificaciones.

Se estima un pico de 776 personas siendo alojadas en el campamento por lo cual se ha considerado un aforo de 780 personas en el momento de mayor afluencia entre obreros, empleados y staff; de los cuales, se consideran 680 obreros (en grupos rotativos); 96 personas entre personal de Staff y empleados.

CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS

■ PLATAFORMA DE INGRESO

Desde la vía de acceso se encuentran dos garitas de control que custodian el acceso de vehículos livianos y pesados, junto a ellas se encuentra el módulo de armería. Inmediatamente después se cuenta con un patio de maniobras para buses, estacionamientos en plazas individuales para buses y un estacionamiento para vehículos livianos.

Dentro del patio de maniobras, hacia el extremo sur se ubica el contenedor de gas (GLP) el cual contará con un cerco perimétrico según la especificación de especialidad. Hacia el extremo este se encuentra el acceso a los depósitos de agua, PTAP y sistema de bombeo. Hacia el extremo oeste se encuentra la vía de acceso vehicular a la plataforma de oficinas.

Contigua al desarrollo del patio de maniobras, se encuentra un área prevista para el módulo de comedores, cocina y servicios higiénicos. El área circundante a este módulo tendrá un carácter peatonal, permitiendo el ingreso de proveedores y vehículos autorizados.

Desde esta área, se inician los recorridos peatonales descendiendo por el extremo norte hacia las plataformas de alojamiento, entretenimiento, lavandería; y por el extremo nor-oeste descendiendo hacia las canchas deportivas, áreas de servicio y áreas de oficinas.

■ PLATAFORMAS DE CANCHAS DEPORTIVAS

Se han previsto dos canchas deportivas ubicadas hacia el oeste de la plataforma de acceso. La primera de ellas se encuentra 1.32 m por debajo de la plataforma de acceso y seguidamente la otra cancha deportiva a 0.60 m más abajo.

■ PLATAFORMA DE SERVICIOS

Se ha considerado un módulo para las salas de capacitación, un módulo para servicios generales, un módulo para laboratorio, un módulo para baños y un módulo para depósito.

■ PLATAFORMA DE OFICINA Y TÓPICO

Se ha previsto que esta plataforma cuente con una vía de acceso vehicular, estacionamiento propio y vía de acceso peatonal. Esta plataforma se ubica en el extremo oeste del campamento, se desarrolla de este a oeste y cuenta con un estacionamiento para el personal y atención a proveedores. Al ingreso de esta plataforma se ha previsto el módulo de tóxico donde se estacionará la ambulancia y cuenta con dos plazas de estacionamiento frente al módulo de tóxico. En el extremo sur de la plataforma, en la parte central se ha considerado un espacio donde se instalará la antena parabólica para la conexión a internet, esta estará debidamente cercada.

■ PLATAFORMA DE STAFF, EMPLEADOS Y LAVANDERÍA

Esta plataforma se encuentra dividida por la escalera principal. Para el lado este de la escalera se encuentra el módulo de lavandería, para el lado oeste se encuentra junto a la escalera el módulo de recreación, a continuación los módulos de alojamiento de empleados y staff. Esta plataforma tiene una pendiente del 1% y cuenta con dos accesos, uno desde la plataforma de ingreso mediante la escalera principal, y la otra desde la plataforma de oficinas mediante una escalera secundaria.

■ ÁREAS DE ALOJAMIENTO OBREROS

Se han previsto dos plataformas a las cuales se accede a través de las escaleras que llegan desde la plataforma de ingreso. Cada plataforma tiene un 1% de pendiente y da lugar a 6 módulos de alojamiento de obreros, en la plataforma superior también se ubica el módulo de recreación de obreros y en la plataforma inferior se tiene un espacio proyectado para una futura ampliación. Las dos plataformas cuentan con un acceso y están interconectadas entre sí.

■ PLATAFORMAS DE PTAR Y ACOPIO

Se han previsto dos plataformas de igual dimensión ubicadas al norte de las áreas de alojamiento por debajo de su ubicación, a un nivel aprox. 10 m menor a la plataforma más baja de alojamiento de obreros. Estas plataformas deberán albergar la planta de tratamiento y el acopio de residuos sólidos, así como las maniobras de los camiones que ingresen a realizar operaciones sobre ambas. El acceso hacia estas plataformas está previsto mediante una vía de 5 m de amplitud que es la continuación de la vía de acceso al campamento que se desprende de la Carretera Autodema.

La planta compacta para tratamiento de aguas residuales tendrá una capacidad de tratamiento de 75 m³/día, proceso de tratamiento biológico de lodos activados y aireación extendida para degradar y estabilizar la materia orgánica. Debe permitir la operación continua durante 24 horas. La planta estará compuesta de:

Cámara de rejas

Para la eliminación de sólidos inorgánicos no digeribles o cualquier material no tratable como plásticos, papeles, metales los que serán removidos manualmente.

Cisterna de homogenización

Donde se capta y almacena inicialmente, homogenizándola, para su adecuado tratamiento, regula también el caudal que se dirige al reactor biológico.

Planta de Tratamiento Compacta

- Sistema de bombeo desde la cisterna de homogenización hacia los reactores biológicos.
- Cámara de aireación o reactor biológico, donde se agita el efluente por aireación prolongada, donde se produce la degradación de la materia orgánica gracias a microorganismos aerobios disminuyendo la DBO₅. Cámara es de acero estructural con revestimiento de fibra de vidrio completamente cerrada con platos difusores para inyección de aire.
- Cámara de decantación, donde se clarifica el agua por sedimentación y los sedimentos son devueltos a la cámara anterior, fabricado igualmente de acero estructural con revestimiento de fibra de vidrio.
- Reactor de Precipitación Química, para la reducción de la DQO, fabricado igualmente de acero estructural con revestimiento de fibra de vidrio.
- Dosificador de aditivos químicos, que permiten reducir aún más la DBO y DQO.
- Cámara de contacto, diseñada para almacenar el agua tratada y agregar algunos desinfectantes para conseguir reducir las Coliformes fecales a límites establecidos.
- Tanque de almacenamiento y transferencia, el efluente pasa por rebose al filtro de cuarzo.
- Filtro de cuarzo, para la retención de sedimentos, partículas y huevos de parásitos.
- Digestor de lodos.

El agua una vez tratada cumplirá con los requisitos legales para su vertimiento y reutilización, una parte del volumen será reutilizada para riego de vías y áreas verdes, y la otra parte será vertida al río Hornillos en el punto EFLU-1 con coordenadas UTM WGS84, 216808.00E y 8319363.00N, cabe resaltar que se han considerado puntos de control ubicados aguas arriba y abajo del punto de vertimiento, en el ítem 8.1.5.5 se detallan su ubicación, parámetros y frecuencia.

■ GRIFOS

Para el desarrollo de las actividades se requerirá, de la construcción de tres grifos uno de ellos se ubicará en la zona sureste del campamento Provisional cercano a la trocha existente hacia Angostura, tendrá un área aproximada de 800 m², el segundo grifo se ubicará en el Terraplén Andamayo en las coordenadas UTM WGS84, 223189E y 8318546N, el tercer grifo se ubicará en la Plataforma Chalhuacan en las coordenadas UTM WGS84, 232833, 8318971, en el anexo B se adjunta el Plano de localización de los Grifos.

■ INSTALACIONES SANITARIAS EXTERIORES

Captación de Agua de Río y Estación de Bombeo N° 1

Se requerirá una dotación de 93 m³/día, correspondiéndole un caudal promedio de 1.08 lt/s. La captación estará conformada por 02 tanques de polietileno, de 10 m³ cada uno, los cuales irán perforados e irán instalados de manera enterrada en el cauce del río. El agua captada por estos tanques será conducida por gravedad hacia la ubicación de la Estación de Bombeo N° 1 (EB1) a través de tuberías de polietileno.

La Estación de Bombeo N° 1 (EB1) tendrá una capacidad útil de 10 m³, y, en su interior irán instaladas 02 electrobombas sumergibles para la impulsión de agua hacia el buzón de retención para el pre-tratamiento en el Desarenador aledaño.

Desarenador

Esta estructura será de construida en el lugar bajo las consideraciones de caudal de ingreso y la caracterización del agua antes de su ingreso.

El agua efluente del Desarenador será conducida por gravedad hacia la Estación de Bombeo N° 2, la cual cuenta con 02 tanques de polietileno apoyados, de 25 m³ de capacidad unitaria.

Estación de Bombeo N° 2

En estación se ubicará un juego de bombas que realizarán el bombeo a la parte alta donde se ubica el campamento ubicado a una distancia de 1983 ml y altura vertical de 100.00 m. aproximadamente.

El sistema de bombeo estará conformado por 02 electrobombas centrífugas horizontales, de presión y velocidad constantes, cuyo funcionamiento será alternado, siendo el caudal unitario de bombeo equivalente a 14.00 lps con una HDT de 100.00 mca.

Tanques de Almacenamiento de Agua Pre Tratada

Los tanques de almacenamiento de agua pre-tratada cumplirán el primer o inicial almacenamiento antes de su ingreso a la planta de tratamiento de agua potable (PTAP), y su distribución y almacenaje será interconectado por tuberías. Dichos tanques contarán con líneas de interconexión, rebose y líneas de limpieza para la operación y mantenimiento de los mismos.

Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)

El diseño de la PTAP será desarrollado por el Proveedor de la misma; para lo cual, se está considerando el empleo de 02 plantas compactas de funcionamiento alternada, donde cada una tratará el caudal correspondiente a la máxima demanda diaria de agua potable requerida por los módulos del campamento (Q_{md} = 3.59 lps) e incluirá tratamiento para ablandar agua.

Pre – Tratamiento

La etapa de pre-tratamiento contará con:

- Tanque de almacenamiento de agua cruda, para la recepción de agua cruda, estabilización, decantación y clarificación.

- Dosificador de cloro, pre-clorinador, para desinfección y reducción de agentes patógenos, con bomba dosificadora de tipo diafragma con regulador de dosificación.
- Dosificador de agente floculante, para la floculación de sedimentos, con bomba dosificadora tipo diafragma con regulador de dosificación.
- Mezclador estático

Tratamiento y Potabilización

La etapa de tratamiento y potabilización en la que se requiere un suministro a presión y caudal constante (5 m³/hr a 30-50 PSI), contará con:

- Filtro de cuarzo, para retención de sólidos en suspensión de hasta 20 micrones nominales.
- Filtro de carbón activado, para la eliminación de compuestos orgánicos disueltos en el agua, reducción de cloro residual, eliminación de olores y sabores.
- Filtro pulidor de agua, microfiltración del agua de 10 micras.
- Dosificador de cloro, post clorinación, para mantener la calidad del agua tratada
- Tablero de control eléctrico

La planta estará fabricada en polyglass, es de operación manual con una presión de trabajo entre 40 y 100 PSI, con tanque de almacenamiento para la solución de hipoclorito; debe tener un doble equipamiento de trabajo para uso alternado y asegurar el trabajo continuo de la misma. El agua tratada cumplirá con los requisitos legales para agua potable apta para consumo humano.

Tanques de Almacenamiento de Agua Potable

El agua tratada por la PTAP será almacenada en otro grupo de tanques de polietileno, cuya distribución y almacenaje será en base a la interconexión por tuberías. Dichos tanques contarán con líneas de interconexión, rebose y líneas de limpieza para la operación y mantenimiento de los mismos.

Estación de Bombeo N° 3

En la plataforma de tanques se instalarán 02 sistemas de bombeo de agua de presión constante a velocidad variable, uno para la distribución del agua potable y otro para la distribución del agua blanda. Por medio de la interconexión se instalara la succión del equipo de bombeo, siendo de presión constante y velocidad variable.

Red Exterior de Agua Potable

La red exterior de agua potable será de material HDPE, NTP ISO 4427, PE 80, PN 10.

Red Exterior de Alcantarillado

La red exterior de alcantarillado será de material HDPE, NTP 8772:2009, SN 4.

Trampa de Grasa para el Módulo Cocina

El desagüe no doméstico procedente de los equipos destinados a la preparación de alimentos y lavado de utensilios serán pre-tratados en una Trampa de Grasa,

ubicada en el exterior al módulo de cocina, antes de su ingreso a la red exterior de alcantarillado.

6.2.1.3 POLVORIN

En el primer ITS se consideró la habilitación de 02 polvorines, para el presente ITS se ha visto por conveniente reubicar el Polvorín 2, a las siguientes coordenadas:

Tabla 6.2-4 Ubicación de los polvorines

Ítem	Descripción	Primer ITS		Tercer ITS	
		Coordenadas UTM Datum WGS84 – Zona 19S			
1	Polvorín 1	219 644	8 317 917	219 644	8 317 917
2	Polvorín 2	222 700	8 317 820	229 266	8 317 843

En el Anexo B se adjunta el plano 09 Localización del polvorín 2.

6.2.2 PLATAFORMA CHALHUANCA

Debido al empleo de maquinaria TBM para la ejecución del túnel Transandino es necesario prever de las instalaciones auxiliares que este tipo de maquinaria emplea. Las instalaciones auxiliares serán emplazadas en la plataforma Chalhuanca aprobado en el Segundo ITS, éstas instalaciones auxiliares son descritas en la Tabla 6.2-5 y en el Anexo B se adjunta el Plano 10 Plano General de Instalaciones Auxiliares Chalhuanca.

Tabla 6.2-5 Instalaciones Auxiliares Plataforma Chalhuanca

Ítem	Instalaciones Auxiliares	Descripción
1	Acopio de Materiales	Área designada a la ubicación de materiales tales como tuberías, cables eléctricos, bobinas, riel, cintas, etc.
2	Almacén	Zona designada para el almacenaje de materiales.
3	Talleres	Zona designada para talleres mecánicos y eléctricos.
4	Oficinas	Zona designada para las labores del personal técnico
5	Vestuarios y Aseo	Zona designada para aseo de personal.
6	Comedor	Zona designada para comensales
7	Aceites Industriales	Aceites industriales provenientes de maquinarias y otros.
8	Acopio de Residuos	
9	Grupos Electrónicos	Para alimentación de la tuneladora con potencia de 160 KVA y 20 KVA para alumbrado en interior de túnel, conjunto de cuadros eléctrico, conjunto de líneas eléctricas.
10	Cinta Tuneladora	Cinta transportadora de escombros desde interior de túnel al área de acopio de escombros.
11	Acopio de Escombros	Zona designada a recibir el material excavado por la TBM y transportado a través de la cinta tuneladora.
12	LOOP	Estructura metálica y motorizada para control de cinta transportadora con una longitud de 80m de largo y 3 m de ancho
13	Playa de Vías	Vía general compuesta por rieles de 29Kg/m y longitud de 5.85m con sus correspondientes bridas de unión y traviesas metálicas ubicadas entre pórticos.
14	Tanques de Agua	Depósitos de agua industrial para transporte a Planta Componente "A"
15	Planta Componente "A"	Instalación conformada generalmente por mezcladora bentonita, silos almacenaje de cemento de 100 Tm, conjunto de bombas para trasiego.
16	Ventilación	Conjunto de ventiladores axiales para proporcional en el frente un caudal de 25.9m ³ /s a una distancia de 9.7Km

17	Acopio de Dovelas	Zona designada para el acopio de anillo de dovelas con un ancho de 25m y una longitud variable.
18	Pórtico Bajo	Pórtico birrail de almacenaje y carga de dovelas con una luz de 25m y una capacidad de carga de 12.5 Tm y una altura bajo gancho entre 6m y 8m
19	Pórtico Alto	Pórtico birrail de almacenaje y carga de dovelas con una luz de 25m y una capacidad de carga de 12.5 Tm y una altura bajo gancho entre 10m y 12m
20	Depuradora	Planta de tratamiento de aguas provenientes del túnel y drenaje superficial.
21	Grifo y almacenamiento de combustible	Zona de acondicionamiento de grifo y almacenamiento.

6.2.2.1 TRATAMIENTO DE AGUA PROVENIENTE DE LA CONSTRUCCION DE LOS TUNELES TRANSANDINO Y PUCARA

Para la construcción de los túneles Transandino y Pucará se requerirá agua para los siguientes servicios:

- Refrigeración de la tuneladora
- Humectación del material excavado, en TBM
- Limpieza de tuberías de bicomponente.
- Inyección de agua en cabeza de corte o cámara de escombros.
- Fabricación Bicomponente
- Humectación tierras procedentes de la excavación
- Aseos

6.2.2.1.1 CAPTACION Y RESERVA

El agua será captada del rio Chalhuanca mediante bomba sumergible (caudal 30 m³/h) y se enviará a dos depósitos con las siguientes características:

Construido en chapa de acero galvanizada y ondulada

- Circular con diámetro aproximado de 10.7 m y altura 2.3 m
- Capacidad 200 m³
- Funda de PVC para todo el deposito fondo y paredes
- Techo en chapa de acero galvanizado.

El consumo nominal de la tuneladora es de 57 m³/h. La mayor cantidad de esta agua será para refrigeración por lo que se estima que se recuperará un 80 % de la misma (incluida la recuperada en la depuradora), por lo que se puede estimar que el consumo real de la tuneladora será de 11.4 m³/h, el consumo de la Planta de bicomponente será de 4.8 m³/h, consumo para humectación de tierras 2 m³/h, consumo varios 1 m³/h y total consumo será 19.2 m³/h. Por tanto, con los 400 m³ acumulados en los depósitos tendremos una reserva para 20,83 horas.

6.2.2.1.2 BOMBEO Y TRANSPORTE

DE BOMBA SUMERGIBLE DEPOSITOS DE RESERVA

De la bomba sumergible partirá una tubería flexible de 3" y 5 m. de longitud que permitirá los pequeños movimientos de esta. A continuación, conectara con una tubería de PVC hasta alcanzar uno de los tanques de 200 m³. Los dos tanques estarán comunicados entre sí.

DE DEPOSITOS A TUNELADORA

Mediante un grupo de presión de 8 kg/cm² y un caudal de 70 m³/h se enviará el agua a la tuneladora. La tubería irá enterrada hasta alcanzar la entrada del túnel que pasará por uno de los costados sustentada en soportes anclados a las propias dovelas. La instalación contará con un grupo de presión de reserva.

Esta tubería será de acero, diámetro 8", longitud 6 m con extremos ranurados y unión entre tubos con brida y junta tipo Vitaulic. La tuneladora cuenta con un enrollador con una longitud de manguera de 25 m, con esto conseguimos la alimentación de agua desde un punto fijo (tubería metálica) a un punto móvil (tuneladora). La tuneladora cuenta con una red propia de distribución para todos sus servicios.

DE DEPOSITOS A CABEZA DE CINTA EN EXTERIOR.

Mediante un grupo de presión de 8 kg/cm² y un caudal de 15 m³/h se bombeará el agua desde los depósitos hasta la cabeza de la cinta extractora de tierras. Esta tubería será de PVC, 1.5" con uniones de maguitos roscados o casquillos electrosoldados.

DE DEPOSITOS A PLANTA BICOMPONENTE Y SERVICIOS

La planta de bicomponente y servicios se alimentarán con el mismo grupo que la cabeza de la cinta. Esta tubería será de PVC, 1.5" con uniones de maguitos roscados o casquillos electrosoldados.

6.2.2.1.3 RECUPERACIÓN DE AGUA RESIDUAL

Del agua que entra a la tuneladora la mayor parte se utiliza para la refrigeración de la misma y vuelve a salir al exterior a los depósitos de reserva. Esta agua es conducida al exterior mediante tubería metálica de 6" que transcurre paralela a la de entrada y sustentada en el mismo soporte.

CAPTACION DE AGUA RESIDUAL

Agua utilizada en la tuneladora para

- Humectación del material excavado (en faja transportadora)
- Limpieza de tuberías de bicomponente.
- Inyección de agua en cabeza de corte o cámara de escombros.

Parte de esta agua terminará acumulada en el escudo inferior delantero donde se encuentra una bomba que a través de tubería lo traslada hasta el último de los remolques depositándola en la parte inferior del túnel ya construido, esta agua fluirá hacia el exterior. También podrá existir captación de agua si hay afluencia desde el propio terreno.

TRANSPORTE

Sin entorpecer las condiciones normales de trabajo el agua que fluye a lo largo del túnel puede llegar hasta la parte inferior de la cabeza de los raíles, lo que nos da un área de 0.237 m².

En la salida del túnel las aguas se conducen hacia la izquierda (sentido del agua) hasta alcanzar la canaleta que transcurre a lo largo de todo el talud hasta la parte más baja de la instalación donde se encuentra la depuradora. Se ha estimado que el mayor caudal que puede llegar a la depuradora es de 50 m³/h.

El agua que llega a la depuradora puede tener partes de aceites y grasas industriales, restos de bicomponente (cemento, bentonita y aditivos) procedentes del lavado de tuberías en TBM o planta de fabricación bicomponente (situada en el exterior), partículas de tierra, etc.

6.2.2.1.4 TRATAMIENTO

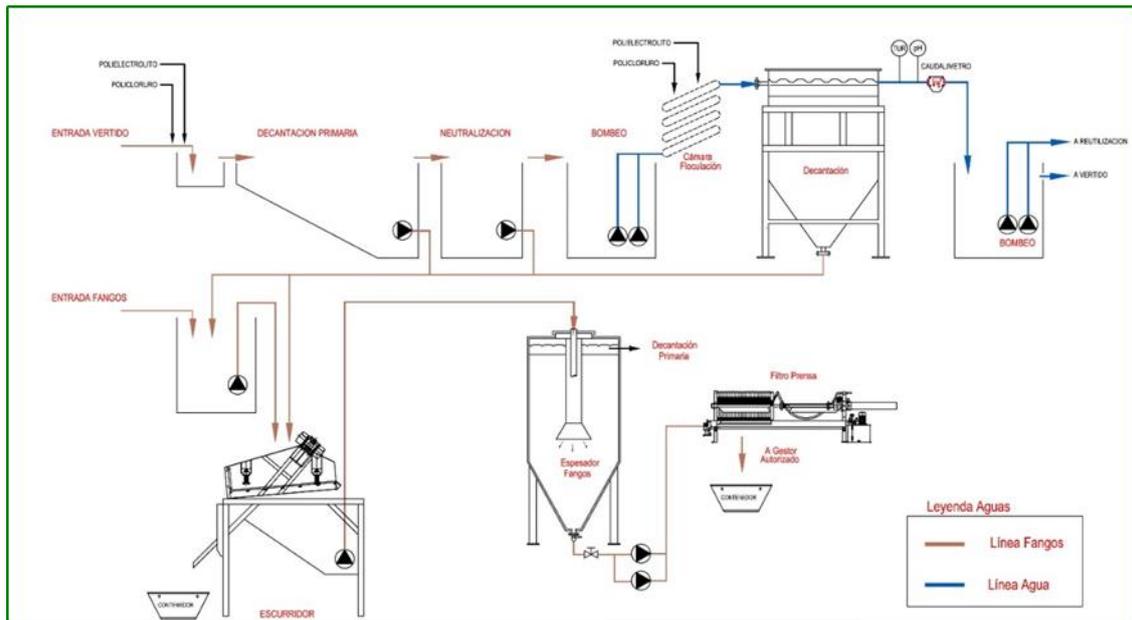
El agua residual recibirá tratamiento mediante decantación primaria, neutralización, cámara de floculación y decantación.

El agua una vez tratada cumplirá con los requisitos legales para su vertimiento y reutilización, una parte del volumen será reutilizada y la otra parte será vertida al río Chalhuanca en el punto EFLU-03 con coordenadas UTM WGS84, 233023E y 8318798N, cabe resaltar que se han considerado puntos de control ubicados aguas arriba y abajo del punto de vertimiento, en el ítem 8.1.5.5 se detallan su ubicación, parámetros y frecuencia.

El agua tratada que se reutilizará se enviará a los depósitos de reserva para:

- Abastecimiento tuneladora
- Fabricación de componente A: agua + bentonita + cemento
- Humectación de tierras de excavación en el vertido de la faja
- Riego de caminos y explanada instalaciones

Figura 1-1 Sistema de Tratamiento de Agua Residual Industrial



El agua una vez tratada presentará valores de calidad que cumplirán las exigencias de la Administración competente en la materia, recogidos en el Decreto Supremo N° 010, Anexo 01 “LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE ACTIVIDADES MINERO-METALÚRGICAS” para su vertido a cuerpo de agua, que se cifran para los parámetros de referencia, en:

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el Promedio anual
pH		6-9	6-9
Sólidos Totales en suspensión	mg/l	50	25
Aceites y Grasas	mg/l	20	16
Cloruro Total	mg/l	1	0,8
Arsénico Total	mg/l	0,1	0,08
Cadmio Total	mg/l	0,05	0,04
Cromo Hexavalente	mg/l	0,1	0,08
Cobre Total	mg/l	0,5	0,4
Hierro	mg/l	2	1,6
Plomo Total	mg/l	0,2	0,16
Mercurio Total	mg/l	0,002	0,0016
Zinc Total	mg/l	1,5	1,2

MEDICIÓN DEL CAUDAL, TURBIDEZ Y pH DEL VERTIDO

En la salida del depósito de almacenamiento de aguas tratadas, se instalará un medidor de caudal, de turbidez y pH de la misma. Con los valores registrados se podrán realizar series históricas de los valores obtenidos.

6.2.2.1.5 TRATAMIENTO DE FANGOS

BOMBEO DE LODOS

Los lodos depositados en la decantación primaria, neutralización y decantación final, mediante bombas sumergibles se enviarán al depósito de la entrada de fangos o directamente a un escurridor donde serán tamizados.

CÁMARA DE FLOCULACIÓN.

Los lodos que han pasado por el escurridor pasan a un laberinto serpenticico donde se procederá a la dosificación de coagulante y floculante para incentivar la separación por gravedad de los fangos y agua

ESPESADOR POR GRAVEDAD

El lodo procedente de la cámara de floculación pasa a un espesor por gravedad donde se sedimenta y se compacta en el fondo del mismo.

DESHIDRATACIÓN

El fango espesado procedente del espesador por gravedad pasara a una deshidratación donde se realiza una deshidratación del agua.

6.2.3 DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE

El material excedente de las obras deberá ser dispuesto en lugares destinados para dichos fines. Los estudios actuales han considerado que el material proveniente de la construcción de los componentes requerirá adicionar siete depósitos de material

excedente (Botadero 1, 2, 3, 4, 5, 1-AND y 2-AND). En el Anexo B se encuentra los respectivos Planos que muestra los depósitos de material excedente propuestos. En la Tabla 6.2-6 se muestran los depósitos de material excedente propuestos para el presente ITS.

Tabla 6.2-6 Depósitos de Material Excedente

Componente	Primer ITS*	Segundo ITS **	Tercer ITS
	Área (m ²)	Área (m ²)	Área (m ²)
DME 01A*	37 355	58 048.04	
DME 02A*	66 763	29 976.62	
DME 03	320 197	19 895.20	
DME 04	267 845	13 416.89	
DME 05	-	65 714.73	
DME 06	-	22 995.39	
DME 07	-	22,564.88	
DME 08	-	5 060.02	
DME 09	-	17 171.61	
DME 10			51 025.79
BOTADERO 1			57 851.56
BOTADERO 2			17 336.09
BOTADERO 3			46 633.66
BOTADERO 4			15 909.84
BOTADERO 5			52 053.77
BOTADERO 1-AND			39 043.00
BOTADERO 2-AND			28 060.00

*Fuente: Primer ITS conformidad mediante Oficio N° 654-14-MINAGRI-DGAAA-12287-2010

**Fuente: Segundo ITS conformidad mediante Oficio N° 2293-2015-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA

6.2.4 ACOPIO TEMPORAL DE SUELO ORGÁNICO

Las actividades de construcción que tendrán efectos sobre el componente suelo son el desbroce, retiro de suelos orgánicos, el movimiento de tierras y la compactación. La recuperación del suelo orgánico del retiro de la capa arable se dispondrá en los acopios temporales de suelo orgánico. Para los depósitos de material excedentes propuestos para el presente ITS se ubicarán acopios temporales de suelo orgánico cercanos a ellos, las cuales se encontrarán señalizadas.

6.2.5 TÚNEL DE TRASVASE PUCARÁ Y TRANSANDINO

El Túnel proyectado permitirá el trasvase de las aguas del río Apurímac hacia la cuenca del Colca. Según información considerada en el EIA la construcción del túnel se desarrollaría mediante el procedimiento de perforación TBM (Túnel Boring Machines) o topos, con perforación convencional sea con (D & B) o también con máquina fresadora.

Sin embargo para el Primer ITS se modificó el método y se propuso la construcción mediante Métodos Convencionales: D&B (Drill & Blast) con perforación y explosión, la cual a su vez consideraba la construcción adicional de ADIT para posibilitar la construcción de los túneles por métodos convencionales.

De acuerdo a los nuevos estudios realizados en el Proyecto se ha optado nuevamente por utilizar el método TBM (Túnel Boring Machines) de los túneles denominados Pucará y Transandino.

Las características básicas previstas para los túneles excavados en mina se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 6.2-7 Características básicas de los túneles de Pucará y Transandino

Túnel	P.K. Inicio T. mina	P.K. Final T. mina	Long. T. mina (m)	Rangos de montera máxima (m)	Método Constructivo
Pucará	0+000	6+330	6.330 m (pte: 0,52 %)	250-310 m (Entre 0+920 y 1+870)	TBM escudo simple
Transandino	6+526	16+020	9.494 m (pte: 0,52 %)	150-225 m (a lo largo de todo el túnel)	TBM Escudo simple

Fuente: Expediente Técnico Fase 1 - MS2-ET1-TPT-MEM-Rev0

El trazado propuesto para la conducción se ha adaptado al proceso constructivo de excavación con tuneladora con el fin de obtener un trazado con curvas de radios amplios, sin necesidad de ADITs intermedios, salvo el caso de la denominada “ventana de Andamayo” que se ha considerado necesaria para permitir una zona de mantenimiento intermedio de la máquina y simplificar la ventilación durante la excavación, entre otras.

6.2.5.1 TRAZADO Y SECCIÓN FUNCIONAL

El inicio del túnel Pucará se realiza a la cota 4178.00 m.s.n.m. (cota de solera) con un alineación recta con una orientación de 114° respecto al norte hasta la progresiva 5+016, donde si inicia una curva a izquierdas de radio 6000 m hasta la progresiva 6+020, donde se recupera una alineación recta. El portal de salida se ubica en la progresiva 6+330 a la cota 4,174.71 m.s.n.m. (cota de solera), presentando el trazado en alzado una pendiente descendente constante de 0.052%. En el Anexo B se muestra el Plano Planta y Perfil del Túnel Pucará y Transandino.

Figura 1-2 Trazado en planta túnel de Pucará



Fuente: Expediente Técnico Fase 1 - MS2-ET1-TPT-MEM-Rev0

Tras el cruce del río Andamayo, en la progresiva 6+526, se inicia el túnel Transandino a la cota 4,174.61 m.s.n.m. (cota de solera) continuando con la misma pendiente uniforme. En planta el trazado presenta una curva de radios 6000 m hasta alcanzar la progresiva 7+560, manteniendo desde ese punto una alineación recta hasta la boca de salida, situada en el P.K. 16+020 a la cota 4169.67 m.s.n.m.(cota de solera).

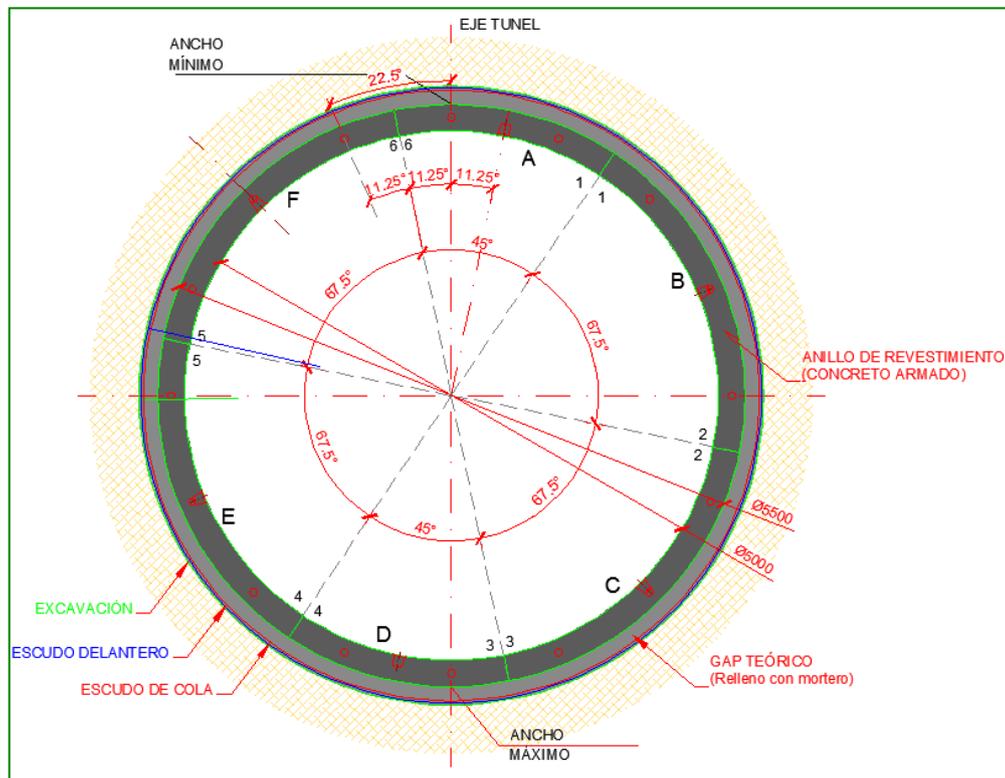
Figura 1-3 Trazado en planta túnel Transandino



Fuente: Expediente Técnico Fase 1 - MS2-ET1-TPT-MEM-Rev0

La sección tipo para los túneles de conducción excavados mediante tuneladora será necesariamente circular, habiéndose contemplado un diámetro interior mínimo de 5 metros, con objeto de mantener la funcionalidad de la sección a nivel hidráulico, y permitir mantener unas dimensiones que no condicionen en exceso las características de la máquina TBM a emplear. En el Anexo B se muestra el Plano Sección del Anillo.

Figura 1-4 Sección tipo para los túneles de Pucará y Transandino



Fuente: Expediente Técnico Fase 1 - MS2-ET1-TPT-MEM-Rev0

Las principales dimensiones de elementos propios del sistema constructivo como son el diámetro de excavación y diámetros exteriores de los escudos se resumen a continuación:

- Diámetro de excavación: 5,82 m
- Espesor de dovela: 235 mm.
- Diámetro exterior del anillo 5,47 m
- Diámetro de la rueda de corte 5,82 m.
- Longitud de escudo +cola del escudo: Compuesto de escudo delantero, escudo central y cola del escudo+ gatos en operación: 12.938+150 mm
- Diámetro de escudo delantero (L=3,64 m): 5,76 m.
- Diámetro de escudo central (L=5,50 m): 5,745 m.
- Diámetro de cola del escudo (L=3,30 m): 5,73 m.
- Cilindros de avance: Parejas x 2 cilindros = 32 cilindros.
- Diámetro piston: 240 mm
- Fuerza de avance instalada/nominal: 50.667 KN (350 bar).
- Máxima fuerza de avance: 60.801 KN (420 bar).
- Fuerza de avance operacional (máxima fuerza a aplicar excepto en caso de atrapamiento): 24.700 KN.

6.2.5.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Desde el punto de vista de la excavación, el empleo de tuneladoras en secciones reducidas y grandes longitudes aporta ventajas respecto a sistemas convencionales, compensando generalmente el plazo de fabricación, la inversión inicial del equipo de excavación y las necesidades logísticas (espacio en boca de ataque, instalaciones, equipos de desescombro, etc), con un mayor rendimiento de la excavación, colocación de sostenimiento y revestimiento (que se efectúa de forma simultánea).

6.2.5.3 TIPOLOGÍA DE TUNELADORA SELECCIONADA

Tanto las condiciones geológico-geotécnicas como calidad de macizo, o la presencia de fallas o accidentes singulares condicionan el tipo de máquina a emplear.

Los diferentes tipos de tuneladora que pueden emplearse en la excavación de macizos rocosos pueden clasificarse dependiendo básicamente del modo de empuje de la máquina, ya sea mediante empujadores laterales o “grippers” o mediante gatos con apoyo en las dovelas colocadas en fases anteriores.

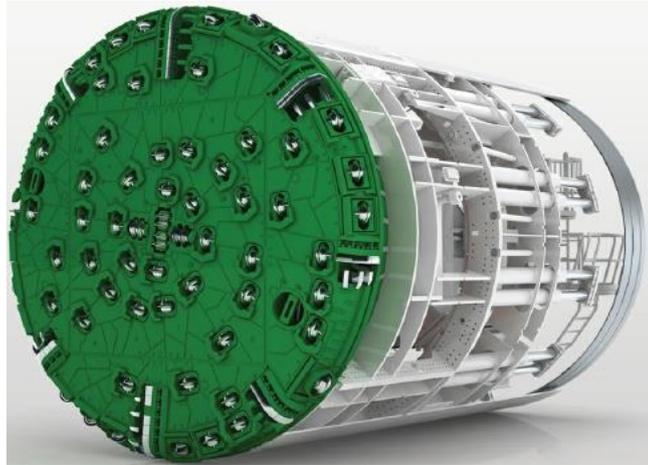
Asimismo puede clasificarse según el tipo de protección que se emplee pudiendo plantearse máquinas abiertas (topos) o cerradas (escudos).

Para la elección del tipo de tuneladora más adecuado se ha procedido a contemplar varios condicionantes. A partir de dichos condicionantes, la **tipología de máquina recomendada sería un escudo simple**, con cabeza de corte para roca dura.

6.2.5.3.1 ESCUDO SIMPLE

Las TBM tipo escudo, con erector de dovelas al abrigo de un escudo de acero están indicadas para la excavación de macizos rocosos fracturados en los que la cuantía de sostenimiento se prevé importante o variable.

Figura 1-5 Escudo simple (Fuente herrenknecht.com)



Fuente: Expediente Técnico Fase 1 - MS2-ET1-TPT-MEM-Rev0

En estos casos, la zona comprendida entre cabeza de corte y zona de colocación del sostenimiento /revestimiento se encuentra resguardada al amparo de un escudo de acero que permite la colocación de un anillo prefabricado de hormigón armado compuesto por dovelas.

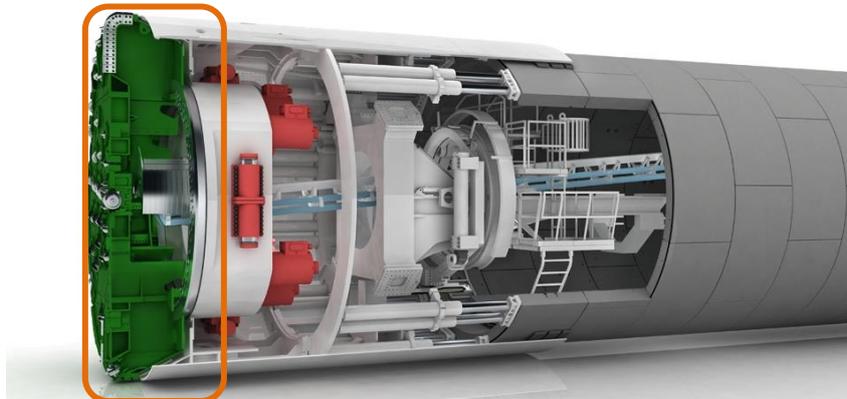
El anillo anterior constituye a la vez un elemento de sostenimiento provisional y definitivo, no siendo necesario en general el revestimiento posterior, pero debiendo asumir éste tanto la carga que se produce por desconfinamiento en el terreno próximo al frente, como aquellas que se esperen a largo plazo.

Los elementos fundamentales de este tipo de máquina coinciden en algunos puntos con los de la máquina anterior, destacándose únicamente aquellos que suponen aspectos diferenciadores:

CABEZA DE CORTE Y EVACUACIÓN DEL ESCOMBRO

La cabeza de corte y el sistema de evacuación del escombros es similar al de una tuneladora abierta.

Figura 1-6 Escudo simple. Cabeza de corte y sistema de desescombro (Fuente herrenknecht.com)

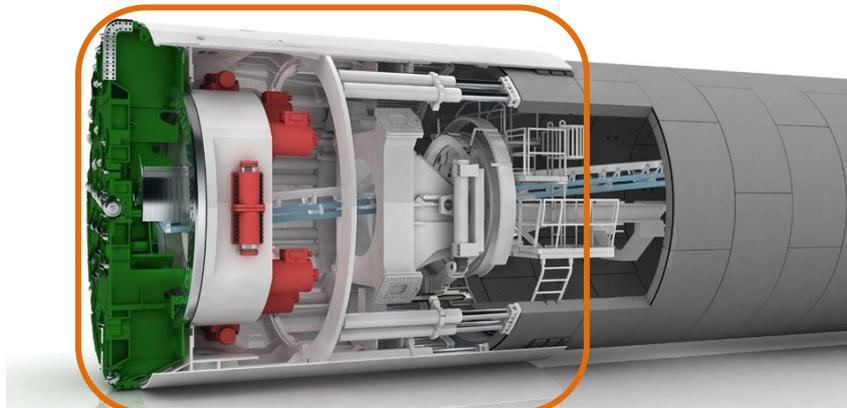


Fuente: Expediente Técnico Fase 1 - MS2-ET1-TPT-MEM-Rev0

ESCUDO

El escudo consiste en un cilindro metálico que permite el trabajo de los operarios manteniéndolos a resguardo de la caída de roca en macizos altamente fracturados. En su interior se realiza la colocación del anillo de dovelas, no existiendo en ningún momento zonas “abiertas” al terreno.

Figura 1-7 Escudo simple. Zona de escudo (Fuente herrenknecht.com)



Fuente: Expediente Técnico Fase 1 - MS2-ET1-TPT-MEM-Rev0

En la denominada “cola del escudo” pueden colocarse una serie de faldones flexibles que impiden la entrada de la inyección de trasdós o de elementos del terreno hacia el mismo.

MECANISMO DE REACCIÓN Y SISTEMA DE AVANCE

La reacción necesaria para la excavación se realiza apoyando unos cilindros o gatos en el último anillo de dovelas colocado. Una vez que se finaliza la excavación de un pase, se retiran los cilindros de empuje y se coloca el anillo de dovelas. Posteriormente se vuelven a apoyar los cilindros sobre el último anillo y se continúa la excavación.

Debido a que los cilindros de empuje se apoyan en las dovelas, no puede simultanearse la excavación y el sostenimiento, por lo que para terrenos de buena calidad en los que la cuantía de sostenimiento es muy baja, los rendimientos de estas máquinas son menores que los de las TBM abiertas o los “dobles escudos”.

SOSTENIMIENTO/REVESTIMIENTO

Como se ha indicado, se realiza mediante anillos de dovelas prefabricadas, que desempeñan la doble función de sostenimiento y revestimiento, además de permitir el apoyo de la máquina para continuar su avance.

El montaje del anillo de dovelas se realiza bajo la protección del escudo mediante un erector de dovelas. El espacio anular que deja el perfil excavado y el trasdós de las dovelas (GAP) es inyectado para dejar confinado completamente el anillo.

Como se ha indicado, los anillos se componen de un número determinado de dovelas prefabricadas, para lo cual es necesario contar con una central de prefabricado de las mismas y acopios suficientes, en fábrica y a pie de boca, para disponer de un stock compatible con el ritmo de excavación. La situación de este parque de dovelas y acopios hace que por lo general se requieran espacios mucho más amplios que en el caso de excavación con medios convencionales.

Según la producción que desee obtenerse, pueden recurrirse a sistemas de moldes fijos en los que se lleva a cabo todo el proceso de prefabricado, o sistemas tipo “carrusel” en el que los moldes de las dovelas se desplazan por distintas estaciones de armado, hormigonado y curado.

6.2.6 TÚNEL DE DESVÍO

Los efluentes que provengan de la construcción del Túnel de Desvío serán tratados mediante una balsa de decantación de lodos y luego será enviada al depósito de agua reciclada; un volumen de dicha agua será recirculada al frente de excavación, otro volumen será reutilizado en riego de accesos y áreas verdes, y el volumen restante será vertido al río Apurímac en el punto EFLU-02 con coordenadas UTM WGS84, 216857E y 8320829N, cabe resaltar que se han considerado puntos de control ubicados aguas arriba y abajo del punto de vertimiento, en el ítem 8.1.5.5 se detallan su ubicación, parámetros y frecuencia. En el Anexo B se encuentra el Plano Balsa de Decantación.

6.3 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS

El periodo total que comprenderá la construcción de las obras de la Represa Angostura y túnel de derivación, así como obras complementarias, demandará un periodo total de 48 meses.

VII IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

7.1 GENERALIDADES

Esta sección describe la metodología de evaluación de impactos de las actividades relacionadas con los componentes a modificar en el presente ITS, del Estudio de Impacto Ambiental de la Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo.

El objetivo de la evaluación ambiental es identificar los componentes ambientales que potencialmente podrían resultar afectados por la modificación de los componentes y que puedan variar respecto a los impactos identificados en el EIA de la Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, en el primer y segundo ITS.

Se evalúan los impactos generados por las modificaciones propuestas, así como un análisis comparativo entre los impactos evaluados con el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, que se considera en su conjunto y los impactos generados por las modificaciones propuestas en el Primer y Segundo ITS y en este Tercer ITS.

Para realizar la evaluación de impactos se ha empleado la misma metodología y criterios utilizados en el EIA de la Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, la cual se resume en las siguientes secciones:

7.2 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Existen diversas técnicas desarrolladas para la identificación y evaluación de impactos ambientales, la mayoría de ellas son de tipo cuali-cuantitativas, dado que se apoyan en criterios basados en la experiencia del equipo evaluador.

Para fines del Tercer ITS se empleó la misma metodología considerada en el EIA, la matriz de Identificación y Evaluación de Impactos de Leopold, para lo cual se ha desarrollado mediante II pasos consecutivos o etapas, las mismas que describimos a continuación:

7.2.1 ETAPA I: IDENTIFICACIÓN

El proceso de identificación constituye la primera etapa para el desarrollo del proceso de evaluación ambiental y consiste en desarrollar un análisis del proyecto y del ambiente para establecer las interacciones que se presentarán a raíz de la ejecución del mismo, es decir, los componentes del proyecto que potencialmente pueden ocasionar un impacto ambiental, y los componentes ambientales que podrían verse afectados o que interactúan de algún modo con el proyecto.

De este modo, para proceder al análisis del nivel ambiental, se procede a desagregarlo en variables menores. De manera que puedan ser estudiadas y fácilmente identificables.

Por medio, se reconoce al Medio Físico, Biológico y Socioeconómico, por componente a aquellos que integran el medio ambiental, por ejemplo el componte suelo, y por factor aquellos elementos, procesos o cualidades que pueden ser afectados, por ejemplo calidad del suelo, procesos de erosión etc.

En el nivel del Proyecto, éste también es desagregado hasta variables que pueden ser fácilmente identificadas y a las que se les puede atribuir un impacto, de este modo, el proyecto es desagregado en etapas como son Construcción, Operación y Cierre; componentes, es decir partes del proyecto; y acciones que constituyen intervenciones concretas capaces de ser identificadas. A continuación presentamos el esquema de desagregación:

7.2.2 ETAPA II: EVALUACIÓN

Una vez desarrollada la identificación de los factores ambientales potencialmente afectados y las acciones del proyecto potencialmente generadoras de impactos, se procede a determinar los criterios de evaluación de impactos. Para efectos metodológicos se ha optado por seleccionar como método de evaluación de impactos la matriz de Leopold sobre la base de dos criterios de evaluación Magnitud e Importancia.

Finalmente, como se ha indicado líneas arriba la evaluación de los impactos mediante el método de Leopold, se desarrolla sobre la base de los criterios que se detallan a continuación, asimismo se ha indicado la escala de calificación de cada criterio y el método por el cual se obtiene el valor total del impacto.

7.2.2.1 NATURALEZA

Referido a las características del Impacto puede ser:

- Positivo (+)
- Negativo (-)

7.2.2.2 MAGNITUD

Tabla 7.2-1 Extensión o al área hasta el cual se percibirán los impactos

Magnitud	Relacionado a Extensión - Áreas
1 – 3	Cabecera de Cuenca - Zona Angostura
4 – 6	Cabecera de Cuenca y Cuenca intermedia
7 -10	Cabecera de Cuenca y Cuenca Total

7.2.2.3 IMPORTANCIA

Tabla 7.2-2 Intensidad o severidad en la que se presentan los potenciales impactos

Importancia	Relacionado a Intensidad - Severidad
1 – 3	Bajo: Por debajo de Estándares de Calidad
4 – 6	Medio: Cercano a los Estándares de Calidad
7 -10	Alto: Mayor a los Estándares de Calidad

7.2.2.4 VALOR TOTAL DEL IMPACTO

El valor total del impacto se obtiene de multiplicar los criterios señalados, de la siguiente manera:

$$\text{Valor del Impacto} = \text{Naturaleza} \times \text{Magnitud} \times \text{Importancia}$$

7.3 DESARROLLO METODOLÓGICO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL PROYECTO

7.3.1 I ETAPA: IDENTIFICACIÓN

Como se ha señalado en la sección metodológica, en esta etapa se procederá a identificación de los componentes a modificar interactuantes del proyecto y del ambiente. A continuación procedemos a su desarrollo:

7.3.1.1 IDENTIFICACIÓN: NIVEL AMBIENTAL

A nivel ambiental, sobre la base de los trabajos de campo desarrollados y cuyos resultados y conclusiones han sido plasmados en el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, se ha procedido a desarrollar la identificación a nivel de medios, componentes y factores ambientales, que potencialmente podrían verse alterados ya sea de manera positiva o negativa con la modificación de componentes del proyecto del presente ITS; es decir la identificación de aquellos factores que presentarán alguna interacción con las acciones que comprende los componentes a modificar del proyecto. Los componentes y factores ambientales identificados se presentan en la Tabla 7.3-1.

Tabla 7.3-1 Componentes y Factores Ambientales Potencialmente Afectados

Medios	Componentes		Factores	
	Código	Tipo	Código	Tipo
Medio Físico	F-01	Agua	F-01-01	Calidad
			F-01-02	Oferta y/o disponibilidad
			F-01-03	Recarga de Agua Subterránea
			F-01-04	Inundaciones
	F-02	Aire	F-02-01	Calidad
			F-02-02	Ruido
			F-02-03	Microclima
	F-03	Suelo	F-03-01	Geomorfología
			F-03-02	Estabilidad de Taludes
			F-03-03	Compactación
			F-03-04	Erosión
			F-03-05	Deposición - Sedimentación
Medio Biológico	B-01	Flora	B-01-01	Especies silvestres
			B-01-02	Especies cultivadas
			B-01-03	Especies hidrobiológicas
			B-01-04	Especies en Peligro
	B-02	Fauna	B-02-01	Especies Hidrobiológicas
			B-02-02	Peces
			B-02-03	Animales terrestres
			B-02-04	Aves
Medio Socioeconómico	S-01	Económico	S-01-01	Generación de Empleo
			S-01-02	Generación Potencial de Nuevas Actividades Económicas
			S-01-03	Afectación del Aprovechamiento de Pastos
			S-01-04	Afectación Aprovechamiento Consuntivo del Agua
			S-01-05	Afectación del Aprovechamiento Económico del Agua
	S-02	Estético y de Interés Humano	S-02-01	Afectación de Área con Potencial Turístico
			S-02-02	Lugares Históricos o arqueológicos
	S-03	Social	S-03-01	Reasentamiento Poblacional
			S-03-02	Ruptura de la Estructura Social
			S-03-03	Modificación en el estilo de vida
			S-04-01	Salud y Seguridad Ocupacional
			S-04-02	Conflictos Sociales.
	S-04-03	Temores y Expectativas		

7.3.1.2 IDENTIFICACIÓN NIVEL DEL PROYECTO

A nivel del proyecto, en base a la descripción de cada una de sus etapas y principales componentes a modificar, los cuales han sido plasmados y desarrollados en el capítulo VI del presente documento, se han identificado a nivel de etapas, componentes y acciones, aquellas que potencialmente generarán un impacto ambiental, dadas las modificaciones realizadas a los componentes. A continuación se presenta la identificación de las acciones que potencialmente ocasionarán un impacto ambiental para cada una de las etapas del proyecto.

Tabla 7.3-2 Componentes a Modificar del Proyecto Potencialmente Generadores de Impacto

Etapas	Componentes		EIA*		Primer ITS**	Segundo ITS	Tercer ITS
	Código	Tipo	Código	Acciones	Acciones	Acciones	Acciones
Construcción	C-01	Presa y Embalse	C-01-01	Actividades Preliminares	-	-	-
			C-01-02	Extracción de material de cantera	Se amplia superficie de cantera y se considera áreas tentativas	Adición y modificación de zonas de extracción de agregados (canteras).	-
			C-01-03	Construcción de Presa con Método CCR	Construcción de Presa con Método CFRD	-	-
			C-01-04	Mejoramiento y Habilitación de Accesos	-	-	-
			C-01-05	Ataguías	-	-	-
			C-01-06	Depósito de Materiales Excedentes	-	-	-
	C-02	Túnel de Derivación	C-02-01	Construcción: Tunel Boring Machines (TBM) y Método Convencional (Explosiones)	Construcción: Método Convencional al D y B, modificación del trazo, planta Shocrete y polvorines	-	Construcción: Tunel Boring Machines (TBM)
			C-02-02	Depósito de Materiales Excedentes	Se reubicar los Depósito de Materiales Excedentes	Adición y modificación de depósitos de material excedente.	Adición de depósitos de material excedente.
			C-02-03	Construcción de Acceso	Ampliación de Accesos Auxiliares	Modificación del trazo de acceso	-
	C-03	Casa de Maniobras / Campamentos/ Obras Auxiliares	C-03-01	Preparación del Terreno y Obras Civiles	Reubicación e incremento de Campamentos	-	Reubicación de Campamentos y polvorin
			C-03-02	-	-	Implementación de plataforma, acopios temporales de suelo orgánico y construcción	-

Etapas	Componentes		EIA*		Primer ITS**	Segundo ITS	Tercer ITS
	Código	Tipo	Código	Acciones	Acciones	Acciones	Acciones
			C-03-03	-	-	de mota de protección	Implementación de instalaciones auxiliares en la plataforma Chalhuanca
Operación	O-01	Embalse	O-01-01	Embalse	-	-	-
			O-01-02	Desembalse	-	-	-
			O-01-03	Purga de Sedimentos	-	-	-
			O-01-04	Caudal Ecológico	-	-	-
	O-02	Túnel	O-02-01	Drenaje de Sedimentos	-	-	-
			O-02-02	Vertimiento a Chalhuanca	-	-	-
Cierre	C-01	Presa	C-01-01	Demolición	-	-	-
	C-02	Embalse	C-01-02	Reconstitución del Terreno	-	-	-
	C-03	Túnel de Derivación	C-01-03	Relleno y Cierre	-	-	-
	C-04	Casa de Maniobras	C-01-04	Demolición	-	-	-

* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

** Fuente: Primer ITS conformidad mediante Oficio N° 654-14-MINAGRI-DGAAA-12287-2010

Cabe destacar que el área de influencia directa e indirecta ambiental no se verá afectada por la modificación de los componentes, así mismo el área de influencia directa e indirecta social tampoco ha sufrido variación. En la Tabla anterior se ha mencionado los componentes a modificar en comparación con los componentes aprobados en el EIA de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo y en el Primer ITS, se ha realizado una descripción detallada en el capítulo VI descripción del proyecto.

7.3.1.3 II ETAPA: MATRIZ DE EVALUACIÓN

Una vez obtenidos los puntajes de ponderación a nivel de cada factor ambiental a evaluar, se ha procedido a construir la Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales para las Etapas de Construcción, Operación y Cierre.

En cuanto a la evaluación propiamente dicha, como se mencionó inicialmente, se empleará el método de Leopold, es decir que cada impacto potencial será evaluado en base a:

- Naturaleza
- Magnitud
- Importancia

7.4 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Se ha realizado la Evaluación de Impactos Ambientales de los componentes a modificar para las etapas de construcción, operación y cierre, mediante el empleo del método de evaluación de Leopold. Cabe resaltar que las matrices son solo un instrumento metodológico que permite expresar mediante un análisis cuali-cuantitativo la diversidad de impactos que potencialmente pueden presentarse con la ejecución del proyecto, y establecer de una u otra forma un rango de significancia, es decir que

permite identificar del universo de impactos identificados, aquellos cuya ocurrencia implica un mayor grado de modificación de las condiciones basales del ámbito ambiental receptor.

De este modo, es importante reiterar que el uso de matrices por sí mismas, no tendrían ninguna utilidad si no vienen acompañadas de un análisis profundo de las implicancias ambientales de la interacción identificada (Componente del proyecto – Factor Ambiental).

7.4.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS FÍSICO - BIOLÓGICOS

En este acápite se desarrolla la evaluación de los impactos Físico y Biológicos de los componentes a modificar mediante el uso de la matriz de Leopold, La evaluación de los impactos se desarrolla para las Etapas de Construcción, Operación y Cierre.

Cada una de las etapas desarrolla dos tipos de análisis: *i) Análisis Integral*, el cual se presenta al inicio de cada sección y presenta un análisis de los impactos resultantes de la etapa en evaluación de manera integral, es decir, sobre la base de los resultados obtenidos de manera acumulada a nivel de factor ambiental, medio, y ambiente en general. Cabe señalar, que éste análisis tiene como fin identificar los factores ambientales que se verán más impactados por la sumatoria de cada uno de los impactos independientes, causados por las acciones del proyecto. Este tipo de análisis es de gran importancia, dado que nos permite totalizar e integrar los resultados y no dejar desapercibidos aquellos impactos poco significativos pero que en suma causan alteraciones significativas al ambiente.

El segundo análisis *ii) Análisis Específico*, desarrolla un análisis puntual, sobre cada una de las interacciones de carácter significativo o moderadamente significativo, obtenidas en la matriz de evaluación de impactos. El análisis se basa en los resultados de los impactos a nivel de interacción, siempre y cuando posean cierto rango de significancia de acuerdo a la escala establecida

En el Anexo C se adjuntan las matrices de evaluación de impactos de la etapa de construcción y cierre. A continuación se desarrolla la evaluación e identificación de impactos a nivel físico-biológico para cada una de las etapas en evaluación.

7.4.1.1 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

7.4.1.1.1 ANÁLISIS INTEGRAL: VALOR DEL IMPACTO ACUMULADO

Durante la etapa de construcción se han identificado impactos al componente físico-biológico derivados de la modificación de los componentes, los resultados de la evaluación se presentan en la Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales (Ver Tabla 7.4-1).

En base a los resultados de la evaluación efectuada, se ha podido identificar aquellos factores ambientales que previsiblemente presentarán los mayores grados de alteración durante el periodo constructivo. En la Tabla 7.3-3 se presentan un ranking de los factores ambientales potencialmente afectados por la ejecución de las obras, sobre la base del valor del impacto acumulado por cada factor ambiental.

Tabla 7.3-3 Ranking de Factores Ambientales Impactados en base al Grado de Significancia Acumulado durante la Etapa Constructiva

Código	Descripción	Valor de Impacto			
		EIA*	Primer ITS	Segundo ITS	Tercer ITS
F-01-01	Calidad del agua	-315	-327	-351	-367
F-03-05	Calidad del suelo	-285	-292	-321	-350
B-01-01	Especies silvestres	-283	-300	-312	-330
F-03-04	Erosión	-238	-238	-267	-294
B-02-01	Especies Hidrobiológicas ⁽¹⁾	-233	-233	-252	-252
F-02-01	Calidad de aire	-223	-246	-278	-307
B-02-02	Peces	-206	-206	-224	-224
F-02-02	Ruido	-194	-207	-242	-267
F-03-03	Compactación	-194	-194	-233	-265
F-03-02	Estabilidad de Taludes	-183	-183	-189	-203
F-03-06	Paisaje	-171	-171	-201	-227
F-03-01	Geomorfología	-168	-168	-194	-208
B-02-03	Animales Silvestres	-164	-164	-179	-201
B-02-04	Aves	-155	-160	-189	-214
B-02-05	Animales Mayores	-150	-150	-160	-178
F-01-02	Oferta y/o disponibilidad	-63	-63	-63	-63
B-01-02	Especies cultivadas	-51	-51	-51	-51
B-01-03	Especies en Peligro	-40	-40	-40	-40
F-01-04	Inundaciones	0	0	-9	-9
Promedio		-184.2	-188.5	-196.5	-214

(1) Dentro del conjunto de especies hidrobiológicas se ha evaluado el impacto en macroinvertebrados, zooplancton, fitoplancton, y macrófitas, estando los peces separados de este rubro dado su importancia.

* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

De la Matriz de Evaluación de Impactos durante la etapa constructiva con la modificación de los componentes del Tercer ITS, se observa que el medio que presenta un valor de impacto acumulado mayor es el medio Físico, que se ha visto incrementado en comparación con el EIA aprobado, el Primer y Segundo ITS, siendo el componente suelo el que percibirá la mayor cantidad de impactos durante la ejecución de las obras auxiliares, lo que ha incrementado ligeramente con respecto al EIA aprobado y a los ITS anteriores; el componente aire también se ha incrementado en comparación con los estudios ambientales anteriores, estos resultados se deben principalmente a la implementación de los componentes auxiliares de la plataforma y la adición de depósitos de material excedente. Finalmente el componente agua, es el que menor incremento ha tenido en la evaluación, este incremento se debe a que los cuerpos de agua se encuentran cercanos a los componentes propuestos en el presente ITS.

Asimismo dentro del medio Biológico, se observa que el componente fauna es el que percibirá la mayor cantidad de efectos ambientales negativos durante esta etapa, esto se debe principalmente al incremento en los niveles de ruido que posiblemente cause la ejecución de los componentes auxiliares del Proyecto y finalmente el componente flora que se ha visto ligeramente incrementada por el desbroce de la cobertura vegetal, como resultado de la implementación de los nuevos componentes auxiliares principalmente los depósitos de material excedente.

En la Tabla 7.4-1, se presenta los componentes ambientales en base al grado de afectación (valor del impacto acumulado) que presentarán durante el periodo de construcción de las obras.

Tabla 7.4-1 Componentes Ambientales Impactados en base al Valor del Impacto Acumulado durante la Etapa Constructiva

Medios	Valor del Impacto por Medio				Componentes		Valor del Impacto por Componente			
	EIA*	Primer ITS	Segundo ITS	Tercer ITS	Código	Tipo	EIA*	Primer ITS	Segundo ITS	Tercer ITS
Medio Físico	-2 034	-2 093	-2 358	-2 560	F-03	Suelo	-1 239	-1 246	-1 405	-1 514
					F-02	Aire	-417	-461	-520	-574
					F-01	Agua	-378	-386	-423	-439
Medio Biológico	-1 282	-1 304	-1 403	-1 490	B-02	Fauna	-908	-913	-1004	-1069
					B-01	Flora	-374	-391	-403	-421

* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

7.4.1.1.2 ANÁLISIS ESPECÍFICO: VALOR DEL IMPACTOS POR INTERACCIÓN

De otro lado, de los resultados de la matriz de evaluación de impactos se puede observar que durante el periodo constructivo se presentarán a nivel de interacciones entre acciones del proyecto y factores ambientales, los impactos que se obtuvieron son poco significativas.

En el EIA aprobado y primer ITS se consideró un universo de posibles interacciones de (147 interacciones), aquellas que resultaron moderadamente significativas representaron un 16.3 % del total (24), mientras que en el Segundo ITS se ha considerado un universo de 163 interacciones de las cuales el 14.7% (24) corresponden a resultados moderadamente significativos, para el presente ITS se ha considerado un universo de 186 interacciones de las cuales el 12.9% (24) corresponden a resultados moderadamente significativos, la disminución del porcentaje nos indica que no se ha producido incrementos en impactos significativos con respecto a la evaluación realizada en el EIA aprobado.

Cabe resalta que la suma del valor del impacto acumulado de los impactos moderadamente significativos del EIA aprobado representaban el 30.8% del total del valor acumulado, mientras que para el Primer y Segundo ITS representa el 31.5% y 29.1% del total del valor acumulado respectivamente; mientras que para el Tercer ITS representa el 26.7%, se observa una reducción la cual se debe al incremento de impactos no significativos.

En la Tabla 7.4-2 se presentan las interacciones calificadas como impactos moderadamente significativos:

Tabla 7.4-2 Interacciones Moderada y Altamente Significativas – Periodo de Construcción

Actividades del Proyecto		Factores Ambientales		Valor de Impacto			
				EIA*	Primer ITS	Segundo ITS	Tercer ITS
Construcción de Represa y Embalse	Actividades Preliminares	F-01-02	Oferta y/o disponibilidad de Agua	-63	-63	-63	-63
		F-03-05	Calidad del suelo	-45	-45	-45	-45
		B-01-01	Especies silvestres de Flora	-45	-54	-54	-54
	Extracción de material de cantera	F-01-01	Calidad del Agua	-48	-56	-64	-64
		F-03-05	Calidad del Suelo	-35	-42	-49	-49
		B-01-01	Especies silvestres de Flora	-40	-48	-48	-48
		B-02-01	Especies Hidrobiológicas ⁽¹⁾	-42	-42	-49	-49

Actividades del Proyecto	Factores Ambientales		Valor de Impacto			
			EIA*	Primer ITS	Segundo ITS	Tercer ITS
Construcción de Presa con método CFRD	B-02-02	Peces	-36	-36	-42	-42
	F-01-01	Calidad del Agua	-63	-63	-63	-63
	F-03-02	Estabilidad de Taludes	-36	-36	-36	-36
	F-03-05	Calidad del Suelo	-40	-40	-40	-40
	B-01-01	Especies silvestres de Flora	-35	-35	-35	-35
	B-02-01	Especies Hidrobiológicas	-48	-48	-48	-48
	B-02-02	Peces	-36	-36	-36	-36
Mejoramiento y Habilitación de Accesos	F-02-01	Calidad aire	-42	-49	-49	-49
Ataguías	F-01-01	Calidad del agua	-48	-48	-48	-48
	F-03-04	Erosión	-36	-36	-36	-36
Construcción del Túnel Método Convencional D y B	F-02-01	Calidad del aire	-35	-42	-42	-42
	F-02-02	Ruido	-45	-48	-48	-48
	F-03-02	Estabilidad de Taludes	-40	-40	-40	-40
	F-03-04	Erosión	-40	-40	-40	-40
	F-03-05	Calidad del Suelo	-40	-40	-40	-40
	B-01-01	Especies silvestres de Flora	-40	-40	-40	-40
Depósito de Materiales Excedentes	F-01-01	Calidad del Agua	-42	-42	-42	-42

(1) Dentro del conjunto de especies hidrobiológicas se ha evaluado el impacto en macroinvertebrados, zooplancton, fitoplancton, y macrófitas, estando los peces separados de este rubro dado su importancia.

* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

Con el fin de presentar la descripción de los impactos potenciales generados por la modificación de los componentes del proyecto, se ha disgregado por las etapas que presenta, las cuales serán detalladas a continuación:

7.4.1.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

7.4.1.2.1 TÚNEL DE DERIVACIÓN

Según información considerada en el EIA la construcción del túnel se desarrollaría mediante el procedimiento de perforación TBM (Túnel Boring Machines) o topas, con perforación convencional sea con (D & B) o también con máquina fresadora, mientras que para el Primer ITS se propuso, la construcción mediante Métodos Convencionales: D&B (Drill & Blast) con perforación y explosión, la cual a su vez consideraba la construcción adicional de dos ADIT para posibilitar la construcción de los túneles por métodos convencionales, lo cual según la evaluación de impactos iban a incrementar los impactos ambientales. Para el presente ITS se ha optado nuevamente por utilizar el método TBM (Túnel Boring Machines), lo cual permitirá la ligera disminución de impactos ambientales negativos pues ya no se requerirá la construcción de los dos ADIT.

7.4.1.2.2 CASA DE MANIOBRAS/ CAMPAMENTOS/ OBRAS AUXILIARES

Implementación de instalaciones auxiliares en la plataforma Chalhuanca

Alteración de la calidad del agua

La implementación de las instalaciones auxiliares en la plataforma podría alterar la calidad del agua del río Chalhuanca incrementando los sólidos suspendidos debido a la cercanía de las instalaciones. El impacto se ha calificado como poco significativo debido

a que el impacto será puntual y de manera temporal mientras dure la construcción de las instalaciones auxiliares propuestas.

Alteración de la calidad del aire

La calidad del aire podría verse alterada debido a la emisión de gaseosas por los equipos y maquinaria que se utilizarán en la construcción de las instalaciones auxiliares, también podría incrementarse el material particulado en el aire, como producto del tránsito de vehículos, equipos y maquinaria pesada, así como también del movimiento de tierras, durante el periodo constructivo en la zona de Chalhuanca; se ha estimado un impacto poco significativo a la calidad del aire, esto debido a que se tratan de componentes auxiliares temporales.

Alteración de la calidad sonora (Ruido)

Las actividades de construcción de las instalaciones auxiliares, ocasionarán una alteración en los niveles de presión sonora de las áreas circundantes, debido al desarrollo de las actividades constructivas, uso de maquinarias y equipos, y tránsito de vehículos. Este impacto ha sido calificado como poco significativo debido a que será un impacto temporal.

Alteración de la calidad del suelo, compactación y erosión

La implementación de las instalaciones auxiliares ocasionará movimiento de tierras para la nivelación del terreno donde se asentarán las instalaciones auxiliares, el tránsito de vehículos podrían ocasionar la compactación y alteración de la calidad del suelo, se prevé generación de residuos sólidos producto de las obras de construcción, los posibles impactos están relacionados con la inadecuada disposición de estos residuos sólidos. El suelo estará expuesto a ser receptor de fugas de combustibles, aceites y grasas, y otros residuos producto del uso y mantenimiento de equipos y vehículos a emplearse durante las obras. Cabe resaltar que el Plan de Manejo Ambiental contempla medidas para minimizar los posibles impactos generados por estas actividades, el impacto se ha calificado como poco significativo.

Alteración del paisaje

La implementación de las instalaciones auxiliares ocasionará una ligera alteración del paisaje en la zona de construcción, cabe resaltar que se construirán de manera temporal solo como componentes auxiliares para la construcción del Túnel, una vez finalizados los trabajos de ejecución del túnel se procederá al desmantelamiento y retirada de estos componentes, el impacto se ha calificado como poco significativo

Afectación a los animales mayores, silvestres y aves

El desarrollo de las actividades de construcción de las instalaciones auxiliares generará el incremento de ruido, así como tránsito de vehículos, maquinarias y personal del Proyecto, lo cual ocasionará perturbación a los animales de las zonas aledañas y por ende el desplazamiento temporal de los mismos. Los impactos se han calificado como poco significativos.

Depósito de Materiales Excedentes

Alteración de la calidad de aire

La implementación de los depósitos de material excedente podría alterar la calidad del aire debido al debido al movimiento de tierras y funcionamiento de maquinaria pesada,

lo cual ocasionaría el incremento del material particulado y emisiones gaseosas en el aire. El impacto ha sido calificado como poco significativo debido a que en el PMA del EIA aprobado se han establecido medidas para un adecuado manejo de depósito de material excedente, tal como se indica en el Programa de Manejo de Depósitos de Materiales Excedentes.

Alteración de la calidad sonora (Ruido)

La implementación de los depósitos de materiales excedentes, podría causar el incremento de niveles de ruido esto debido al tránsito de vehículos y funcionamiento de maquinaria pesada. El impacto se ha calificado como un impacto poco significativo debido a que se trata de un impacto puntual y temporal, el incremento de niveles de ruido solo se darán durante los horarios de trabajo.

Alteración de la calidad del suelo

Para la implementación de los depósitos de material excedente se requerirá retirar la cobertura vegetal de la zona, los impactos están relacionados con el inadecuado manejo de los residuos generados, así como del material excedente producto de las actividades de excavación que serán dispuestas en estas áreas y por la compactación del material excedente lo cual repercutirá de manera directa en la calidad del suelo del entono, como se ha mencionado anteriormente se cuenta con el Programa de Manejo de Residuos Sólidos lo cual permitirá un adecuado manejo de residuos sólidos y a la vez minimizando los posibles impactos. De este modo, se ha calificado este impacto como un impacto poco significativo.

Alteración de la calidad del agua

La implementación de depósitos de material excedente cercanos a cuerpos de agua podrían incrementar los sólidos suspendidos del agua. Se ha calificado este impacto como un impacto poco significativo.

Afectación a la geomorfología y estabilidad de taludes

El impacto a la geomorfología podría estar dado por las actividades de perfilado del talud para los depósitos de material excedente, este impacto ha sido calificado como poco significativo debido a que se trata de un impacto puntual y temporal.

Afectación a las animales mayores, silvestres y aves

El tránsito de vehículos, maquinarias y personal incrementará los niveles de ruido lo cual ocasionará perturbación a los animales de las zonas aledañas y por ende el desplazamiento temporal de los mismos. Los impactos se han calificado como poco significativos.

Alteración del paisaje

La implementación de los depósitos de material excedente ocasionarán una ligera alteración del paisaje en la zona de construcción, cabe resaltar que la construcción será de manera temporal, el impacto se ha calificado como poco significativo.

7.4.1.2.3 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La modificación de componentes auxiliares no afectará a los componentes evaluados en la etapa de operación y mantenimiento, esto debido a que los componentes auxiliares solo estarán de manera temporal mientras dure la etapa de construcción del Proyecto; por lo que la identificación y evaluación realizada en el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo (aprobado mediante RD N° 049-10-AG-DVM-DGAA) se mantendrá.

No se ha realizado modificaciones en el embalse, por lo que no se alterará el desembalse, purga de sedimentos, ni el caudal ecológico, componentes que ya fueron evaluados en el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo (aprobado mediante RD N° 049-10-AG-DVM-DGAA).

7.4.1.3 ETAPA DE CIERRE

Cabe señalar que para la etapa de cierre los componentes auxiliares propuestos en el presente ITS, incrementarán los impactos de manera poco significativa, debido a que estos componentes auxiliares se construirán de manera temporal solo en la etapa de construcción del proyecto y su cierre se dará una vez terminado la construcción del Túnel.

Las medidas de cierre de los componentes principales del Proyecto se darán de manera específica, serán evaluadas y desarrolladas de manera puntual una vez que se determine que el embalse está llegando al término de su vida útil. En ese momento los operadores deben someter a consulta pública las opciones de cierre del embalse y sistemas auxiliares, así mismo se deben evaluar las tecnologías y estrategias de ingeniería más actuales para brindar soluciones adecuadas. De este modo, en la presente sección se estimará de manera general, cuales previsiblemente podrían ser los impactos resultantes del cierre de la represa e instalaciones conexas. Para ello se ha considerado de manera muy conceptual las alternativas de cierre para cada uno los componentes del proyecto:

Tabla 7.4-3 Alternativas de Cierre Generales para los Componentes del Proyecto

Ítem	Componente del Proyecto	Medida Cierre
1	Represa Angostura y Embalse	El embalse quedará como un gran lago artificial en la cabecera de la cuenca. Se construirá en la represa un aliviadero o sistema de descarga por rebose que permita la regulación natural del recurso hídrico
2	Casa de Maniobras, instalaciones auxiliares en plataforma, Depósito de Material Excedente, Campamentos, Polvorines, Mota, Plataforma, alcantarillas, otros componentes auxiliares.	Demolición y reconstitución del terreno.
3	Túnel de Derivación	Cierre mediante taponeo hermético.

A continuación procedemos a desarrollar la evaluación de impactos asociados a la etapa de cierre:

7.4.1.4 ANÁLISIS INTEGRAL: VALOR DEL IMPACTO ACUMULADO

De acuerdo a la evaluación realizada durante el cierre de las operaciones de la represa Angostura, será el medio físico, el que presentó un mayor grado de afectación a raíz de la ejecución de esta etapa, asimismo, dentro del medio físico, el componente aire será el factor ambiental con el mayor impacto acumulado, seguido del componente suelo que se ha visto incrementado ligeramente en comparación con el EIA aprobado y finalmente del componente agua. A continuación se presenta un ranking de los medios y factores ambientales en base al grado de afectación acumulado durante las actividades de cierre de la represa Angostura.

Tabla 7.4-4 Componentes Ambientales Impactados en base al Valor del Impacto Acumulado durante la Etapa Cierre

Medios	Valor del Impacto por Medio				Componentes		Valor del Impacto por Componente			
	EIA*	Primer ITS	Segundo ITS	Tercer ITS	Código	Tipo	EIA*	Primer ITS	Segundo ITS	Tercer ITS
Medio Físico	-281	-287	-297	-304	F-03	Suelo	-131	-131	-149	-155
					F-02	Aire	-108	-114	-134	-141
					F-01	Agua	-42	-42	-50	-50
Medio Biológico	-116	-116	-128	-128	B-02	Fauna	-36	-36	-48	-48
					B-01	Flora	-80	-80	-80	-80

* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

En general se puede observar un ligero incremento en los componentes suelo y aire debido a las medidas de cierre de demolición y reconstrucción del terreno que se aplicará a los componentes auxiliares en general.

7.4.1.5 ANÁLISIS ESPECÍFICO: VALOR DEL IMPACTO POR INTERACCIÓN

De otro lado, de los resultados de la matriz de evaluación de impactos se puede observar que durante el periodo de cierre se presentarán a nivel de interacciones, entre acciones del proyecto y factores ambientales, impactos que tendrán una baja y moderada significancia. Se ha considerado un universo de posibles interacciones (13 interacciones), aquellas que resultan moderadamente significativas representan un 23% del total (3). Cabe mencionar que la modificación de componentes no ha incrementado los impactos moderadamente significativos evaluados en el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo (aprobado mediante RD N° 049-10-AG-DVM-DGAA). Para el presente ITS se ha considerado un universo de posibles interacciones (18 interacciones), aquellas que resultan moderadamente significativas representan un 16.6% del total (3) esto se debe al incremento de los impactos poco significativos evaluados a los componentes auxiliares propuestos en el presente ITS.

El cierre de los depósitos de material excedente se realizará de acuerdo al Programa de Manejo de Depósito de Materiales Excedentes establecidos en el Plan de Manejo Ambiental del EIA Aprobado.

7.4.1.5.1 CASA DE MANIOBRAS/ CAMPAMENTOS/ OBRAS AUXILIARES

Cierre de componentes auxiliares (instalaciones auxiliares en plataforma, depósito de material excedente y campamentos)

Alteración de la calidad del aire

Una vez finalizados los trabajos de ejecución del túnel se procederá al desmantelamiento de todos los equipos e infraestructuras auxiliares, la calidad del aire podría verse alterada debido al incremento de material particulado y emisiones gaseosas de los equipos y maquinaria que se utilizarán en el desmantelamiento de las instalaciones auxiliares y cierre de los depósitos de material excedentes. Se ha estimado un impacto poco significativo debido a que será un impacto temporal.

Alteración de la calidad sonora (Ruido)

Las actividades de desmantelamiento y cierre de los componentes auxiliares, ocasionarán alteración en los niveles de ruido de las áreas circundantes. Este impacto ha sido calificado como poco significativo debido a que será un impacto temporal.

Alteración de geomorfología

La alteración en la geomorfología podría estar dado por las actividades de renivelado de los componentes auxiliares a fin de restaurar en lo posible la morfología y el paisaje en el lugar de origen. Este impacto ha sido calificado como positivo y poco significativo.

7.4.2 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

El área de influencia social directa e indirecta que se presenta en el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo (aprobado mediante RD N° 049-10-AG-DVM-DGAA) no ha variado con la modificación de los componentes del presente ITS, ya que estos componentes se encuentran dentro del área de influencia directa. La modificación de los componentes no alterará los impactos socioeconómicos ya identificados.

VIII PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Considerando las modificaciones de los componentes auxiliares del proyecto y los impactos no significativos asociados a estas, para fines del ITS no se ha considerado necesario la modificación en los alcances de los programas del Plan de Manejo Ambiental aprobados en el EIA Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, aprobado mediante R.D. N° 049-10-AG-DVM-DGAA. A excepción del Programa de Monitoreo de la Etapa de Construcción, en el cual mediante el presente ITS se propone la adición y reubicación de puntos de monitoreo y modificación de la frecuencia.

8.1 PROGRAMA DE MONITOREO

Para el Programa de Monitoreo de la Etapa de Construcción se plantean las siguientes modificaciones:

8.1.1 MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

Las estaciones de monitoreo de calidad de aire ECAC-01 y ECAC-02, se encuentran dentro de la Cantera Pusa Pusa, aprobada en el Segundo ITS, se plantea su reubicación a zonas cercanas a la Cantera Pusa Pusa, asimismo la descripción de la ubicación de las estaciones no son concordantes con la realidad por lo que se ha realizado la debida corrección y su conversión al sistema de coordenadas WGS-84, los parámetros y frecuencia se mantendrán del EIA aprobado.

Tabla 8-1 Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire aprobado en el EIA

Estaciones	Coordenadas		Observaciones
	UTM PSAD-56		
	Norte	Este	
1.- Zona de explotación de material de agregados (cantera) Punto A	8318896	217330	El punto está ubicado, en la zona de la Presa Angostura
2.-Zona de explotación de material de agregados (cantera) Punto B	8319339	217330	El punto está ubicado, en la zona de explotación de material de agregados – Cantera Pusa Pusa
3.- Zona (Campamento de obra)	8320694	217062	El punto está ubicado, en la zona de Presa Angostura – río Apurímac, margen derecho
4.- Zona de Producción Almacenamiento de Materiales	8320247	217813	El punto está ubicado, en la zona de Presa Angostura y Campamento
5.- Zona de entrada de derivación Angostura –Colca	8321171	217486	-
6.- Área de Disposición de Material Excedente	8319562	223673	El punto está ubicado, en el cruce del túnel Pucara Trasandino.
7.- Zona de Salida del Túnel de Derivación Angostura – Colca	8319050	233068	-

Fuente: EIA Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, R.D. N° 049-10-AG-DVM-DGAA

Tabla 8-2 Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire Propuestos en Tercer ITS

ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE			
Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19S		Descripción
	Este	Norte	
ECAC-01	218 374	8 318 028	Zona de la Presa Angostura
ECAC-02	218 596	8 317 010	Zona de explotación de material de agregados – Cantera Pusa Pusa
ECAC-03	216 868	8 320 325	Zona de Presa Angostura – río Apurímac, margen derecho
ECAC-04	217 619	8 319 878	Zona de Presa Angostura y Campamento
ECAC-05	217 292	8 320 802	Zona de entrada de derivación Angostura –Colca y Presa Angostura
ECAC-06	223 479	8 319 193	Cruce del túnel Pucara Trasandino
ECAC-07	232 874	8 318 681	Zona de salida del túnel de derivación Angostura -colca

En el Anexo B se adjunta el Plano “Estaciones de Monitoreo de Aire y Ruido Etapa de Construcción”.

8.1.2 MONITOREO DE RUIDO

De manera similar al monitoreo de calidad de aire, las estaciones de monitoreo ruido RUC-01 y RUC-02, se encuentran dentro de la Cantera Pusa Pusa, aprobada en el Segundo ITS, se plantea su reubicación a zonas cercanas a la Cantera Pusa Pusa, asimismo la descripción de la ubicación de las estaciones no son concordantes con la realidad por lo que se ha realizado la debida corrección y su conversión al sistema de coordenadas WGS-84, los parámetros y frecuencia se mantendrán del EIA aprobado.

Tabla 8-3 Estaciones de Monitoreo de Ruido aprobado en el EIA

Estaciones	Coordenadas UTM PSAD-56		Observaciones
	Norte	Este	
1.- Zona de explotación de material de agregados (cantera) Punto A	8318896	217330	El punto está ubicado, en la zona de la Presa Angostura
2.-Zona de explotación de material de agregados (cantera) Punto B	8319339	217330	El punto está ubicado, en la zona de explotación de material de agregados – Cantera Pusa Pusa
3.- Zona (Campamento de obra)	8320694	217062	El punto está ubicado, en la zona de Presa Angostura – río Apurímac, margen derecho
4.- Zona de Producción Almacenamiento de Materiales	8320247	217813	El punto está ubicado, en la zona de Presa Angostura y Campamento
5.- Zona de entrada de derivación Angostura –Colca	8321171	217486	-
6.- Área de Disposición de Material Excedente	8319562	223673	El punto está ubicado, en el cruce del túnel Pucara Trasandino.
7.- Zona de Salida del Túnel de Derivación Angostura – Colca	8319050	233068	-

Fuente: EIA Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, R.D. N° 049-10-AG-DVM-DGAA

Tabla 8-4 Estaciones de Monitoreo de Ruido Propuestos en Tercer ITS

ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE			
Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19S		Descripción
	Este	Norte	
	RUC-01	218 374	
RUC-02	218 596	8 317 010	Zona de explotación de material de agregados – Cantera Pusa Pusa
RUC-03	216 868	8 320 325	Zona de Presa Angostura – río Apurímac, margen derecho
RUC-04	217 619	8 319 878	Zona de Presa Angostura y Campamento
RUC-05	217 292	8 320 802	Zona de entrada de derivación Angostura –Colca y Presa Angostura
RUC-06	223 479	8 319 193	Cruce del túnel Pucara Trasandino
RUC-07	232 874	8 318 681	Zona de salida del túnel de derivación Angostura -colca

En el Anexo B se adjunta el Plano “Estaciones de Monitoreo de Aire y Ruido Etapa de Construcción”.

8.1.3 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

En el Estudio de Impacto Ambiental considera una estación meteorológica, como se muestra en la Tabla 8-5, se propone la adición de seis (06) estaciones meteorológicas ya que es importante conocer los parámetros meteorológicos, debido que el viento tiene una fuerte influencia en la dispersión y concentración de contaminantes, los parámetros y frecuencia se mantendrán del EIA aprobado, en la Tabla 8-6 se detalla las estaciones meteorológicas propuestas.

Tabla 8-5 Estación Meteorológica aprobado en el EIA

Estación Meteorológica	COORDENADAS UTM – PSAD 56	
	Norte	Este
EMEC – (Zona de Emplazamiento de la Presa Angostura – Punto B)	8321444	216902

Fuente: EIA Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, R.D. N° 049-10-AG-DVM-DGAA

Tabla 8-6 Estaciones Meteorológicas Propuestas en Tercer ITS

ESTACIONES METEOROLÓGICAS			
Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19S		Descripción
	Este	Norte	
	EMEC-01	218 374.00	
EMEC-02	218 596.00	8 317 010.00	Zona de explotación de material de agregados – Cantera Pusa Pusa
EMEC-03	216 868.00	8 320 325.00	Zona de Presa Angostura – río Apurímac, margen derecho
EMEC-04	217 619.00	8 319 878.00	Zona de Presa Angostura y Campamento
EMEC-05	217 292.00	8 320 802.00	Zona de entrada de derivación Angostura –Colca y Presa Angostura
EMEC-06	223 479.00	8 319 193.00	Cruce del túnel Pucara Trasandino
EMEC-07	232 874.00	8 318 681.00	Zona de salida del túnel de derivación Angostura -colca

En el Anexo B se adjunta el Plano “Estaciones de Monitoreo de Aire y Ruido Etapa de Construcción”, en dicho Plano se encuentran las estaciones meteorológicas.

8.1.4 MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

Las estaciones de monitoreo de calidad de agua CAC-03 y CAC-07, están ubicados fuera de cuerpos de agua, se plantea su reubicación en los cuerpos de agua cercanos al punto de monitoreo, asimismo la descripción de la ubicación de las estaciones no son concordantes con la realidad por lo que se ha realizado la debida corrección y su conversión al sistema de coordenadas WGS-84. Se plantea la adición de un punto de monitoreo CAC-10, los parámetros y frecuencia se mantendrán del EIA aprobado.

Tabla 8-7 Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua aprobado en el EIA

Estación de Muestreo	Descripción	COORDENADAS UTM – PSAD 56		Observaciones
		Norte	Este	
CAC- 01	Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac.	8321003	211822	-
CAC-02	Aguas abajo de la Presa Angostura sobre el Río Hornillos.	8317607	2177227	El punto de monitoreo se encuentra Aguas arriba de la Presa Angostura y sobre el Río Hornillos.
CAC-03	Aguas abajo de la Presa Angostura sobre el Río Apurímac.	8321870	217134	El punto se encuentra fuera de cuerpo de agua
CAC-04	Aguas arriba de la toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac (Plan Meriss).	8346824	222008	-
CAC-05	Aguas abajo de la toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac (Plan Meriss).	8350619	225913	-
CAC-06	Aguas arriba del río Apurímac, antes de la confluencia con el río Salado.	8372642	235813	-
CAC-07	Aguas debajo del río Andamayo, altura del cruce con él con el túnel de derivación Angostura Colca.	8317771	224017	El punto de monitoreo se encuentra, aguas arriba del cruce con él túnel de derivación Angostura Colca y del eje 8 de accesos, sobre la quebrada Palcapampa, el punto se encuentra fuera de cuerpo de agua
CAC-08	Aguas arriba del río Chalhuanca a la salida del túnel de Derivación Angostura.	8321894	231974	-
CAC-09	Aguas abajo del Río Chalhuanca a la salida del túnel de Derivación Angostura.	8319221	235879	-

Fuente: EIA Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, R.D. N° 049-10-AG-DVM-DGAA

Tabla 8-8 Estaciones de Monitoreo de Calidad de Agua Propuestos en Tercer ITS

ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA			
Código	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19S		Descripción
	Este	Norte	
CAC-01	211 628.00	8 320 634.00	Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac.
CAC-02	218 512.00	8 315 166.00	Aguas arriba de la Presa Angostura y sobre el Río Hornillos.
CAC-03	216 940.00	8 321 501.00	Aguas abajo de la Presa Angostura sobre el Río Apurímac.
CAC-04	221 814.00	8 346 455.00	Aguas arriba de la toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac (Plan Meriss).
CAC-05	225 719.00	8 350 250.00	Aguas abajo de la toma del Proyecto de Irrigación Cañón de Apurímac (Plan Meriss).
CAC-06	235 619.00	8 372 272.00	Aguas abajo del cruce con el túnel de derivación Angostura Colca y del eje 8 de accesos, sobre la quebrada Palcapampa.
CAC-07	223 823.00	8 317 402.00	Aguas arriba del cruce con el túnel de derivación Angostura Colca y del eje 8 de accesos, sobre la quebrada Palcapampa.
CAC-08	231 780.00	8 321 525.00	Aguas arriba del río Chalhuanca y a la salida del túnel de Derivación Angostura.
CAC-09	235 685.00	8 318 852.00	Aguas abajo del Río Chal huanca y a la salida del túnel de Derivación Angostura.
CAC-10	223 125.00	8 318 827.00	Aguas abajo del cruce con el túnel de derivación Angostura Colca y del eje 8 de accesos, sobre la quebrada Palcapampa.

En el Anexo B se adjunta el Plano “Estaciones de Monitoreo de Agua Etapa de Construcción”.

8.1.5 MONITOREO BIOLÓGICO

Algunas estaciones de monitoreo de flora y fauna, se encuentran dentro de la Cantera Pusa Pusa, aprobada en el Segundo ITS, se plantea su reubicación a zonas cercanas a la Cantera Pusa Pusa, asimismo la descripción de la ubicación de las estaciones no son concordantes con la realidad por lo que se ha realizado la debida corrección y su conversión al sistema de coordenadas WGS-84.

Respecto a la frecuencia de monitoreo, en el Estudio de Impacto Ambiental se indica que los monitoreos de flora y fauna – Aves, se realizarán con una frecuencia mensual desde inicio hasta la finalización de las obras, sin embargo se propone modificar la frecuencia teniendo en cuenta el siguiente sustento:

8.1.5.1 JUSTIFICACIÓN PARA LA MODIFICACIÓN DE LA FRECUENCIA DEL MONITOREO BIOLÓGICO

Es conocido que los ecosistemas andinos juegan un rol protagónico en el abastecimiento de agua para ciudades y en la generación hidroeléctrica y riego de cultivos en zonas áridas, además, son ecosistemas muy vulnerables y que brindan a la comunidad diversos e importantes servicios ambientales.

El Proyecto Majes Siguas II Etapa, es un proyecto que atañe obras de infraestructura hidráulica que va a permitir derivar las aguas del río Apurímac al Valle del Colca para regar tierras eriazas en las Pampas de Siguas. Sin duda, un proyecto de ésta envergadura trae consigo un impacto en el ambiente o ecosistema que lo sostiene.

Es importante recordar entonces, que el ámbito de desarrollo del Proyecto Majes Sigwas II Etapa se encuentra por encima de los 3000 m.s.n.m. , en un ambiente que corresponde a un ecosistema alto andino y que se caracteriza por su alta complejidad climática, edáfica, morfológica y en la estructura y composición de flora y fauna; la misma que es reflejada en la gran diversidad de paisajes naturales que se observan, tales como tolares, queñuales, matorrales, pajonales, césped de puna, bofedales, roquedales, campos agrícolas, ríos y otros cuerpos de agua.

Por otro lado, es preciso considerar que la estacionalidad ambiental es una condición que afecta la estructura de las comunidades ecológicas a través de los cambios temporales en la disponibilidad de los recursos (espacio y alimento), temperatura, agua y fotoperiodo. Las especies animales deben sincronizar aspectos básicos de su biología y ecología como son, la reproducción, el crecimiento, la actividad diaria y anual y la distribución espacial, entre otros, ante las variaciones estacionales (García & Cabrera 2008). Lo anterior provoca fluctuaciones estacionales en la riqueza, composición, abundancia y diversidad de las comunidades (Lister 1980, Leighton & Leighton 1983, Wolda 1988, Allmond 1991, Duellman 1995, Duellman & Thomas 1996), lo que nos lleva a pensar en posibles patrones de distribución espacial y temporal de las especies.

En la región andina, otro factor a considerar es la altitud; a medida que se asciende va disminuyendo la temperatura, se incrementa la humedad y también la evapotranspiración, a la vez que disminuye la presión atmosférica. Esto va a generar progresivamente condiciones más adversas que dificultan la agricultura, la ganadería y la vida en general. No obstante, dada la enorme heterogeneidad geológica y edáfica, ostenta una serie de microclimas que incrementan la diversidad ambiental (Bowman 1980, Nicholson 1943).

En la región andina donde se desarrolla el Proyecto Majes Sigwas II Etapa, las condiciones climáticas son muy variables, presentándose sequías, heladas, granizadas e inclusive excesos de lluvia. Estos factores no son predecibles, pudiéndose presentarse años secos o lluviosos. Durante la estación húmeda, la pesada capa de humedad que cubre la tierra actúa como escudo contra el calor del sol durante el día y retrasa la irradiación de la tierra por la noche. Como resultado de ello la variación diurna de temperatura es pequeña. Durante la estación seca, la atmósfera clara y seca proporciona relativamente poca protección contra los rayos del sol al mediodía, mientras que por la noche el calor de la tierra se irradia con mayor rapidez. Bajo estas condiciones, la variación de la temperatura diurna será mayor que en la estación húmeda (Montenegro et al 2009).

Las precipitaciones tienen lugar en la época de verano, aunque por lo general se inician en los meses de octubre y noviembre para ir incrementándose en los meses siguientes. Los valores máximos de precipitación se registran en los meses de enero, febrero y marzo, a partir de los cuáles ya disminuye hasta prácticamente desaparecer desde mayo a agosto (Montenegro et al 2009).

Está claro que las condiciones climáticas influyen en la estructura y composición de la vegetación y ésta a su vez sobre la diversidad y abundancia de fauna. La complejidad estructural del hábitat, como una forma de heterogeneidad espacial, puede promover una mayor diversidad al ofrecer diversas alternativas de hábitat a las especies, sobre todo de aquellas que tienen preferencias por un tipo de hábitat particular (MacArthur & MacArthur 1961, Tews et al.2004). De esta manera, la existencia de zonas de transición o gradientes de vegetación será un promotor de la diversidad si se registran

patrones definidos en la asociación de las especies con los distintos tipos de vegetación presentes en un área o con algunas de sus características en particular (Brown 1995, Lomolino 1998, Coulson 1993, Williams et al. 1997, Sanders & Edge 1998).

Los criterios mencionados anteriormente, nos permiten sugerir monitoreos biológicos durante la estación seca y la estación húmeda, en la etapa constructiva del proyecto. Y tratándose de un ambiente complejo, con un gradiente altitudinal que va desde los 3000 m.s.n.m. hasta más de 5000 m.s.n.m., con características físicas heterogéneas y con una composición biológica diversa, considero conveniente proponer tres campañas de evaluación: la primera, antes de iniciar la estación húmeda (octubre), la segunda, en el pico más alto de precipitación (febrero – marzo) y la tercera, en estación seca (julio).

Así mismo, es preciso considerar que el esfuerzo de evaluación en estas tres campañas son apropiadas para tener un registro biológico más acertado, ya que además, debemos sumar los efectos antropogénicos propios del desarrollo del proyecto en la dinámica de las comunidades intervenidas. También, sería prudente respetar en lo posible el número y ubicación de las zonas o estaciones de muestreo de tal forma que la información obtenida en campo sea comparable en tiempo y espacio. Un monitoreo mensual demandaría esfuerzos que probablemente no registren cambios significativos en la estructura y composición de flora y fauna de la zona, ya que como indicamos anteriormente, éstos mantienen cierta dependencia con variables físicas que se evidencian indistintamente con la estacionalidad.

8.1.5.2 ESTACIONES DE MONITOREO DE FAUNA - AVES

En la tabla 8-11 se muestran las estaciones de monitoreo de fauna aves, aprobado en el EIA, en la Tabla 8-12 se muestran las estaciones de monitoreo de fauna propuestas y en la Tabla 8-13 se indica la frecuencia de monitoreo propuesto. En el Anexo B se adjunta el Plano “Estaciones de Monitoreo de Aves en la Etapa de Construcción”.

Tabla 8-9 Estaciones de Monitoreo de Fauna aprobado en el EIA

Código	Descripción	UBICACIÓN (UTM) – PSAD 56		Observaciones
		Norte	Este	
Efa – 01	Zona de explotación de materiales de agregados (Canteras)	8318835	218063	El punto está ubicado en la zona de explotación de materiales de agregados (Canteras – Pusa Pusa)
Efa – 02	Área de depósito de materiales excedentes	8320301	217535	-
Efa – 03	Área frente a la construcción del Túnel de derivación Angostura-Colca	8318777	223263	-
Efa – 04	Río Chalhuanca, a la altura de la salida del túnel de Derivación Angostura – Colca	8319419	231563	-
Efa – 05	Aguas Arriba del Río Colca, antes del cruce con el Río Chalhuanca	8311544	238573	El punto está ubicado aguas arriba del Río Chalhuanca antes del cruce del río colca
Efa – 06	Sobre el Río Colca, aguas debajo de la confluencia con el Río Chalhuanca	8311800	238338	El punto está ubicado en la habilitación de accesos ejes 8 - Campamento de Avanzada
Efa – 07	Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac	8320979	216499	-

Efa – 08	Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Hornillos	8319703	217096	-
Efa – 09	Aguas debajo de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac	8321762	217303	-
Efa – 10	Sobre el Río Apurímac, antes de la confluencia con el Río Salado	8371399	234351	-

Fuente: EIA Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, R.D. N° 049-10-AG-DVM-DGAA

Tabla 8-10 Estaciones de Monitoreo de Fauna Propuestas en Tercer ITS

ESTACIONES DE MONITOREO DE FAUNA - AVES			
Punto	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19S		Descripción
	Este	Norte	
Efa – 01	218 293.00	8 318 520.00	Zona de explotación de materiales de agregados (Canteras – Pusa Pusa)
Efa – 02	217 341.00	8 319 932.00	Área de depósito de materiales excedentes
Efa – 03	223 069.00	8 318 408.00	Área frente a la construcción del Túnel de derivación Angostura-Colca
Efa – 04	231 369.00	8 319 050.00	Río Chalhuanca, a la altura de la salida del túnel de Derivación Angostura – Colca
Efa – 05	238 144.00	8 311 431.00	Aguas arriba del Chalhuanca antes del cruce del río colca
Efa – 06	238 444.00	8 306 500.00	Habilitación de accesos ejes 8 - Campamento de Avanzada
Efa – 07	216 305.00	8 320 610.00	Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac
Efa – 08	216 948.00	8 319 772.00	Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Hornillos
Efa – 09	217 109.00	8 321 393.00	Aguas debajo de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac
Efa – 10	234 157.00	8 371 029.00	Sobre el Río Apurímac, antes de la confluencia con el Río Salado

Tabla 8-11 Frecuencia de Monitoreo de Fauna Propuesto

Campaña	Detalle
Primera Campaña	Antes de iniciar la estación húmeda – (Noviembre – Diciembre)
Segunda Campaña	En el pico más alto de precipitación – (Febrero – Marzo)
Tercera Campaña	En estación seca – (Julio – Agosto)

8.1.5.3 ESTACIONES DE MONITOREO DE FLORA

En la tabla 8-14 se muestran las estaciones de monitoreo de fauna aprobado en el EIA, en la Tabla 8-15 se muestran las estaciones de monitoreo de fauna propuestas y en la Tabla 8-16 se indica la frecuencia de monitoreo propuesto. En el Anexo B se adjunta el Plano “Estaciones de Monitoreo de Flora en la Etapa de Construcción”.

Tabla 8-12 Estaciones de Monitoreo de Flora aprobado en el EIA

Código	Referencia De Ubicación	UBICACIÓN (UTM) – PSAD 56		Observaciones
		Norte	Este	
Ef – 01	Zona de explotación de materiales de agregados (Canteras)	8318827	217744	Zona de explotación de materiales de agregados – Cantera Pusa Pusa
Ef – 02	Área de depósito de materiales excedentes	8320301	217805	Zona de Acceso a la Presa
Ef – 03	Área frente a la construcción del Túnel de derivación Angostura-Colca	8318767	223308	Entre la habilitación del eje 8 y Andamayo cruce del túnel pucara trasandino.
Ef – 07	Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac	8320842	216602	-
Ef – 09	Aguas abajo de la Presa Angostura sobre el Río Apurímac	8321817	217140	-
Ef – 10	Sobre el Río Apurímac, antes de la confluencia con el Río Salado	8371346	235349	-
Ef – 11	Sobre el río Apurímac aguas abajo de la confluencia con el Río Salado	8373778	236281	--
Ef – 12	Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia con la Quebrada Cerrilumbo	8342432	219798	-
Ef – 13	Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia de la Quebrada Cayomani	8346824	222205	-
Ef – 14	Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia de la Quebrada Chacomayo.	8350524	228873	-
Ef – 15	Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia de la Quebrada Qero	8360078	232877	-

Fuente: EIA Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, R.D. N° 049-10-AG-DVM-DGAA

Tabla 8-13 Estaciones de Monitoreo de Flora Propuestos en Tercer ITS

ESTACIONES DE MONITOREO DE FLORA			
Punto	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19S		Descripción
	Este	Norte	
Ef – 01	218 351.00	8 318 574.00	Zona de explotación de materiales de agregados (Cantera Pusa Pusa) y campamento provisional
Ef – 02	217 611.00	8 319 932.00	Entre el campamento y la presa.
Ef – 03	223 114.00	8 318 398.00	Entre la habilitación del eje 8 y Andamayo cruce del túnel pucara trasandino.
Ef – 04	232 384.00	8 318 832.00	Entre la salida del túnel pucara trasandino y la habilitación de accesos del eje 8.
Ef – 05	238 379.00	8 311 175.00	Aguas arriba del Chalhuanca antes del cruce del río colca
Ef – 06	235 108.00	8 306 721.00	Habilitación de accesos ejes 8 - Campamento de Avanzada
Ef – 07	216 408.00	8 320 473.00	Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac
Ef – 08	216 845.00	8 319 806.00	Zona de explotación de materiales de agregados (Cantera Pusa Pusa)

Ef – 09	216 946.00	8 321 448.00	Aguas abajo de la Presa Angostura sobre el Río Apurímac
Ef – 10	235 155.00	8 370 976.00	Sobre el Río Apurímac, antes de la confluencia con el Río Salado
Ef – 11	236 087.00	8 373 408.00	Sobre el río Apurímac aguas abajo de la confluencia con el Río Salado
Ef – 12	219 604.00	8 342 063.00	Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia con la Quebrada Cerrilumbo
Ef – 13	222 011.00	8 346 455.00	Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia de la Quebrada Cayomani
Ef – 14	228 679.00	8 350 155.00	Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia de la Quebrada Chaccommayo.
Ef – 15	232 683.00	8 359 708.00	Sobre el Río Apurímac, aguas debajo de la confluencia de la Quebrada Qero

Tabla 8-14 Frecuencia de Monitoreo de Flora Propuesto

Campaña	Detalle
Primera Campaña	Antes de iniciar la estación húmeda – (Noviembre – Diciembre)
Segunda Campaña	En el pico más alto de precipitación – (Febrero – Marzo)
Tercera Campaña	En estación seca – (Julio – Agosto)

8.1.5.4 ESTACIONES DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

Algunas estaciones de monitoreo hidrobiológico, están ubicados fuera de cuerpos de agua, se plantea su reubicación en los cuerpos de agua cercanos al punto de monitoreo, asimismo la descripción de la ubicación de las estaciones no son concordantes con la realidad por lo que se ha realizado la debida corrección y su conversión al sistema de coordenadas WGS-84. Teniendo en cuenta la justificación expuesta se propone la modificación de la frecuencia para el monitoreo hidrobiológico, en la Tabla 8-19 se indica la frecuencia de monitoreo propuesto. En el Anexo B se adjunta el Plano “Estaciones de Monitoreo Hidrobiológico en la Etapa de Construcción”.

Tabla 8-15 Estaciones de Monitoreo Hidrobiológico aprobado en el EIA

Código	Referencia De Ubicación	UBICACIÓN UTM – PSAD 56		Observaciones
		Norte	Este	
BIH-01	Zona de explotación de materiales de agregados (Canteras)	8 318 835	218 063	El punto cae en la ladera del cerro
BIH-02	Área de depósito de materiales excedentes	8 320 301	217 535	El punto cae en la ladera del cerro
BIH-03	Área frente a la construcción del Túnel de derivación Angostura-Colca	8 318 777	223 263	El punto cae en la ladera del cerro
BIH-04	Río Chalhuanca, a la altura de la salida del túnel de Derivación Angostura – Colca	8 319 419	231 563	El punto cae en la ladera del cerro
BIH-05	Aguas Arriba del Río Colca, antes del cruce con el Río Chalhuanca	8 311 544	238 573	El punto cae en la ladera del cerro
BIH-06	Sobre el Río Colca, aguas debajo de la confluencia con el Río Chalhuanca	8 311 800	238 338	El punto cae en la ladera del cerro
BIH-07	Aguas arriba de la Presa Angostura, sobre el Río Apurímac	8 320 979	216 499	El punto cae en la ladera del cerro

BIH-08	Aguas arriba de la Presa Angostura sobre el Río Hornillos	8 319 703	217 096	El punto cae en la ladera del cerro
BIH-09	Aguas debajo de la Presa Angostura sobre el Río Apurímac	8 321 762	217 303	El punto cae en la ladera del cerro
BIH-10	Sobre el Río Apurímac, antes de la confluencia con el Río Salado	8 371 399	234 351	El punto cae en la ladera del cerro

Fuente: EIA Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, R.D. N° 049-10-AG-DVM-DGAA

Tabla 8-16 Estaciones de Monitoreo Hidrobiológico Propuestos en Tercer ITS

ESTACIONES DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO			
Punto	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19S		Descripción
	Este	Norte	
BIH-01	218 353.00	8 318 650.00	Sobre el río Apurímac, antes de la confluencia del Río Salado
BIH-02	216 946.00	8 320 642.00	Sobre el Río Apurímac
BIH-03	223 179.00	8 318 486.00	Aguas arriba de la quebrada Palcapampa y del cruce del túnel de derivación – Angostura Colca
BIH-04	231 303.00	8 319 060.00	Sobre el Río Apurímac – aguas debajo de la presa.
BIH-05	238 379.00	8 311 175.00	Aguas Arriba del río Hornillos y la presa Angostura.
BIH-06	236 905.00	8 311 308.00	Aguas debajo de la quebrada palcapampa y del cruce del túnel de derivación – Angostura Colca
BIH-07	216 280.00	8 320 455.00	Aguas abajo del río Chalhuanca y del túnel de derivación Angostura -Colca
BIH-08	216 722.00	8 319 953.00	Aguas arriba de la Presa Angostura sobre el Río Apurímac
BIH-09	216 944.00	8 321 557.00	Aguas debajo de la Presa Angostura sobre el Río Apurímac
BIH-10	235 096.00	8 370 938.00	Sobre el río Apurímac antes de la Presa Angostura.

Tabla 8-17 Frecuencia de Monitoreo Hidrobiológico Propuesto

Campaña	Detalle
Primera Campaña	Antes de iniciar la estación húmeda – (Noviembre – Diciembre)
Segunda Campaña	En el pico más alto de precipitación – (Febrero – Marzo)
Tercera Campaña	En estación seca – (Julio – Agosto)

8.1.5.5 ESTACIONES DE MONITOREO DE EFLUENTES Y CUERPO RECEPTOR

Para realizar un adecuado seguimiento a la calidad de los efluentes y cuerpos de agua, se proponen las estaciones de monitoreo que figuran en la Tabla 8-18 y Tabla 8-19. En el Anexo B se adjunta el Plano “Estaciones de Monitoreo de Efluentes y Puntos de Control”.

Tabla 8-18 Estaciones de Monitoreo de Efluentes

ESTACIONES DE MONITOREO DE EFLUENTES			
Punto	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19S		Descripción
	Este	Norte	
EFLU-01	216 808.00	8319363.00	Efluente el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas del Campamento Provisional.
EFLU-02	216 857.00	8320829.00	Efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales del Túnel de Desvío.

EFLU-03	223 023 .00	8 318 798.00	Efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales industriales de la Plataforma Chalhuanca.
---------	-------------	--------------	---

Frecuencia: Se monitoreará con una frecuencia trimestral.

Parámetros: Para el efluente doméstico EFLU-01 se analizarán los parámetros que indica el D.S. N° 003-2010-MINAM, mientras que para los efluentes EFLU-02 y EFLU-03 se analizarán los parámetros que indica el D.S. N° 010-2010-MINAM

Tabla 8-19 Estaciones de Control en el Cuerpo Receptor

PUNTOS DE CONTROL EN EL CUERPO RECEPTOR			
Punto	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 19S		Descripción
	Este	Norte	
PCA-01	216 730.00	8 318 384.00	En el río Hornillos, aguas arriba del punto de vertimiento EFLU-01
PCA-02	216 717.00	8 319865.00	En el río Apurímac, aguas abajo del punto de vertimiento EFLU-01
PCA-03	216 820.00	8 320 397.00	En el río Apurímac, aguas arriba del punto de vertimiento EFLU-02
PCA-04	216 874.00	8 321 722.00	En el río Apurímac, aguas abajo del punto de vertimiento EFLU-02
PCA-05	232 644.00	8 319 489.00	En el río Chalhuanca, aguas arriba del punto de vertimiento EFLU-03
PCA-06	233 325.00	8 318 625.00	En el río Chalhuanca, aguas abajo del punto de vertimiento EFLU-03

Frecuencia: Se monitoreará con una frecuencia trimestral.

Parámetros: Los parámetros a ser analizados en las muestras tomadas serán: pH, Conductividad Eléctrica, Temperatura, Caudal, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales Disueltos (TSD), Sólidos Totales Suspendidos (TSS), Aceites y Grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totales, Cianuro Total, Metales Totales, Mercurio Total, Cromo Hexavalente y Hierro disuelto.

IX PLAN DE CIERRE

Los componentes auxiliares se implementarán con la finalidad de brindar soporte en la etapa de construcción del Proyecto, algunos de estos componentes se utilizarán de manera temporal, una vez culminado su función se realizará el cierre definitivo de los mismos.

ANEXO A

ANEXO A-1
RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL ESTUDIO DE
IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA
ANGOSTURA Y GESTIÓN AMBIENTAL A NIVEL
DEFINITIVO DEL PROYECTO MAJES – SIGUAS II
ETAPA

ANEXO A-2
**OFICIO N° 2294-13-MINAGRI-DGAAA-12287-
2010**

ANEXO A-3
OFICIO DE CONFORMIDAD DEL PRIMER ITS
OFICIO N° 654-14-MINAGRI-DGAAA-12287-2010

ANEXO A-4
CERTIFICACIÓN AMBIENTAL AGRARIA
RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN GENERAL N°
158-2015-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA

ANEXO B

ANEXO B-1
PLANOS

ANEXO C

ANEXO C-1
MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS -
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO C-2
MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN
DE IMPACTOS - ETAPA DE CIERRE

BORRADOR DE INFORME FINAL
“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE LA REPRESA ANGOSTURA”

CONTENIDO

- 1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ANÁLISIS**
 - 1.1 Objetivo**
 - 1.2 Alcances**

- 2. SIMULACIÓN DE TRÁNSITO DE AVENIDAS Y DE LOS NIVELES DE INUNDACIÓN EN EL CAUCE DEL RÍO APURIMAC**
 - 2.1 Generalidades y Alcances**
 - 2.2 Metodología y Premisas**
 - 2.3 Tránsito de avenidas en el Embalse**
 - 2.4 Delimitación de niveles y caudales de inundación**

- 3. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD**
 - 3.1 Generalidades**
 - 3.2 Jerarquización de Vulnerabilidad en los Componentes del Sistema Hidráulico**
 - 3.2.1 Evaluación de la Vulnerabilidad por Inundación**
 - 3.2.2 Evaluación de Vulnerabilidad por Erosión, Derrumbes y Sedimentación**

- 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
 - 4.1 Conclusiones**
 - 4.2 Recomendaciones**

ANEXOS

Anexo 01: Resultados del Análisis del Tránsito de Avenidas

1. OBJETIVO Y ALCANCE DEL ANÁLISIS

1.1 Objetivo

El presente Estudio tiene por objetivo fundamental el Análisis de la Vulnerabilidad aguas abajo del Represa Angostura, los cuales se encuentran asociados principalmente al cambio de régimen hidráulico por la construcción de la presa, de la toma y la operación del sistema hidráulico de la Represa Angostura.

1.2 Alcances

Dentro del objetivo general antes señalado, el estudio comprende los siguientes alcances específicos:

- Análisis de vulnerabilidad del cauce y de la franja de inundación entre la Represa Angostura y el río Salado.

El desarrollo de los objetivos o metas antes señalados ha requerido la ejecución de las siguientes tareas específicas:

- Trabajos de campo en el tramo en estudio
 - Reconocimiento detallado del tramo para identificar puntos y/o secciones características.
 - Levantamiento de secciones transversales en el cauce del río Apurímac
 - Identificar el lugar y cantidad de asentamientos humanos, actividades económicas e infraestructura.
 - El estudio de los límites de inundación aguas abajo de la Represa del río Apurímac para el caudal de avenida para un periodo de retorno de 1000 años, incluyendo el improbable Rotura de la Represa Angostura.
- Revisión y evaluación de la información básica, técnica existente
 - Revisión de la información cartográfica, topográfica, hidrológica y geológica existente.
- Simulación con modelo matemático (HEC-RAS) de los niveles de inundación del tramo en estudio

2. SIMULACIÓN DE TRÁNSITO DE AVENIDAS, ROTURA DE PRESA DE LOS NIVELES DE INUNDACIÓN EN EL CAUCE DEL RÍO APURIMAC

2.1 Generalidades y Alcances

La simulación del tránsito de avenidas aguas abajo de la Represa Angostura permite establecer los límites de inundación y los peligros asociados tanto en la población ubicada en el ámbito de influencia, así como a la infraestructura en diversos sectores de la economía (vivienda, transportes, etc.).

2.2 Metodología y Premisas

Para simular la onda de las avenidas a lo largo del río Apurímac se ha utilizado el modelo HEC-RAS.

El HEC-RAS es un paquete integrado de programas de análisis hidráulicos, en el cual el usuario interactúa con el sistema por medio del uso de una Interface Usuario Gráfico. El sistema es capaz de desarrollar cálculo de perfiles de agua de flujos permanentes y no permanentes. Para este caso de aplicación que utiliza el hidrograma de avenida se debe utilizar la componente del sistema que permite la simulación de flujos no permanentes.

Esta opción es para el análisis del tránsito del hidrograma.

Para este análisis se ha simulado avenidas para el río Apurímac hasta la confluencia con el río Salado, para un tiempo de retorno:

- 1000 Años

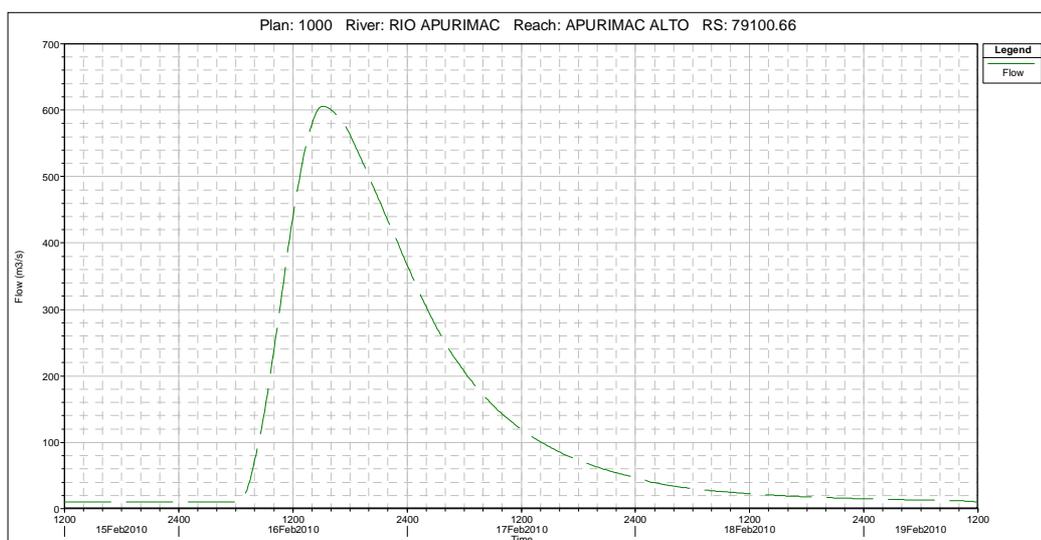
Los caudales para la simulación en el Río Apurímac es el siguiente:

- Para 1000 años un caudal de 605.4 m³/s

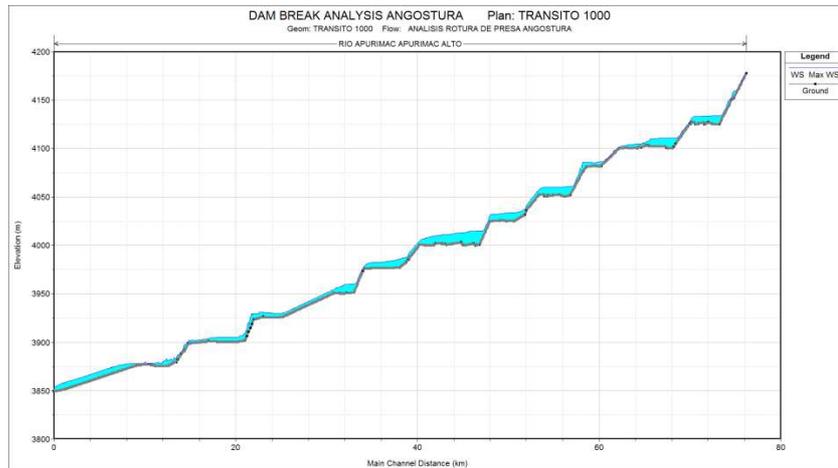
Para el presente informe se presenta la simulación del tránsito de avenida para el tramo en estudio, para lo cual se consideran secciones topográficas para el río Apurímac las cuales se determinaron en zonas críticas en donde existen poblaciones, componentes del Proyecto y áreas a utilizar en la fase de construcción las cuales pueden ser afectadas por problemas de inundación.

Como resultado de la simulación además de los niveles de agua es posible obtener las velocidades y los anchos del espejo de agua. Las velocidades obtenidas permiten conocer la capacidad erosiva del flujo en dicha sección y los anchos del espejo de agua permiten trazar la franja de inundación en un plano de planta.

Como se puede observar en el gráfico siguiente hidrograma a través del río Apurímac en el lapso de 72 horas para un tiempo de retorno.



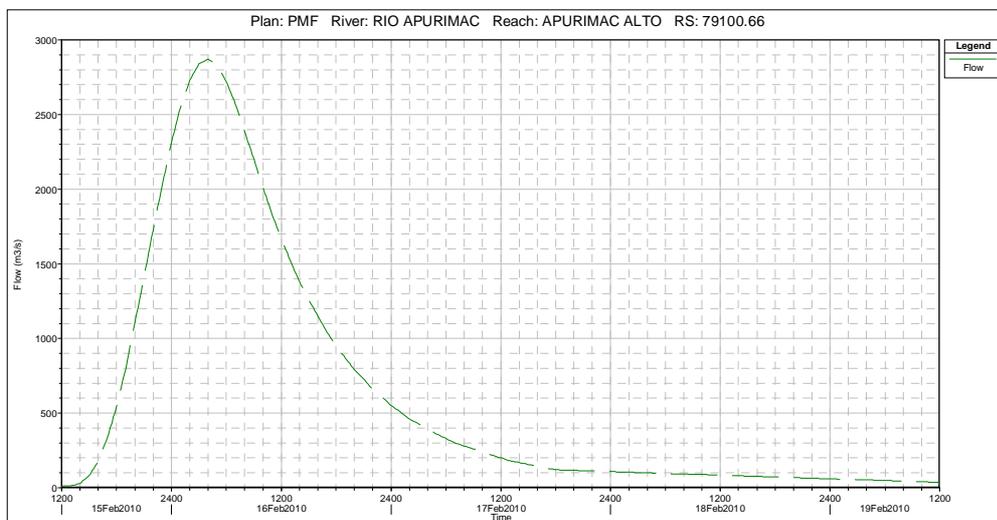
Perfil del Río Apurímac



Se observa que para una avenida máxima probable existe un riesgo medianamente pues estaría afectando en un 35.4% al proyecto del Plan Meriss, en lo que respecta al pueblo espinar este no se vería afectado por dicho evento.

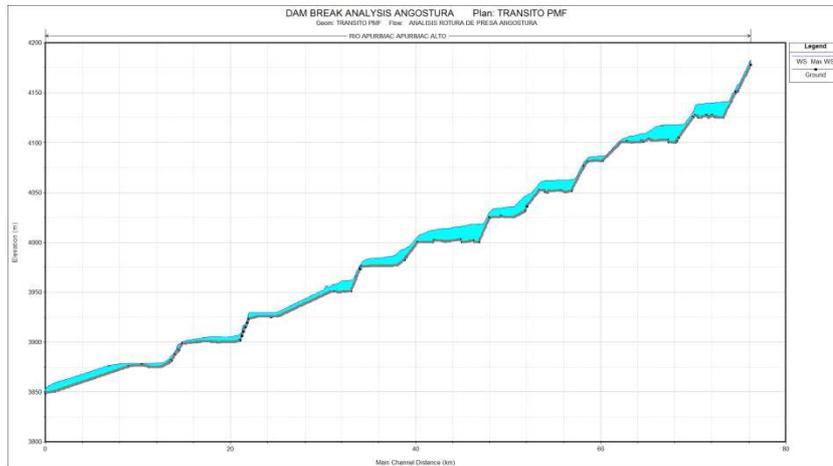
Se puede observar que el máximo caudal tiene un tiempo de concentración de 12 horas aproximadamente para que este se presente.

En relación a la Precipitación Máxima Probable se puede observar lo siguiente:



Se puede observar que el máximo caudal tiene un tiempo de concentración de 24 horas aproximadamente para que este se presente.

El caudal máximo probable es de 2870.0 m³/s el cual se da en 16 horas para desarrollarse tal caudal. En el cuadro siguiente se observa el perfil del río Apurímac.



Las afectaciones por este evento seria en un 34.2% para las áreas del proyecto Plan Meriss y en un 0% para la ciudad de espinar.

Lo que relaciona al caudal para improbable ruptura de presa se obtiene que el caudal pico desarrollado en este caso es de 66937.6 m3/s el cual se forma en 30 min aprox. En cuadro siguiente se observa el hidrograma para una rotura de presa:

River: RIO APURIMAC. Sección Represa			
N	Date	Nivel	Caudal
		msnm	M ³ /S
1	15Feb2010 1200	4220.02	1.0
2	15Feb2010 1230	4200.27	66937.6
3	15Feb2010 1300	4199.51	49182.6
4	15Feb2010 1330	4196.58	43092.4
5	15Feb2010 1400	4194.67	35246.5
6	15Feb2010 1430	4193.30	29550.9
7	15Feb2010 1500	4190.97	24765.7
8	15Feb2010 1530	4189.63	20973.3
9	15Feb2010 1600	4189.65	17680.3
10	15Feb2010 1630	4188.70	15295.9
11	15Feb2010 1700	4189.01	13716.6
12	15Feb2010 1730	4188.67	12307.8
13	15Feb2010 1800	4188.31	11168.8
14	15Feb2010 1830	4187.99	10256.8
15	15Feb2010 1900	4187.70	9523.9
16	15Feb2010 1930	4187.46	8929.4
17	15Feb2010 2000	4187.24	8443.0
18	15Feb2010 2030	4187.07	8044.5
19	15Feb2010 2100	4186.91	7717.4
20	15Feb2010 2130	4186.79	7448.3
21	15Feb2010 2200	4186.68	7225.8
22	15Feb2010 2230	4186.59	7043.4
23	15Feb2010 2300	4186.51	6891.3
24	15Feb2010 2330	4186.45	6765.4
25	15Feb2010 2400	4186.39	6660.2
26	16Feb2010 0030	4186.35	6573.1
27	16Feb2010 0100	4186.31	6500.2
28	16Feb2010 0130	4186.28	6439.6
29	16Feb2010 0200	4186.25	6388.6
30	16Feb2010 0230	4186.23	6346.1
31	16Feb2010 0300	4186.21	6311.1
32	16Feb2010 0330	4186.19	6280.8
33	16Feb2010 0400	4186.18	6256.2
34	16Feb2010 0430	4186.17	6235.2
35	16Feb2010 0500	4186.16	6217.6
36	16Feb2010 0530	4186.15	6203.1
37	16Feb2010 0600	4186.14	6190.9
38	16Feb2010 0630	4186.14	6180.2
39	16Feb2010 0700	4186.13	6171.4
40	16Feb2010 0730	4186.13	6164.2
41	16Feb2010 0800	4186.13	6158.1
42	16Feb2010 0830	4186.12	6153.2
43	16Feb2010 0900	4186.12	6149.0
44	16Feb2010 0930	4186.12	6145.2
45	16Feb2010 1000	4186.12	6142.1
46	16Feb2010 1030	4186.12	6139.5
47	16Feb2010 1100	4186.11	6137.6
48	16Feb2010 1130	4186.11	6135.7
49	16Feb2010 1200	4186.11	6134.1

2.3 Delimitación de niveles y caudales de inundación

En los planos CSL-096200-1-H4I, CSL-096200-H5I se presenta la evaluación por ruptura de presa, en el plano del CSL-096200-H6I se muestran los niveles de inundación de una avenida máxima probable.

3. ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

3.1 Generalidades

Los fenómenos naturales susceptibles de producir daños en la población y las economías de alguna zona específica, son parte del proceso geodinámica de la vida del planeta. No ocurre lo mismo con sus consecuencias, que pueden evitarse o reducirse de manera importante.

El tema que nos ocupa en esta oportunidad se relaciona mayormente a la vulnerabilidad física que tiene que ver con la locación o ubicación de viviendas o asentamientos humanos en zonas de riesgo y a la deficiencia de sus estructuras físicas para asimilar los efectos de los riesgos.

La vulnerabilidad física se expresa también en zonas inundables y erosionables que guardan relación con los asentamientos humanos.

En el caso de la vulnerabilidad de la Presa Angostura se toma en cuenta la evaluación de todo el sistema de generación energética incluyendo sus obras en una determinada área a la que tiene influencia su área de influencia directa, el tramo desde la Presa Angostura hasta la confluencia con el río salado, en este tramo se certificara las áreas vulnerables con la inundación en el modelo matemático HECRAS

3.2 Jerarquización de Vulnerabilidad en los Componentes del Sistema Hidráulico

3.2.1 Evaluación de la Vulnerabilidad por Inundación

Las áreas encontradas con rasgos de inundación en áreas con agricultura precaria y otras sin agricultura, considerándoles una vulnerabilidad baja.

3.2.2 Evaluación de Vulnerabilidad por Rotura de Presa

Del estudio de campo y del levantamiento topográfico existente se han determinado las zonas vulnerables, los cuales se clasifican entre media, baja y alta. Cabe resaltar que la población con un medio riesgo son los pobladores que se encuentren en la parte baja de la cuenca exactamente los pobladores de espinar los cuales eran afectados en un porcentaje de 25.00 % aproximadamente. Las zonas de irrigación con el proyecto del plan meriss en la zona de espinar sus terrenos e verán afectados en casi un 69%.

En resumen se puede apreciar en ANEXOS Rotura de Presa.

3.2.3 Vulnerabilidad por Evento Máximo

De la topografía integrada De las observaciones de campo y estudio de otras empresas se ha constatado que la mayoría de las quebradas tienen poca influencia de transporte de sólidos erosionables en épocas de estiaje.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El área de influencia de la Presa Angostura hasta la confluencia con el río Salado.
- El río Apurímac es un río con cauce inestable al igual sus afluentes, donde se ubican centros mineros en su cabecera.
- Los riesgos altos en el área de influencia son:

Las tierras con el proyecto de Cañón de Apurímac

- Las medidas de Prevención son necesarias en ambos casos para las zonas indicadas líneas arriba como de Alto Riesgo.
- La disminución en la turbidez en la toma de la Presa Angostura es factible para lo cual deben realizarse inicialmente las medidas siguientes: análisis granulométrico y mineralógico de las partículas en suspensión, ensayos de sedimentación con ayuda de floculantes.
- Es necesario monitorear las lluvias con estaciones pluviográficas y estaciones hidrométricas a fin de determinar la lluvia tipo y realizar la Alerta Temprana en caso fuese necesario.

4.2 Recomendaciones

- En las zonas de Alto Riesgo comprendidos dentro de la zona de influencia del sistema hidroenergético se deben aplicar las medidas de prevención a fin de disminuir su vulnerabilidad.
- El río Apurímac tiene un cauce muy inestable, Para corregir dicho comportamiento se debe implementar un programa de defensas ribereñas. Esta tarea debería ser de responsabilidad de las entidades que desarrollan actividades extractivas en dicha cuenca ya que dichas actividades contribuyen al deterioro del entorno natural de dicha zona.
- Con la finalidad de disminuir la turbidez del agua de captación conviene realizar un programa de mediciones de las partículas en suspensión y analizar la posibilidad de utilizar floculantes para decantar dichas partículas. La conveniencia de implementar dicha medida sería como resultado de un análisis económico

ANEXO B-1 LISTA DE MAPAS

Número	Código	Nombre de mapa
01	MS2-PRA-PL-CIV-201-01	PLANTA GENERAL DE SITUACIÓN
02	MS2-PRA-PL-CIV-200	MAPA BASE
03	MS2-ET1-CAV-PLA-CIV-001.01	LOCALIZACION CAMPAMENTO. AVANZADA
04	MS2-ET1-CAV-PLA-ARQ-001.01	VISTA PLANTA CAMPAMENTO AVANZADA
05	MS2-ET1-CA1-PLA-ARQ-0002-01	LOCALIZACION CAMPAMENTO PROVISIONAL
06	MS2-ET1-CA1-PLA-ARQ-0002-01	VISTA PLANTA GENERAL CAMPAMENTO PROVISIONAL
07	MS2-ET1-CA1-PLA-ARQ-0002-02	VISTA PLANTA CAMPAMENTO PROVISIONAL
08	MS2-ET1-CA1-PLA-ARQ-0001-01	LOCALIZACION GRIFO
09	MS2-ET1-PLV-PLA-ARQ-001-01	LOCALIZACIÓN POLVORIN 2
10	MS2-ET1-AF1-PLA-GEO-0003.37	PLANO DE DEPOSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE
11	MS2-ET1-DSV-PLA-0014.08	PLANO Balsa de DECANTACION
12	MS2-ET1-TPT-PLA-0001.01	TUNEL PUCARA TRASANDINO
13	MS2-ET1-TPT-PLA-0006.01	SECCION TIPO ANILLO
14	PLANO 01	PUNTOS DE MONITOREO AIRE Y RUIDO
15	PLANO 02	PUNTOS DE MONITOREO AGUA
16	PLANO 03	PUNTOS DE MONITOREO FLORA
17	PLANO 04	PUNTOS DE MONITOREO FAUNA
18	PLANO 05	PUNTOS DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

ANEXO B
LISTADO DE EQUIPOS PARA PRESA CCR

BOMBA DE CONCRETO
BROCAS DIAMANTINAS
CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl
CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 2,000 gl
CAMION CONCRETERO BAJO PERFIL 5M3
CAMION DE SERVICIOS DE BAJO PERFIL 84 HP
CAMION VOLQUETE DE 10 m3
CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3
CARGADOR SOBRE ILANTAS 125-155 HP 3 yd3
CARGADOR SOBRE ORUGAS 110-135 HP 2.0-2.25 yd3
CARGADORA DE TUNEL 55KW
CARGUIO y TRASLADO A BOTADERO
CARRO MEZCLADOR 4 M3
CINTA ARTICULADA DE 36" DE 39M
COMPACTADOR MANUAL
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP
COMPRESORA ELECTRICA DE 600 P.C.M.
COMPRESORA NEUMA TICA 225-350 PCM
COMPRESORA NEUMA TICA 250-330 PCM, 87 HP
COMPRESORA NEUMATICA 335-375 PCM, 93 HP
DOSIFICADORA DE CONCRETO 60 HP 120 m3/h
DUMPER DE PERFIL BAJO 300 HP 10 m3
ELECTRO COMPRESOR 1200 P.C.M. 250KW
EQUIPO DE INYECCION
EQUIPO DE MEZCLADO DE CCR
FAJA ALIMENTADORA DE 36" (579M)
FAJA TRANSPORTADORA
FAJA TRANSPORTADORA 36" (229M)
FAJAS MEDIDORAS DE 48"
GRUA PUENTE DE 5 TN - PRESA ANGOSTURA
HERRAMIENTAS MANUALES
INSTALACION DE SERVICIOS DE TUNEL - TBM
INSTALACIONES AUXILIARES
JUMBO HIDRAULICO DE 2 BRAZOS 100KW
LOCOMOTORA ELECTRICA 10 TON
MARTILLO NEUMATICO DE 21- 24 kg
MONITOR DE AGUA A PRESION
MOTOBOMBA 12 HP 4"
MOTONIVELADORA DE 125 HP
MOTONIVELADORA DE 145-150 HP
MUI TI CARGADOR PARA POSTE
PALA CARGADORA SOBRE RIELES DE 1/4 m3
PANEL DE CONTROL

PARTES Y REPUESTOS
PERFORADORA COP 89
PERFORADORA MANUAL
PERFORADORA SOBRE ORUGA (TRACK DRILL)
PERFORADORA SOBRE ORUGAS 660-690 PCM 2.5" - 3.5"
PERFORADORA T.M.B.
PLATAFORMA PARA SERVICIO S/RIELES 7.5 KW
RAMPA METALICA
RETROEXCAVADOR SOBRE LLANTAS 58 HP 1 yd3
RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 170-250 HP 1.1-2.75 yd3
RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 75 -1.4 yd3
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTO PROPULSADO 101-135HP
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTO PROPULSADO 70-100 HP 7-9
RODILLO PATA CABRA VIBRA. AUTO PROPULSADO 100-135HP
SHUTTLETRAIN
TRACTOR CON RIPPER 300HP
TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP
TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP
TRACTOR DE ORUGAS DE 300-330 HP
TRANFEI DE ALTA CAPACIDAD
VAGONES TIPO HRST-90C
VARIOS (% MATERIALES)
VENTILADOR AXIAL 50HP
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"

LISTADO DE PLANOS

Código de Proyecto:

096200

Página: 1 de 1

Proyecto : ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA DE ANGOSTURA Y GESTION AMBIENTAL A NIVEL DEFINITIVO

Especialidad:

Etapa : Rev. B

ASUNTOS AMBIENTALES

Nº	Plano N°	Descripción	Preparado por		Por	Rev A	Rev B	Rev C	Rev 0	Rev 1
1	CSL-096200-1-GN-01	UBICACIÓN DEL PROYECTO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
2	CSL-096200-1-GN-02 (1-2)	ACCESOS AL PROYECTO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
3	CSL-096200-1-GN-02 (2-2)	DIVISION POLITICA EN EL AREA DEL PROYECTO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
4	CSL-096200-1-GN-03 (1-2)	REPRESA ANGOSTURA - PLANTA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
5	CSL-096200-1-GN-03 (2-2)	REPRESA ANGOSTURA - SECCIONES		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
6	CSL-096200-1-GE-01	GEOLOGIA REGIONAL		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
7	CSL-096200-1-GE-02	GEOLOGIA RIO APURIMAC		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
8	CSL-096200-1-GE-03	GEOLOGIA DEL EJE TUNEL DE DERIVACION		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
9	CSL-096200-1-GE-04	GEOLOGIA : PLANTA Y PERFIL AREA DE EMBALSE		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
10	CSL-096200-1-GE-05	GEOMORFOLOGIA REGIONAL		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
11	CSL-096200-1-GE-06	GEOMORFOLOGIA RIO APURIMAC		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
12	CSL-096200-1-GE-07	GEOMORFOLOGIA LOCAL		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
13	CSL-096200-1-GE-08	RIESGOS NATURALRES REGIONALES		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
14	CSL-096200-1-GE-09	RIESGOS NATURALES - RIO APURIMAC		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
15	CSL-096200-1-GE-10	RIESGO NATURAL LOCAL		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
16	CSL-096200-1-AM-01 (1/2)	AREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL DIRECTA E INDIRECTA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
17	CSL-096200-1-AM-01 (2/2)	AREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL DIRECTA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
18	CSL-096200-1-AM-02 (1/2)	ESTACIONES DE MUESTREO CALIDAD DE AGUA ECSA 2007 - L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
19	CSL-096200-1-AM-02 (2/2)	ESTACIONES DE MUESTREO CALIDAD DE AGUA - L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
20	CSL-096200-1-AM-03	ESTACIONES DE MUESTREO CALIDAD DE AIRE Y RUIDO - L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						

LISTADO DE PLANOS

Código de Proyecto:

096200

Página: 1 de 1

Proyecto : ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA DE ANGOSTURA Y GESTION AMBIENTAL A NIVEL DEFINITIVO

Especialidad:

Etapa : Rev. B

ASUNTOS AMBIENTALES

N°	Plano N°	Descripción	Preparado por		Por	Rev A	Rev B	Rev C	Rev 0	Rev 1
21	CSL-096200-1-AM-04	MAPA DE SUELO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
22	CSL-096200-1-AM-05	MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
23	CSL-096200-1-AM-06	MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
24	CSL-096200-1-AM-07	MAPA ECOLOGICO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
25	CSL-096200-1-AM-08	MAPA FIOGRAFICO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
26	CSL-096200-1-AM-09	ESTACIONES METEOROLOGICAS		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
27	CSL-096200-1-AM-10	ESTACIONES DE MUESTREO DE EVALUACION DE PASTOS - L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
28	CSL-096200-1-AM-11	ESTACIONES DE MUESTREO DE SUELOS - L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
29	CSL-096200-1-AM-12 (1-2)	MAPA DE USO POTENCIAL DEL SUELO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
30	CSL-096200-1-AM-12 (2-2)	TOMA DE AGUA DEL RIO APURIMAC PARA LAS COMUNIDADES EN ESTUDIO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
31	CSL-096200-1-AM-13	MAPA AGROSTOLOGICO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
32	CSL-096200-1-AM-14	MAPA DE COBERTURA VEGETAL		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
33	CSL-096200-1-AM-15	MAPA DE FORMACIONES VEGETALES		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
34	CSL-096200-1-AM-16	MAPA DE CONFLICTO DE USO DE LA TIERRA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
35	CSL-096200-1-AM-17	AREA DE INFLUENCIA SOCIAL DIRECTA E INDIRECTA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
36	CSL-096200-1-AM-18	MAPA DE ZONA DE EVALUACION ECOLOGICA L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
37	CSL-096200-1-AM-19	MAPA DE BOFEDALES - L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
38	CSL-096200-1-AM-20	CANTERAS DE AGREGADOS AREA DE EMBALSE		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
39	CSL-096200-1-AM-21	ESTACIONES DE MUESTREO DE FLORA L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
40	CSL-096200-1-AM-22 (1/3)	ESTACIONES DE MUESTREO DE FAUNA AVES L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
41	CSL-096200-1-AM-22 (2/3)	ESTACIONES DE MUESTREO DE FAUNA ANFIBIOS L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
42	CSL-096200-1-AM-22 (3/3)	ESTACIONES DE MUESTREO MAMIFEROS MENORES L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
43	CSL-096200-1-AM-23	ESTACIONES DE MUESTREO HIDROBIOLOGICO L.B.A		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
44	CSL-096200-1-AM-24	MAPA PAISAJISTICO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						

N°	Plano N°	Descripción	Preparado por		Por	Rev A	Rev B	Rev C	Rev 0	Rev 1
45	CSL-096200-1-AM-25	ESTACIONES DE MONITOREO ETAPA DE CONSTRUCCION - PMAP		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
46	CSL-096200-1-AM-26	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA - ETAPA CONSTRUCCION - PMAP		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
47	CSL-096200-1-AM-27	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA - ETAPA DE OPERACIÓN - PMAP		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
48	CSL-096200-1-AM-28	ESTACIONES DE MONITOREO - ETAPA DE OPERACION - PMAP		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
49	CSL-096200-1-AM-29	ESTACIONES DE MONITOREO DE FLORA - PMAP		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
50	CSL-096200-1-AM-30 (1/2)	ESTACIONES DE MONITOREO DE FAUNA AVES PMAP		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
51	CSL-096200-1-AM-30 (2/2)	ESTACIONES DE MONITOREO MAMIFEROS MENORES - PMAP		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
52	CSL-096200-1-AM-31 (1/2)	ESTACIONES DE MONITOREO HIDROBIOLOGICO - ETAPA DE CONSTRUCCION - PMAP		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
53	CSL-096200-1-AM-31 (2/2)	ESTACIONES DE MONITOREO HIDROBIOLOGICO - ETAPA DE OPERACIÓN PMAP		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
54	CSL-096200-1-AM-32	PROYECTO DE AFIANZAMIENTO HIDRICO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
55	CSL-096200-1-AM-33	VULNERABILIDAD ROTURA REPRESA ANGOSTURA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
56	CSL-096200-1-AM-34	ZONAS AFECTADAS POR ROTURA DE REPRESA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
57	CSL-096200-1-AM-35	POR AVENIDA MAXIMA PROBABLE DE INUNDACION		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
58	CSL-096200-1-AM-36	ZONIFICACION DE QUINUALES		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
59	CSL-096200-1-AM-37	MONITOREO DE AGUAS SUBTERRANEAS		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
60	CSL-096200-1-AM-38	ESTRUCTURA DE DESCARGA DE CAUDAL ECOLOGICO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
61	CSL-096200-1-AR-01	INVENTARIO ARQUEOLOGICO ZONA DE EMBALSE		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
62	CSL-096200-1-AR-02 (1/2)	AREA DE EVALUACION ARQUEOLOGICA PROYECTO REPRESA ANGOSTURA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
63	CSL-096200-1-AR-02 (2/2)	AREA DE EVALUACION ARQUEOLOGICA PROYECTO REPRESA ANGOSTURA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
64	CSL-096200-1-HI-01	CUENCAS HIDROGRAFICAS		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
65	CSL-096200-1-HI-02	PUNTOS DE AFORO		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
66	CSL-096200-1-HI-03	SUBCUENCAS AFORADAS		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
67	CSL-096200-1-HG-01	HIDROGEOLOGIA DEL EMBALSE ANGOSTURA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
68	CSL-096200-1-HG-02	INVENTARIO DE MANANTIALES Y ZONAS DE CARGA Y DESCARGA		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						
69	CSL-096200-1-HG-03	ZONIFICACION DE UNIDADES HIDROGEOLOGICAS		Dibujado						
				Controlado						
				Revisado						

MEMORIA DE CALCULO

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento establece la memoria de cálculo para el diseño de la estructura de protección contra la erosión del cauce en la zona del río Chalhuanca, donde se deriva caudal proveniente de la Represa Angostura.

2. OBJETIVOS

Evitar la erosión en el cauce del río Chalhuanca a causa del aumento de caudal proveniente de la derivación Angostura – Colca.

3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO HIDRÁULICO

El área de drenaje de la sección donde se adiciona el caudal derivado es de 215,93 km².

El rendimiento de la zona es de 9,4 Lt/s/km². (ver Informe Hidrológico).

Con estos datos se obtiene el caudal que circula por la sección mencionada igual a 2,0 m³/s, el caudal derivado al río Chalhuanca es de 30 m³/s, por lo tanto el caudal total que pasa por dicha sección es:

$$Q_t = 32 \text{ m}^3/\text{s}.$$

El ancho del río:

$$b_0 = 58,2 \text{ m}$$

La pendiente del tramo del río:

$$S = 0.006$$

3.1. Tirante de Máxima Avenida

Este parámetro está en función del caudal y el ancho de la sección estable del cauce del río.

Teniendo en consideración la máxima avenida, la pendiente promedio del terreno, el coeficiente de rugosidad y la sección estable, considerando valores de acarreo para secciones anchas ($b_0 > 30\text{m}$), el tirante de máxima avenida se determinó usando la fórmula de Manning-Strickler:

$$y = \left(\frac{Q}{k_s b_0 S^{1/2}} \right)^{3/5}$$

Donde:

K_s : Coeficiente de rugosidad que depende del lecho natural del río.

Reemplazando valores para $K_s = 30, 28, 25$ se tiene el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.1-01
Valores del Tirante de Máxima Avenida

Ks	30	28	25
y	0.421	0.439	0.470

Fuente: Elaborado por Cesel S.A. basándose en información obtenida de "Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas"- Terán, Rubén.

De los valores de y calculados en el cuadro anterior, tomamos el tirante para el caso mas critico.

$$y = 0,47 \text{ m}$$

3.2. Calculo de altura de encauzamiento y borde libre

Considerando:

e : mínimo espesor de colchón

se puede hallar utilizando la siguiente formula:

$$e = \frac{Q^2}{2gA^2}$$

$$e = \frac{(32 \text{ m}^3 / \text{s})^2}{2 \times 9.81 \text{ m} / \text{s}^2 \times (58.2 \text{ m} \times 0.47 \text{ m})^2} = 0.07 \text{ m}$$

El borde libre se encuentra en relación directa al espesor mínimo:

$$BL = \Phi e$$

En el Cuadro N° 3.2-01 se encuentran los valores de Φ en función del caudal.

Cuadro N° 3.2-01
Valores de Φ

Caudal Max m3/s	Coficiente Φ
3000-4000	2.00
2000-3000	1.70
1000-2000	1.40
500-1000	1.20
100-500	1.10
Hasta 100	1.02 (*)

Fuente: "Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas"- Terán, Rubén.
(*) valor obtenido de la interpolación de los datos propuestos.

Con el valor de Φ y de e, calculamos en valor del Borde Libre:

$$BL = 1.02 \times 0.07 \text{ m} = 0.071 \text{ m}$$

Tomaremos:

$$BL = 0.1 \text{ m}$$

La altura de encauzamiento es igual al valor del tirante mas el borde libre:

$$H = y + BL$$

Reemplazando se obtiene:

$$H = 0.47m + 0.1m = 0.57m$$

3.3. Calculo de la Velocidad

Utilizando la formula de Manning

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

para los siguientes datos:

- $S = 0.006$

- $R = \frac{A}{P} = \frac{58.2m \times 0.47m}{58.2 + 2 \times 0.47} = 0.46m$

- $n = 0.04$, para lechos gravosos, con altura de lamina suficiente, y algo de vegetación.

Reemplazando en la formula se tiene:

$$V = \frac{(0.46)^{2/3} (0.006)^{1/2}}{0.04} = 1.16m/s$$

3.4. Calculo de profundidad de Socavación (Hs)

Considerando el método propuesto por List Von Lebediev, se tiene t_s (tirante para evaluar la velocidad erosiva).

$$t_s = \left(\frac{at^{5/3}}{0.68D_m^{0.28}Bs} \right)^{\frac{1}{1+x}}$$

Donde:

$$t = y = 0.47$$

$$a = KsS^{1/2} = 25 \times 0.006^{1/2} = 1.94$$

D_m = diámetro medio de la grava

$$D_m = 20 \text{ mm}$$

B_s = Coeficiente de socavación, se obtiene de tablas.

Para 50 años:

$$B_s = 0.82$$

$$\frac{1}{1+x} = 0.74$$

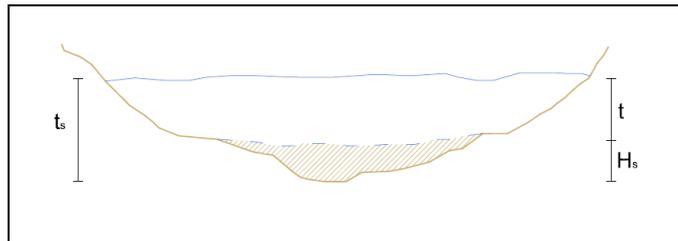
Reemplazando en la formula líneas arriba, se tiene:

$$ts = \left(\frac{1.94 \times 0.47^{5/3}}{0.68 \times 0.02^{0.28} \times 0.82} \right)^{0.74}$$

$$ts = 2.23m$$

Para hallar la altura de Socavación, se resta el tirante erosivo y el normal:

$$H_s = 2.23 - 0.47 = 1.56m$$



3.5. Cálculo de longitud de colchón antisocavante (colchón Reno)

La longitud del colchón es igual a una y media veces la altura de socavación.

$$L_{\text{colchón}} = 1.5 H_s$$

$$L_{\text{colchon}} = 1.5 \times 1.76 = 2.64m$$

Será considerada la longitud estándar del colchón Reno igual a 4m.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las dimensiones estándar recomendadas serían:

Longitud : 4m

Ancho : 2m

Espesor : 0,17m

La longitud de 4m fue considerada para los efectos de turbulencia en caso de eventos extremos. El ancho es el tamaño estándar de 2m.

El espesor fue considerado 0,17 m, en función al diámetro medio del canto rodado existente en las inmediaciones de la sección a ser protegida.

Para el ancho de la sección de 58.2 m, se necesitarían 30 colchones con las dimensiones mencionadas líneas arriba.

Las especificaciones técnicas del acero y las piedras se encuentran en el Anexo A.



Municipalidad provincial de Espinar



Iglesia de Espinar



Municipalidad del distrito de caylloma



Plaza de Armas del distrito de Caylloma



Vista panorámica de la plaza de Armas del distrito de Caylloma



Equipo de campo de CESEI en la municipalidad de Caylloma 08.12.09



scultura dedicada al minero, plaza de Armas de Caylloma



Iglesia central del distrito de Caylloma



Monumento central Plaza de Armas de Espinar



Hospital provincial de Espinar



Interior del Hospital provincial de Espinar



Area destinada a hospitalizacion hospital provincial de Espinar



Placa inaugurativa del hospital provincial de Espinar



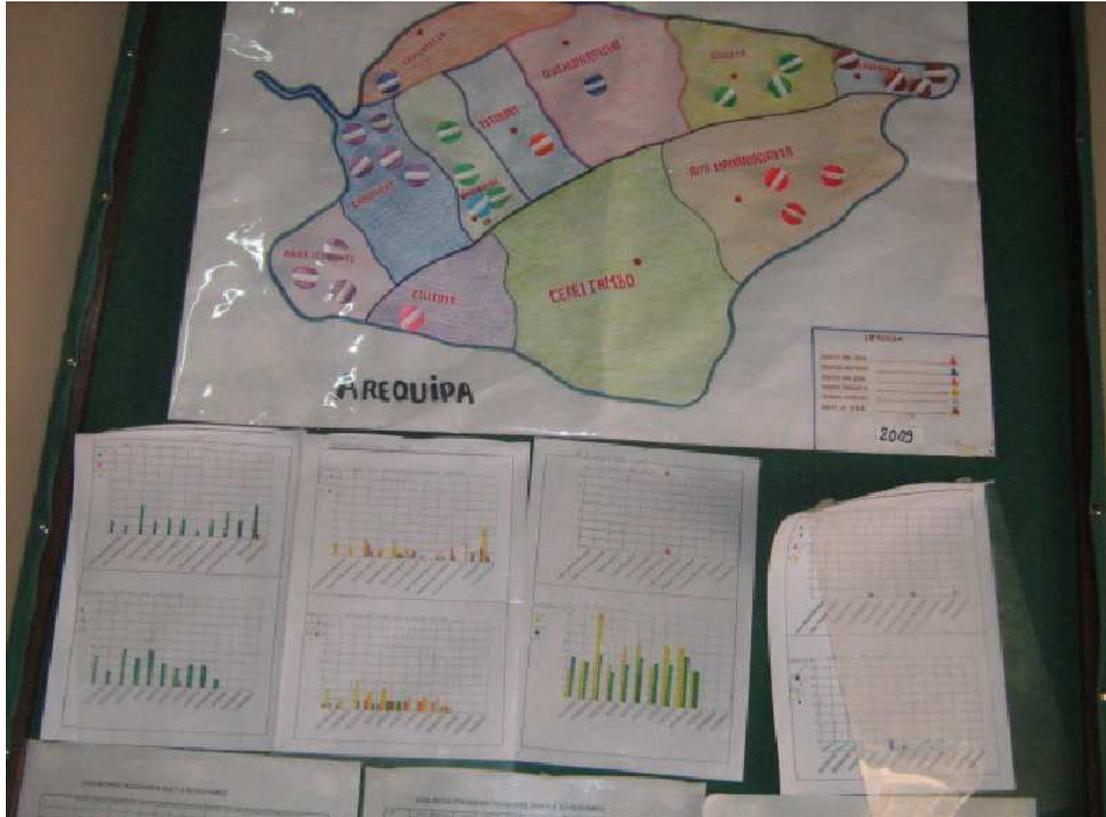
Puesto de salud distrito de Suyckutambo



Distrito de Suyckutambo, zona adyacente al puesto de salud



Atencin en el puesto de salud del distrito de Suyckutambo, enfermera Maria Valencia Cuellar



Zonas de alto riesgo distrito de Suyckutambo



Infraestructura precaria puesto de salud distrito de Suyckutambo



Pacientes en Suyckutambo a la espera de atención medica



Feria semanal Plaza de Armas de Suyckutambo



Vista panorámica de la feria en la plaza de Armasa del distrito de Suycutambo



Local de la municipalidad de Suycutambo



Plano del canal santuario Chaquilla, local del plan Meriss de Espinar



Entrevistado profesor Horacio Quispe dirigente del Comit de Lucha de Espinar.



Entrevistado imngeniero Oscar Lovon Fernandez director de la Agencia Agraria y coordinador del comit tecnico de defensa de los recursos hidricos de Espinar. 14.12.09



Agencia Agraria de Espinar



Frontis del teatro municipal de Espinar



Reunion del sociologo Luis Rodriguez con los integrantes del Comite de Lucha y Frente de Defensa de Espinar. Notese el retiro del presidente Nestor Cuti Hualpa y de Silvestre carlos

para no salir en la foto, según manifestaron para no ser utilizados. Se negaron a realizar el diagnóstico social participativo. 14.12.09



Vista interior del Centro de salud Yauri o CLAS Comité local de administración de Salud.



Vista interior del Hospital de Essalud en Espinar



Vista interior del local de la municipalidad provincia de Espinar



Elizabeth Leyva secretaria de la UGEL Espinar. 151.12.09



Vista interior del local de la Unidad de Gestión Educativa Local UGEL Espinar.



Paisaje camino a la comunidad campesina de Mamanihuayta.



Comunidad Campesina de Cerritambo Suycutambo



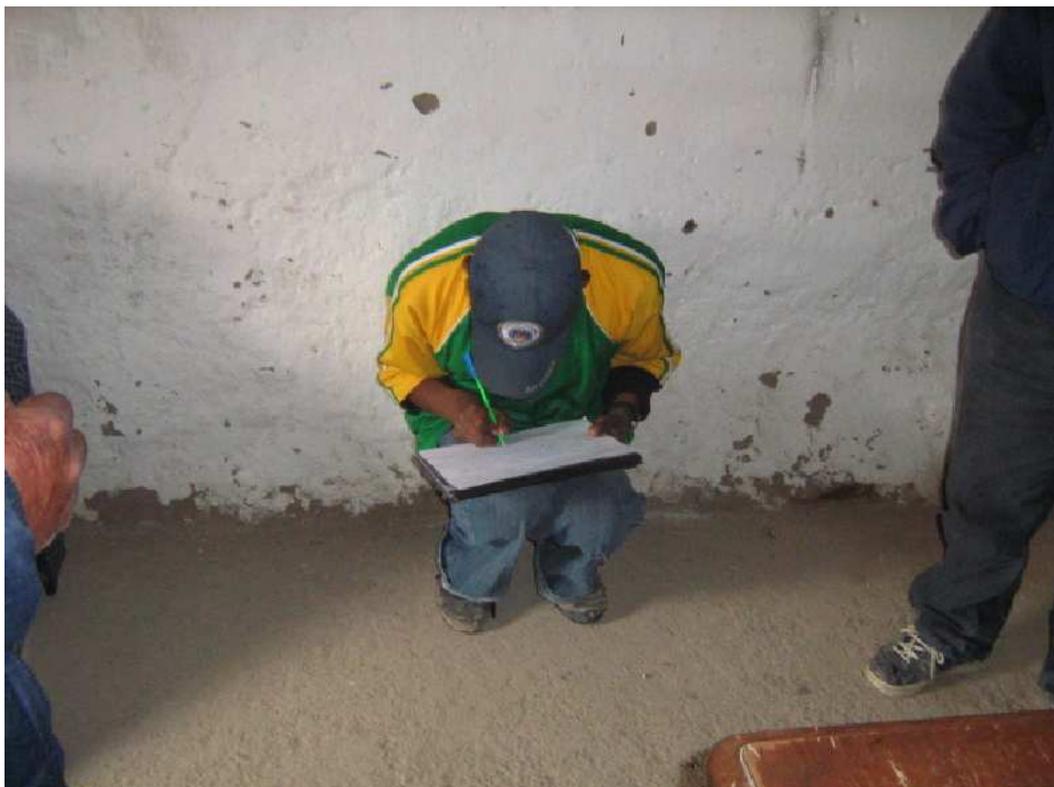
Integrantes de los clubes de madres del Anexo de tarucamarca, distrito de Tisco provincia de Caylloma- Arequipa



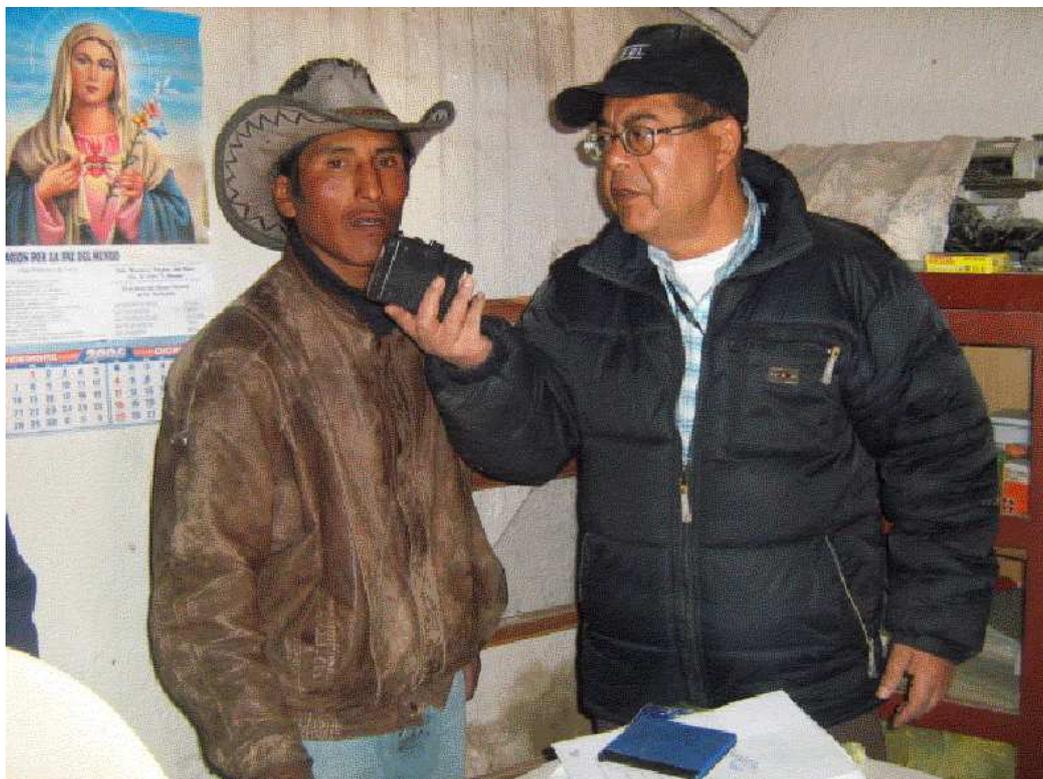
Anexo de Tarucamarca distrito de Tisco, provincia de Caylloma



Teniente Gobernador, Agente municipal y jefe de ronda del Anexo de tarucamarca Tisco, Caylloma, Arequipa.



Poblador de tarucamarca, llenando la ficha de diagnostico de resultados concernientes a su anexo.



Sociologo Luis Rodriguez entrevistando al teniente gobernador de Tarucamarca.

PANEL FOTOGRAFICO

ECOLOGÍA



Foto N° 4.1- Zona de vida Páramo muy húmedo – Sub alpino subtropical, es le mejor representante de la zona con una extensión de 51,91% del área de estudio.



Foto N° 4.2 – Formación vegetal Roquedal con vegetación saxicola (líquenes y matorrales)

FLORA



Foto N° 4.3 Pasturas naturales y/o Praderas de pajonales identificadas en el área de estudio.



Foto N° 4.4 La especie vegetal “tola” (*Parasnephia lepidophylla*) registrada en el area de estudio

FAUNA



Foto 4.5 La especie “alpaca” (*Llama glauca*) reportada en el area de estudio.



Foto N° 4.6 la especie de ave “pito” (*Colaptes rupicola*) identificada en los afloramientos rocosos o roquedales del área de estudio.



Foto N° 4.7 la especie de aves de “gallareta” (Fulica ardesiaca)



Foto N° 4.8 la especie de ave “pato sutro” (Anas flavirostris)

HIDROBIOLOGÍA



Foto N° 4.9 Punto de muestreo de confluencia del rio salado y apurimac



Foto N° 4.10 Punto de muestreo Macroinvertebrados



Foto N° 4.11 Punto de muestreo de la confluencia del río Apurímac y Hornillos



Foto N° 4.12 Punto de muestreo del río Chalhuanca.



Foto N° 4.13 Punto de muestreo en el rio Santiago.

TABLA DE CONTENIDO GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	GENERALIDADES	1
1.2	DATOS GENERALES DEL TITULAR DEL PROYECTO Y DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO SUSTENTATORIO (ITS)	2
1.2.1	DATOS GENERALES DEL TITULAR DEL PROYECTO	2
1.2.2	DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ITS.....	3
II.	OBJETIVOS.....	4
III.	MARCO LEGAL.....	5
3.1	MARCO LEGAL GENERAL.....	5
3.2	MARCO LEGAL ESPECÍFICO	6
3.3	MARCO INSTITUCIONAL	7
IV.	ANTECEDENTES	8
V.	LÍNEA BASE AMBIENTAL Y SOCIAL.....	10
5.1	ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL.....	10
5.2	LÍNEA BASE FÍSICA.....	10
5.2.1	CLIMA Y METEOROLOGÍA	10
5.2.2	CALIDAD DE AIRE Y RUIDO.....	11
5.2.3	CALIDAD DE AGUA.....	11
5.2.4	GEOLOGÍA.....	12
5.2.5	SUELOS.....	14
5.2.6	CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA	15
5.2.7	HIDROLOGÍA	16
5.3	LÍNEA BASE BIOLÓGICA	17
5.3.1	ZONAS DE VIDA Y FORMACIONES VEGETALES	17
5.3.2	FLORA	17
5.3.3	FAUNA	19
5.3.3.1	AVES	19
5.3.3.2	MAMÍFEROS.....	20
5.3.3.3	REPTILES Y ANFIBIOS.....	20
5.3.3.4	HIDROBIOLOGÍA.....	21
5.4	LÍNEA BASE SOCIAL.....	21
5.4.1	ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DIRECTA.....	21
5.4.2	ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL INDIRECTA.....	23
VI.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y COMPONENTES A MODIFICAR.....	26
6.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	26
6.2	DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL PROYECTO	27
6.2.1	EMBALSE.....	28
6.2.2	PRESA	28
6.2.3	TÚNEL DE TRASVASE.....	35
6.2.3.1	DESCRIPCIÓN.....	36
6.2.3.1.1	TÚNEL PUCARÁ	36
6.2.3.1.2	ADIT PUCARÁ	37
6.2.3.1.3	PORTAL DE ENTRADA DEL TÚNEL PUCARÁ.....	38

6.2.3.1.4	PORTAL DE SALIDA DEL TÚNEL PUCARÁ.....	39
6.2.3.1.5	PORTAL DEL ADIT PUCARÁ.....	40
6.2.3.1.6	TÚNEL TRANSANDINO.....	41
6.2.3.1.7	ADIT TRANSANDINO.....	41
6.2.3.1.8	PORTAL DE ENTRADA DEL TÚNEL TRANSANDINO.....	41
6.2.3.1.9	PORTAL DE SALIDA DEL TÚNEL TRANSANDINO.....	42
6.2.3.1.10	PORTAL DEL ADIT TRANSANDINO.....	43
6.2.3.2	MÉTODO CONSTRUCTIVO.....	43
6.2.4	ACCESOS.....	47
6.2.5	CAMPAMENTOS.....	48
6.2.6	DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE.....	49
6.2.7	ÁREAS DE EXPLOTACIÓN DE MATERIAL AGREGADO.....	49
6.3	POLVORINES.....	51
6.4	RECURSOS HUMANOS NECESARIOS.....	51
6.5	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS.....	52
VII.	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	53
7.1	GENERALIDADES.....	53
7.2	METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS.....	53
7.2.1	ETAPA I: IDENTIFICACIÓN.....	53
7.2.2	ETAPA II: EVALUACIÓN.....	54
7.2.2.1	NATURALEZA.....	54
7.2.2.2	MAGNITUD.....	54
7.2.2.3	IMPORTANCIA.....	54
7.2.2.4	VALOR TOTAL DEL IMPACTO.....	55
7.3	DESARROLLO METODOLÓGICO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS PARA EL PROYECTO.....	55
7.3.1	I ETAPA: IDENTIFICACIÓN.....	55
7.3.1.1	IDENTIFICACIÓN: NIVEL AMBIENTAL.....	55
7.3.1.2	IDENTIFICACIÓN NIVEL DEL PROYECTO.....	57
7.3.1.3	II ETAPA: MATRIZ DE EVALUACIÓN.....	58
7.4	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	58
7.4.1	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS FÍSICO - BIOLÓGICOS.....	58
7.4.1.1	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	59
7.4.1.1.1	ANÁLISIS INTEGRAL: VALOR DEL IMPACTO ACUMULADO.....	59
7.4.1.1.2	ANÁLISIS ESPECÍFICO: VALOR DEL IMPACTOS POR INTERACCIÓN.....	60
7.4.1.2	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	61
7.4.1.2.1	PRESA Y EMBALSE.....	61
7.4.1.2.2	TÚNEL DE DERIVACIÓN.....	62
7.4.1.2.3	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	64
7.4.1.3	ETAPA DE CIERRE.....	64
7.4.1.4	ANÁLISIS INTEGRAL: VALOR DEL IMPACTO ACUMULADO.....	64
7.4.1.5	ANÁLISIS ESPECÍFICO: VALOR DEL IMPACTO POR INTERACCIÓN.....	66
7.4.2	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS.....	66
VIII.	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	67
8.1	GENERALIDADES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.2	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL - ETAPA CONSTRUCTIVA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.2.1	PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN OBRA.....	¡Error! Marcador no definido.
8.2.2	PROGRAMA DE MANEJO DE EFLUENTES LÍQUIDOS EN OBRA.....	¡Error! Marcador no definido.

8.3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL - ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.3.1	PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	¡Error! Marcador no definido.
8.3.2	PROGRAMA DE MANEJO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	¡Error! Marcador no definido.
8.4	MEDIDAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL COMPENSATORIA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.5	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL - ETAPA DE CIERRE Y/O ABANDONO;	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
8.6	PLAN DE CONTINGENCIAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

RELACIÓN DE TABLAS

TABLA 5.3-1	UNIDADES FISIOGRAFICAS	14
TABLA 5.3-2	LISTA DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	17
TABLA 5.3-3	LISTADO DE ESPECIES REGISTRADAS CON ALGÚN GRADO DE AMENAZA DE ACUERDO AL D.S. N° 043-2006 AG	18
TABLA 5.3-4	LISTA DE ESPECIES DE AVES REGISTRADAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO	19
TABLA 5.3-5	LISTA IDENTIFICADA DE MAMÍFEROS MENORES TERRESTRES	20
TABLA 5.3-6	LISTA IDENTIFICADA DE MAMÍFEROS MAYORES TERRESTRES	20
TABLA 5.3-7	LISTA DE LAS ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA SILVESTRE REGISTRADAS	20
TABLA 6.1-1	ETAPAS Y COMPONENTES DEL PROYECTO ESPECIAL MAJES SIGUAS	26
TABLA 6.2-1	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES	28
TABLA 6.2-2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EMBALSE	28
TABLA 6.2-3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PRESA CCR Y CFRD	30
TABLA 6.2-4	PRINCIPALES UNIDADES DE OBRA DEL CUERPO DE LA PRESA	34
TABLA 6.2-5	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TÚNEL DE TRASVASE	35
TABLA 6.2-6	ACCESOS CONSIDERADOS PARA EL PROYECTO	47
TABLA 6.2-7	UBICACIÓN DE CAMPAMENTOS	48
TABLA 6.2-8	VOLÚMENES DE MATERIAL EXCEDENTE DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	49
TABLA 7.2-1	EXTENSIÓN O AL ÁREA HASTA EL CUAL SE PERCIBIRÁN LOS IMPACTOS	54
TABLA 7.2-2	INTENSIDAD O SEVERIDAD EN LAQUE SE PRESENTAN LOS POTENCIALES IMPACTOS	54
TABLA 7.3-1	COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE AFECTADOS	56
TABLA 7.3-2	COMPONENTES A MODIFICAR DEL PROYECTO POTENCIALMENTE GENERADORES DE IMPACTO	57
TABLA 7.4-1	COMPONENTES AMBIENTALES IMPACTADOS EN BASE AL VALOR DEL IMPACTO ACUMULADO DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA	59
TABLA 7.4-2	INTERACCIONES CALIFICADAS – PERIODO DE CONSTRUCCIÓN	60
TABLA 7.4-3	ALTERNATIVAS DE CIERRE GENERALES PARA LOS COMPONENTES DEL PROYECTO	64
TABLA 7.4-4	COMPONENTES AMBIENTALES IMPACTADOS EN BASE AL VALOR DEL IMPACTO ACUMULADO DURANTE LA ETAPA CIERRE	65
TABLA 8.1-1	RESUMEN – PROGRAMAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL;	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

RELACIÓN DE FIGURAS

FIGURA 1-1	VISTA AÉREA DEL EMPLAZAMIENTO PREVISTO PARA LA PRESA DE ANGOSTURA	29
FIGURA 1-2	SECCIÓN DE UNA PRESA CFRD	30
FIGURA 1-3	CURVA DE EMBALSE PARA EL EMPLAZAMIENTO SELECCIONADO	31
FIGURA 1-4	ESQUEMA EN ALZADO DE UNA PRESA DE ENROCADO CON PANTALLA DE CONCRETO	32

FIGURA 1-5	EJECUCIÓN DEL PLINTO Y TRABAJOS DE LA PANTALLA DE CONCRETO APOYADA SOBRE EL CUERPO DE PRESA.....	34
FIGURA 1-6	ESQUEMA DE EJECUCIÓN DE LOS TÚNELES PUCARÁ Y TRANSANDINO.....	36
FIGURA 1-7	DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LA SECCIÓN LOS TÚNELES DE CONDUCCIÓN	36
FIGURA 1-8	DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LA SECCIÓN DE LOS ADITS PUCARÁ Y TRANSANDINO. ...	38
FIGURA 1-9	GEOMETRÍA DE LOS PORTALES DE ENTRADA DEL TÚNEL PUCARÁ - PLANTA.	39
FIGURA 1-10	GEOMETRÍA DE LOS PORTALES DE SALIDA DEL TÚNEL PUCARÁ - PLANTA.....	40
FIGURA 1-11	GEOMETRÍA DE LOS PORTALES DE ENTRADA DEL ADIT PUCARÁ - PLANTA	41
FIGURA 1-12	GEOMETRÍA DE LOS PORTALES DE ENTRADA DEL TÚNEL TRANSANDINO. PLANTA	42
FIGURA 1-13	GEOMETRÍA DE LOS PORTALES DE SALIDA DEL TÚNEL TRANSANDINO. PLANTA	42
FIGURA 1-14	GEOMETRÍA DE LOS PORTALES DE ENTRADA DEL ADIT TRANSANDINO. PLANTA.....	43
FIGURA 1-15	ESQUEMA DE PERFORACIÓN Y CARGA DE LA VOLADURA.....	45
FIGURA 1-16	SANEAMIENTO MEDIANTE USO DE MARTILLO	46
FIGURA 1-17	DESESCOMBRO.....	46
FIGURA 1-18	EJECUCIÓN DEL SELLADO	46

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A-1 RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA ANGOSTURA Y GESTIÓN AMBIENTAL A NIVEL DEFINITIVO DEL PROYECTO MAJES – SIGUAS II ETAPA

ANEXO A-2 RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN GENERAL N° 049-10-AG-DVM-DGAA

ANEXO B

ANEXO B-1

PLANOS

01	MS2-PRA-PL-CIV-201-01	PLANTA GENERAL DE SITUACIÓN
02	MS2-PRA-PL-CIV-200	MAPA BASE
03	MS2-PRA-PL-CIV-202-01	PLANTA DE EMBALSE
04	MS2-PRA-PL-CIV-203-01	IMPLANTACIÓN
05	MS2-PRA-PL-CIV-204-01	PLANTA GENERAL DE LA PRESA
06	MS2-PRA-PL-CIV-205-01	PERFILES LONGITUDINALES DE LA PRESA
07	MS2-PRA-PL-CIV-207-01	PLANTA DE REPLANTEO DE LA PRESA
08	MS2-PRA-PL-CIV-210-01	PLANTA DE EXCAVACIONES DE LAS INSTALACIONES
09	MS2-PRA-PL-CIV-217-01	ALIVIADERO - PLANTA Y PERFIL
10	MS2-TPT-PL-CIV-101-01-01	TÚNEL PUCARÁ - PLANTA Y PERFIL GENERAL
11	MS2-TPT-PL-CIV-120-01-01	TÚNEL TRANSANDINO - PLANTA Y PERFIL GENERAL

ANEXO C

ANEXO C-1 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS - ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

ANEXO C-2 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS - ETAPA DE CIERRE

INFORME TÉCNICO SUSTENTATORIO PARA LA MODIFICACIÓN DE COMPONENTES APROBADO POR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA REPRESA ANGOSTURA Y GESTIÓN A NIVEL DEFINITIVO

I. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El presente documento elaborado por GREEN CONSULT S.A. (en adelante GREEN) corresponde al Informe Técnico Sustentatorio (en adelante ITS) para modificar componentes y hacer ampliaciones del Proyecto Represa Angostura (en adelante el Proyecto), de titularidad de la Autoridad Autónoma de Majes del Gobierno Regional de Arequipa (en adelante AUTODEMA-GRA).

El Proyecto Majes – Siguas es un proyecto de desarrollo regional basado en la regulación y derivación de recursos hídricos de las cuencas altas de los ríos Colca y Apurímac, para su uso racional en la irrigación de hasta 60 000 hectáreas de tierras nuevas en las Pampas de Majes y Siguas, Departamento de Arequipa.

La Presa de Angostura se incluye dentro de los trabajos en la ETAPA II del Proyecto MAJES-SIGUAS, emblemático en la zona, y tiene prevista su situación a unos 140 km al norte en línea recta desde la ciudad de Arequipa, en el sur de Perú. En el Anexo B se presenta el Mapa de Ubicación.

El proyecto cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental de la Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo del Proyecto Majes – Siguas II Etapa, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA. En el Anexo A se adjunta la resolución de aprobación mencionada en el presente párrafo.

En función de la información generada durante el diseño detallado de la ingeniería del proyecto, existe la necesidad de introducir variaciones en algunos de los componentes con respecto a las características descritas en los instrumentos ambientales anteriormente mencionados. Sin embargo, y teniendo en consideración las características del Proyecto y del contexto ambiental y social en el cual este se desarrollaría, estas variaciones en los componentes y/o configuración de los mismos no representando cambios significativos en el proyecto o en el medio, tal como se concluye en el análisis realizado y que se incluye en el presente ITS. Asimismo, cabe precisar que la totalidad de estos cambios se encuentran ubicados dentro del área de estudio ambiental y áreas de influencia aprobadas.

Las variaciones referidas corresponden a:

- Cambios en el diseño de la presa:
 - Reconfiguración y reubicación de la presa.

- Cambio en el diseño de presa.
- Cambios en las labores subterráneas:
 - Variación en el trazo del túnel de trasvase y variación de frentes de trabajo.
 - Cambios menores complementarios en las labores subterráneas.
 - Cambios en las áreas de soporte para las actividades de labores subterráneas.
- Cambios en las áreas de soporte para las actividades (instalaciones auxiliares):
 - Cambios en la ubicación del Depósito de Material Excedente (DME).
 - Cambios en la superficie de extracción de agregados (cantera).
 - Adición de zonas de extracción de agregados para habilitación de accesos.
 - Cambios ubicación de Campamentos.
 - Reconfiguración y reubicación de otras instalaciones (área de abastecimiento, instalación para la preparación de agregados y concreto, polvorines, otros).
 - Cambios en los accesos (trazo y longitud).

La modificación de componentes y otras instalaciones auxiliares propuestas tienen por objeto optimizar las actividades constructivas en función de los diseños que vienen siendo ejecutados. Es importante señalar, que todos estos cambios se realizan dentro del área evaluada y aprobada en el EIA, por lo que no se prevén impactos ambientales negativos significativos adicionales a los ya evaluados, así como ningún cambio considerable en las medidas de manejo ambiental aprobadas en los referidos estudios ambientales.

El presente Informe ha sido elaborado en el marco de los recientemente aprobados Decretos Supremos N° 054-2013-PCM y N° 060-2013-PCM, los cuales establecen que en caso sea necesario hacer variaciones o ampliaciones a proyectos de inversión que cuenten con certificación ambiental aprobada, como es el presente caso, donde se tengan impactos ambientales negativos no significativos, no se requerirá un procedimiento de modificación del instrumento de gestión ambiental, sino un informe Técnico Sustentatorio de los cambios propuestos ante la autoridad competente.

1.2 DATOS GENERALES DEL TITULAR DEL PROYECTO Y DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO SUSTENTATORIO (ITS)

1.2.1 DATOS GENERALES DEL TITULAR DEL PROYECTO

- Razón Social: Autoridad Autónoma de Majes del Gobierno Regional de Arequipa (AUTODEMA - GRA)
- RUC: xxxxxxxxxxxxxxxxx
- Domicilio Legal: Urb. La Marina E-8
- Distrito: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
- Provincia: Arequipa
- Departamento: Arequipa

- Teléfono: xxxxxxxxxxxx

Apoderado

- Nombres completos: Ing. Américo Flores Medina
- Documento de Identidad N°: DNI N° xxxxxxxxxx
- Domicilio: Urb. La Marina E-8
- Teléfono: xxxxxxxxxxxxxx
- Correo Electrónico: xxxxxxxxxxxxs@xxxxxxx.pe

1.2.2 DATOS GENERALES DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ITS

Persona Jurídica

- Razón Social: Green Consult S.A.
- RUC: 20512336974
- N° Registro en MINAG: N° 011-12-AG-DVM-DGAAA-DGAA
- Profesionales: Ing. Wilfried Graefling
- Domicilio: Av. Javier Prado Este 1508 Of. 201 – San Isidro
- Teléfono: +511- 2257683 / 777-4530
- Correo Electrónico: greenconsult@greenconsult.com.pe

II. OBJETIVOS

- Identificar los efectos del proyecto en cada componente ambiental y social pertinente, producto de la implementación de las modificaciones propuestas y establecer las medidas necesarias para que el impacto global de los cambios al proyecto sea mínimo o positivo desde la perspectiva ambiental y social.
- Analizar, evaluar y proponer las medidas ambientales necesarias para asegurar que las actividades implicadas en las Etapas de Construcción, Operación y Cierre del Proyecto no generen impactos en el ambiente, cumpliéndose con los requerimientos de Calidad y Seguridad establecidos por la Normativa Ambiental, asegurando su sostenibilidad ambiental y su compatibilidad con el desarrollo socioeconómico local y regional.
- Desarrollar un análisis de las variaciones planteadas en el Proyecto, sobre el marco de lo aprobado en el EIA, y sus efectos en el entorno ambiental y social, con el fin de determinar la naturaleza de los mismos y su relevancia, y de ser el caso, proponer las medidas necesarias para su óptima gestión ambiental y social.
- Comparar los impactos potenciales que podría presentarse a causa de los cambios, con los impactos potenciales evaluados en el EIA aprobado.
- Establecer las medidas de mitigación para las modificaciones propuestas donde corresponda.

III. MARCO LEGAL

El Expediente Técnico Sustentatorio ha sido desarrollado teniendo como marco jurídico la normatividad de conservación y protección ambiental vigente en el Estado Peruano. Las actividades de ejecución del Proyecto deben enmarcarse dentro de los alcances de los dispositivos legales y técnicos vigentes sobre la conservación ambiental. En ese sentido, se pone en conocimiento de las normas nacionales de carácter ambiental que debe tenerse en cuenta para este el proyecto.

3.1 MARCO LEGAL GENERAL

El estudio propuesto será desarrollado considerando el marco legal para la elaboración de Instrumentos Ambientales del Subsector Agrario, de recursos naturales y estudios ambientales; entre las normas legales generales podemos señalar:

- Constitución Política del Perú.
- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental y su Reglamento (D.S. N° 019-2009-MINAM).
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N° 26821, Ley Orgánica de Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales.
- Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental: Ley N° 28245 y su Reglamento (D.S. N° 008-2005-PCM).
- Ley N° 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica.
- Ley General de Expropiaciones: Ley N° 27117.
- Ley que facilita la ejecución de obras viales Ley N° 27628.
- Ley Orgánica de Municipalidades: Ley N° 23853.
- Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Ley N° 27791.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- Ley de Concesiones Eléctricas (D.L. N° 25844).
- Estándares de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 002-2008-MINAM).
- Clasificación de los cuerpos de agua (Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA).
- Estándares de Calidad Ambiental para Aire (D.S. N° 003-2008-MINAM).
- Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario (D.S. N° 019-2012-AG).
- Reglamento de Participación Ciudadana para la Evaluación, Aprobación y Seguimiento de Instrumentos de Gestión Ambiental del Sector Agrario (D.S. N° 018-2012-AG).

- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire (D.S. N° 074-2001 PCM).
- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM).
- Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (D.S. N° 002-2013-MINAM).
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (D.S. N° 09-93 EM).
- Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario (D.S. N° 019-2012-AG).
- Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades de Electricidad (D.S. N° 029-94-EM).
- Reglamento de Participación Ciudadana para la Realización de Actividades Energéticas dentro de los Procedimientos Administrativos de Evaluación de los Estudios Ambientales (R.M. N° 535-2004-MEM-DM).
- Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad (R.M. N° 263-2001 EM/VME).
- Reglamento de Investigaciones Arqueológicas: R.S. N° 004-2000-ED, publicado el 25 de enero de 2000.
- R.D. N° 029-2006-MTC/16. Identificación y Desarrollo de Indicadores Socio Ambientales para la Infraestructura vial en la Identificación, Clasificación y Medición de los Impactos Socio ambientales.
- Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) y su Reglamento (D.S. N° 057-2004-PCM).
- Estándares de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes (D.S. N° 010-2005-PCM).
- D.S. N° 034-2004-AG. Aprueban categorización de especies de fauna silvestre y prohíben su caza, captura, tenencia, transporte o exportación con fines comerciales.
- D.S. N° 043-2006-AG. Categorización de especies de flora silvestre.
- D.S. N° 054-2013-PCM. Aprueban disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos.
- D.S. N° 060-2013-PCM. Aprueban disposiciones especiales para la ejecución de procedimientos administrativos y otras medidas para impulsar proyectos de inversión pública y privada.

3.2 MARCO LEGAL ESPECÍFICO

La legislación peruana y específicamente la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley N° 27746 y su Reglamento aprobado por D. S. N° 019 – 2009 – MINAM, establece que los proyectos de inversión pública o privada que vayan a ejecutarse dentro del territorio nacional y que son susceptibles de causar impactos ambientales significativos de carácter negativo, requieren la previa realización de una evaluación de impacto ambiental y la consiguiente aprobación del Estudio Ambiental que la sustenta por la autoridad competente, que, para los proyectos de inversión agrarios, es el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios (DGAAA).

Es preciso mencionar que conforme a lo establecido en el Anexo I del D. S. N° 019-2009- MINAM, los impactos ambientales son alteraciones que pudieran ser positivas o negativas de uno o más de los componentes del ambiente, provocados por la acción de un proyecto. Así, los impactos ambientales negativos significativos que ameritarían el inicio de un procedimiento de evaluación ambiental son aquellos impactos o alteraciones ambientales que se producen en uno, varios o en la totalidad de los factores que componen el ambiente, como resultado de la ejecución de proyectos o actividades con características de envergadura o localizados con ciertas particularidades.

Cabe precisar, que el D.S. N° 019-2012-AG rige los aspectos ambientales en el sector Agricultura, en este sentido, las exigencias normativas en materia ambiental consideradas para el diseño y puesta en marcha de un proyecto se encuentran disgregadas en un conjunto de normas que constituyen el marco legal general del país en materia ambiental; a los cuales hay que adicionar la aplicación de las disposiciones sectoriales para la tutela del derecho a la participación ciudadana, así como otras normas generales y especiales del Sector.

Mediante D. S. N° 054-2013-PCM del 16 de mayo de 2013, la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM), aprobó las disposiciones especiales para los procedimientos administrativos de autorizaciones y/o certificaciones para los proyectos de inversión en el ámbito del territorio nacional; en su artículo 4° que en los casos en que sea necesario modificar componentes auxiliares o hacer ampliaciones en proyectos de inversión con certificación ambiental aprobada, que tienen impacto ambiental no significativo o se pretendan hacer mejoras tecnológicas en las operaciones, no se requerirá un procedimiento de modificación del instrumento de gestión ambiental. Para tales efectos, el titular del proyecto que solicite acogerse a dicha norma deberá presentar ante la autoridad sectorial ambiental competente un ITS antes de su implementación.

3.3 MARCO INSTITUCIONAL

Gobierno Central

- Autoridad Ambiental Sectorial
 - Ministerio de Agricultura (MINAG)
- Autoridades Ambientales con roles transectoriales
 - Ministerio de Energía y Minas
 - Ministerio de Transporte y Comunicaciones
 - Ministerio de Cultura
 - Ministerio del Ambiente (MINAM)

Gobierno Regional

- Gobierno Regional de Arequipa

Gobierno Local

- Municipalidad Provincial: Caylloma
- Municipalidad Distrital: Tisco, Caylloma, Sibayo.

IV. ANTECEDENTES

Como parte del plan de incremento de las zonas de riego en el departamento de Arequipa, se planificó el Proyecto Majes Sigwas el cual incluiría como zona de cultivo las Pampas de Majes y Sigwas. En una primera etapa se completó las obras destinadas a irrigar las Pampas de Majes, correspondiendo la segunda etapa la irrigación de las Pampas de Sigwas.

El Proyecto Majes Sigwas – Etapa II tiene como propósito irrigar una extensión neta de 38 500 ha de terrenos eriazos, ubicados en las Pampas de Sigwas. La Etapa II cuenta con dos fases: la Fase 1 que comprenden la presa Angostura y los túneles Pucará y Trasandino; la Fase 2 que comprende la derivación Lluclla-Sigwas y el sistema de distribución de las aguas. Adicionalmente la Etapa II está conformada por obras existentes como la presa Condorama, la bocatoma Tuti y el sistema de aducción Majes-Sigwas.

Con fecha 9 de diciembre del 2010, Concesionaria Angostura Sigwas S.A. celebró con el Estado de la República del Perú, debidamente representado por el Gobierno Regional de Arequipa, el Contrato de Concesión para la Construcción, Operación y Mantenimiento de las Obras Mayores de afianzamiento hídrico y de infraestructura para irrigación de las Pampas de Sigwas (Proyecto Majes – Sigwas II Etapa). No obstante, debido a la envergadura del Proyecto, se ha venido considerando en los diseños modificación de ubicación e implementando nuevos componentes auxiliares que deberán ser incluidos dentro del diseño integral general.

El ITS que se presenta fue desarrollado en el marco del Proyecto Majes Sigwas-Etapa II, se debe indicar que para la Fase 1 del Proyecto Majes-Sigwas (Represa Angostura), se cuenta con el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo del Proyecto Majes – Sigwas II Etapa, aprobado por la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios del Ministerio de Agricultura mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA, de fecha 16 de julio del 2010, cuyo titular es La Autoridad Autónoma de Majes del Gobierno Regional Arequipa.

Esta certificación se considera como antecedente de ejecución de la presente modificación, habiendo incluido oportunamente el análisis de los potenciales impactos ambientales a generarse por las actividades consideradas para los componentes y actividades aprobadas y los proyectados a la actualidad. Por lo tanto, el presente ITS se remite al análisis exclusivo de aquellos que podrían derivarse del Proyecto propiamente dicho.

El ITS ha sido elaborado teniendo en cuenta las pautas señaladas en el art. 40, Anexo IV del Reglamento de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. 019-2009-MINAM), considerando para ello, un estudio de línea base ambiental, un estudio social, el análisis de impactos ambientales, planes de manejo ambiental, plan de contingencias y otros.

Mediante el oficio N°2294-13 MINAGRI-DGAAA con fecha del 10 de Diciembre 2013 la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios otorga a AUTODEMA la

ampliación de vigencia de la certificación ambiental, esto de acuerdo los términos previstos en el numeral 36.2 del artículo 36 del Reglamento de Gestión Ambiental del Sector Agrario (DS N° 019-2012-AG). En el Anexo B se adjunta el oficio de ampliación de vigencia.

V. LÍNEA BASE AMBIENTAL Y SOCIAL

El presente es una síntesis tomando como base el “Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo” (marzo 2010), que fue elaborado por Cesel Ingenieros y aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA.

5.1 ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL

El área de influencia ambiental ha sido definida como el área hasta el cual los impactos ambientales potenciales derivados de una intervención o proyecto son percibidos, ya sea de manera directa como indirecta.

Para el presente Informe Técnico Sustentatorio se ha mantenido los polígonos considerados como área de influencia directa y área de influencia indirecta del “Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo”, debido a que la modificación de componentes no impactará áreas nuevas. En el Anexo B se adjunta el Plano 02-MS2-PRA-PL-CIV-200 Mapa Base donde se observa el área de influencia directa e indirecta.

5.2 LÍNEA BASE FÍSICA

5.2.1 CLIMA Y METEOROLOGÍA

El estudio del clima y meteorología se ha realizado utilizando información de la estación Angostura (2001-2009), estación meteorológica administrada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y también se tomó datos de la estación Condoroma (1974-1998), Estudio y Proyecto Definitivo de la Presa de Angostura y Derivación Angostura – Colca - Tomo II B Hidrología y Sedimentación. HARZA – MISTI. 1999.

Los resultados del análisis de la información indican que las temperaturas medias mensuales fluctúan entre 4.01 °C en el mes de julio y 8.09 °C en el mes de noviembre y Diciembre en la Estación Angostura, mientras que la humedad relativa promedio mensual (1969-2009) varía de 42.9% a 67,5%. Por su parte la velocidad del viento (1976-1992) registra valores medios anuales de 1.4 a 1.5 m/s, mientras que la dirección predominante es NW y NE.

Para el análisis de la precipitación se ha utilizado información pluviométrica de las estaciones: Angostura (1962-2009) y Condoroma (1974-1998), las que se procesaron al nivel de promedios mensuales de acuerdo al período de información existente. Los menores valores de precipitaciones le corresponden a los meses de junio con 3.6 mm de lluvia, julio con 3.2 mm y agosto con 8.7 mm, mientras que los mayores valores le corresponden a los meses de enero con 182.5 mm, febrero con 173.3 mm y marzo con 147.2 mm.

5.2.2 CALIDAD DE AIRE Y RUIDO

La evaluación de la calidad de aire tomó en cuenta, los parámetros de PM-10, CO, SO₂ y NO₂ establecidos por el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire y el Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM Estándares de Calidad Ambiental para SO₂. Para ello, como parte de la Línea Base del EIA se establecieron 7 estaciones de muestreo, para su ubicación se tomó referencia la dirección predominante del viento y disposición de cada componente del proyecto. De los análisis realizados, se ha determinado, que los parámetros de calidad de aire (partículas PM10, y Gases SO₂, CO, SO₂ y NO₂), se encuentran en niveles inferiores a los valores máximos establecidos por la norma vigente, por lo tanto, la zona presenta una adecuada calidad del aire.

La evaluación del nivel de presión sonora (ruido), fue realizada a través de siete estaciones de muestreo. Para la ubicación de los puntos de medición de presión sonora, se consideró la disposición de los componentes del proyecto. De acuerdo a lo establecido por el estándar de calidad de ruido, se realizaron mediciones en horario diurno y nocturno. De las mediciones realizadas, los niveles de presión sonora son adecuados y están por debajo de los valores máximos establecidos en el estándar de calidad de ruido D.S N° 085-2003 PCM.

5.2.3 CALIDAD DE AGUA

La evaluación de la calidad de agua se realizó con la ubicación de 11 estaciones de muestreo ubicadas en los diversos cuerpos de agua superficial dentro del área del proyecto.

Los resultados de la medición de parámetros in situ en los cuerpos de agua del área de influencia del proyecto, indican que para las estaciones CA-07 y CA-08 correspondientes al río Salado, la conductividad eléctrica presenta valores de 3 999 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual supera lo establecido en los ECA-S Categoría 3 para riego de vegetales con valor límite de $<2\ 000\ \mu\text{S}/\text{cm}$, sin embargo, se encuentra dentro de lo establecido para esta misma categoría referida a la bebida de animales, que tiene como valor límite $\leq 5\ 000\ \mu\text{S}/\text{cm}$.

La temperatura ambiental de agua varía entre 14.78°C y 15.5°C y el pH indica que es ligeramente básico con valores entre 8.4 y 8.4. Por otro lado, los niveles de oxígeno disuelto se encuentran sobre los valores mínimos establecidos en el Estándar de Calidad Ambiental- categoría 3, para bebida de animales y riego de vegetales, indicando buena aireación del agua.

Sólo la Estación CA-04, reporta un valor de nitritos de 0.304 mg/l que supera el valor límite establecido en el ECA, categoría 3, riego de vegetales que tiene como valor máximo 0.06 mg/l, sin embargo, se encuentra debajo del valor máximo establecido para bebida de animales con valor de 1 mg/l.

Finalmente los contenidos de nitratos, fenoles, DBO₅, aceites y grasa, así como metales totales presentan valores por debajo de límites máximos establecidos en el ECA- Categoría 3, tal como muestran los reportes adjuntos al informe.

5.2.4 GEOLOGÍA

El proyecto de la represa Angostura, se encuentra en el sur del país, en la provincia Caylloma y Región Arequipa; ubicado geográficamente en las estribaciones superiores de la cordillera occidental y forma parte del proyecto embalse Angostura II Etapa MAJES.

La geomorfología del área del proyecto embalse Angostura II Etapa MAJES, está constituida por las unidades morfogénicas, como: altiplanicie, zonas volcánicas, valle fluvial, depresión de Caylloma y altas cumbres.

La cordillera occidental, es el rasgo geográfico más importante en el cual nace el río Apurímac, se caracteriza por presentar relieves generales muy irregulares; constituidos por cadenas de cerros de diferentes alturas, formas y pendientes; que se hallan interceptados por numerosas quebradas, depresiones, llanuras, lomadas, colinas y un conjunto de valles por donde los ríos drenan sus aguas hacia las vertientes del Pacífico y el Atlántico.

Las unidades estratigráficas expuestas en el área del proyecto tienen edades desde el Mesozoico hasta el Cenozoico, no se exponen las rocas intrusivas e hipabisales, las unidades representativas del más antiguo al reciente están constituidas por rocas del Jurásico representada por las formaciones Puente y Cachios; el Cretáceo conformado por las rocas de las formaciones Labra, Gramadal, Hualhuani y Arcurquina; el Terciario constituida por las formaciones Orcopampa, Ichicollo, Sillapaca, Sencca y Pusa y el Cuaternario conformado por los grupos Barroso, Andagua y depósitos fluvioglaciares, aluviales, coluviales y bofedales.

Las rocas sedimentarias están constituidas por, areniscas, calizas, arcillitas, limolitas, lutitas, areniscas cuarzosas, etc.; las rocas volcánicas están conformadas por andesitas, lavas andesíticas, lavas dacíticas, dacitas, riolitas, tobas, lavas basálticas, brechas andesíticas, conglomerados tobaceos, conglomerados, ríodacitas, brechas andesíticas, brechas ríodacíticas tobas lávicas, aglomerados, etc. Los depósitos cuaternarios están constituidos por gravas, cantos rodados y bolones con arenas, limos y arcillas en variado porcentaje. Estos depósitos se hallan cubriendo a las rocas en la mayor extensión, con diferentes áreas de propagación, naturaleza, espesor y estado de compactación.

Las unidades geológicas en el área del proyecto están deformadas por el Ciclo Andino conformada de cinco fases tectónicas: Peruana e Incaica, Quechua, Pliocénica, Caldera Caylloma y Cuaternaria, con incidencias en diferentes grados.

Las unidades geológicas, en el área del proyecto, se hallan en territorios producto del modelado de varios y sucesivos ciclos orogénicos y volcánicos, comprendiendo en ellos, varias etapas de sedimentación, de deformación, levantamientos, finalmente de erosión y peneplanización, en los cuales existen, numerosos elementos estructurales tales como algunos pliegues, fallas, manifestaciones volcánicas, diferentes grados de fracturamiento, diaclasamiento, etc.

El relieve del área donde se encuentra el proyecto, es el resultado de diversas deformaciones tectónicas y procesos de geodinámica externa e interna que han ocurrido en el pasado y determinado los relieves actuales. Los procesos de geodinámica externa reciente, se manifiestan localizadamente, en magnitudes

menores y sus manifestaciones en su mayoría están condicionadas principalmente a los factores climáticos, morfológicos, litológicos, sísmicos y antrópicas.

El proyecto de la presa Angostura, se localiza en el “Cañón del río Angostura”, con el eje de presa ubicado aguas abajo de la confluencia de los ríos Angostura y Hornillos. En este lugar el cañón es rectilíneo y orientado de Sur a Norte, encajonado por ambos lados con paredes rocosas muy elevadas y taludes de verticales a subverticales, el ancho del cauce es mayor a 40 m, el curso tiene gradiente hidráulico de moderado a bajo, ligeramente sinuoso, con régimen hídrico permanente y con caudales variables según las épocas del año.

En sentido transversal la sección del cañón presenta la forma de una “U”, con perfil simétrico, el estribo derecho tiene talud vertical, superficie rugosa con presencia de bloques gigantes, alcanza una altura mayor a 130 m y corresponde al cerro Huaypune, el estribo izquierdo tiene talud subvertical, cubierto por tramos con depósito Coluvial, la base es roca medianamente compactas con acantilados en los lados, alcanza una altura mayor a 240 m., y corresponde al cerro Chillatira.

Según los estudios geológicos la presa se halla proyectada en rocas de la formación Ichocollo de origen volcánico cuya procedencia corresponde a diferentes fuentes, para el estribo izquierdo corresponde el centro volcánico Chillatira y acumulada como estrato volcán, para el estribo derecho corresponde a los centros volcánicos denominados Ichocollo/Huaypune actualmente destruidos, las rocas son más dacíticos y brechosos.

El nivel superior consiste masivamente de lavas andesíticas color gris a beige (intemperismo), con espesor mayor a los 100 m, intercalado de brechas, aglomerados; cubierto con depósito Coluvial con espesores variables según la pendiente del terreno hasta más arriba del punto de coronación hasta 100 m.

El estribo derecho presenta una litología uniforme desde el nivel del cauce hasta la cima, integrado de lavas dacíticas, brechas y lavas andesíticas, color beige, no se observa el aglomerado; el depósito Coluvial es muy limitado, como cobertura muy delgada, conformado de bloques gigantes de andesitas.

El cauce está conformado por el depósito fluvial, con espesor de 14.5 m (verificado con perforaciones rotativas), constituido por cantos y gravas, con arenas y limos sin finos, limpia de impurezas orgánicas debido al lavado constante.

El estribo izquierdo está más afectado con estructuras de deformación, mientras el estribo derecho tiene menor grado de deformación estructural. En el estribo izquierdo existen diaclasas o fracturas subverticales con dirección de inclinaciones N 130° – 85°, que en superficie están abiertas. La formación Pusa tiene deformaciones relacionados a eventos de la tectónicos compresionales.

La presencia de estructuras en el lugar de la presa ha permitido la formación de bloques con tamaños gigantes e independientes, uno de ellos alcanza hasta el nivel de la corona, y se encuentra propenso al colapso hacia el cauce, que con el impacto de la enorme fuerza puede desequilibrar a las estructuras a construir.

El túnel de conducción tiene 16 507 km, compartidos en tres tramos y dos ventanas intermedias; este componente se halla en la altiplanicie andina, conformado por rocas volcánicas.

El trazo del túnel de conducción no está deformado por estructuras importantes, salvo en el río Palcamayo que se caracteriza por presencia de falla geológica local con posición vertical, que afecta al miembro superior de la formación Ichoccollo. En los tramos del túnel proyectado a medida que avance la excavación interceptará a un conjunto de estructuras menores y localizados, con orientaciones y posiciones variables, con aberturas cerradas y abiertas con materiales propias, algunas estructuras probablemente serán abiertas que facilitarán el ingreso de las aguas.

Durante la excavación del túnel se prevé la presencia de aguas subterráneas, en forma de filtraciones que coincidirán con las trazas de las fallas, fracturas, diaclasas y contactos, las mismas serán localizadas, con intensidades variables pero persistentes; en el primer tramo, donde la roca presenta discontinuidades persistentes con posiciones diagonales, las que merecen tener cuidado durante la excavación.

5.2.5 SUELOS

Fisiográficamente, el área de estudio presenta rasgos morfológicos que son el resultado de una larga evolución, originada por factores tectónicos y erosionales que han modelado el paisaje hasta su estado actual. Se han identificado tres Grandes Paisajes: Planicie, Colina y Montaña, cada uno con sus respectivos paisajes y subpaisajes, como se aprecia en la Tabla 5.3-1.

Tabla 5.3-1 Unidades fisiográficas

Gran Paisaje	Paisaje	Subpaisaje
Planicie	Planicie aluvial	Terraza no inundable
	Glacial	Planicie fluvio glacial
		Valle glacial
	Planicie de tobas areniscosas (Fm. Yauri)	Planicie de tobas
	Planicie de tobas cristolovítricas	Terrazas
Colina	Colina volcánica (andesitas y tobas)	Quebrada
		Vertiente erosional
	Colina volcánica de tobas cristolovítricas	Cañón
	Colina sedimentaria (calizas margas y lutitas)	Vertiente erosional
	Colina intrusiva	Vertiente erosional
Montaña	Montaña volcánica (andesitas y tobas)	Cima
		Quebradas
		Vertiente erosional
	Montaña sedimentaria (calizas, margas, lutitas y arenisca)	Cima
		Quebradas
	Montaña intrusiva (granodiorita)	Vertiente erosional
Montaña glacial	Vertiente erosional	

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

Dentro del área de influencia se han identificado los siguientes órdenes; Entisols; suelos de desarrollo reciente, en las cuales solo se ha formado un epipedón ócrico (Anamarca, Angostura, Fluvial I, Fluvial II, Huayllupata, Palcapampa, Tulpa, Suyto, Tisco, Chilamayo, Achacollo y Altaruma). Inceptisols; son suelos con desarrollo incipiente y que conservan cierta semejanza con el material original y presentan un

horizonte cámbico (Tarucuyo y Antuyo). Mollisols; son suelos que deben cumplir características de color dominante con un valor de 3 o menos en húmedo, y de 5 o menos en seco y 0.6% más de carbono orgánico, alta saturación de bases, y con epipedón móllico (Pusa, Achuyo, Curane, Antacollo, Ichocollo, Ccalceca y Yauri). Histosols; son suelos orgánicos formados por la deposición y lenta descomposición de residuos vegetales (Llacmapampa). Andisols, son suelos de origen volcánico (Quilcahuayco, Huaruna, Acharrape, Anchaca, Cullpa, Palliapata, Pucara, Tocraya y Humaccala).

5.2.6 CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA

Para la interpretación práctica del potencial de tierras se ha utilizado el Reglamento de Clasificación de Tierras del Perú (D.S. N° 0017-2009-AG). De esta manera, en el EIA se han identificado 3 grupos de capacidad de uso mayor de la tierra, con sus respectivas clases y subclases.

Tierras Aptas para Cultivo en Limpio (Símbolo A)

Reúnen condiciones ecológicas que permiten la remoción periódica y continuada del suelo para el sombrío de plantas herbáceas y semiarbusivas de corto periodo vegetativo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca.

Estas tierras por su alta calidad agrológica podrán dedicarse a otros fines (Cultivo Permanente, Pastos, Producción Forestal y Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo en limpio o cuando el interés social del estado lo requiera.

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se han identificado las unidades:

- Tierras aptas para cultivos en limpio, de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y clima (A2sc).
- Tierras aptas para cultivos en limpio, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y clima (A3sc).

Tierras Aptas para Pastos (Símbolo P)

Son las que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivo en limpio o permanente, pero que permiten su uso continuado o temporal para el pastoreo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse para otros fines (Producción Forestal o Protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de pastoreo o cuando el interés de Estado lo requiera.

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se han identificado las unidades:

- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Media, con Limitación por suelo y riesgo de erosión (P2se).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Media, con Limitación por suelo y clima (P2sc).

- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Media, con Limitación por suelo, riesgo de erosión y clima (P2sec).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo (P3s).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo y riesgo de erosión (P3se).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo y clima (P3sc).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo y drenaje (P3sw).
- Tierras apta para Pastos de Calidad Agrológica Baja, con Limitación por suelo, drenaje y clima (P3swc).

Tierras de Protección (Símbolo X)

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas no de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible e cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que esas tierras sean declaradas de protección.

En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidro-energía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científicos y otros que contribuyen al beneficio del estados, social y privado.

Dentro de este grupo de capacidad de uso mayor se han identificado las unidades:

- Tierras de protección; limitación por suelo y topografía (Xse).
- Tierras de protección; limitación por suelo y topografía (Gélidos) (Xse(g)).
- Tierras de protección; limitación por suelo y drenaje (Xsw).
- Centro poblados, lagunas ríos (X).

5.2.7 HIDROLOGÍA

Las cuencas hidrográficas comprometidas dentro del proyecto son las cuencas del río Apurímac y del río Colca.

El río Apurímac nace a 5 000 msnm en la Región Arequipa, en el lugar que el río Acushanta se convierte en el río Calchumayo, ingresando a la laguna Huarhuaco del mismo modo que los ríos Challpo, Huancari, Talla y otras quebradas menores. Después de recorrer 2.5 kilómetros el río Calchumayo se une con el río Santiago tomando el nombre de Apurímac. Después de la confluencia, el río se dirige hacia el Oeste y después al Noreste, hasta llegar al sitio propuesto para la construcción de la presa Angostura, donde se junta con el río Hornillos. El río Hornillos nace a una

altitud de 5 100 msnm, en el nevado Mismi, recorriendo una distancia de aproximadamente 26 km en dirección Norte, desviándose después hacia el Este; para recorrer seguidamente 12 km antes de unirse con el río Apurímac.

En la confluencia de ambos ríos el área drenada es de 1 290 km², y aproximadamente a 600 m aguas abajo de ese punto se ubica el lugar donde se proyecta construir la represa Angostura, en una zona encañonada de aproximadamente 200 m de altura y a 4 150 msnm.

5.3 LÍNEA BASE BIOLÓGICA

5.3.1 ZONAS DE VIDA Y FORMACIONES VEGETALES

De acuerdo al “Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo” se identificaron 6 zonas de vida: Nival Subtropical, Tundra Pluvial – Alpino Subtropical, Tundra muy húmeda – Alpino Subtropical, Paramo muy húmedo – Subalpino subtropical, Bosque húmedo – Montano Subtropical y Estepa Montano Subtropical. Asimismo, en el EIA se han identificado 10 formaciones vegetales: césped de puna- vegetación ribereña, herbazal de tundra, pajonal de puna, bofedal, estepa con césped de puna, campos agrícolas, quinales, colle, zona sin vegetación y roquedal y vegetación saxícola.

5.3.2 FLORA

De acuerdo al EIA se han identificado 60 especies de flora, cuya relación se presenta en la Tabla 5.3-2.

Tabla 5.3-2 Lista de Especies de Flora registradas en el área de estudio

Familia	Especie	Nombre Común
Cactácea	<i>Echinopsis maximiliana</i>	huaraco
	<i>Tephrocactus dimorphus</i>	-
	<i>Echinopsis sp</i>	-
Poaceae	<i>Festuca orthophylla</i>	iru
	<i>Festuca dolichophylla</i>	chillihua
	<i>Festuca ridigifolia</i>	waylla ichu
	<i>Festuca rigescens</i>	-
	<i>Festuca trichophylla</i>	ichu
	<i>Stipa brachyphylla</i>	ichu
	<i>Stipa obtusa</i>	-
	<i>Stipa ichu</i>	-
	<i>Stipa sp.</i>	-
	<i>Poa annua L.</i>	-
	<i>Poa sp.</i>	-
	<i>Calamagrostis vicugnarum</i>	crepillo
	<i>Calamagrostis eminens</i>	sora
	<i>Calamagrostis hetertophylla</i>	-
	<i>Calamagrostis rigescens</i>	callo
	<i>Distichlis humilis</i>	grama
	<i>Distichlis spicata</i>	grama salada
<i>Paspalum pygmaeum</i>	nuctu	
<i>Aristida adscensionis L.</i>	-	
<i>Aciachne pulvinata</i>	-	
Juncaceae	<i>Luzula sp.</i>	junco
	<i>Distichia muscoides</i>	champa

Familia	Especie	Nombre Común
Asteraceae	<i>Senecio gamolepis</i>	-
	<i>Senecio rufescens</i>	-
	<i>Senecio serratifolium</i>	-
	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	tola
	<i>Astragalus sp.</i>	garbancillo blanco
	<i>Astragalus garbancillo</i>	garbancillo
	<i>Bromus uniolooides</i>	choclla
	<i>Werneria sp.</i>	-
	<i>Werneria pygmaea</i>	-
	<i>Perezia coerulescens</i>	-
	<i>Belloa sp.</i>	-
	<i>Xenophyllum digitatum</i>	-
	<i>Hypochoeris poiretti</i>	-
	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	tola
Rosaceae	<i>Trifolium amabile</i>	-
	<i>Margyricarpus sp.</i>	-
	<i>Alchemilla pinnata</i>	sillu sillu
Valerianaceae	<i>Polylepis incana</i>	queñual
	<i>Phyllactis rigida</i>	-
Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i>	pasto estrella
	<i>Plantago sp.</i>	-
	<i>Plantago tubulosa</i>	sik'i
Gentianaceae	<i>Gentiana prostata</i>	pencacu
	<i>Gentiana peruviana</i>	-
	<i>Gentiana sedifolia</i>	-
Apiaceae	<i>Azorella diapiensoides</i>	yareta
	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cavanilles	-
Fabaceae	<i>Astragalus garbancillo</i>	garbancillo blanco
	<i>Lupinus mutabilis</i>	tarwi
	<i>Margyricarpus strictus</i>	-
	<i>Trifolium amabile</i>	trébol blanco
Grossulariaceae	<i>Escallonia sp.</i>	chachacoma
Buddlejeae	<i>Buddleja coriacea</i>	colle
Caryophyllaceae	<i>Pycnophyllum sp.</i>	-
Compositae	<i>Paranephelius sp.</i>	-
Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i>	-

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

La familia Poaceae (Festuca, Calamagrostis, Stipa) se encuentra en el grupo de las mayores representantes del área de estudio. Integrando a los pastizales forrajeros, pastizales naturales, pastizales cultivados.

La familia Asteraceae conformada por la especie vegetal de mayor presencia la “tola” (*Parastrephia lepidophylla*) o la “thola” (*Parastrephia quadrangularis*) identificado en las zonas desnudas, laderas y roquedales.

En zonas de las montañas, predomina una vegetación saxicola como los líquenes (*Pycnophyllum sp*) y matorrales como pajonales.

En la Tabla 5.3-3 se presenta el listado de las especies en alguna categoría de conservación de acuerdo al D.S. N° 043-2006-AG.

Tabla 5.3-3 Listado de especies registradas con algún grado de amenaza de acuerdo al D.S. N° 043-2006 AG

Familia	Nombre científico	Condición
Rosaceae	<i>Polylepis incana</i>	(EN)
	<i>Polylepis tormentella</i>	(EN)
Buddlejaceae	<i>Buddleja coriacea</i>	(EN)
Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	(VU)
	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	(VU)
Grossulariaceae	<i>Escallonia resinosa</i>	(VU)

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

La *Polylepis incana*, *Polylepis tormentella* se encuentran dentro del área de influencia directa del proyecto, específicamente en el sector de los 3 cañones, ubicado en las márgenes del río Apurímac.

La especie “colle” (*Buddleja coriacea*) localizada también en las márgenes del río Apurímac en la zona de los 3 cañones, conjuntamente con los queñuales.

La “tola” (*Parastrephia lepidophylla*, *Parastrephia quadrangularis*) se encuentra localizada dentro del área de influencia directa del proyecto, en las inmediaciones de la presa de Angostura.

La especie “chachacoma” (*Escallonia resinosa*) se encuentra formando densos bosques en el área de estudio. Especie típica de la zona de vida del páramo muy húmedo subalpino subtropical.

5.3.3 FAUNA

5.3.3.1 AVES

De acuerdo al EIA, se han identificado 31 especies de aves. Las familias que presentan mayor abundancia son Furnariidae, Columbidae y Anatidae con cuatro especies cada una. La relación de especies identificadas se presenta en la Tabla 5.3-4.

Tabla 5.3-4 Lista de Especies de Aves registradas en el área de estudio

Familia	Especie	Nombre Común
Furnariidae	<i>Asthenes pudibunda</i>	Canastero
	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano
	<i>Cinclodes fuscus</i>	Yacu alcalde
	<i>Geositta sp.</i>	Pampero andino
Charadriidae	<i>Vanellus splendens</i>	Lique lique
	<i>Phegornis mitchelli</i>	Chorlito de diadema
Threskiornithidae	<i>Plegadys ridgwayi</i>	Yanavico
Emberizidae	<i>Phrygilus plebejus</i>	Plomo
	<i>Phrygillus punensis</i>	Plomito
	<i>Sicalis olivascens</i>	Botón de oro
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho
Fringillidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Pichinco
Motacillidae	<i>Anthus correndera</i>	Cachirla meridional
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina migratoria
Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	China linda
	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo
Tinamidae	<i>Nothoprocta ornata</i>	Perdiz
Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>	Tortolita
	<i>Metriopelia aymara</i>	Paloma serrana
	<i>Columbina cruziana</i>	Coato
	<i>Patagioenas (Columba) maculosa</i>	Torcaza

Familia	Especie	Nombre Común
Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Kajachu
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus chilensis</i>	Parihuana
Threskiornithidae	<i>Plegadis ridgwayi</i>	Puna ibis
Anatidae	<i>Anas specularioides</i>	Pato real
	<i>Anas puna</i>	Pato puna
	<i>Anas flavirostris</i>	chiptapato
	<i>Chloephaga melanoptera</i>	Huallata
Rallidae	<i>Pandirallus sanguinolentus</i>	Mototo
Aratingidae	<i>Bolborhynchus aurifrons</i>	Chalchaca
Thraupidae	<i>Thraupis bonariensis</i>	Chejuayto

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

En la distribución por formaciones vegetales, se apreció una diversidad alta de 2.51 bits/ind resultando una mayor abundancia y riqueza de presencia de aves en la formación vegetal Bofedal debido a que la zona presenta mayor cobertura vegetal.

5.3.3.2 MAMÍFEROS

En el EIA se evaluó la presencia de mamíferos menores y mayores. Se evidenció una mayor cantidad de mamíferos menores en zona de roquedales. En la Tabla 5.3-5 se presenta la relación de especies de mamíferos menores y en la Tabla 5.3-6 la relación de especies de mamíferos mayores.

Tabla 5.3-5 Lista identificada de mamíferos menores terrestres

Familia	Nombre científico	Nombre común
Chichillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha
Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón
	<i>Phyllotis sp.</i>	Ratón orejudo

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

Tabla 5.3-6 Lista identificada de mamíferos mayores terrestres

Familia	Nombre científico	Nombre común
Equidae	<i>Equus asinus</i>	Burro
	<i>Equus caballus</i>	Caballo
Bovidae	<i>Bos taurus</i>	Vaca
	<i>Ovis aries</i>	Oveja
Canidae	<i>Ducyston culpaeus</i>	Zorro
Cervidae	<i>Hippocamellus antisensis</i>	Taruca

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

5.3.3.3 REPTILES Y ANFIBIOS

Para el Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo, la consultora evaluó 5 puntos de monitoreo en Roquedal y Césped de Puna; sólo en cuatro de ellos se identificó al *Bufo spinulosus* “sapo común”. No se identificaron reptiles en el área de estudio.

En la Tabla 5.3-7 se presenta la relación de especies en alguna categoría de conservación, de acuerdo al D.S. N° 034-2004-AG.

Tabla 5.3-7 Lista de las especies amenazadas de fauna silvestre registradas

Clase	Familia	Nombre científico	Condición
Aves	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus chilensis</i>	NT
	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	NT
	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	EN
Mammalia	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	NT
	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	VU

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental de la Represa de Angostura y Gestión Ambiental a Nivel Definitivo. Cesel Ingenieros, 2010.

5.3.3.4 HIDROBIOLOGÍA

Se identificó 35 especies del Fitoplancton que corresponden a cuatro divisiones de algas: Chlorophyta, Bacillariophyta, Cianophyta y Euglenozoa.

Las algas que representan una mayor abundancia son: las diatomeas Bacillariophyta; seguido de las algas verdes Chlorophyta; las algas verdes-azules Cianophyta y las Euglenas.

Se identificó 10 especies del Zooplancton que corresponden a 7 grupos: Nematoda, Annelida, Rotifera, Rhizopoda, Ciliophora, Heterocontophyta y Arthropoda. El grupo Ciliophora representa mayor riqueza seguido del grupo Nematoda y el grupo Rotifera con 3 especies agrupados en 3 individuos. Los demás grupos presentaron una especie cada uno.

Se identificó 17 especies de Macroinvertebrados bentónicos que corresponden a 5 grupos: Nematoda, Annelida, Cnidaria, Platyhelminthes, Mollusca y Arthropoda. El grupo más representativo es el Arthropoda con 85 individuos representando el 55%, seguido del grupo Annelida con 79 individuos representando el 32%, el grupo Cnidaria con 17 individuos representando el 7%, el grupo Platyhelminthes con 13 individuos representando el 5% y el grupo Mollusca con 3 individuos representando el 1%.

El grupo Arthropoda presenta mayor índice de riqueza con 8 especies, seguido del grupo del Annelida con 7 especies y el último grupo Platyhelminthes con 4 especies.

En relación a los peces, se ha identificado truchas (*Oncorhynchus mykiss*) y bagres (*Trichomicterus sp.*) en los ríos Salado y Apurímac.

5.4 LÍNEA BASE SOCIAL

5.4.1 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL DIRECTA

En relación al Estudio de impacto ambiental de la represa Angostura, el Área social de influencia directa está conformada por el Anexo de Pusa Pusa, en el distrito de Caylloma, Región Arequipa. Comprende también, los núcleos poblacionales ubicados en el distrito de Tisco por donde ha de pasar el túnel de transvase con dirección al río Colca, como el Anexo de Tarucamarca en la provincia de Caylloma Arequipa, y las comunidades campesinas que se ubican en los distritos de Suykutambo, Coporaque y Espinar en la provincia de Espinar región Cusco, tales como: Hancamayo, Apachaco puente central, Apachillanca, Mamanihuayta, Hancocahua Manturca, Cotahuasi, Hatun Ayra Collana, Sepillata, Anansaya Collana Chisicata, Suero y Cama.

En cuanto a aspectos demográficos, el total de habitantes del área de influencia directa bajo estudio asciende a 10 762 personas. Se trata de una población

demográficamente joven, donde el 39.03% es menor de 15 años y el 53.83% de la población tiene entre 15 y 64 años. La población mayor de 65 años representa apenas el 7.14%.

El mayor número de pobladores lo presenta la comunidad Hatun Ayra Collana en el distrito de Coporaque, provincia de Espinar, región Cusco con 1 002 habitantes. Según la información obtenida en campo, el 41.50% de la población es menor de 15 años y solo el 7.0% es mayor de 65 años. La localidad con menor población es la comunidad campesina de Apachillanca, ubicada en el distrito de Coporaque, provincia de Espinar, región Cusco con 252 habitantes de los cuales el 41.30% es menor de 15 años y el 6.80% mayor de 65 años.

Las comunidades campesinas que presentan el mayor porcentaje de población menor de 15 años son Apachaco Puente Central con 47.30%, Cotahuasi y Hatun Ayra Collana ambas con 41.50% y Apachillanca con 41% todas ubicadas en el distrito de Coporaque. Las comunidades campesinas que presentan el mayor porcentaje de población mayor de 65 años son Manturca (distrito de Coporaque) con 18%, seguida por Anansaya Collana Chisicata (distrito de Espinar) con 15% y Sepillata (distrito de Espinar) con 10%.

En cuanto a la composición de la población por sexo, se observa que la población se distribuye de manera homogénea, estimándose el porcentaje de varones en 50.25% y el de mujeres en 49.75%.

El Índice de Envejecimiento Poblacional (IEP) más alto que presentan las comunidades bajo estudio corresponde a “Manturca”: 60%; seguida por “Anansaya Collana Chisicata”: 46.88%; y Sepillata: 33.33%. El IEP más bajo lo presenta “Apachaco Puente Central” con 7.99%. El Índice de Renovación Poblacional (IRP) para las 12 comunidades bajo estudio se estima en 5.46 menores de 15 años por cada persona mayor de 65 años. Las comunidades “Apachaco Puente Central”; y “Mamanihuayta” en el distrito Coporaque, presentan los IRP más altos, estimados en 12.51; y 10.25 menores de 15 años por cada persona mayor de 65 años. “Manturca”, “Anansaya Collana Chisicata” y “Sepillata” se ubican como las comunidades con IRP más bajos: 1.67; 2.13; y 3.00 menores de 15 años por cada persona mayor de 65 años.

En el ámbito de los ocho distritos que conforman la provincia de Espinar sólo existen 12 establecimientos de salud (01 Centro de Salud y 11 Puestos de Salud), siendo la provincia con menor cobertura de infraestructura en el departamento del Cusco, después de las provincias Acomayo (09 establecimientos) y Urubamba (11 establecimientos).

La mayor cobertura en infraestructura educativa presente en las comunidades del área de influencia bajo estudio se observa en la modalidad primaria, contabilizándose 17 instituciones educativas. En la modalidad inicial se registraron 05 instituciones educativas; y sólo 02 instituciones en modalidad secundaria, haciendo un total de 24. Se observa que la cobertura en la modalidad secundaria por comunidad es restringida.

El número de viviendas estimado para los anexos y comunidades campesinas comprendidas en el área de influencia directa del proyecto asciende a 3 210 siendo 3.35 el promedio de habitantes por vivienda.

En términos generales las comunidades campesinas bajo estudio, tienen carencia de servicios básicos de agua potable por red pública, desagüe y alumbrado eléctrico. Sólo

3 de las 12 comunidades cuentan con el servicio de alumbrado eléctrico restringido: Suero y Cama con 55% del total de viviendas debido a su cercanía con el centro poblado de Yauri, Apachaco Puente Central con el 55% del total de viviendas, Cotahuasi con el 25% del total de las viviendas y Anansaya Collana Chisicata con el 5% del total de viviendas.

En cuanto a abastecimiento de agua, la comunidad de Sepillata dispone de agua entubada sin tratamiento ni potabilización; en la comunidad de Hancamayo existe un reservorio de concreto que no abastece las necesidades de la población; el abastecimiento de agua se hace juntando agua en baldes y bidones. Por otro lado, en Apachaco Puente Central, no se cuenta con agua potable, el 80% de las viviendas consume agua entubada captada en los manantiales, en Apachillanca el agua para consumo humano se traslada en bidones sobre burros desde el río Apurímac hasta las viviendas.

En Anansaya Collana Chisicata, no existen manantiales para el agua de consumo humano, se obtiene del río Apurímac y se almacena en bidones. En la comunidad de Mamanihuayta existen pocos manantiales que abastecen a algunas estancias, el agua para consumo humano es entubada no potabilizada. Por su parte, en la comunidad de Manturca el agua para consumo humano se capta de manantiales y no recibe tratamiento de cloración. Estas fuentes reducen su caudal o desaparecen durante los meses de estiaje.

La principal actividad económica practicada por la población de los Anexos y Comunidades Campesinas del área de influencia directa es la ganadería. Las praderas naturales están afectadas por un pastoreo continuo (sin descanso) y en ocasiones con la quema de los pastizales, degradándose los suelos, como consecuencia de la disminución de la densidad de las especies vegetales palatales debido al sobrepastoreo de las praderas.

La principal crianza es de ovinos, la raza predominante es Corredale, seguida por la criolla y cruzado. En el caso del ganado vacuno, la raza predominante es Brown Swiss. Las variedades de alpaca encontradas son Huancaya y Suri; en llamas Ccara y Chasqa.

5.4.2 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL INDIRECTA

El Área social de influencia indirecta está conformada por la provincia de Caylloma y los distritos de Caylloma y Tisco en la provincia de Caylloma región Arequipa, y la provincia de Espinar y los distritos de Suykutambo, Coporaque y Espinar, en la provincia de Espinar región Cusco.

El área social de influencia indirecta, demográficamente, cuenta con una población de 136 416 habitantes, de ella 59 049 residen en el área rural y 77 367 en el área urbana. En lo que respecta a género existe una población total de 69 365 hombres y 67 051 mujeres.

En lo relacionado a la población por edades, en el área social de influencia indirecta, la tendencia nos muestra que las provincias y distritos cuentan con una población mayoritariamente joven menor de 25 años lo que permite en perspectiva a estas poblaciones una gran posibilidad de expansión y desarrollo de capacidades que han de

favorecer ulteriormente al desarrollo socioeconómico de estos poblados en función a la correcta aplicación de las políticas de desarrollo del caso.

A nivel de viviendas, la provincia de Caylloma cuenta con 27 549 viviendas de las cuales se encuentran ocupadas con personas presentes 20 684, y en la provincia de Espinar existen 20 585 viviendas, de las cuales se encuentran ocupadas con personas presentes 16 076. Predominan las viviendas construidas con paredes de adobe o tapia y piedra con barro seguidos de las paredes construidas con ladrillo o bloque de cemento. Por otro lado, el material predominante de los pisos de las viviendas es tierra, seguidos de los pisos de cemento.

En cuanto al nivel educativo alcanzado en el área de influencia social, en el nivel superior completa, la provincia de Caylloma reporta 3 172 (4.6 %) pobladores con nivel superior completo, mientras que la provincia de Espinar reporta 1 388 pobladores (2.4 %).

La provincia de Caylloma cuenta con dos hospitales, uno perteneciente al MINSA y el otro a Essalud, ambos se encuentran en la capital Chivay. Por su parte, la provincia de Espinar cuenta con dos hospitales, uno perteneciente al MINSA y otro perteneciente a Essalud. El CLAS o Centro de Salud de Espinar cuenta además con 13 camas para hospitalización y dos ambulancias de las cuales solo una está operativa.

En cuanto a lo que se refiere a la PEA ocupada según ocupación principal, dentro del área social de influencia tenemos que la provincia de Caylloma cuenta con un 42.2% que corresponde a trabajadores no calificados, de servicios, peones, vendedores ambulantes y afines, y un 22.5% correspondiente a agricultores, trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros. En la provincia de Espinar, región Cusco la PEA ocupada según ocupación principal se manifiesta en dos rubros el de trabajadores no calificados, de servicios, peones, vendedores ambulantes y afines con un 32.9% siguiéndole en importancia el rubro de Agricultores, trabajadores calificados agropecuarios y pesqueros con un 30.9%.

En el campo cultural, la población en el área de influencia indirecta es en lo fundamental católica con una población de aproximadamente 77 581 personas, pese a ello, se han identificado manifestaciones de sincretismo cultural entre la visión católica con la cosmovisión andina, que se mantiene como una forma de resistencia cultural a través de los años.

En este campo, sobresalen, los atractivos turísticos, las expresiones artísticas como las danzas y la artesanía y las manifestaciones gastronómicas, así como también las fiestas patronales, entre las cuales tenemos en la provincia de Caylloma en el distrito de Caylloma la celebración de la Virgen de la Natividad el 08 de septiembre y la Virgen del Rosario el 07 de octubre. En el distrito de Tisco son importantes las celebraciones de San Pedro y San Pablo el 29 de junio y la Virgen de la Presentación el 21 de noviembre.

En la provincia de Espinar, las celebraciones más importantes son las del distrito de Suyckutambo, cuyo aniversario distrital es el 23 de Agosto, en el distrito de Coporaque la Santa Cruz el 03 de mayo y en el distrito de Espinar, la fiesta de Reyes el 06 de enero, los tradicionales carnavales en el mes de febrero y la Santa Cruz el 03 de mayo.

VI. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y COMPONENTES A MODIFICAR

6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El Proyecto Especial Majes Sigwas inicial fue desarrollado para ejecutarse en dos etapas, y su formulación y concepción general, estuvo basada en fomentar el desarrollo regional a través de la regulación y derivación de los recursos hídricos provenientes de las cuencas altas de los ríos Colca y Apurímac, para su aprovechamiento y uso múltiple, en la irrigación de hasta 600 000 hectáreas de tierras en las Pampas de Majes y Sigwas, Región Arequipa.

La Etapa I del Proyecto se inició en el año 1973 y, comprendió la construcción del embalse de Condorama con una capacidad de 285 hm³, la toma de Tuti en el río Colca y la derivación Tuti – Huasamayo de 101 km (88 km de túneles y 13 km de canales) de capacidad de 34 m³/s, la toma de Pitay en el río Sigwas, la derivación a las Pampas Majes y la irrigación de hasta 23 000 ha de tierras.

Según información que se consignó en el EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA, de acuerdo al Estudio y Proyecto Definitivo de la Presa de Angostura y Derivación Angostura – Colca; 1999, elaborado por la Asociación HARZA – MISTI por encargo de AUTODEMA; la Etapa II del proyecto, comprende la construcción de la presa de Angostura de 1 140 hm³ de capacidad neta, ubicada en la cuenca alta del río Apurímac; un túnel de derivación de 30 m³/s de capacidad y 16 507 km de largo, que deriva las aguas del embalse a la quebrada de Chalhuanca - afluente del río Colca, una toma en el río Sigwas y la conducción de las aguas hacia las Pampas de Sigwas, para regar 38 500 ha.

Cabe resaltar que el recurso hídrico más importante del Proyecto Especial Majes Sigwas Etapa II, proviene de la regulación del río Apurímac, el cual incorporará 38 500 hectáreas agrícolas.

Las obras corresponden a la construcción de un túnel de conducción para la irrigación de las Pampas de Sigwas, que se encuentra conformado por el embalse, la presa, la derivación Angostura – Colca e instalaciones auxiliares para la etapa de construcción y operación.

En la Tabla 6.1-1 se realiza una comparación general de los componentes que consideran el presente Expediente Técnico Sustentatorio (ITS), los cuales se describirán a lo largo del contenido de este capítulo.

Tabla 6.1-1 Etapas y Componentes del Proyecto Especial Majes Sigwas

I Etapa	II Etapa	II Etapa (ITS)
	1er componente	1er componente
<ul style="list-style-type: none"> ■ Represa de condorama (285 hm³) ■ Bocatoma de tuti (capacidad de descarga) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Presa de angostura con un volumen útil de 1 140 hm³. ■ Derivación angostura-colca a través el túnel transandino de longitud 16,507 km y capacidad 30 m³/s. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Presa de angostura con un volumen útil de 1 140 hm³. (embalse). ■ Derivación angostura-colca a través el túnel

I Etapa	II Etapa	II Etapa (ITS)
<p>34 m³/seg.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aducción colca-siguas (88 km túneles, 13 km de canales y caudal de 34 m³/s) ■ Bocatoma de pitay 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Derivación siguas hacia pampas de siguas. ■ Red de distribución e infraestructura de riego para habilitar y desarrollar 38 500 ha de tierras nuevas en las pampas de siguas. 	<p>transandino de longitud 16 256 km y capacidad 30 m³/s.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Instalaciones auxiliares: canteras, campamentos, depósitos de material excedente, accesos, polvorines, otros.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Derivación siguas hacia pampa de majes (15 km y caudal de 20 m³/s) 	<p style="text-align: center;">2do y 3er componente</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Subasta de 38 500 ha en siguas y 7 000 ha en majes. ■ Estructuración de un plan integral de desarrollo. 	No aplica
<ul style="list-style-type: none"> ■ Red de distribución e infraestructura del riego (23 000 ha) ■ Carretera y servicios 	<p style="text-align: center;">4to componente</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Concesión de un proyecto de servicio de energía eléctrica a través de por los menor 2 plantas hidroeléctricas (530 mw). 	No aplica

* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

** Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura – Consorcio Angostura Siguas

De acuerdo a los estudios de ingeniería desarrollados hasta la fecha se estima un periodo de construcción de la Etapa II del proyecto Especial Majes Siguas de 48 meses (el cual comprende tanto la construcción de la presa y túnel de derivación) y 16 años de operación. A continuación se describen los principales componentes e instalaciones auxiliares. En el Anexo B se adjuntan los planos de los componentes considerados para el ITS.

6.2 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL PROYECTO

Las variaciones referidas al presente ITS corresponden a:

- Cambios en el diseño de la presa:
 - Reconfiguración y reubicación de la presa.
 - Cambio en el diseño de presa.
- Cambios en las labores subterráneas:
 - Variación en el trazo del túnel de trasvase, variación de frentes de trabajo.
 - Cambios menores complementarios en las labores subterráneas.
 - Cambios en las áreas de soporte para las actividades de labores subterráneas.
- Cambios en las áreas de soporte para las actividades (instalaciones auxiliares):
 - Cambios en la ubicación del Depósito de Material Excedente (DME).
 - Cambios en la superficie de extracción de agregados (cantera). Se amplia superficie y tentativamente se consideran adicionales de menor magnitud para habilitación de accesos.
 - Cambios ubicación y adición de un campamentos.
 - Reconfiguración y reubicación de otras instalaciones (área de abastecimiento, instalación para la preparación de agregados y concreto, otros), inclusión de dos polvorines.
 - Cambios en los accesos (trazo y longitud).

En la Tabla 6.2-1 se lista y describen las características de los componentes a modificar.

Tabla 6.2-1 Características Técnicas de los Componentes

Ítem	Componente	EIA*	ITS**	Observación
1	Embalse	Volumen útil de 1 140 hm ³	Volumen útil de 1 140 hm ³	■ Variación poco significativa por reubicación de presa.
2	Presa	Tipo CCR	Tipo CFRD	■ Modificación tipo de presa (CCR - CFRD). ■ Se desplaza 292 m al SSO
3	Túnel de Tránsito	16.507 km	16.256 km	■ Modificación de trazo. ■ Reducción longitud. ■ Modificación tipo de construcción.
4	Accesos	26 241 km.	32 818 km.	■ Incluye accesos auxiliares
5	Campamentos	02	03	■ Se reubican y se adiciona.
6	Depósitos de Material Excedente	04	04	■ Se reubican.
7	Área de explotación de agregados	01 principal	01 principal 01 secundaria 08 tentativas	■ Se amplía superficie de cantera principal. Se considera áreas tentativas.

* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

** Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura – Consorcio Angostura Siguas

6.2.1 EMBALSE

El embalse abarcará las Pampas de La Calera en el eje del río Apurímac y las pampas de Pusa Pusa en el eje del río Hornillos, la superficie de la cuenca captada asciende a 1 290 km², la zona de embalse está conformada por sedimentos litificados con características típicas de un fondo lacustre, creando condiciones favorables para su impermeabilización. En Tabla 6.2-2 se presentan sus principales características técnicas.

Tabla 6.2-2 Características Técnicas del Embalse

Ítem	Características Técnicas	EIA*	ITS**
1	Máximo nivel del embalse (PMF)	4 216.6 msnm	4 222 msnm
2	Nivel de Agua Máximo Normal (NAMO)	4 214 msnm	4 219 msnm
3	Nivel de Agua Mínimo Normal (NAMI)	4 174 msnm	4 180 msnm
4	Volumen Bruto	1 290 hm ³	1 317 hm ³
5	Volumen Neto	1 140 hm ³	1 140 hm ³
6	Volumen Muerto	151 hm ³	177 hm ³
7	Cuenca Captada	1 290 km ²	1 290 km ²

* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

** Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura – Consorcio Angostura Siguas

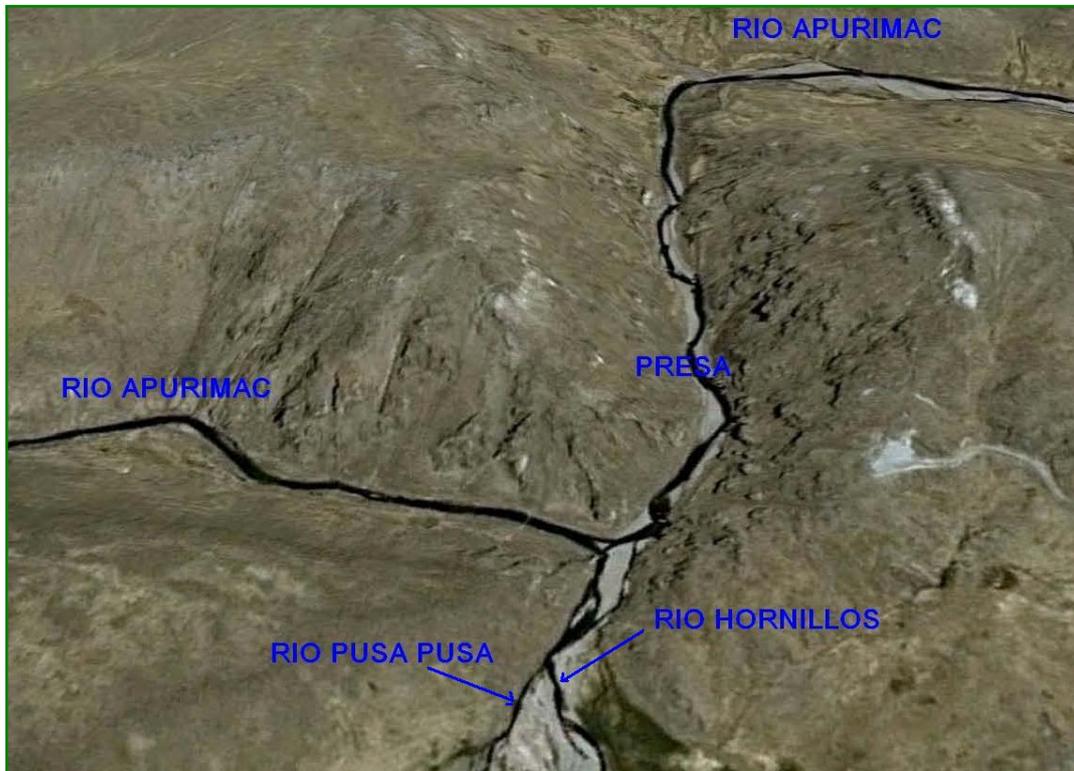
6.2.2 PRESA

La Presa de Angostura se ubica sobre el río Apurímac, aproximadamente a 450 m aguas abajo de la confluencia del río Hornillos. Este río recibe también pocos metros antes, las aguas del río Pusa Pusa.

La zona donde se ubica se denomina La Angostura y comprende una garganta natural (cañón) orientada en dirección Norte-Sur, conformada por los cerros Chirioca (izquierda) y Huaypune (derecha), la cual presenta buenas condiciones para el

emplazamiento de la presa dada su geomorfología uniforme y simétrica, y su sección aparente en forma de “V”.

Figura 1-1 Vista aérea del emplazamiento previsto para la presa de Angostura



En la descripción del proyecto del EIA se consideró como método recomendado de construcción de la presa el método CCR (Concreto compactado con rodillos). Este método es una combinación de técnicas utilizadas en las presas de concreto convencional y presas de tierra, con un uso de cemento.

La mezcla a utilizar se conforma con cemento portland, puzolanas, agregados locales y agua. La colocación se desarrolla a través de capas de igual espesor y con un ritmo de avance tal que se unan sin necesidad de tratamientos especiales con mortero. La nivelación y reparto de la mezcla CCR se efectúa por medio de bulldozers con orugas de goma. Para la compactación se utilizará un rodillo vibratorio de tipo automotor de tambor doble o sencillo y con un peso no menor a 9 toneladas. La operación se desarrolla de manera continua, colocando una capa encima de la otra, evitando la formación de juntas frías. En caso de que se formen estas últimas, se debe remover cualquier tipo de contaminación que haya sobre la capa y luego aplicar un mortero base, usualmente de 2 cm de espesor, con un alto contenido de cemento, lo cual mejora la adherencia y la resistencia al cortante entre capas.

Se estimó que para la construcción de esa Presa se emplearía 50 000 toneladas de cemento, con una altura máxima de 102 m con una cota de coronación de 4 217 msnm; la longitud de la corona alcanzará los 302 m, además contará con un aliviadero escalonado con una ojiva sin compuertas, que permitirá el rebose del agua sin afectar la estructura tendrá un ancho de 50 m.

Para la elección del tipo de presa actual Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura – elaborado por el Consorcio Angostura Sigvas, se sustenta en un aspecto de mejora tecnológica, para lo cual se realizó un estudio

hidrológico, de materiales y geología del entorno, donde se determinó su construcción mediante presa de CFRD (Concrete Face Rock Dam).

En la Tabla 6.2-3 se presenta la comparación de las características técnicas de diseño y construcción de las presas.

Tabla 6.2-3 Características Técnicas de la Presa CCR y CFRD

Ítem	Características Técnicas	EIA*	ITS**
1	Tipo	CCR (Concreto compactado con rodillo)	CFRD (Cara de concreto con enrocado)
2	Cota de coronación	4 217 msnm	4222 msnm
3	Longitud de coronación	302 m	329.82 m
4	Altura máxima (desde la fundación)	102 m	92 m
5	Cresta del aliviadero	4 214 msnm	4 219 msnm
6	Aliviadero	Tipo escalonado	Tipo escalonado
7	Talud aguas arriba	Vertical	0,75 H: 1,0 V
8	Talud aguas abajo	0,75 H: 1,0 V	0,75 H: 1,0 V

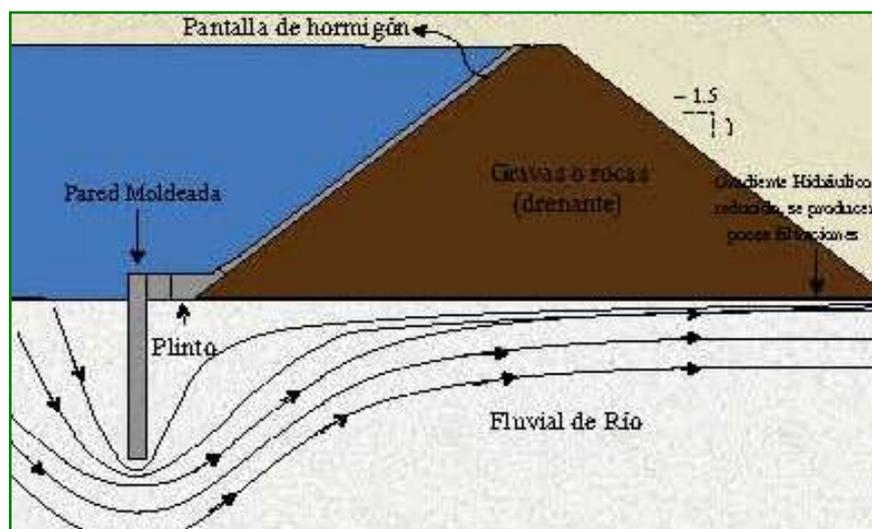
* Fuente: EIA aprobado mediante Resolución de Dirección General N° 049-10-AG-DVM-DGAA

** Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura – Consorcio Angostura Sigvas

Las presas CFRD, basan su diseño en un cuerpo de presa de material granular permeable y una pantalla impermeable de hormigón en el paramento de aguas arriba. La pantalla apoya sobre un plinto de hormigón armado, en toda la zona de cimentación. A partir del plinto, en la zona de material aluvial, se dispone una pantalla moldeada para conseguir la impermeabilidad bajo la presa.

La Presa de Angostura proyectada por sus características presenta seguridad frente a los movimientos sísmicos, lo cual se trata de un elemento claramente ventajoso debido a las características de la zona donde se pretende ubicar. En la Figura x se presenta el esquema de la sección tipo de presa de CFRD.

Figura 1-2 Sección de una presa CFRD

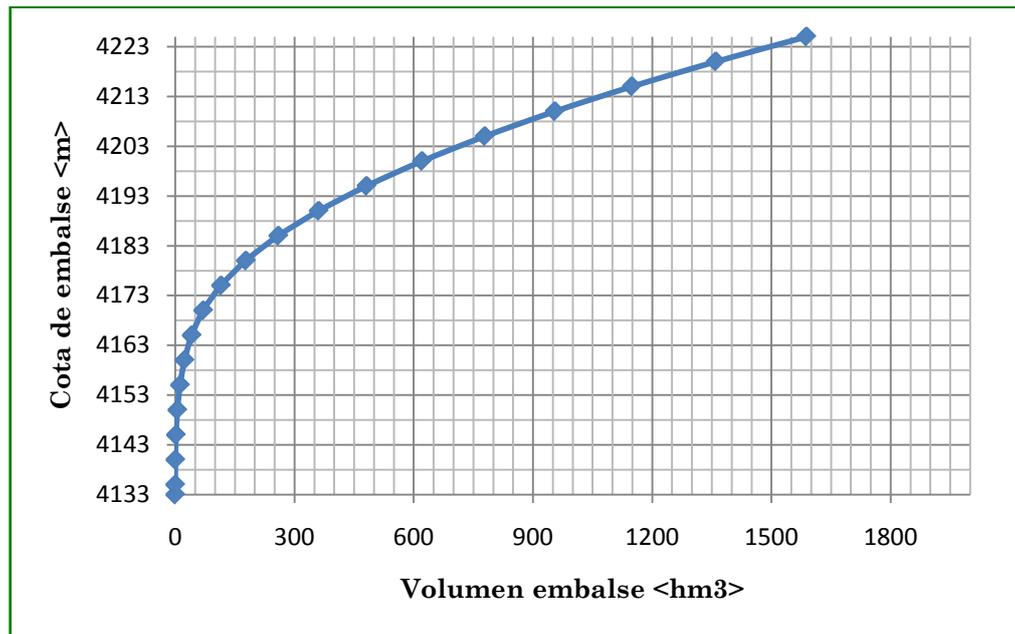


Por otro lado y del estudio de materiales realizado, puede afirmarse que la cerrada seleccionada es adecuada por presentar materiales competentes que permiten la construcción de una estructura (cuerpo de presa) sobre ellos; y por tener dichos materiales (los de la cerrada y el vaso) un grado de impermeabilidad que asegura la estanqueidad del vaso.

Para el eje de presa previsto se ha definido la curva de embalse mostrada en la figura siguiente, como también los valores numéricos derivados de la curva de embalse.

De acuerdo a las necesidades de embalse requeridas para el uso que se pretende dar a la Presa de Angostura, la capacidad útil de embalse debe ser de al menos 1 140 hm³. La cota del nivel mínimo de operación (NAMI) del embalse, como se expondrá más adelante en un apartado posterior, se ha fijado en 4 180 m.s.n.m. lo que se traduce en un volumen muerto de 177 hm³, lo que obliga a un volumen bruto que sea igual o superior a 1 317 hm³.

Figura 1-3 Curva de embalse para el emplazamiento seleccionado.



En estas condiciones se tienen por lo tanto, las siguientes características para el embalse y el cuerpo de presa:

- Volumen bruto = 1 317 hm³ (NAMO = 4 219 m.s.n.m.)
- Volumen muerto = 177 hm³ (NAMI = 4 180 m.s.n.m.)
- Volumen útil = 1 140 hm³
- Espejo del agua al NAMO = 43.3 km²
- Cota de coronación = 4 222 m.s.n.m.
- Cota del cauce = 4 133 m.s.n.m.
- Altura del cuerpo de presa desde el cauce = 89 m

Los materiales encontrados en el sitio de presa son los que a continuación se exponen:

- Aglomerados volcánicos.
- Alternancias de brechas volcánicas con andesitas.
- Gravas arenosas con inclusiones de cantos rodados.

La cerrada se caracteriza por tener los estribos en roca, formados por los grupos de brechas y andesitas, mientras que la parte baja del valle tiene espesores de gravas de hasta 20 metros de potencia, en el cauce del río.

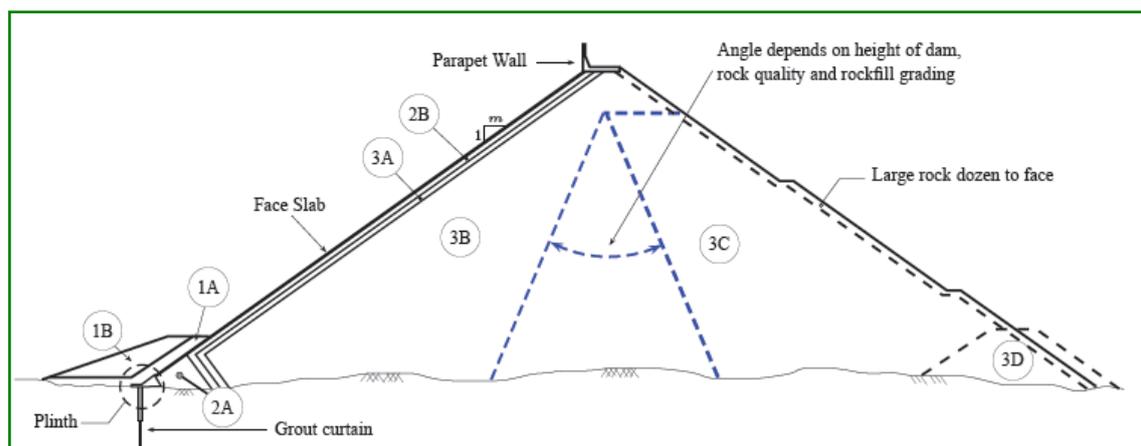
Por otro lado, analizando los materiales que serán mojados por el embalse se puede concluir que estos serán:

- Aglomerados andesíticos del grupo Tacaza, formados por aglomerados en una matriz andesítica con cantos entre 1 cm y 10 cm y tobas de grano fino a medio.
- Alternancias de estratos lapillíticos con areniscas arcillosas de grano fino a medio y pertenecientes al grupo Pusa.
- Lavas procedentes de los fenómenos vulcanológicos acontecidos en la región y pertenecientes al grupo Barroso.
- Depósitos clásticos que rellenan las partes bajas del embalse, debidos a fenómenos fluvio-glaciares y fluviales del Cuaternario.

Todos estos materiales muestran en sus taludes naturales inclinaciones de entre 2° a 5°, es decir, pendientes muy tendidas, por lo que no se presentarán fenómenos de inestabilidad que pudieran afectar al vaso. En cuanto al posible efecto adverso del desembalse rápido, tampoco existirán problemas ulteriores, debido a que los materiales mojados no tendrán problemas de disipación de presiones intersticiales o acumulación de tensiones residuales por efecto de la rápida bajada de la lámina de agua. Estos problemas podrían presentarse en los depósitos clásticos, pero debido a que se encuentran en la zona baja del embalse y por debajo del nivel muerto, no tendrán ninguna afeción en el vaso y su estabilidad.

Para la ejecución de las distintas zonas de la presa se emplearán los materiales localizados en la Pampa Pusa-Pusa, que se encuentran en los lechos de los principales ríos y que se corresponden con depósitos aluviales integrados por gravas arenosas y arenas gravosas con cantos rodados.

Figura 1-4 Esquema en alzado de una presa de enrocado con pantalla de concreto



Los préstamos de la Pampa de Pusa-Pusa son adecuados para la construcción de una presa tipo CFRD, si bien, debido a la propia naturaleza de los préstamos, el material extraído serán principalmente gravas, siendo la presa por lo tanto del tipo CFGD (Concrete Face Gravel Dam) más que CFRD propiamente dicha.

Las granulometrías de la Pampa Pusa-Pusa han mostrado su idoneidad para la realización de los rellenos tipo 3B y 3C.

Para las zonas 2B y 2C se requerirá un tratamiento mínimo, consistente en la eliminación de las fracciones más gruesas por cribado o en el machaqueo parcial de las mismas, a fin de cumplir con los requerimientos establecidos.

El material 3A también requerirá de un cierto cribado en el que se eliminen los tamaños más grandes, con objeto de cumplir con el huso establecido para el mismo y para que sirva como material de transición entre la capa de apoyo de la pantalla y el cuerpo de presa.

En cuanto al volumen de material disponible no supone una preocupación, pues la extensión de las Pampas es de una entidad considerable (cubre la totalidad de la superficie de embalse en las zonas bajas) por lo que dispondrá de todo el necesario para la ejecución de los materiales: 2A, 2B, 3A, 3B y 3C.

Respecto del material de rip-rap, será obtenido de las excavaciones en la obra de toma y en el aliviadero y su canal de descarga, teniéndose material suficiente para el enrocado de protección del talud de aguas abajo de la presa.

Por lo que respecta al proceso constructivo de la Presa de Angostura puede estructurarse en las siguientes fases principales, siguiendo el siguiente orden cronológico de actuaciones.

- Realización de excavación en el aluvial y en laderas
- Ejecución del diafragma de concreto
- Ejecución del relleno del cuerpo de presa
- Ejecución del plinto
- Ejecución de los muros de cierre lateral
- Tratamientos de consolidación
- Tratamientos de impermeabilización. Inyecciones convencionales
- Pantalla de concreto apoyada sobre el cuerpo de presa.
- Elementos de auscultación

Previo a la realización de los tratamientos de impermeabilización, a través de inyecciones convencionales, como de la pantalla de concreto apoyada sobre el cuerpo de presa se precisa haber finalizado los trabajos de construcción tanto del plinto como del cuerpo de presa.

Tanto las inyecciones de consolidación como las inyecciones de impermeabilización se realizarán mediante inyecciones convencionales. Estos tratamientos serán ejecutados mediante perforación de una serie de taladros los cuales serán inyectados por el método ascendente.

Además, en la presa se ha previsto instalar un conjunto de equipos de medición de manera que se controlen: las deformaciones, asentamientos, presiones de agua durante la construcción y la operación de la infraestructura durante su vida útil.

En la siguiente imagen se puede apreciar el proceso constructivo de una presa de las mismas características a la que se pretende construir.

Figura 1-5 Ejecución del plinto y trabajos de la pantalla de concreto apoyada sobre el cuerpo de presa



En la Tabla 6.2-4 se incluyen las principales unidades de obra del cuerpo de la Presa con sus respectivas unidades de medida.

Tabla 6.2-4 Principales unidades de obra del cuerpo de la presa

Presa de Angostura		
Movimiento de tierras		
Excavación en material suelto con agua	M3	41 212.06
Excavación en material suelto sin agua	M3	70 663.78
Concreto (f'c=21mpa)	M3	209.00
Concreto (f'c=28mpa)	M3	1 404.30
Acero de refuerzo	T	112.34
Enrocado - 5" < d < 20"	M3	476.90
Relleno con material tipo 1a	M3	11 423.50
Relleno con material tipo 1b	M3	20 721.42
Relleno con material tipo 2a	M3	1 543.99
Relleno con material tipo 2b	M3	93 233.07
Relleno con material granular fino 3a	M3	65 697.76
Relleno con material gravo arenoso 3b	M3	824 940.92
Relleno con enrocado tipo 3c	M3	702 426.16
Material de afirmado capa e = 0.40 m.	M2	2 066.00
Instrumentación	Glb	1.00
Pantalla de concreto (sobre talud)		
Concreto (f'c=28mpa)	M3	14 421.75
Concreto (f'c=14mpa) i/ compactado de talud	M2	28 843.50
Acero de refuerzo	T	1 225.85
Sellado de juntas - según diseño	M	2 256.67
Plinto		
Concreto regularización	M3	440.88
Pantalla de concreto en fluvial		
Concreto (f'c=28mpa)	M3	50.00
Acero de refuerzo	T	51.85
Encofrado plano	M2	200.00
Pantalla de concreto de e= 80 cm	M2	700.00
Pantalla de impermeabilización y consolidación		
Perforaciones de 4"	M	5 795.00
Inyecciones de lechada de cemento	Tm	1 854.40

Estudio Definitivo para las Obras de la Presa Angostura y la Derivación Angostura – Consorcio Angostura Siguas