

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

## APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ (PRESIDENTE DR. NÉSTOR C. KIRCHNER Y GOBERNADOR JORGE CEPERNIC), PROVINCIA DE SANTA CRUZ

### CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

#### INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PRESAS</b>	<b>5</b>
1.1.1	Tipos de presas	6
1.1.2	Condiciones físicas de emplazamiento	8
1.1.3	Parámetros característicos	9
1.1.4	Fuerzas actuantes	9
1.1.5	Desvío del río	10
1.1.6	Aliviaderos	11
1.1.7	Curva de remanso	12
<b>1.2</b>	<b>CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA</b>	<b>13</b>
1.2.1	Demanda diaria de Potencia	13
1.2.2	Curva de duración de Potencia de un Aprovechamiento	14
1.2.3	Oferta de Potencia de un aprovechamiento, como base o empuntado	15
1.2.4	Factor de planta y Factor de utilización	17
<b>1.3</b>	<b>PRINCIPALES APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS EN LA REPUBLICA ARGENTINA</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RIO SANTA CRUZ</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>PRINCIPALES COMPONENTES DEL PROYECTO</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>ETAPAS DEL PROYECTO</b>	<b>23</b>
<b>2.4</b>	<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>	<b>23</b>

2.4.1	Desvinculación de los niveles de embalse de NK de los del Lago Argentino	25
2.4.2	Parámetros básicos de construcción y niveles de operación	26
2.4.3	Principales aspectos hidráulicos que se modifican con la introducción de las presas en el río Santa Cruz	30
<b>2.5</b>	<b>PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE PRESAS: LLENADO DE LOS EMBALSES</b>	<b>31</b>
<b>2.6</b>	<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b>	<b>34</b>
2.6.1	Escenario de operación ordinaria basado en los informes aportados por la UTE	35
2.6.2	Escenario de operación ordinaria basado en el empuntamiento de JC	36
2.6.3	Escenario de operación extraordinaria	41
<b>2.7</b>	<b>MANEJO DE RIESGOS</b>	<b>42</b>
<b>3</b>	<b>OBRAS PRINCIPALES</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>PRESA PRESIDENTE DR. NÉSTOR KIRCHNER</b>	<b>44</b>
3.1.1	Presa	45
3.1.2	Vertedero	46
3.1.3	Obra de Toma	48
3.1.4	Central	49
3.1.5	Descargador de fondo	50
3.1.6	Escala de Peces	51
3.1.7	Desvío del río	52
3.1.8	Camino de acceso	54
<b>3.2</b>	<b>PRESA GOBERNADOR JORGE CEPERNIC</b>	<b>55</b>
3.2.1	Presa	56
3.2.2	Vertedero	57
3.2.3	Obra de Toma y central	58
3.2.4	Descargador de fondo	59
3.2.5	Escala de peces	61
3.2.6	Desvío del río	62
3.2.7	Camino de acceso	64
<b>4</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>	<b>65</b>
<b>4.1</b>	<b>CAMINOS DE ACCESO TEMPORALES</b>	<b>69</b>

<b>4.2</b>	<b>PUENTE DE SERVICIO NESTOR KIRCHNER</b>	<b>69</b>
4.2.1	Premisas de diseño	70
4.2.2	Memoria descriptiva	70
4.2.3	Metodología constructiva	74
<b>4.3</b>	<b>PUENTE DE SERVICIO JORGE CEPERNIC</b>	<b>75</b>
4.3.1	Premisas de diseño	75
4.3.2	Memoria descriptiva	76
4.3.3	Metodología constructiva	79
<b>4.4</b>	<b>OBRADORES</b>	<b>79</b>
4.4.1	Obrador de la presa NK	80
4.4.2	Obrador de la presa JC	84
4.4.3	Infraestructura de saneamiento de Obradores	88
4.4.4	Instalaciones de Carga, Descarga, y Almacenamiento de Combustible en Obradores	92
4.4.5	Instalaciones Eléctricas en Obradores (y Villas temporarias NK y JC)	96
4.4.6	Diseño vial interno y drenaje	97
4.4.7	Sistema contra incendio	98
<b>4.5</b>	<b>VILLAS TEMPORARIAS</b>	<b>99</b>
4.5.1	Ubicación de la Villa Temporaria Néstor Kirchner	101
4.5.2	Ubicación de la Villa Temporaria Jorge Cepernic	103
4.5.3	Organización de las Villas Temporarias	105
4.5.4	Infraestructura de saneamiento de las Villas Temporarias	111
4.5.5	Instalaciones Eléctricas en Villas Temporarias	114
4.5.6	Sistema de calefacción de ambientes y calentamiento de agua de Villas	115
4.5.7	Diseño vial interno y drenaje	115
4.5.8	Sistema contra incendio	117
4.5.9	Construcción de las villas temporarias	118
<b>4.6</b>	<b>INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES</b>	<b>120</b>
<b>4.7</b>	<b>ÁREAS DE PRÉSTAMO Y CANTERAS</b>	<b>123</b>
4.7.1	Yacimientos a explotar en el sitio de la presa NK	124
4.7.2	Yacimientos a explotar en el sitio de la presa JC	126

<b>5</b>	<b>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>129</b>
<b>5.1</b>	<b>MATERIALES E INSUMOS</b>	<b>129</b>
5.1.1	Materiales para relleno y hormigones	129
5.1.2	Plantas de tratamiento de áridos	137
5.1.3	Planta de hormigón	140
5.1.4	Suministro de agua potable	141
5.1.5	Suministro de combustible	142
5.1.6	Suministro de energía eléctrica	142
5.1.7	Suministro de gas	142
<b>5.2</b>	<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS A UTILIZAR</b>	<b>143</b>
5.2.1	Maquinaria asociada al desarrollo de las tareas previas	143
5.2.2	Maquinaria asociada a la etapa constructiva	143
<b>5.3</b>	<b>RESIDUOS, EMISIONES Y EFLUENTES GENERADOS</b>	<b>150</b>
5.3.1	Residuos sólidos domésticos y asimilables a urbanos	150
5.3.2	Residuos inertes de obra	150
5.3.3	Residuos peligrosos	151
5.3.4	Efluentes líquidos generados	151
5.3.5	Residuos biopatógenicos	152
5.3.6	Emisiones atmosféricas	152
<b>5.4</b>	<b>PERSONAL AFECTADO POR EL PROYECTO</b>	<b>152</b>
<b>5.5</b>	<b>RUIDOS Y VIBRACIONES</b>	<b>153</b>
<b>5.6</b>	<b>CRONOGRAMA DE TRABAJO POR ETAPAS</b>	<b>153</b>
5.6.1	Tareas previstas para ambos aprovechamientos	153
5.6.2	Tareas previstas para la Presa NK	154
5.6.3	Cronograma por etapas de la presa NK	155
5.6.4	Tareas previstas para la Presa JC	157
5.6.5	Cronograma por etapas de la presa JC	159
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>161</b>

## **ANEXO I – PERMISO DE USO DE AGUA DEL RÍO SANTA CRUZ**



## CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

*Este capítulo describe los aspectos clave del proyecto. El propósito principal del mismo es proveer la información suficiente sobre el proyecto que luego sirva de insumo para la descripción del marco legal aplicable al mismo (Capítulo 3) y del ambiente con potencial de verse afectado (Capítulo 4), así como también para la evaluación ambiental que se llevará a cabo en las secciones subsiguientes (Capítulos 5, 6 y 7).*

### 1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se proporcionan los principales detalles del Proyecto de los “Aprovechamientos Hidroeléctricos del Río Santa Cruz (Presidente Dr. Néstor C. Kirchner y Gobernador Jorge Cepernic), Provincia de Santa Cruz”. El mismo incluye cuestiones como su localización, una reseña de los aspectos clave desde la perspectiva ambiental que definen las obras, la descripción detallada de los componentes principales y complementarios y los aspectos constructivos, entre otra información destinada a caracterizar el Proyecto de manera de poder evaluar su incidencia.

Conforme este diseño, a modo de guiar al lector en la temática de generación de energía eléctrica a través del uso del agua, es que primeramente se presentan las principales características vinculadas con el aprovechamiento hidroeléctrico de los cursos fluviales.

Vale destacar que en la actualidad y como principio de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales se implementan proyectos de aprovechamiento múltiple, donde no solo la construcción de una presa se vincule con la generación de energía eléctrica, sino también con el acceso al agua y su uso en la producción de alimentos y desarrollo agroeconómico. Históricamente, el objetivo de regulación de los cuerpos de agua se centró en la posibilidad de contar con el recurso durante todo el año, independientemente de los pulsos de crecida y estiaje, de modo que la estacionalidad no influyera sobre el desarrollo de los asentamientos permanentes que el hombre había generado. Así, la regulación se vincula desde nuestros ancestros a la posibilidad de contar con el agua necesaria para el desarrollo de las comunidades enclavadas en el territorio a lo largo de todo el año.

#### 1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PRESAS

A continuación se perfilan aspectos generales básicos sobre las presas, sus distintos tipos, objetivos, usos y obras complementarias.

Se define como “presa” toda estructura transversal al curso del río con el fin de elevar el nivel de aguas y eventualmente formar un embalse en el valle para represar agua que se podrá destinar a distintos usos, como se indica más adelante.

La presa debe ser diseñada para que soporte las fuerzas que se generan por la presión del agua y para que impida filtraciones a lo largo de su estructura y en las superficies de contacto entre la estructura y el terreno natural adyacente. Además, la presa debe contar con obras complementarias que permitan el paso del agua que no se embalsa y con estructuras de toma para captar y entregar el agua embalsada a los usuarios del sistema.

El proyecto y la construcción de un aprovechamiento hidráulico requieren un profundo conocimiento de muy diversas ciencias y técnicas. Además de la Ingeniería Civil, deben intervenir disciplinas que atañen a especialistas en ciencias económicas, sociales, ambientales, geólogos, ingenieros electricistas y mecánicos, químicos, biólogos y otros.

Los proyectos hidráulicos presentan dos características importantes:

- a) Son modificadores del medio ambiente
- b) Su construcción requiere importantes recursos económicos, es decir una gran inversión inicial

Como consecuencia de la presa que se asienta sobre un cauce se genera un lago con el agua que se remansa. El terreno de asiento debe cumplir determinadas condiciones tanto para la presa como para el embalse.

### 1.1.1 Tipos de presas

Los tipos de presas se pueden definir según la siguiente clasificación.

#### Según los materiales utilizados para su construcción

- a) Presas de hormigón que pueden ser
  1. De gravedad, “Macizas” o “Aligeradas”, o de “Contrafuertes”. Se adaptan a los valles anchos, donde existe roca a poca profundidad y de calidad aceptable. La sección transversal es aproximadamente triangular y su estabilidad depende casi exclusivamente de su propio peso.
  2. De arco que pueden ser de “Simple Curvatura” (horizontal) o “Doble Curvatura”. Tienen menor volumen que las de gravedad, pero no necesariamente menor costo. Requieren condiciones topográficas y geológicas que limitan su empleo. La mayor parte del empuje del agua se transmite a las laderas por el llamado “efecto de arco”. Son apropiadas en sitios donde la relación entre la longitud de coronamiento y su altura no es demasiado grande y la cimentación está constituida por roca sólida capaz de resistir el empuje del arco.

- b) Presas de materiales sueltos:

Pueden ser homogéneas o heterogéneas, dependiendo de los materiales que conforman el cuerpo de la misma. Las presas homogéneas son aquellas cuyo cuerpo o terraplén está constituido por un solo material (por ejemplo enrocado) y las heterogéneas, o zonificadas, son las constituidas por más de un material, como material arcilloso y aluvional, con distintas graduaciones entre los mismos.

En el caso de presas homogéneas y si se necesitase que sea impermeable se podrá construir una pantalla sobre el espaldón de agua arriba, que podría ser de material asfáltico o losas de hormigón articuladas.

Las presas heterogéneas se componen principalmente de un núcleo arcilloso que proporciona la impermeabilidad y un cuerpo de material aluvional que asegura su estabilidad. Entre ambos se pueden colocar otros materiales de permeabilidad intermedia, como filtros arenosos a ambos lados del núcleo. El filtro colocado aguas abajo del núcleo asegura que el agua que pudiera pasar no arrastre el material fino y el filtro colocado aguas arriba, tiene la misma finalidad, en caso de producirse un desembalse. Las condiciones requeridas para su cimentación no son tan estrictas como en los otros tipos de presa.

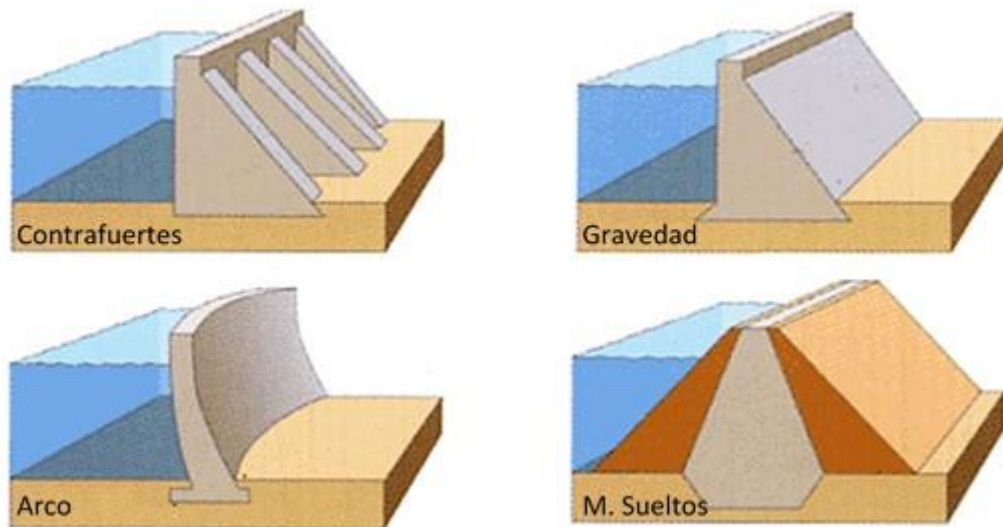


Figura 1-1. Tipos de presas.

### Según su uso

Los objetivos para la construcción de una presa, normalmente son competitivos entre sí y el proyecto debe lograr una solución de compromiso que permita compartir el recurso entre varios usos. Los proyectos se conciben para lograr el máximo beneficio total, considerando uno o varios de los siguientes propósitos:

- Energía hidroeléctrica. Este constituye el uso más difundido del aprovechamiento de un curso de agua. La demanda de energía, en realidad, desde el punto de vista del análisis es una demanda de potencia. La potencia es un elemento gobernado por la demanda y las características de estas dependerán de la función que se le asigne a la obra dentro del parque de generación correspondiente.
- Riego. Eleva el nivel del cauce del río para que el mismo pueda derivarse por una conducción. La provisión de agua para cubrir las demandas de riego guarda similitudes con los requerimientos para agua potable, con la diferencia de que el riego presenta un esquema de utilización estacionalmente variable relacionado con el ciclo biológico de la producción agrícola a servir.
- Abastecimiento de agua para uso doméstico y/o industrial. Se tendrá un reservorio que retenga los excedentes para suministrar agua en toda época. Los requerimientos de agua potable abarcan, en términos generales, tanto el agua para uso humano como industrial.
- Atenuación de crecidas. Tiene como objetivo minimizar los daños por inundación aguas abajo de la presa laminando, en lo posible, los caudales de crecida que llegan a la presa. Durante la llegada de una crecida, el embalse puede almacenar temporalmente cierto volumen de agua incrementando su nivel por lo cual se va llenando y el caudal erogado de la presa será menor que el que llega, disminuyendo en consecuencia los daños que la crecida provocaría si el embalse no existiera.
- Retención y sedimentación. Las presas de sedimentación tienen por finalidad conseguir la decantación de los materiales sólidos transportados por la corriente natural permitiendo el paso de caudales con menos contenidos de sólidos hacia aguas abajo.
- Navegación interior. Si el río es navegable, habrá que prever la construcción de esclusas para salvar los saltos formados.

- g) Turismo y recreación. El lago puede permitir el desarrollo de una actividad turística y recreacional de gran valor para la región.

### 1.1.2 Condiciones físicas de emplazamiento

El terreno bajo el embalse debe ser lo suficientemente “impermeable”. El embalse debe ser resistente de forma tal de no afectar a la resistencia de la presa ni a su impermeabilidad (resistencia y pérdida económica de agua).

El suelo debe ser capaz de resistir las cargas actuantes: peso propio, empuje hidrostático, etc.

El cierre debe tener forma topográfica adecuada (valles U, en V, especialmente para las presas en arco), y contar con buenas condiciones geológicas. El cierre deberá ser, en principio, lo más estrecho posible, en forma absoluta y relativa.

No siempre en la zona más estrecha se puede fundar o cimentar una estructura, dado que:

- Puede existir roca deteriorada o meteorizada
- Pueden requerirse grandes excavaciones en roca y hasta la roca
- No hay espacio para asentar la presa
- La ubicación de las tomas y aliviaderos puede estar en zonas no acordes con la obra

La constitución de la zona del cierre condiciona la tipología a adoptar:

La ausencia de roca sana a profundidad razonable impediría la construcción de presas de gravedad, debiendo optarse, por las de materiales sueltos. La disponibilidad cercana de materiales térreos o pétreos indicaría qué tipo de presa de materiales sueltos sería la indicada.

Las fugas de agua deben evitarse: son contrarias al fin del embalse: excepto, por ejemplo, para una presa cuyo objeto sea la contención de aluviones.

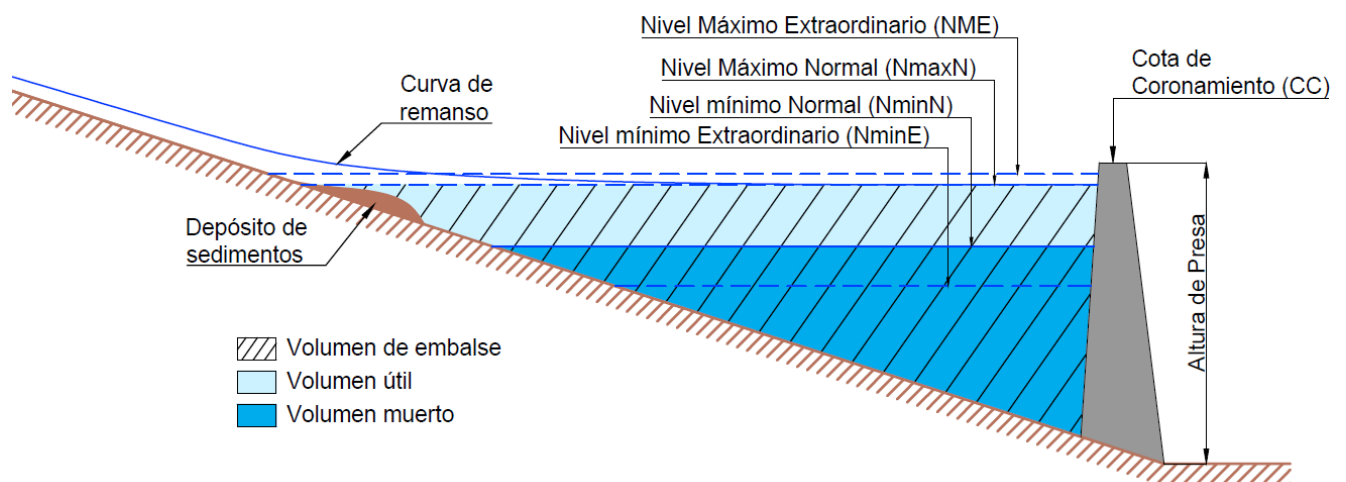
En la práctica se han desarrollado diferentes tipos de presas, y en cada caso particular se selecciona el tipo de presa que mejor se acomode a las condiciones locales, tales como altura de la presa, acondicionamiento y facilidades de acceso de la zona, cimentación que se requiere, costo y transporte de materiales y seguridad.

Desde el punto de vista de la seguridad, las presas deben ser:

- a) estables, sea cual sea la carga a la que se vean sometidas, por ej. nivel de embalse, solicitud por sismo, etc.
- b) estancas, contando con los medios adecuados para controlar el drenaje y la permeabilidad para asegurar su funcionamiento con seguridad
- c) adecuadas en dimensionarse para soportar el efecto del oleaje que el viento produce sobre el embalse
- d) adecuadas en capacidad de aliviadero para impedir el desborde del embalse en caso de crecidas extremas

### 1.1.3 Parámetros característicos

- Cota de coronamiento de la presa. Nivel más elevado de la estructura.
- Altura de la presa. Diferencia entre la cota de coronamiento y la del punto más bajo de la superficie general de los cimientos.
- Nivel Máximo Normal de Embalse. Es el máximo que puede alcanzar la superficie del agua en circunstancias normales de explotación.
- Nivel Máximo Extraordinario de Embalse. Es el que puede alcanzar la superficie del agua cuando ocurre la mayor crecida prevista.
- Nivel mínimo Normal del Embalse. Es el mínimo que puede alcanzar la superficie del agua en circunstancias normales de explotación.
- Nivel mínimo Extraordinario del Embalse. Es el que puede alcanzar la superficie del agua en circunstancias excepcionales de sequía.
- Capacidad de Embalse. Es el volumen de agua que puede almacenar la presa con el máximo nivel normal de embalse.
- Capacidad útil. Es el volumen de agua almacenada entre el nivel máximo normal y el mínimo normal del embalse.
- Volumen muerto. Es el volumen de agua almacenada por debajo del mínimo nivel normal del embalse.



**Figura 1-2. Esquema de las características de una presa. Fuente: Elaboración propia.**

### 1.1.4 Fuerzas actuantes

Se deberán tener en cuenta las fuerzas o sollicitaciones que se indican, en el caso que corresponda:

- Peso Propio.** El peso propio es la mayor de todas las sollicitaciones que se ejercen sobre una presa que funcione por gravedad y es la que más aporta a la estabilidad de la estructura.
- Empuje Hidrostático.** Es la fuerza activa fundamental. Corresponde a la fuerza ejercida por el agua embalsada.
- Presión intersticial y Supresión.** La presión del agua que llena los poros del hormigón y de los terrenos de cimentación, disminuye las presiones efectivas entre las partículas sólidas de los mismos y altera, por lo tanto sus condiciones de estabilidad y resistencia. Se estudian sus efectos introduciendo el estado tensional de las fuerzas derivadas del gradiente de presión.



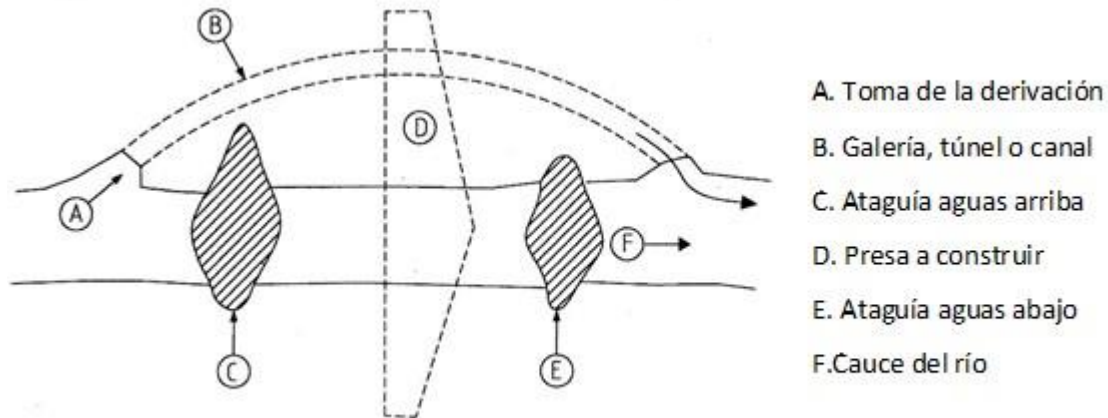
- d) Sismos. Las fuerzas sísmicas son fuerzas de inercia que se ejercen en todas las direcciones, cuya magnitud depende de la amplitud y frecuencia de las ondas sísmicas. Las aceleraciones del movimiento se transmiten a la presa, al agua contenida en el embalse, a los sedimentos depositados y al cimiento, modificando momentáneamente las condiciones de estabilidad de la estructura.
- e) Empuje de Sedimentos. Normalmente la presión de los sedimentos depositados en el embalse, contra el paramento de agua arriba de la presa, tiene un efecto secundario en la estabilidad de la estructura y puede prescindirse de su consideración en el proyecto
- f) Oleaje. La acción de los vientos dominantes, ejercida sobre la superficie libre de los embalses, da lugar a la formación de olas cuyas respectivas magnitudes dependen de la intensidad, dirección y duración de los vientos, de su orientación relativa respecto al embalse y de la longitud de incidencia ("Fetch")
- g) Variaciones de temperatura. La acción de las variaciones de temperatura y de la retracción del hormigón sólo ha de tenerse en cuenta en las presas de arco y de bóvedas múltiples, pues en los otros tipos de dilataciones y contracciones originadas en estas causas son compensadas por juntas funcionales abiertas.
- h) Empuje de Hielo. Salvo casos muy particulares en nuestro país se prescinde de esta sollicitación en el cálculo de la estabilidad de las presas pues la formación de capas de hielo de considerable espesor en los embalse es excepcional.

#### 1.1.5 Desvío del río

La construcción de una presa en el cauce de un río, debe comenzar con los trabajos de excavación, relleno y, de corresponder, hormigonado de los cimientos de la misma, debiendo establecerse una zona "seca". Para ello se debe proceder al desvío del río, protegiendo la zona de trabajo contra la entrada del agua con presas llamadas "ataguías" (las colocadas aguas arriba) y "contraataguías" (las colocadas aguas abajo) y desagotar el recinto comprendido dentro de éstas donde se emplazarán las obras. Estas ataguías pueden ser provisorias, en cuyo caso deben ser removidas una vez alcanzada su finalidad, o pueden incorporarse al cuerpo de la presa, de acuerdo con el proyectista.

Debe coordinarse el proyecto de desvío y la construcción de las obras, de forma que las estructuras para manejar las crecidas estén terminadas antes de la estación en que éstas se producen, o que la construcción de la presa esté adelantada hasta un punto tal que su inundación y sumergencia no le produzcan daños.

Las principales consideraciones cuando se proyecta una ataguía son que tenga suficiente altura de manera de brindar la seguridad de que durante el tiempo en que serán usadas no sean sobrepasadas por las aguas y que luego de cumplida su función, sean fáciles de remover.



**Figura 1-3. Esquema del desvío de un río. Fuente: UNLP, 2012.**

Para elegir el sistema de desvío del río durante la construcción de una presa, se debe tener en cuenta:

- Características del curso de agua. El cauce puede ser estrecho y profundo, o ancho y poco profundo, o una combinación de ambos.
- Selección de la crecida de diseño para las obras de desvío. Implica estudiar el riesgo posible que se podría producir con el sistema de desvío que se pretende utilizar.
- Método de desvío. Depende de factores como la magnitud de la crecida a desviar, las características físicas del emplazamiento, tipo de obra a construir, naturaleza de las obras auxiliares como vertedero, conductos forzados, obra de toma, descargador de fondo, etc.
- Requisitos a estipular en las especificaciones. En general el método de desvío, así como la recurrencia del caudal elegido, es responsabilidad del contratista de las obras. Independientemente el proyectista propone un método y un caudal de recurrencia.

### 1.1.6 Aliviaderos

Se denominan como aliviaderos o vertederos a los órganos destinados a la seguridad de las presas y la evacuación de caudales “sobrantes”. Hay diferentes tipos, como:

- Aliviaderos de superficie
- Aliviaderos o desagües de medio fondo o profundos
- Desagües de fondo

Para concebir y proyectar los aliviaderos de un embalse se deben tener en cuenta:

- Evaluación de las máximas crecidas previsibles
- Integración del conjunto embalse – aliviadero – cauce aguas abajo más adecuadas para hacer frente a dichas crecidas y a otras que se presentan con mayor frecuencia
- Tipo idóneo para cada uno de estos componentes
- Dimensionar las partes de cada uno de los componentes: toma, conducción y restitución de las aguas al río.

La seguridad de la presa se ve fuertemente influida por la concepción, proyecto y funcionamiento de las obras de desagüe. La capacidad del aliviadero está fijada en función de las crecidas esperables de carácter aleatorio y, por esencia, indeterminadas. Por lo tanto la seguridad está asociada a un riesgo aceptable. La selección de la crecida es el tema fundamental para el proyecto de un aliviadero.

Para la evaluación de la crecida máxima probable se deben tener en cuenta los datos históricos a los cuales se les aplica métodos probabilísticos.

Un aliviadero puede considerarse compuesto por 3 partes: toma, rápida y obra de restitución al río.

La toma debe tener la forma y dimensiones adecuadas para derivar el caudal de proyecto.

La conducción o rápida tiene como función el transporte desde la toma a la obra de restitución al río.

La obra de restitución tiene una misión complementaria contraria a la toma que es devolver al río el caudal derivado por ésta.

Para gobernar a voluntad, dentro de ciertos límites, el desagüe del aliviadero y controlar el nivel del embalse, pueden instalarse compuertas en la toma. Estas compuertas pueden descargar anticipadamente caudales, o no, según le sea indicado por el sistema de alerta de crecidas. Las compuertas pueden estar cerradas o abiertas, parcial o totalmente. De esta forma se puede evacuar el caudal que se desee, según el nivel del agua en el embalse y bajar o subir el nivel del embalse según se desagüe un caudal mayor o menor que el que ingrese.

En una presa de hormigón, lo más común es que el aliviadero se encuentre integrado en el macizo de la presa, formando una sola obra. En una presa de materiales sueltos, el encuentro presa – vertedero, se encuentra separado por los denominados “muros de ala” de hormigón, o bien están en sitios independientes, de acuerdo con la topografía del terreno. El vertido sobre el coronamiento de una presa de materiales sueltos tiene consecuencias dramáticas. Por ello se aplican criterios severos de diseño.

En cuanto a las compuertas mencionadas más arriba, las mismas pueden ser:

- Compuertas planas
- Compuertas de segmento
- Compuertas de sector

En cuanto a los cuencos amortiguadores, se tiene en cuenta que el caudal derivado por el vertedero hay que reintegrarlo al río. Como hay un desnivel entre ambos, la energía correspondiente ha de amortiguarse para evitar que produzca daños aguas abajo. Al final del aliviadero hay que montar un dispositivo que anule parte de la energía y la devuelva al cauce lo más paulatinamente posible.

### **1.1.7 Curva de remanso**

La superficie del remanso producido por una presa no es horizontal, sino que afecta una forma cóncava hacia arriba, y puede variar en el tiempo por efecto de la disminución de la sección de escurrimiento debido a la sedimentación.



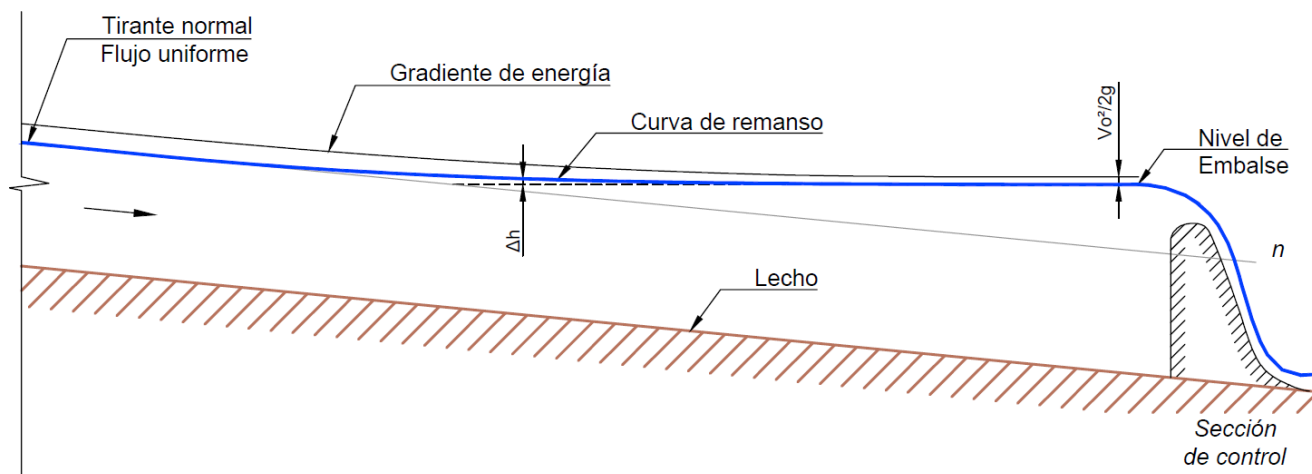


Figura 1-4. Esquema de la curva de remanso. Fuente: Elaboración propia en base a UNLP, 2012.

En la zona afectada por el remanso, cuya longitud será mayor cuanto menor sea la pendiente del lecho y más alta la presa, variará la relación de situación precedente entre los terrenos adyacentes y el nivel del río.

## 1.2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA

### 1.2.1 Demanda diaria de Potencia

Las variaciones diarias de la demanda de potencia, presentan en general dos picos, uno en las horas de inicio de las actividades de la población y otro mucho más importante hacia las horas de la noche. Entre ellos se encuentran dos valles de menor demanda, mucho más marcado el de las horas de la madrugada. Estos picos de la demanda manifiestan la importancia de contar en el sistema eléctrico con potencias instaladas capaces de satisfacer dicho requerimiento.

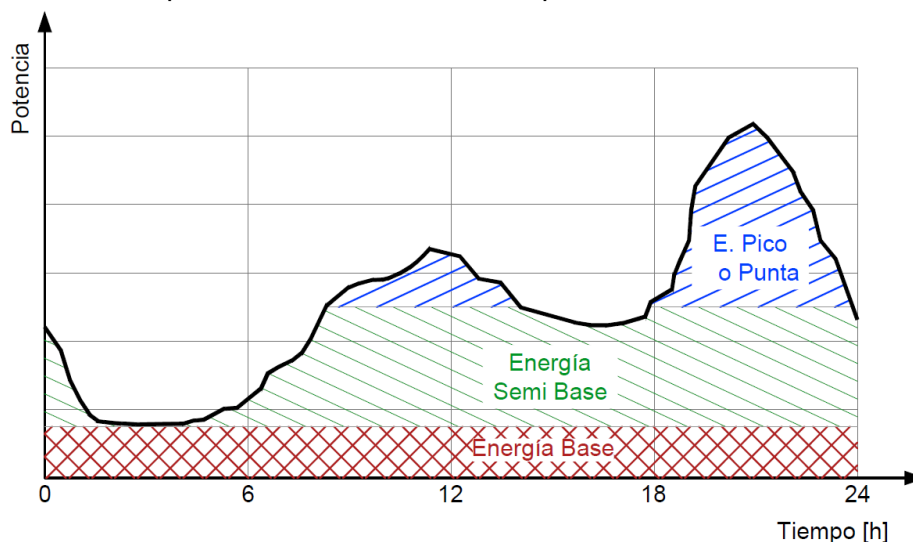
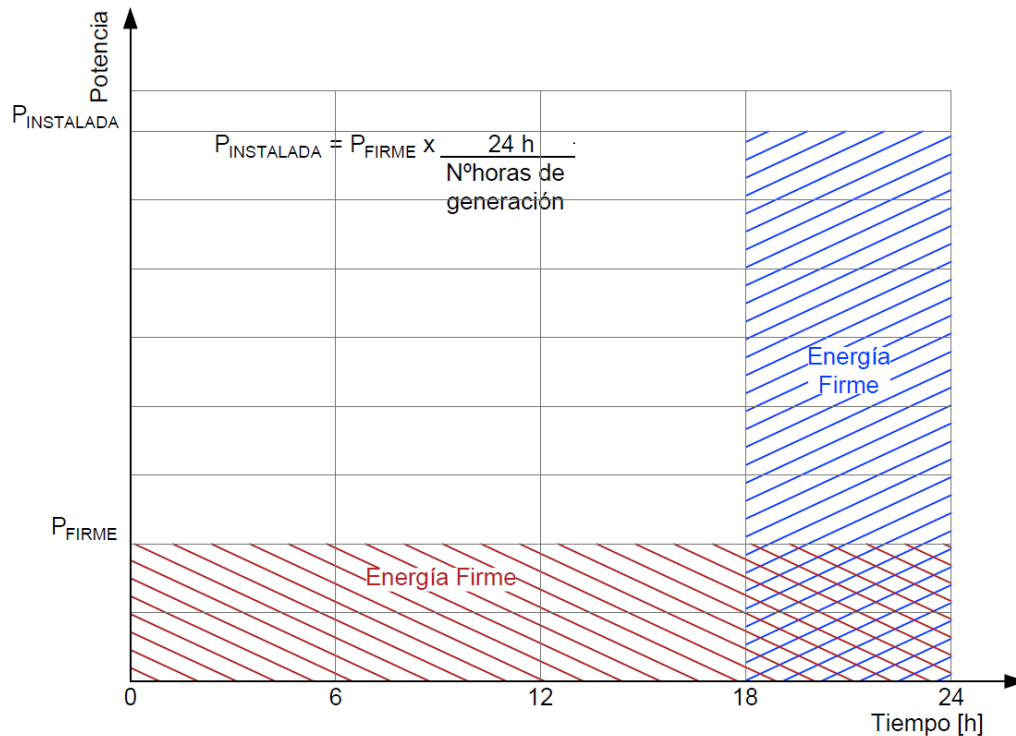


Figura 1-5. Demanda diaria de potencia. Fuente: UNLP, 2011.

En los aprovechamientos energéticos con regulación se analiza la posibilidad de utilizar la potencia generada como una potencia de base, es decir, entregar una potencia constante durante todo el día, o empuntar la central, almacenando el agua durante las horas de menor consumo, para turbinarla en las horas de demanda pico, con lo cual se genera la misma cantidad energía, pero al entregarla en un período de tiempo más corto, se consiguen potencias mayores.



**Figura 1-6. Oferta de Potencia de un aprovechamiento (en base o en punta). Fuente: UNLP, 2011.**

La posibilidad de generar energía de punta, con mayor rédito económico, implica la necesidad de tener una capacidad instalada mayor, por lo tanto, más costosa.

### 1.2.2 Curva de duración de Potencia de un Aprovechamiento

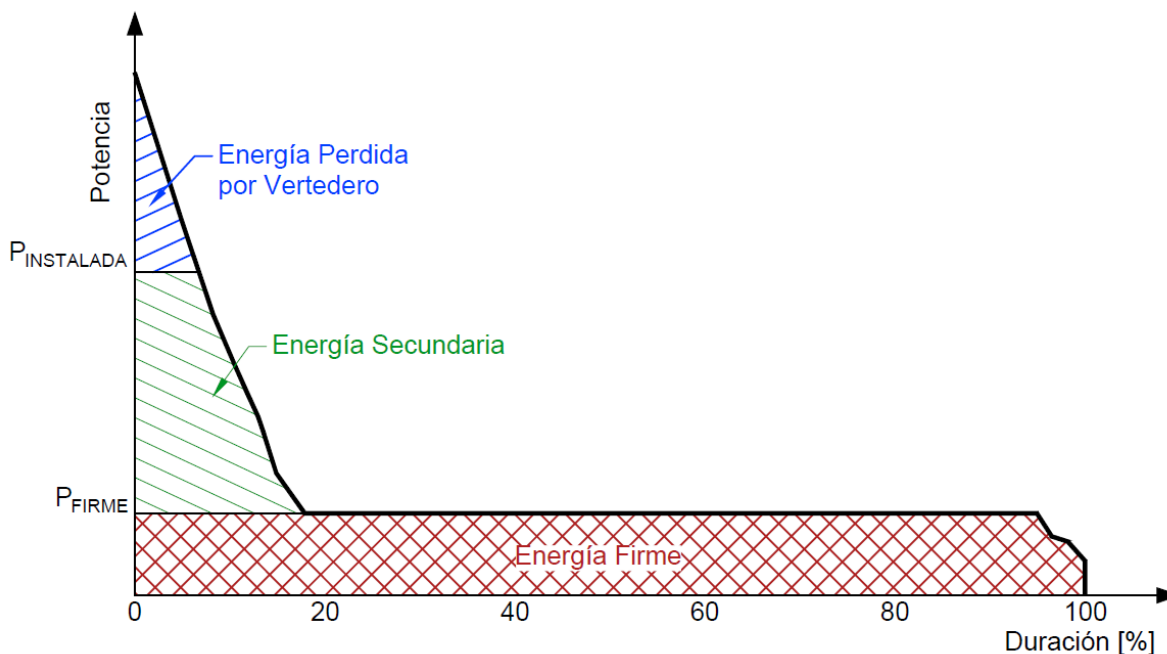
Se implementa un modelo matemático (modelo de embalse) que aplica la ecuación de continuidad teniendo en cuenta tanto los ingresos (serie de caudales históricos medios mensuales, por ejemplo) como los egresos (evaporación, riego, agua potable, generación de energía, etc.).

A partir de los resultados obtenidos se calcula la curva de duración que indica la frecuencia acumulada de eventos producidos, de manera que permite cuantificar la garantía de un objetivo, en este caso, la potencia generada.

Estas curvas de duración de potencia se utilizan para determinar la energía primaria (o firme) que podrá disponerse una vez materializada la obra con una determinada garantía.

La energía secundaria es aquella energía adicional que, en base a la Potencia Instalada, se podrá aprovechar cierto porcentaje de tiempo.

La Energía Perdida por Vertedero es aquella que no puede ser utilizada y debe ser erogada por el aliviadero de superficie debido a que supera posibilidad de ser utilizada por la Potencia Instalada.



**Figura 1-7. Curva de duración de potencia de un aprovechamiento. Fuente: UNLP, 2011.**

Esta potencia puede ser entregada diariamente de manera constante, o modificar la forma de generación para adecuarse a las necesidades de la demanda.

### **1.2.3 Oferta de Potencia de un aprovechamiento, como base o empuntado**

La implantación de un aprovechamiento en un curso de agua produce modificaciones significativas en la hidrología del río. Estas modificaciones deben considerarse para minimizar los posibles daños o perjuicios que puedan producir en la cuenca aguas arriba o aguas debajo de la obra.

Cuando se estudia la posibilidad de empuntar una central, este empuntamiento produce cambios muy importantes aguas abajo del embalse, ya que durante el período del día que no se genera energía, el río aguas abajo no recibiría ningún aporte más que el de la cuenca propia, mientras que en las horas de producción, la generación de potencia requiere la erogación de caudales muy superiores a los normales del curso en un corto período de tiempo.

Estos extremos en el manejo del caudal efluente del embalse generan inconvenientes considerables que se describen a continuación:

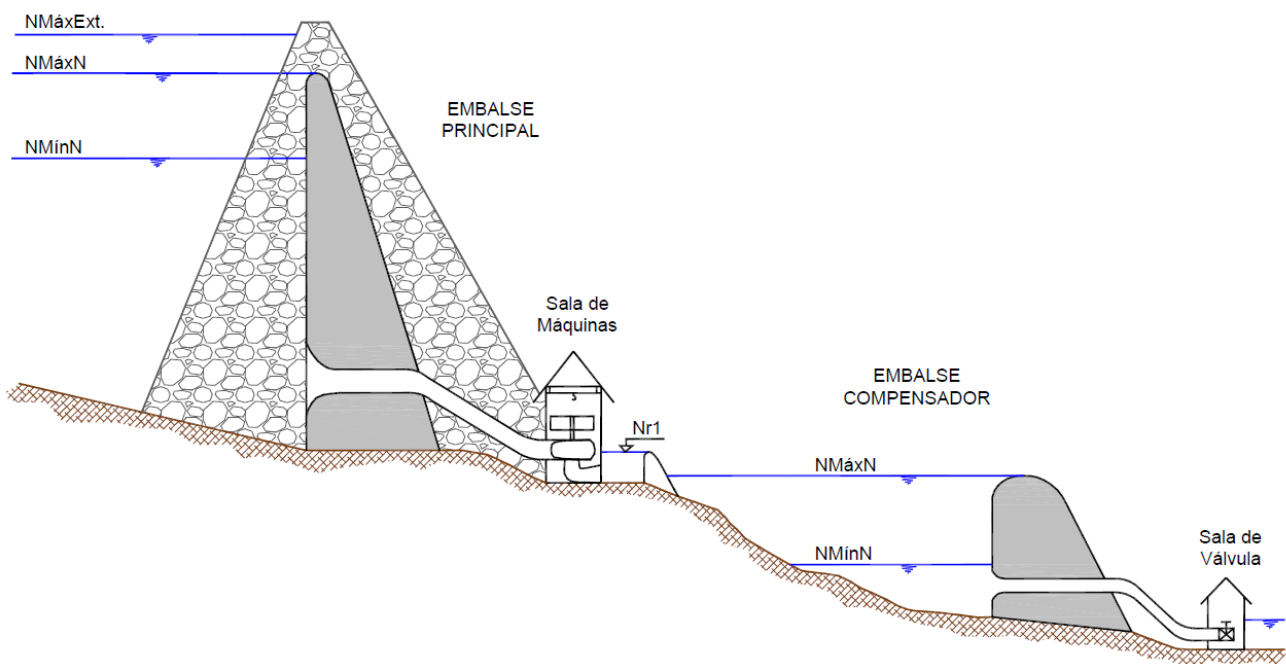
- Durante el período que no se genera energía, se interrumpiría la continuidad del curso, dejándolo prácticamente sin agua, lo cual induciría impactos de gran significancia sobre el ecosistema, ya que modificaría drásticamente las características naturales previas que le dieron sustento al sistema natural. Además, perjudicaría a posibles usuarios del recurso natural aguas abajo, como pueden ser poblaciones o zonas productivas que tomen agua del curso para su uso, pesquerías, o en el caso de los ríos navegables, inutilizarlo para tal fin.
- Por otro lado, en el corto período de generación, el caudal erogado para generar la potencia necesaria para cumplir con la demanda de pico es muy importante, traduciéndose en una crecida hacia aguas abajo que podría producir inundaciones y daños significativos del curso y su entorno.

Las razones expuestas manifiestan la necesidad de encontrar la manera de solucionar estos inconvenientes, que se dan en los casos de aprovechamientos energéticos destinados a cubrir demandas de punta.

Una solución, en perjuicio en parte, de la generación de punta, es dejar pasar un caudal mínimo, necesario para no afectar seriamente las condiciones del curso aguas abajo, y en caso de que la magnitud de este caudal lo permita podrá destinarse una de las turbinas para generar una energía constante durante todo el día, disminuyendo la potencia máxima a generar. En esta solución deberá evaluarse la necesidad de realizar obras de defensa, en caso de ser necesario o deflexión de onda, en las horas de máxima generación, para evitar o minimizar en ese período efectos adversos.

Otra solución, siempre que las características topográficas del lugar lo permitan, es la de disponer aguas abajo del embalse principal, un embalse de dimensiones reducidas, este embalse lleva la denominación de “Embalse Compensador”.

Esta es una obra de menor magnitud que el embalse principal, capaz de realizar, mediante un volumen disponible relativamente chico, una regulación diaria de los caudales provenientes de aquel, almacenando el agua turbinada en las horas de mayor consumo para erogarla en forma constante durante todo el día, evitando así los inconvenientes antes mencionados.



**Figura 1-8 Presa principal y embalse compensador. Fuente: UNLP, 2011.**

El estudio del embalse compensador, deberá contemplar las posibilidades de implantar la obra en una zona topográficamente adecuada, debiendo considerar que la curva de remanso del embalse se extiende hacia aguas arriba provocando una sobreelevación en los niveles, que puede llegar a interferir en el nivel de restitución del embalse principal, lo cual reduciría el salto útil de aquel, disminuyendo la potencia a generar.

Asumiendo que la variación del nivel en el embalse principal durante un día puede considerarse aproximadamente constante, la potencia generada en las horas asignadas a cubrir la demanda, permite conocer los caudales salientes de este embalse, los cuales corresponderán, sumados al caudal aportado por la cuenca entre ambos, a los caudales entrantes al embalse compensador.

Conociendo la ley Cota vs. Volumen, en el área de emplazamiento del embalse compensador, y calculando el caudal que debería erogarse este, como un caudal medio diario, obtenido de distribuir el volumen ingresado durante las horas de generación, en las 24 hs. del día, se puede determinar cuál debería ser el volumen necesario de dicha obra, y definiendo un nivel mínimo operativo, obtener el nivel máximo y por ende la cota de coronamiento.

En el caso que se haya contemplado una demanda de agua de tipo consuntivo, como ser agua para consumo humano, riego, etc., deberá disponer el embalse compensador de la correspondiente obra de toma, con sus compuertas, válvulas, obra de conducción, etc.

La generación de un nuevo salto en la obra de compensación y el pasaje previsto de un caudal constante a través de la misma puede aprovecharse para la generación de energía de base, mediante la construcción de una central con las turbinas que fueran necesarias.

Como se mencionó anteriormente los niveles en el embalse principal pueden considerarse aproximadamente constantes durante el transcurso de un día, pero para la determinación de los caudales turbinados de acuerdo a la potencia demandada, es necesario conocer en qué nivel se encuentra el embalse, ya que este podría estar en el máximo (NMN), en el mínimo (NmN), o en cualquier nivel intermedio entre estos. Para el cálculo del volumen necesario del embalse compensador deberá entonces, pudiendo presentarse cualquiera de los escenarios antes planteados, considerarse la situación más desfavorable.

Analizando las posibilidades se desprende que, la situación más desfavorable para el embalse compensador será la que le represente el mayor volumen disponible, lo cual corresponde a la llegada de los mayores caudales posibles desde el embalse principal, dándose estos, para un valor de potencia determinado, con los menores saltos, es decir, con el menor nivel en el embalse principal y el mayor nivel en la restitución (dado cuando  $Q = Q_{max}$ ).

Resumiendo, el dimensionado del embalse compensador deberá realizarse considerando el embalse principal funcionando durante un día, con un nivel constante, igual al Nivel Mínimo Normal operativo (NmN).

En muchos casos, cuando las obras principales se encuentran en la denominada “Franja de Atenuación de Crecidas FAC”, es necesario también aumentar las erogaciones con el objeto de no sobrepasar los niveles máximos normales de operación admitidos para una determinada época del año, cuando se esperan valores de crecidas importantes, por tal motivo se comienza a erogar caudales de agua superiores a los Caudales objetivo.

#### 1.2.4 **Factor de planta y Factor de utilización**

Factor de Utilización (FU): Es la proporción diaria de tiempo de utilización propuesto en el programa de generación a la Potencia Instalada.

$$FU = \frac{t_{\text{generación objetivo a PI}} [h]}{24 h}$$

Factor de Planta (FP): Es la proporción diaria de tiempo de generación a Potencia Instalada efectivamente logrado (mayor, menor o igual a FU) cada día, que es establecido en la modelación de embalse.

$$FP = \frac{t_{\text{generación real a PI}} [h]}{24 h}$$

Por ejemplo, un Factor de Utilización de 0,33 significa tener como objetivo una generación diaria a Potencia Instalada durante 8h.

Por otro lado, el Factor de Planta variará día a día pudiendo ser mayor, menor o igual al FU según la variación del número de horas de generación a Potencia Instalada ya que depende de la disponibilidad del recurso. El FP se obtiene mediante un modelo de embalse a partir de la serie de registros históricos de caudales.



### 1.3 PRINCIPALES APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS EN LA REPUBLICA ARGENTINA

A título ilustrativo se mencionan algunos de los aprovechamientos realizados en la República Argentina. Todos ellos están destinados a la generación de energía hidroeléctrica.

- ALICURA. Presa de materiales sueltos sobre el río Limay, en las provincias de Neuquén y Río Negro. Su principal uso es la generación de energía, contando con 4 Turbinas Francis con una potencia de 260 MW cada una.
- PIEDRA DEL AGUILA. Presa de hormigón sobre el río Limay, provincias de Neuquén y Río Negro. Su objetivo principal es la regulación de crecidas y la generación hidroeléctrica contando con 4 Turbinas Francis con una potencia de 356 MW cada una
- PÌCHI PICUN LEUFU. Presa de materiales sueltos sobre el río Limay, provincias de Neuquén y Río Negro. Su principal uso es la regulación de crecidas y la generación de energía, contando con 3 Turbinas Kaplan con una potencia de 95 MW cada una.
- **EL CHOCON. Presa de materiales sobre el río Limay, provincias de Neuquén y Río Negro. Su uso principal es la regulación de crecidas, riego y abastecimiento de agua potable. Posee 6 Turbinas Francis con una potencia de 200 MW cada una.**
- **ARROYITO. Presa de materiales sueltos sobre el río Limay, provincias de Neuquén y Río Negro. Su uso principal es la regulación de crecidas, riego y abastecimiento de agua potable. Posee 3 Turbinas Kaplan con una potencia de 42,70 MW cada una.**
- CERROS COLORADOS. Presa de materiales sueltos sobre el río Neuquén, provincia del Neuquén. Su uso principal es la atenuación de crecidas, riego y abastecimiento de agua potable. Cuenta con 2 Turbinas Francis con una potencia de 243 MW cada una.
- YACYRETA. La presa, de materiales sueltos se encuentra ubicada en la región Noreste de la República Argentina en el límite con Paraguay, en la provincia de Corrientes, sobre el río Paraná. Posee 20 Turbinas Kaplan con una potencia de 154 MW cada una.
- FUTALEUFU. Presa de materiales sueltos sobre el río Futaleufú, provincia de Chubut. Su uso es la regulación de crecidas, y generación de energía. Cuenta con 4 Turbinas Francis de 118 MW cada una
- CABRA CORRAL. Presa de materiales sueltos sobre el río Juramento en la provincia de Salta. Su uso principal es la generación de energía, regulación de crecidas, abastecimiento de agua potable y turismo. Cuenta con 3 Turbinas Francis con una potencia de 34,60 MW cada una.
- RIO HONDO. Es una presa de tipo “mixto” sobre el río Dulce en la provincia de Santiago del Estero. Su principal objetivo es la generación de energía, regulación de crecidas y turismo. Cuenta con 2 Turbinas, una Kaplan y otra Voight con potencias de 8 MW y 9,50 MW respectivamente.
- AGUA DEL TORO. Presa de hormigón simple en arco. Ubicada sobre el río Diamante en la provincia de Mendoza. Su objetivo principal es la generación de energía y riego. Posee 2 Turbinas Francis con una potencia de 75 MW cada una.
- LOS CARACOLE. Presa materiales sueltos con pantalla agua arriba de hormigón. Se ubica sobre el río San Juan, en la provincia de San Juan. Su uso principal es el riego y la generación de energía. Cuenta con 2 Turbinas Francis de 62,60 MW cada una.
- SAN ROQUE. Presa de hormigón, planta curva, sobre el río Suquía provincia de Córdoba. Su uso principal es la regulación de crecidas y el abastecimiento de agua potable. Cuenta con 4 Turbinas Francis con una potencia de 6 MW cada una.
- LOS MOLINOS. Presa de hormigón sobre el río Los Molinos, provincia de Córdoba. Su uso principal es la generación de energía y la provisión de agua potable. Consta de 4 Turbinas Francis con una potencia de 13,34 MW cada una.

- SALTO GRANDE. Se trata de una presa mixta conformada por una presa central de hormigón y dos presas de tierra sobre el curso medio del río Uruguay, aguas arriba de las ciudades de Concordia (Argentina) y Salto (Uruguay). Cuenta con 14 turbinas tipo Kaplan con una potencia de 135 MW cada una.

Los señalados en negrita corresponden a un aprovechamiento donde existe un embalse compensador como el previsto en el Proyecto aquí estudiado (Arroyito para la obra El Chocón).

## **2 APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RIO SANTA CRUZ**

### **2.1 PRINCIPALES COMPONENTES DEL PROYECTO**

El proyecto de los “Aprovechamientos Hidroeléctricos del Río Santa Cruz (Presidente Dr. Néstor C. Kirchner y Gobernador Jorge Cepernic), Provincia de Santa Cruz” puede resumirse en las siguientes componentes principales:

#### **Obras principales**

El proyecto bajo análisis está integrado por dos presas, denominadas Presidente Dr. Néstor C. Kirchner (presa NK) y Gobernador Jorge Cepernic (presa JC), cuyos componentes principales son:

- o Presas de materiales sueltos con pantalla impermeable de hormigón
- o Vertederos de crecidas
- o Obras de Toma para las Centrales Hidroeléctricas
- o Descargadores de fondo
- o Obras de Desvío del Río durante la construcción
- o Centrales Hidroeléctricas
- o Playa de Maniobras
- o Caminos de Acceso sobre ambas márgenes

Los criterios básicos para los diseños propuestos se derivan de las condiciones naturales dominantes, premisas constructivas y operativas, necesidad de aprovechar al máximo el recurso natural renovable de la hidroelectricidad y condicionantes ambientales para un desarrollo sustentable que identifican la zona de la ubicación de las obras.

Su emplazamiento se fundamenta en criterios geotécnicos y topográficos y en base a antecedentes de los anteproyectos encarados por Agua y Energía Eléctrica en el año 1978.

#### **Obras Complementarias**

A su vez, en torno a la Obra Principal de cada una de las presas se darán una serie de obras destinadas a dar apoyo a las tareas constructivas; principalmente, los **obradores** y los **puentes provisorios** que vincularán ambas márgenes del río durante la etapa de obra. Todas estas instalaciones se darán dentro del polígono de expropiación que tiene como centro el eje de las presas.

Para la construcción de la obra principal será necesario el montaje de **Villas Temporales** en las inmediaciones del área de trabajo. Las mismas tendrán por objeto el alojamiento del personal asociado a la obra a lo largo del período constructivo. Luego del mismo las villas serán desmontadas.

La Villa Temporal Pte. Néstor Kirchner estará ubicada sobre la margen derecha del río. La misma contará con capacidad para alojar a 3.500 trabajadores y ocupará una superficie total de 18,08 ha. Para la ubicación de la Villa Temporal Gdor. Jorge Cepernic, también se optó para su inserción la margen derecha del río Santa Cruz. La misma ocupará una superficie total de 12,06 ha y contará con capacidad para 2.500 empleados.

Tanto para permitir el acceso a la Villa Temporal NK como a la Villa Temporal JC desde la RP9, y desde las villas a los sitios de obras de las presas, en el periodo constructivo será necesario realizar la adecuación o apertura de **caminos temporales**.

## **Embalses**

De acuerdo con la cota de 176,5 mIGN definida como Nivel de Agua Máximo de Operación Normal (NAON), el embalse NK ocupará en dicha condición una superficie aproximada de 243 km<sup>2</sup>. Para el embalse JC, la cota de 114 mIGN. fijada como NAON comprende un área de aproximadamente 199 km<sup>2</sup> de extensión. En el Anexo 4-01-I se explican los datos tenidos en cuenta y los procesos realizados para obtener esta información en base a la generación de las curvas del nivel de los embalses.

## **2.2 LOCALIZACIÓN**

El proyecto se encuentra contenido dentro de la Cuenca del río Santa Cruz, la cual atraviesa la provincia homónima en sentido oeste-este hasta desembocar en el océano Atlántico. Esta cuenca constituye un sistema glaciolacustre-fluvial con nacientes en el escudo de Hielo Patagónico, desde donde descienden lenguas glaciarias y aguas de fusión que forman ríos y arroyos que aportan a los lagos Viedma y Argentino.

El lago Argentino, ubicado al sur del sistema, recibe las aguas del lago Viedma, ubicado 55 km al norte del mismo, a través del río Leona. A unos 5 km al sur de la descarga del río Leona nace el río Santa Cruz, el cual recorre hasta su desembocadura unos 383 km.

De la gran extensión del valle fluvial del río Santa Cruz, dos sitios presentan características topográficas aptas para el emplazamiento de las obras de aprovechamiento hidroeléctrico. En estos dos lugares se delinearón las obras de las presas NK y JC.

Ambos sitios fueron seleccionados por constituir estrechamientos naturales de los tramos del valle, que ofrecen la posibilidad de materializar presas, resultando éstas de dimensiones reducidas (del orden de 3 km) frente a la magnitud que presenta el amplio valle del río Santa Cruz en la zona (hasta 10 km).

El sitio del cierre de la presa NK se ubica en la transición entre el valle medio y el superior, en el km 250 del río Santa Cruz y a unos 170 km al este, por caminos existentes, de la localidad de El Calafate, principal centro poblado más próximo al sitio.

Por su parte, el sitio del cierre de la presa JC se localiza en la porción del valle medio, en el km 185 del cauce actual del río y a unos 135 km al oeste, por caminos existentes, de la localidad de Comandante Luis Piedrabuena, principal centro poblado más cercano.

El acceso a la zona de proyecto se puede realizar desde la Ruta Provincial N° 9, de ripio, que se extiende al sur del río Santa Cruz y vincula la Ruta Nacional N° 3 con la Ruta Nacional N° 4. La mencionada RP9 se conecta con la Ruta Provincial N° 2, también de ripio, que se extiende hacia el sur con Esperanza. Al norte del río Santa Cruz, se identifica a la Ruta Provincial N° 17, mejorada, la cual conecta la Ruta Nacional N° 288 con la Ruta Nacional N° 40. Esta ruta también se vincula con la Ruta Provincial Secundaria N° 65, de ripio, que permite el acceso a Tres Lagos o la conexión con la Ruta Provincial Secundaria 67, también de ripio, que se extiende hacia el sur, conectándose con la RP 17, en cercanías del área del proyecto.



Para el acceso a la presa NK se prevé la construcción de un camino que vinculará ambas márgenes del río Santa Cruz con la RP9 al sur y con la RP17 al norte de la presa. Este camino tendrá una longitud total de un poco más de 27 km. En el caso de la presa JC el camino de acceso enlazará ambas márgenes del río Santa Cruz con la RP9 al sur y con un camino rural al norte, extendiéndose por más de 40 km.

Administrativamente, el sitio de la presa NK se proyecta en el sector sureste del departamento Lago Argentino, mientras que el de la presa JC se localiza al oeste del departamento Corpen Aike, todos ellos en un territorio que no forma parte de ningún municipio ni comisión de fomento. En los dos departamentos antes mencionados también queda comprendida la superficie del embalse o área a inundar.

En el área del proyecto el uso principal del suelo se encuentra asociado a la ganadería ovina extensiva. La población del área es rural dispersa relacionada a los cascos de estancia o puestos rurales, predominando la población transitoria por sobre la permanente (CNA, 2008).

En el mapa a continuación se puede observar la localización del proyecto con el área a inundar y detalles del emplazamiento de los sitios de cierre de cada una de las presas.

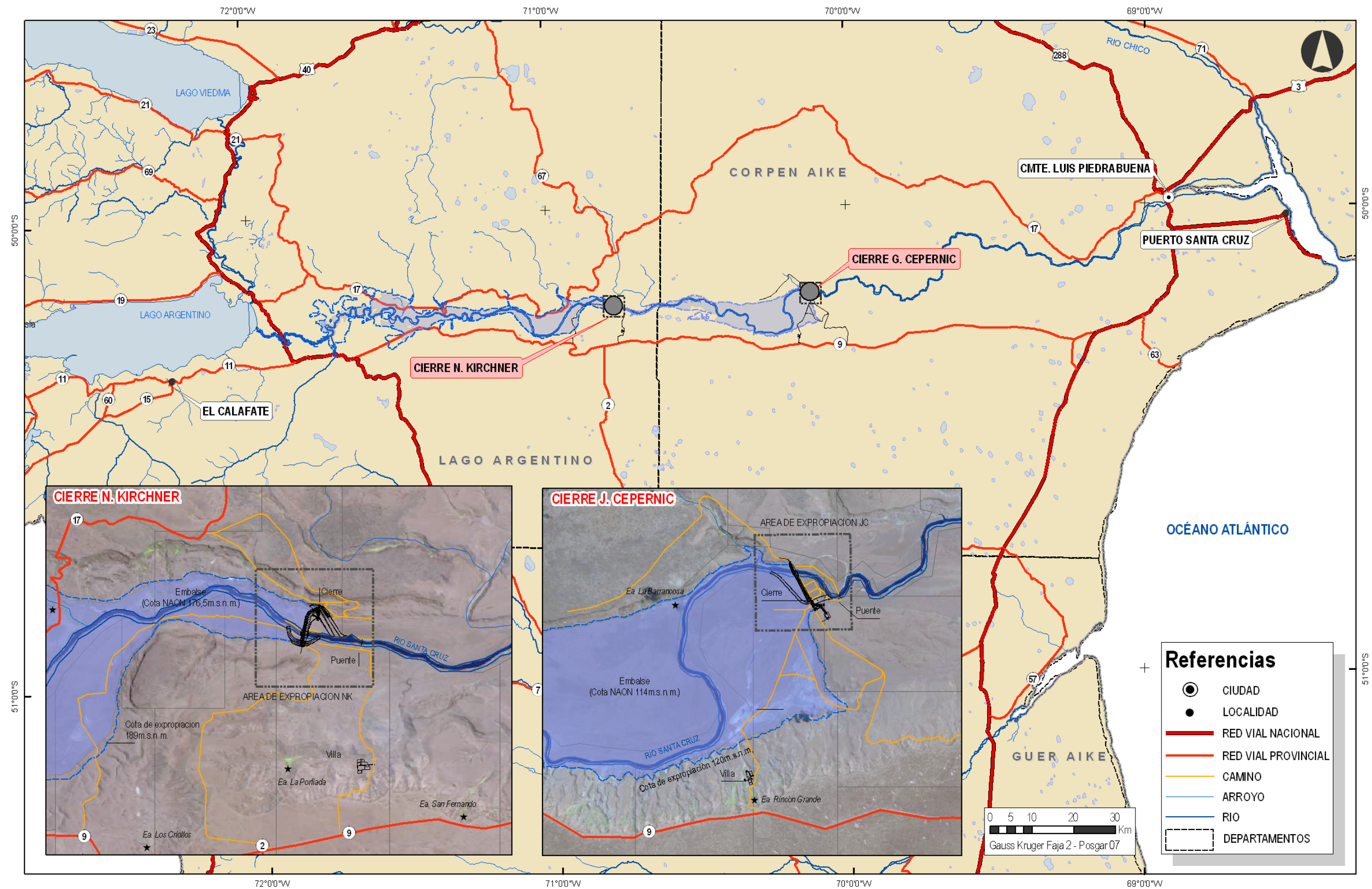


Figura 2-1. Localización del proyecto.

## 2.3 ETAPAS DEL PROYECTO

Para su estudio el proyecto se ha organizado por sus etapas principales. A su vez, los trabajos constructivos están divididos en dos sub-etapas:

- **Tareas previas:** dada la envergadura del proyecto y la magnitud de las obras en cuestión, en forma previa a la ejecución de los trabajos constructivos de las Obras Principales, es necesario el montaje y construcción de una serie de instalaciones de apoyo a las mismas. De este modo esta etapa comprende las siguientes acciones principales:
  - Construcción de las villas temporarias, para alojamiento de los trabajadores.
  - Montaje de obradores e instalaciones auxiliares a las obras.
  - Montaje de puentes provisorios, para la conexión de ambos márgenes del río Santa Cruz de manera de permitir el trabajo desde ambos frentes.
  - Construcción de los caminos temporarios, para acceso durante la etapa constructiva a los diferentes sitios de obra.

En este punto resulta importante mencionar que para propiciar el inicio de las tareas previas y los sucesivos trabajos constructivos, es necesaria la ejecución de una serie de estudios de base (estudios geotécnicos, estudios topográficos, etc.). Dicha etapa, requiere el montaje y/o adecuación de diferentes facilidades (tales como campamentos y caminos) como primera aproximación al sitio de obra. Dichas actividades fueron autorizadas previamente por la Autoridad de Aplicación, Subsecretaría de Medio Ambiente de Santa Cruz, mediante la expedición de las correspondientes Declaratorias de Impacto Ambiental (DIAs).

Al momento de la redacción del presente estudio, parte de los trabajos mencionados (estudios de base, montaje y/o adecuación de campamentos, etc.) se encuentran en ejecución en cumplimiento del cronograma del proyecto.

- **Etapas de construcción:** las tareas constructivas comprenden principalmente el desarrollo de todas las obras civiles y electromecánicas del proyecto y el funcionamiento de todas las instalaciones complementarias tales como obradores y villas temporarias.

En relación a la duración de cada período de obra, la construcción se llevará a cabo durante un período de tiempo acotado y reducido en comparación con la vida útil del proyecto. Particularmente, las **tareas previas** tendrán una duración aproximada de **14 meses**, luego será sucedida por la **etapa de construcción** hasta alcanzar los **66 meses de obra**. En ese momento se prevé poner a disposición del Mercado Eléctrico Mayoristas (MEM) los últimos turbogrupos de los Aprovechamientos Hidroeléctricos.

- **Etapas de operación:** de acuerdo con lo antedicho, la etapa de operación se produce una vez en funcionamiento la totalidad de las unidades de generación. La UTE tendrá a su cargo la Operación y Mantenimiento de los aprovechamientos durante un período de 15 años (a contar desde la habilitación comercial del primer turbogrupos generador).

## 2.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

Sobre la base del análisis de las consideraciones expuestas en el pliego de las obras, los avances realizados en torno a la definición de la Ingeniería del proyecto y estudios particulares respecto del funcionamiento del sistema, se han determinado los aspectos clave que caracterizan este proyecto y que sirven de base para la identificación y cuantificación de impactos ambientales, así como para la definición de medidas de mitigación.



De esta forma se presentan a continuación los parámetros generales de diseño y operación que han sido provistos para este estudio por la UTE, o en su defecto, tomados del Pliego de Especificaciones Técnicas, haciendo mención a su fuente en cada caso.

**Aspectos clave definidos por pliego:** En este caso se presentan las consideraciones definidas por pliego que limitan o condicionan el diseño del sistema y que se corroboran en la definición de los parámetros constructivos y operativos de las presas.

- a) El Nivel Máximo Extraordinario del embalse de la Presa Kirchner no podrá superar la máxima cota de oscilación (depurada de eventos por rotura) del Lago Argentino.
- b) La operación de este embalse deberá garantizar que su nivel acompañe las oscilaciones naturales del Lago Argentino (depuradas éstas de los eventos de rotura).
- c) Por consideraciones hidráulicas de estabilidad de cauce y de dominio en la zona ribereña, el máximo caudal a evacuar desde el embalse de la Presa Cepernic no podrá superar aquel de recurrencia 25 años, determinado a partir del registro histórico. El máximo caudal de turbinado se fijó en 2100 m<sup>3</sup>/s para cumplir con esta premisa.
- d) El sistema deberá garantizar un caudal mínimo que sustente los ecosistemas generados en torno al mismo (180 m<sup>3</sup>/s). Esto es particularmente importante en la Presa Cepernic, que no tiene contra-embalse.
- e) Deberá garantizarse el caudal que permita las migraciones reproductivas de las especies ictícolas que actualmente se dan en el tramo fluvial considerado.

Vale destacar que el diseño avanzado en el estudio detallado de algunos parámetros específicos de la hidrología local, han resultado en definiciones más restrictivas en términos proteccionistas que las determinadas en estas premisas extraídas del pliego.

Así, se definen condiciones restrictivas de diseño y operación tendientes a desvincular hidráulicamente el lago Argentino de la operación del sistema de presas, así como se ha definido en función del conocimiento de los aspectos propios del sitio un caudal mínimo diferente al estipulado en el pliego. Esto último responde al cumplimiento de la premisa fundamental de preservación ambiental establecida en el pliego como condición superadora.

**Aspectos clave definidos en el avance de los proyectos ejecutivos:** Como fue mencionado en el punto anterior, las premisas que se definen a continuación se han presentado como instancia mejoradora respecto de las condiciones generales establecidas en el pliego.

- a) Se desvincula el nivel en el embalse de la Presa Kirchner de los niveles en el Lago Argentino para toda condición.
- b) El caudal medio diario que egresa de Cepernic será el mismo que el medio diario que ingresa a Kirchner (el caudal diario que ingresa al sistema es el mismo que se eroga también diariamente, aunque con una distribución distinta a los largo del día).
- c) El máximo caudal a evacuar desde el embalse de la Presa Cepernic estará en torno a los 1600 m<sup>3</sup>/s, que corresponden a picos de años ricos o a crecidas de baja recurrencia.
- d) El sistema deberá garantizar un caudal mínimo que sustente los ecosistemas generados en torno al mismo. Esto es particularmente importante en la presa Cepernic, que no tiene compensador. Este caudal se define a partir del estudio del medio y sus interacciones y se detalla en el Capítulo 5 (Punto 2: Establecimiento del caudal mínimo del río Santa Cruz, aguas abajo de J. Cepernic).
- e) El sistema prevé garantizar un caudal que permita las migraciones reproductivas de las especies ictícolas que actualmente se dan en el tramo fluvial considerado.

- f) El nivel de la Presa Cepernic debe llegar en todo momento al pie de Presa Kirchner de manera que en ningún momento exista un tramo “seco” entre ambas. Esto se cumple limitando el Nivel Mínimo Normal de la Presa Cepernic.

**Aspectos clave definidos en el informe de operación de embalses provisto por la UTE:** estas determinaciones certifican una mirada más conservadora respecto de la intervención sobre el medio y especialmente sobre áreas de especial sensibilidad como el Lago Argentino y acompaña el desarrollo del proyecto a tono con lo evaluado por la UTE.

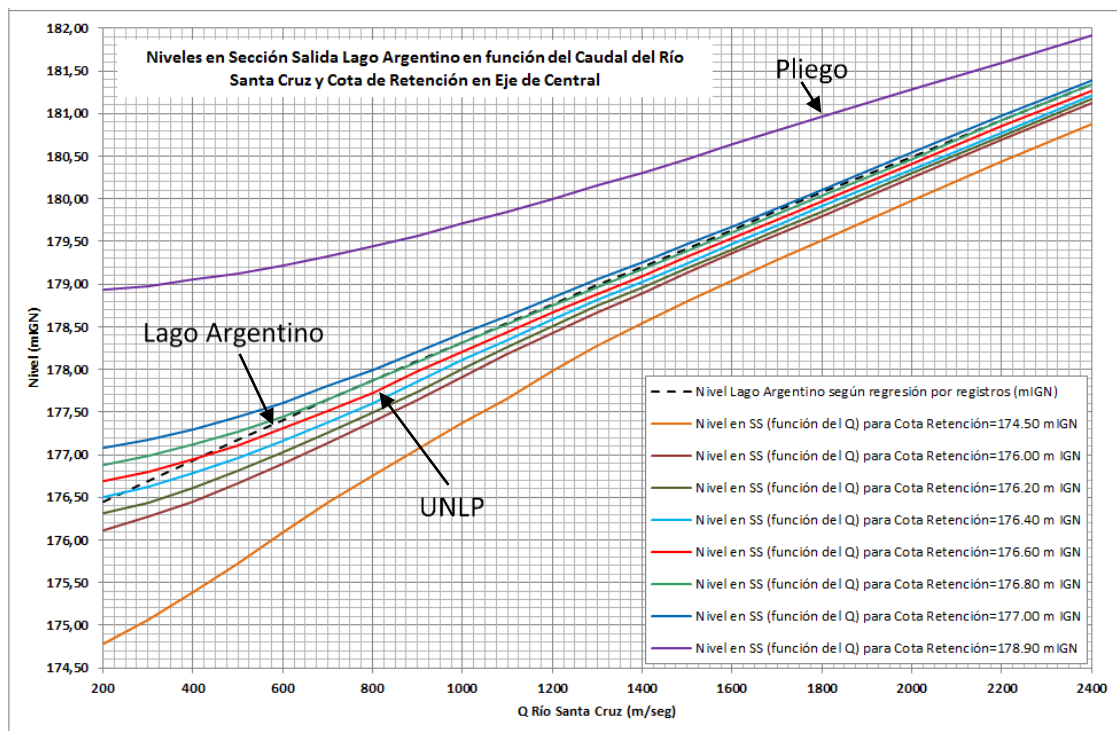
- a) La operación de este embalse (Kirchner) deberá garantizar que su nivel acompañe las oscilaciones naturales del Lago Argentino (depuradas éstas de los eventos de rotura).
- b) Se fijó que los niveles de operación de este embalse no deberán superar los niveles máximos diarios históricos depurados de eventos de rotura, según análisis realizado por series de Fourier (esto fue hecho con ajustes sobre datos recabados de planillas limnimétricas de los registros del Lago Argentino).
- c) Para la Presa Pres. Néstor Kirchner, por el contrario, el nivel de embalse podría haberse variado dentro de cierto ámbito incursionando en mayor o menor medida en el Lago Argentino. La restricción ambiental de no afectar este lago llevó a que las alternativas previstas en el anteproyecto del año 1978 fueran todas descartadas y reemplazadas por la citada anteriormente de nivel que acompañe las oscilaciones naturales del Lago Argentino, no pudiendo aprovechar la posible capacidad de regulación que se usaba en el anteproyecto mencionado.

En todos los casos se vislumbra que el desarrollo del proyecto llevado adelante por la UTE, ha resultado en una mejor integración del proyecto en el medio, propiciando la implementación de condicionantes al diseño u operación que favorezcan la protección de factores de especial sensibilidad como lo son el Lago Argentino y el Parque Nacional Los Glaciares.

#### **2.4.1 Desvinculación de los niveles de embalse de NK de los del Lago Argentino**

A partir de estudios preliminares se analizó para diferentes niveles de NAON cuál sería el nivel alcanzado en la sección de salida del Lago Argentino en función de distintos caudales (Ver Figura 2-2) y se concluyó que la condición de desacople se cumple para un NAON de 176,50.

También se puede apreciar en dicha figura que para el NAON 178,90 (Pliego) esta condición de desacople no se cumplía para ningún caudal.



**Figura 2-2. Niveles en la Sección de Salida del Lago Argentino para diferentes Caudales del Río Santa Cruz y Cota de Retención en el Eje de la Central Kirchner. Fuente: UNLP, 2015.**

El análisis realizado indica las condiciones de desacople entre el NAON y el nivel del Lago Argentino, determinando la cota que se alcanza en la sección de salida del Lago producto de la curva de remanso en Kirchner para caudales hasta 2.400m<sup>3</sup>/s. Este estudio no contempla el nivel que se produciría en el embalse ante una crecida de cierta recurrencia. En este caso, por el efecto de atenuación de crecidas, se producirá un ascenso del pelo de agua según la crecida considerada. El caso extremo sería la crecida decamilenaria para la cual se llegaría al NAME.

El estudio de la cota de NAON en NK que permite el desacople con los niveles del Lago Argentino está siendo complementado y profundizado mediante modelaciones hidrodinámicas del río y del lago, prestando especial interés en la sección de embocadura al Río Santa Cruz.

#### **2.4.2 Parámetros básicos de construcción y niveles de operación**

A continuación se presentan los parámetros básicos de construcción y operación de cada una de las presas.

**Tabla 2-1. Parámetros básicos de construcción y operación de las Presas NK y JC.**

Categoría	Característica	Unidad	PRESA PRESIDENTE DR. NÉSTOR KIRCHNER		PRESA GOBERNADOR JORGE CEPERNIC	
			Dato	Fuente	Dato	Fuente
Ubicación	Latitud		50° 12' 25,4" S	UTE - [NK-A CV-MT GE(OG-00-00)-P001-0C]	50° 11' 29" S	UTE - [JC-A.CV-MT.GE(OG-00-00)-P001-0B]
	Longitud		70° 47' 0,8" W	UTE - [NK-A CV-MT GE(OG-00-00)-P001-0C]	70° 7' 14,4" W	UTE - [JC-A.CV-MT.GE(OG-00-00)-P001-0B]
Río	Ancho medio superficial	m	150	-	150	-
	Profundidad media	m	6 ~ 8	-	6 ~ 8	-
	Caudal medio anual	m³/s	696,8	Pliego	696,8	Pliego
	Caudal máximo medio mensual	m³/s	1.275	Pliego	1.275	Pliego
	Caudal mínimo medio mensual	m³/s	278	Pliego	278	Pliego
	Caudal crecida decamilenaria	m³/s	4.100	Pliego	4.100	Pliego
Presa	Tipo	-	CFRD (Materiales sueltos con pantalla impermeable de hormigón)	UTE - [GE-A CV-MT.GT-(PR-00-00)-P001-0B]	CFRD (Materiales sueltos con pantalla impermeable de hormigón)	UTE - [GE-A CV-MT.GT-(PR-00-00)-P001-0B]
	Longitud	m	2.800	UTE - [GE-A CV-MT.GT-(PR-00-00)-P001-0B]	2.700	UTE - [GE-A CV-MT.GT-(PR-00-00)-P001-0B]
	Altura sobre el lecho del río	m	68	UTE - Comunicación por correo electrónico	41	UTE - [GE-A CV-MT.GT-(PR-00-00)-P001-0B]
	Volumen	10 <sup>6</sup> x m <sup>3</sup>	12,1	UTE - [GE-A CV-MT.GT-(PR-00-00)-P001-0B]	5,3	UTE - [GE-A CV-MT.GT-(PR-00-00)-P001-0B]
Características del embalse y Niveles de Operación	Longitud de embalse	km	70	-	40	-
	Ancho superficial	km	2 ~ 5	-	1 ~ 8	-
	Cota de Coronamiento	mIGN	180,56	UTE - Comunicación por correo electrónico	118,50	UTE - [JC-A.CV-PL.GE-(PR-00-00)-P003-0B]
	Nivel Máximo Normal	mIGN	176,50	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección	114,00	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección
	Nivel mínimo Normal	mIGN	176,10	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección	113,75	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección
	Nivel Máximo Extraordinario	mIGN	179,30	UTE - Comunicación por correo electrónico	115,00	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(VE-00-00)-P001-0B]

(2) EIA REPRESAS SC - Cap. 02 Descripción del Proyecto - Rev2

Categoría	Característica	Unidad	PRESA PRESIDENTE DR. NÉSTOR KIRCHNER		PRESA GOBERNADOR JORGE CEPERNIC	
			Dato	Fuente	Dato	Fuente
	Nivel Mínimo Extraordinario	mIGN	172,50	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]	101,50	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]
	Area a NAON	ha	24.728	Curvas UTE	20.693	Curvas UTE
	Area a NminN	ha	24.594	Curvas UTE	20.584	Curvas UTE
	Volumen a NAON	hm <sup>3</sup>	5.454	Curvas UTE	3.188	Curvas UTE
	Volumen a NminN	hm <sup>3</sup>	5.355	Curvas UTE	3.135	Curvas UTE
	Profundidad media	m	22,1	-	15,4	-
	Volumen Regulación	hm <sup>3</sup>	99	Curvas UTE	53	Curvas UTE
	V.Regulación/V.NAON	%	1,8%	-	1,7%	-
	Tiempo de renovación (según Q <sub>módulo</sub> )	días	91	-	53	-
<b>Central y obra de toma</b>	Ubicación	-	M. Izquierda	UTE - [NK-A CV-MT GE(OG-00-00)-P001-0C]	M. Derecha	UTE - [JC-A.CV-MT.GE(OG-00-00)-P001-0B]
	Tipo	-	Punta	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección	Base	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección
	Nivel de Toma	mIGN	172,50	UTE - [NK-A.CV-PL.H <sup>o</sup> -(TC-12-00)-P013]	101,05	UTE - [JC-A.CV-PL.GE-(CH-00-00)-P002-0A]
	Nº de turbinas	-	6	Pliego	5	Pliego
	Tipo	-	Francis	Pliego	Kaplan	Pliego
	Salto máximo de operación	m	58,60	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección	36,10	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección
	Salto mínimo de operación	m	58,20	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección	32,30	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección
	Potencia Unitaria	MW	190	Pliego	120	Pliego
	Potencia Instalada	MW	1.140	Pliego	600	Pliego
	Energía media anual	GWh/año	3.232	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección	1.898	UTE - Informe Preliminar (v.5) entregado en reunión con la Inspección
<b>Vertedero</b>	Ubicación	-	M. Izquierda	UTE - [NK-A.CV-MI_OG.00.00_-P001 REV 0A]	M. Derecha	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(VE-00-00)-P001-0B]
	Tipo	-	Con compuertas	UTE - [NK-A.CV-MI_OG.00.00_-P001 REV 0A]	Con compuertas	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(VE-00-00)-P001-0B]
	Longitud	m	115,00	UTE - [NK-A CV-MT GE(OG-00-00)-P001-0C]	72,00	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(VE-00-00)-P001-0B]



Categoría	Característica	Unidad	PRESA PRESIDENTE DR. NÉSTOR KIRCHNER		PRESA GOBERNADOR JORGE CEPERNIC	
			Dato	Fuente	Dato	Fuente
	Cantidad de vanos	-	4	UTE - [NK-A CV-MT GE(OG-00-00)-P001-0C]	5	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(VE-00-00)-P001-0B]
	Cota de la cresta	mIGN	168,50	UTE - Comunicación por correo electrónico	105,00	UTE - Comunicación por correo electrónico
	Caudal de diseño	mIGN	3.927	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(VE-06-00)-P001-0B]	4.163	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(VE-00-00)-P001-0B]
<b>Vertedero Auxiliar</b>	Ubicación	-	M. Derecha	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(VE-06-00)-P001-0B]		
	Tipo	-	Planta Semicircular (tipo Morning Glory)	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(VE-06-00)-P001-0B]		
	Longitud	m	25,13	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(VE-06-00)-P001-0B]		
	Cota de la cresta	mIGN	177,50	UTE - Comunicación por correo electrónico		
	Caudal de diseño	mIGN	220	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(VE-06-00)-P001-0B]		
<b>Desvío</b>	Ubicación	-	M. Derecha	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]	M. Izquierda	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]
	Tipo	-	Canal	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]	Canal	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]
	Cota de desvío	mIGN	112,42	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]	75,00	UTE - [JC-A.CV-PL.GE-(VE-00-00)-P002-0B]
	Caudal de diseño	m³/s	2.100	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]	2.100	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]
<b>Descargador de fondo</b>	Ubicación	-	M. Derecha	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]	M. Izquierda	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]
	Tipo	-	Conductos rectangulares (en obra de desvío)	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]	Conductos rectangulares (en obra de desvío)	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]
	Cota de descargador	mIGN	111,00	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]	81,40	UTE - [JC-A.CV-PL.GE-(VE-00-00)-P002-0B]
	Longitud del conducto	m	273,00	UTE - [NK-A.CV-PL.EN-(DD-03-00)-P001-0B]	31,00	UTE - [JC-A.CV-PL.EN-(DD-00-00)-P001 a P002-0C-2010]
	Caudal de diseño	m³/s	200,00	UTE - [NK-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]	200,00	UTE - [JC-A.CV-MC.HD-(DD-00-00)-P001-0B]
<b>Escala de Peces</b>	Ubicación	-	M. Izquierda	UTE - [NK-A.CV-PL.GE-(EP-00-00)-P001-0A]	M. Derecha	UTE - [GE-A.CV-MT.CI-(EP-00-00)-P001-0B]
	Caudal de diseño	m³/s	7,00	UTE - [GE-A.CV-MT.CI-(EP-00-00)-P001-0B]	7,00	UTE - [GE-A.CV-MT.CI-(EP-00-00)-P001-0B]

En función de las características de ambas presas pueden mencionarse los siguientes aspectos más significativos:

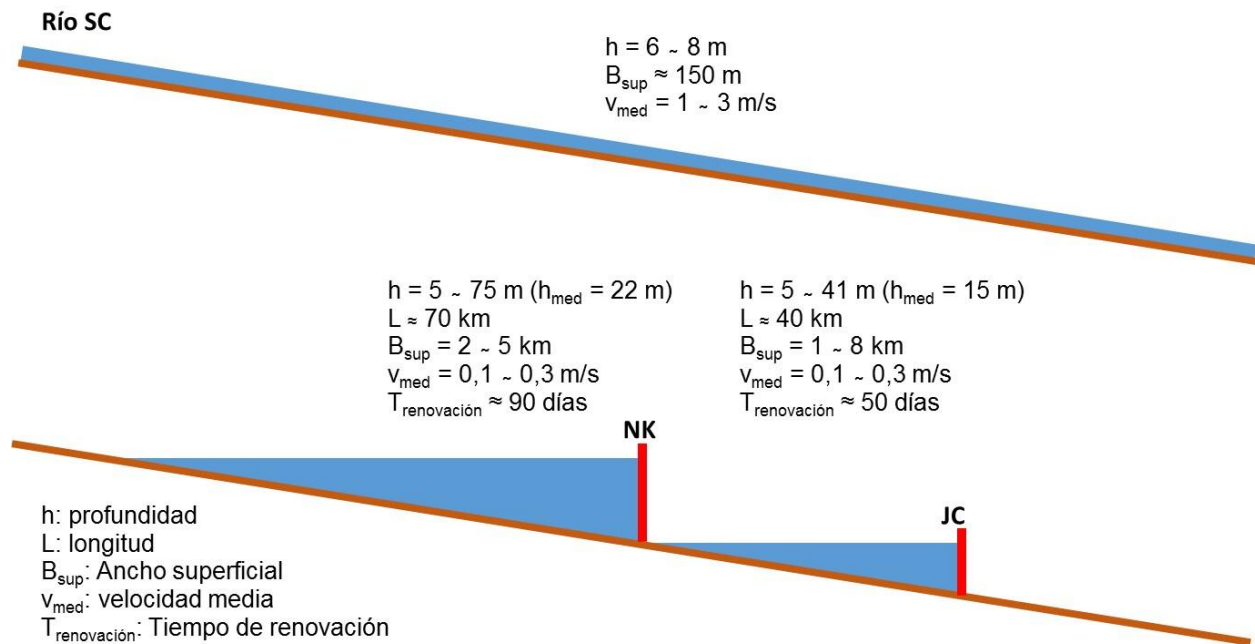
- Comparando los niveles constructivos de las obras civiles y las características del equipamiento hidromecánico respecto de las condiciones operativas, se identifica la necesidad de ajustar algunos parámetros de diseño. En este sentido, dado que el proyecto ejecutivo se encuentra en desarrollo, se asume que estos detalles serán ajustados a las necesidades de proyecto, siendo los más significativos en términos de la evaluación ambiental aquellos que definen la operación de los embalses.
- Respecto del volumen acumulado en ambos embalses, se visualiza que la capacidad reguladora de los mismos es muy acotada. Esto implica que tienen poca posibilidad de retener agua en épocas de crecida para ser utilizada en la generación de energía en épocas de bajante. Este aspecto del diseño verifica la premisa de operación establecida como “todo el caudal que ingresa diariamente se eroga con la misma frecuencia”.

#### **2.4.3 Principales aspectos hidráulicos que se modifican con la introducción de las presas en el río Santa Cruz**

Como consecuencia de la implantación de las presas, se formarán dos embalses en sitios donde transcurría el río, inundando zonas linderas a éste, especialmente su valle. Aguas abajo de ambas presas se regularán los caudales de erogación de forma tal de propiciar la generación de energía pero manteniendo criterios de sostenibilidad ambiental.

Como criterio de diseño y dada su capacidad reguladora, el caudal de ingreso diario al sistema será igual al erogado al final de este en la presa JC, si bien la erogación supone una distribución diferente a la de ingreso. En consecuencia y desde el punto de vista de la hidrología actual, el proyecto modificará la dinámica de la sección media del río de forma radical, considerando velocidades de corriente, profundidades medias de la columna de agua y condiciones litorales, así como también se modificarán las condiciones del río aguas abajo del sistema de presas generando una distribución diferente de los caudales de ingreso, signados por la estacionalidad hidrológica del río.

Esta modificación incurrirá en un cambio de las condiciones de base de los sistemas naturales, que será analizado en la evaluación de impactos de este estudio. Se asume que no todas las modificaciones pueden ser consideradas como negativas per se, pero se considera que éstas introducirán una reestructuración del medio modificando su equilibrio tal cual como se conoce en la actualidad.



**Figura 2-3. Esquematación general del sistema modificado. Arriba del gráfico las características generales del río y en la parte inferior del gráfico las modificaciones introducidas con los embalses.**  
 Fuente: UTE, 2015.

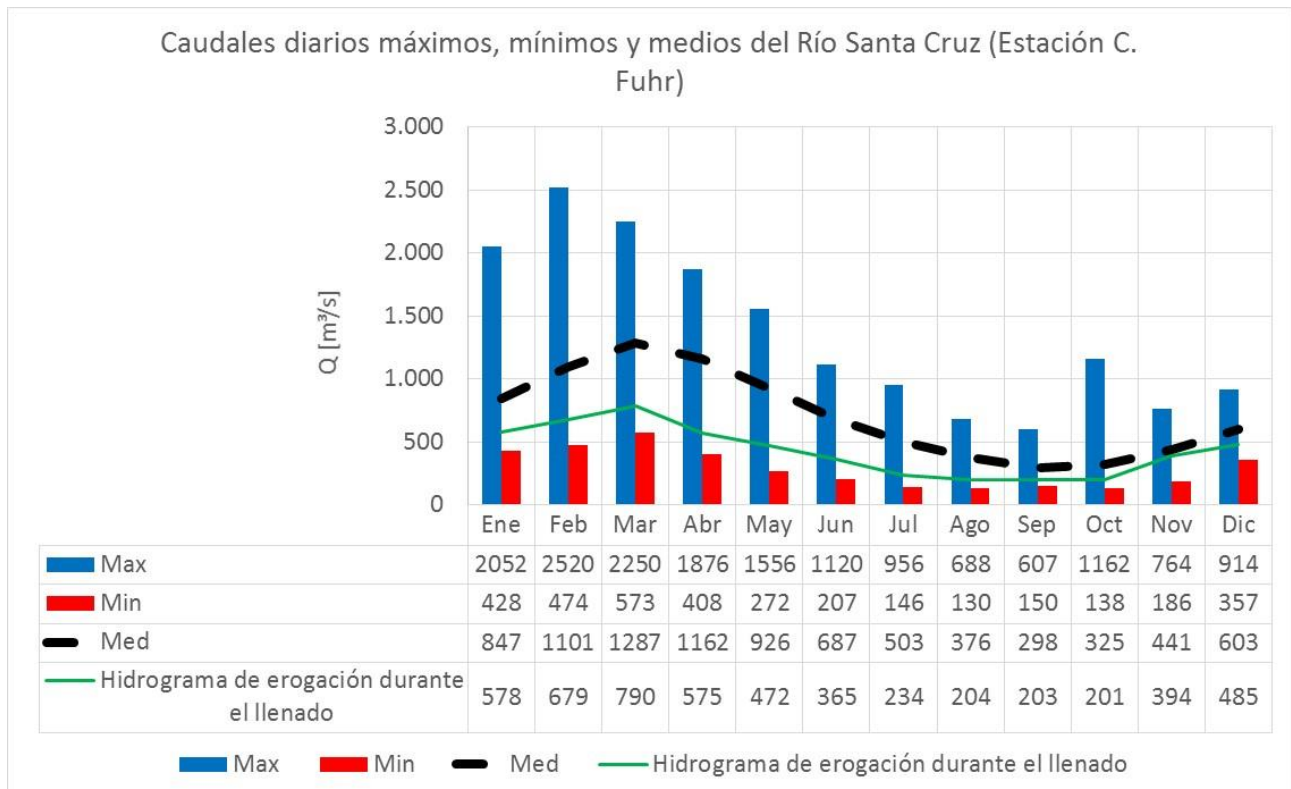
## 2.5 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE PRESAS: LLENADO DE LOS EMBALSES

Una vez finalizada la etapa constructiva que incluye las obras civiles de represamiento, caminos de acceso y desvío del río principalmente, se comenzará con la etapa de llenado de los embalses, que a los efectos de esta descripción ha sido considerado como etapa de puesta en marcha.

Para el llenado se prevé la utilización de parte del caudal que circula a través del río. De acuerdo con información de proyecto y en función de los ajustes de los cronogramas de obra y operación, se ha fijado un hidrograma de erogación aguas abajo de la presa de JC, que permita la utilización de parte de los caudales del río para el llenado de los embalses.

Este caudal de erogación ha sido conformado en función del estudio de los años de menor derrame (más secos) de la serie de mediciones que se tiene del río y que se extiende para el período 1955 – medias de 2014.

En el siguiente gráfico se presenta el hidrograma propuesto por la UTE a ser respetado aguas abajo de la presa JC durante el llenado de las mismas, el caudal promedio utilizado a los efectos del cálculo de tiempo de llenado y los caudales diarios mínimos y máximos extremos medidos para cada mes según la serie de 1955-mediados de 2014.

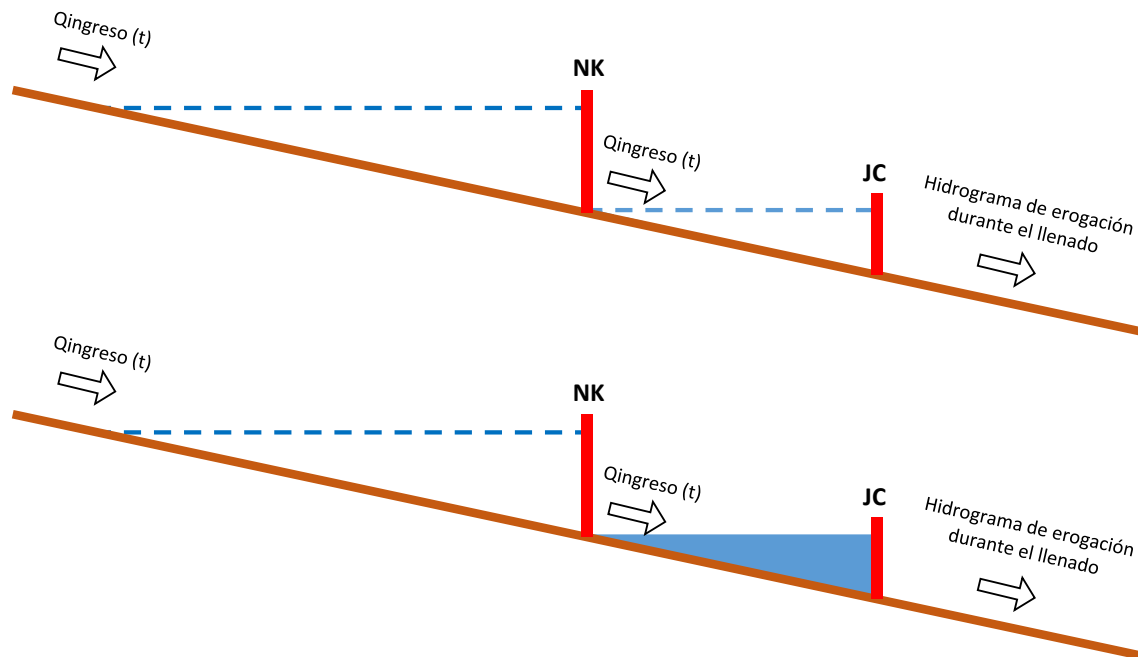


**Figura 2-4. Hidrograma de erogación durante el llenado, hidrograma medio y caudales mensuales máximos y mínimos históricos (serie 1955-mediados de 2014)**

Para el llenado de los embalses se utilizará el siguiente procedimiento y secuencia:

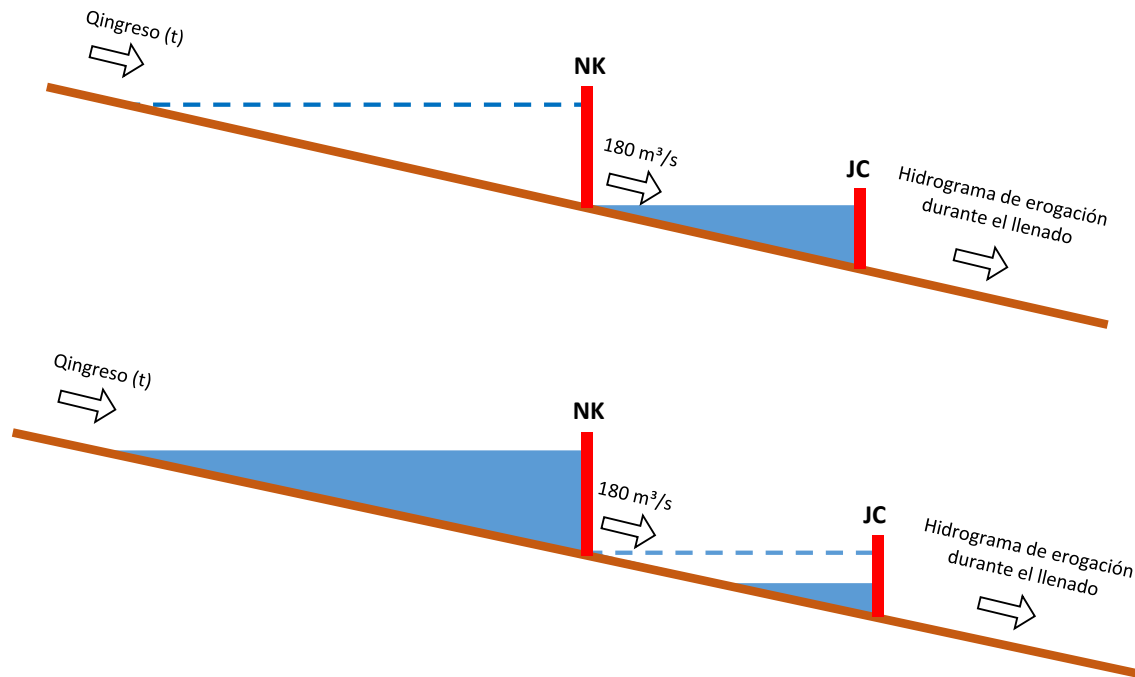
1. Se llenará en primera instancia el embalse de la presa JC (el volumen total de dicho embalse, considerando que el llenado se produce hasta su nivel mínimo de operación, es de 3200 hm<sup>3</sup> aproximadamente)

El tiempo de llenado de este embalse se asume en 3 meses, si se considera un caudal de ingreso al mismo correspondiente al hidrograma de caudales promedio mensuales y se eroga a través del descargador de fondo de la misma el hidrograma establecido como de erogación durante el período de llenado. Para el cumplimiento de este período se considera el comienzo del llenado en el mes de enero (meses para el llenado de JC: enero, febrero y marzo).



**Figura 2-5. Esquemas de llenado del embalse JC.**

2. Una vez finalizado el llenado del embalse de JC (hasta llegar a la cota mínima de operación 113,75 mIGN, se comenzará a completar el embalse de NK. Se asume el comienzo del llenado en abril y se tardarán otros 3 meses en completar el mismo hasta su cota de máxima operación (176,5 mIGN). Para completar el llenado de aproximadamente 5.400 hm<sup>3</sup> en ese plazo se considera que el caudal a ser erogado desde la presa de NK al embalse de JC será de 180 m<sup>3</sup>/s de forma permanente y el caudal que se dejará circular a través de JC hacia el río en su curso inferior será igual al hidrograma de erogación dispuesto para el llenado de JC y presentado en la Figura 2-4. Dado que el caudal a erogar en JC siempre es mayor a 180 m<sup>3</sup>/s, se deberá utilizar parte del agua contenida en el embalse para cumplimentar este criterio. Así, durante el plazo de llenado del embalse NK, se estima una reducción de los niveles del vaso de JC.



**Figura 2-6. Esquema de llenado del embalse NK.**

Finalmente y a los efectos de la evaluación de impactos, se considera un plazo total de llenado de embalses (NK y JC) de 6 meses (comenzando en enero y finalizando en julio), erogando durante ese plazo el “hidrograma de erogación durante el llenado” establecido en la Figura 2-4, en la presa de JC.

Independientemente que el análisis se lleve a cabo considerando el caudal de erogación definido en este punto para el período de llenado, en el Capítulo 5 (Punto 2: Establecimiento del caudal mínimo del río Santa Cruz, aguas abajo de J. Cepernic), se presenta un hidrograma propuesto para esta instancia bajo el principio de menor perturbación posible del sistema natural, tratando de minimizar riesgos ecológicos.

## 2.6 CONDICIONES DE OPERACIÓN

Dado que se encuentra en desarrollo de forma contemporánea el Proyecto Ejecutivo de las presas y el Estudio de Impacto Ambiental, ha sido posible definir una serie de criterios de protección del medio que se incorporan en el propio diseño del proyecto. Por esta razón como parte de la Descripción del Proyecto para la instancia de operación se incluyen estos principios de sostenibilidad ambiental.

Las condiciones generales de operación fueron extraídas de informes entregados por la UTE, en lo que respecta a los aspectos que cumplen con los requerimientos energéticos del sistema. Asimismo, se han incorporado las condiciones de borde para la sustentabilidad del medio en las secciones del río que no se hayan modificado por la presencia de los embalses.

A continuación se presentan dos escenarios de operación, uno, como ya se mencionó considerando una operación en base de JC y otro más ambicioso desde el punto de vista energético (establece la generación en punta de la Presa JC). Este último tiene por objetivo presentar las limitaciones que tendría este tipo de generación en vistas de mantener condiciones de calidad ambiental aguas abajo de JC, bajo la presentación de una hipótesis de generación empuntada.

En ambos escenarios se considera que la presa de NK presenta un caudal máximo de turbinado de 2100 m<sup>3</sup>/s durante las horas que se ajusten a la disponibilidad de agua en función de la capacidad reguladora de su embalse.



### 2.6.1 Escenario de operación ordinaria basado en los informes aportados por la UTE

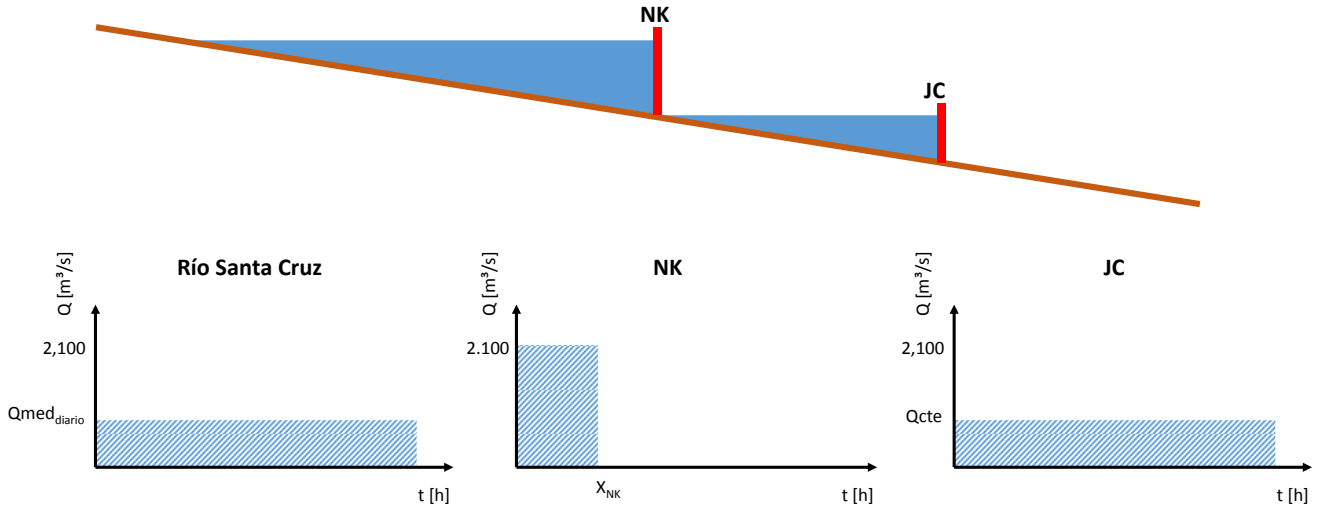
La premisa que define esta operación es la que establece que en términos generales el caudal que ingresa al sistema de represamiento de forma diaria es el mismo que se eroga aguas abajo de este en el mismo período (diariamente). Esta condición se define de forma casi permanente ya que se establece el guardado de parte del caudal en época de crecida para ser usado durante el período de aguas bajas.

En este caso se presenta una condición de turbinado empuntado en NK, turbinando un máximo de 2100 m<sup>3</sup>/s durante las horas que sean posibles en función de la disponibilidad de agua y la capacidad reguladora de su embalse. Este principio presupone la erogación de 2100 m<sup>3</sup>/s una cantidad de horas en el día y durante el resto de las horas la retención del agua en forma completa, o sea varias horas del día no ingresa agua desde NK a JC. Este aspecto no implica un impacto específico en el sistema porque dadas las cotas de operación máxima y mínima de ambos embalses, entre ambas presas no existirá tramo de río sino que todo se convertirá en embalse. Esto implica que aun no erogando caudal desde NK, en ninguna situación el tramo entre NK y JC permanecerá sin agua. En otras palabras, la cola del embalse de JC se extiende hasta el pie de presa de NK conformando un sistema léntico desde la cola del embalse de NK, hasta el cierre de JC.

De acuerdo con esta modalidad de operación y dependiendo del factor de planta, se estima una cantidad de horas de turbinado (generación) en función del nivel de caudal que tenga el río. A modo de ejemplo, para un factor de planta de 0,457 y considerando el caudal medio máximo de un año pobre (960 m<sup>3</sup>/s), podrá turbinar para este caudal 11 hs diarias a 2100 m<sup>3</sup>/s. Si tomamos el caudal mínimo medio para este mismo año pobre (225 m<sup>3</sup>/s) y un factor de planta de 0,107, se podrán turbinar 2,6 hs en el día.

Respecto a la operación de JC, se asume que la misma es en base, turbinando el caudal de ingreso al sistema considerando su valor instantáneo. O sea mientras el caudal de ingreso se distribuye en función de la mejor eficiencia de generación en NK para mantener el principio rector de “el caudal que ingresa diariamente al sistema es erogado en el mismo período”, en JC la distribución de este caudal es la misma que la de ingreso, considerando su valor instantáneo. O sea si ingresan al sistema 300 m<sup>3</sup>/s, pasan a través de JC los mismos 300 m<sup>3</sup>/s, manteniendo un régimen de generación en base. Esto implica que el río presenta el mismo régimen hidrológico en su sección aguas arriba y aguas abajo del sistema de presas y sus curvas de remanso. Esta situación se da casi todo el tiempo, excepto en los momentos en donde se decida guardar agua para épocas más secas. En este caso durante las crecidas anuales se podrá almacenar agua hasta el nivel máximo de operación en cada embalse para luego ser usada en los momentos de caudales bajos (especialmente en invierno).

Dado que la capacidad reguladora de ambos embalses resulta reducida (99 Hm<sup>3</sup> para NK sobre 5.400 Hm<sup>3</sup> de volumen total y 53 Hm<sup>3</sup> para JC sobre 3.200 Hm<sup>3</sup> de volumen total), no se espera que la regulación implique cambios considerables en los caudales medios mensuales de erogación. Sin embargo y a modo de mantener condiciones de sustentabilidad ambiental aguas abajo de la presa JC, se considera que en ningún momento el caudal de erogación podrá ser nulo, sino que se deberán respetar las consideraciones de caudal mínimo y los caudales medios diarios deberán ser similares a los presentes en el río de forma natural, considerando las variaciones naturales entre años hidrológicamente más o menos ricos.



**Figura 2-7. Esquemas de operación en base para JC.**

### 2.6.2 Escenario de operación ordinaria basado en el empuntamiento de JC

El criterio de “hidrograma de erogación sustentable aguas abajo de JC” se basa en la necesidad de mantener, más allá del área directa intervenida por el sistema de represamiento, características de calidad ambiental que permitan la subsistencia del sistema natural en condiciones similares a las que se dan actualmente.

Dado que no existe un conocimiento total y acabo del medio en toda la extensión de sus variables e interacciones tal cual se desarrolla en la actualidad y mucho menos de las consecuencias reales que se pudieran generar a causa de la incorporación de modificaciones significativas y permanentes al sistema es que se adoptan criterios de mantenimiento de las condiciones conocidas del sistema para propiciar la sostenibilidad de su calidad integrada. Esto significa que a partir del estudio de las fluctuaciones naturales que el sistema ha tenido a lo largo de períodos medidos, para las variables analizadas, se definen una serie de criterios tendientes a mantener las modificaciones que se imprimen dentro de este rango que puede considerarse “natural”.

Se supone que más allá de las afectaciones que circunstancias menos recurrentes pueden generar sobre el medio y sus componentes, las especies que se desarrollan en el área se encuentran adaptadas a las fluctuaciones imperantes. Se asume que presentan una mayor capacidad de adaptación a eventos de mayor recurrencia, crecidas y bajantes ordinarias, que a aquellas menos recurrentes, bajantes y crecidas extraordinarias.

Del conocimiento de la dinámica hídrica del sistema y de los requerimientos hidrológicos que las especies presentan respecto de los distintos estadios de su desarrollo, es que se definen una serie de criterios de sostenibilidad ambiental que deben cumplirse de manera tal de mantener un nivel adecuado de calidad del ecosistema no intervenido directamente. Así, se sabe que algunos peces necesitan un cierto caudal para remontar el río y llegar a las áreas de desove como uno mucho más reducido en los momentos de desove efectivo (ejemplo basado en el comportamiento de los salmónidos especialmente). Esta dinámica reproductiva o trófica, cualquiera sea el caso coincide con las épocas del año en donde se dan los caudales más eficientes para favorecerla. Así, independientemente que el objetivo de las presas sea el de regular los caudales de forma tal de aprovechar la energía del agua para transformarla en energía eléctrica, es preciso tener en cuenta la protección de los factores del medio que proporcionan servicios ambientales al sistema en general y que forman parte del equilibrio dinámico rector de la naturaleza.



A pesar de lo mencionado anteriormente, el principio de máxima eficiencia energética es el que le da sentido al análisis de este escenario. De esta forma se pueden presentar condiciones para el funcionamiento del sistema de presas que permitan su mayor rédito económico y justificación de la inversión a la vez que incorporen en las premisas de operación los requerimientos ambientales de sostenibilidad.

Para este escenario se considera el mismo régimen de operación para NK que en el escenario anterior. O sea generación empuntada, turbinando 2100 m<sup>3</sup>/s durante las horas que sea posible en función de la disponibilidad de agua y de la capacidad reguladora de su embalse. Como se mencionó más arriba, la capacidad de regulación de estos embalses es baja respecto del volumen embalsado, aspecto que resulta consistente con el principio de erogar diariamente el mismo caudal que ingresa al sistema. En conclusión estos embalses no están diseñados para acumular agua en épocas de aguas altas y utilizarlas en la generación en las de aguas bajas, sino que solo pueden gestionar acumulaciones cortas, del orden de días.

Para el funcionamiento de JC en régimen empuntado, se consideran los siguientes criterios de cumplimiento mandatorio para mantener condiciones adecuadas de sostenibilidad ambiental:

- Para el mantenimiento de las condiciones hídricas básicas para la sostenibilidad de la vida acuática aguas abajo de JC, resulta mandatorio que en ningún momento el caudal instantáneo mínimo erogado sea inferior a 255 m<sup>3</sup>/s (la metodología de cálculo de este caudal mínimo se encuentra desarrollada en el Capítulo 5 bajo el Punto 2 -Establecimiento del caudal mínimo del río Santa Cruz, aguas abajo de J. Cepernic-).
- En ningún caso es posible mantener caudales únicos y uniformes aguas abajo de JC. Esto implica que cualquiera sea su valor, resulta altamente negativo para el medio modificar los pulsos hídricos que le den sustento al desarrollo de los sistemas naturales fijando un caudal único y uniforme de erogación. En conclusión siempre hay que mantener un hidrograma de salida en JC que sea adecuado y compatible temporalmente con el hidrograma del río, para los valores diarios y mensuales.
- La distribución de caudales erogados diariamente aguas abajo de JC para los meses de febrero, marzo y abril, deben mantenerse dentro de la siguiente relación,  $Q_{max}/Q_{min} \leq 3$ . Esta relación surge de la necesidad de minimizar los efectos adversos sobre los salmónidos en el período de migración hacia sus áreas de desove. O sea el caudal máximo erogado en el día no puede ser superior a 3 veces el caudal mínimo erogado por día de forma tal de no generar afectaciones intolerables a las especies de salmónidos (truchas especialmente para el Río Santa Cruz). A modo de ejemplo, si consideramos como parámetro óptimo de generación el turbinado de 1600 m<sup>3</sup>/s durante las horas que permitan cubrir la demanda en JC, el caudal mínimo erogado en la misma presa en las horas restantes del día no podría ser inferior a 533 m<sup>3</sup>/s.

Se consideran estas tres premisas como las mandatarias de cumplimiento junto con la de diseño del sistema que brega que todo caudal que ingresa diariamente al mismo es erogado en igual período.

Existe otro aspecto que puede inferir impactos sobre los peces, pero que no ha sido incorporado en esta instancia porque se carece de información necesaria para su evaluación acabada. Así como resulta fundamental mantener niveles suficientemente altos de agua durante los períodos de migración de los salmónidos para asegurar su supervivencia, también resulta crítico respetar los períodos de aguas bajas (caudales más reducidos) para los períodos de desove (correspondientes a los meses de julio, agosto y septiembre). Sin embargo, los desoves se llevan a cabo en determinadas áreas no solo dependientes de los caudales y velocidades de corriente del río sino también del sustrato predominante.

De esta manera y bajo el conocimiento actual de la zona y de la ictiología, no se sabe si aguas abajo de JC se encuentran sitios de desove y cría prioritarios de las especies de salmónidos más representativas, por cuanto la restricción o no de caudales de erogación en la presa podrán ser definidas en función del conocimiento de la dinámica reproductiva en el área de afectación, pero no en esta instancia. De esta forma el impacto para esos meses, dado el funcionamiento empuntado de JC y respecto de la ictiofauna se analizará considerando principios precautorios pero entendiendo que no se cuenta con información suficiente para determinar su valoración específica.

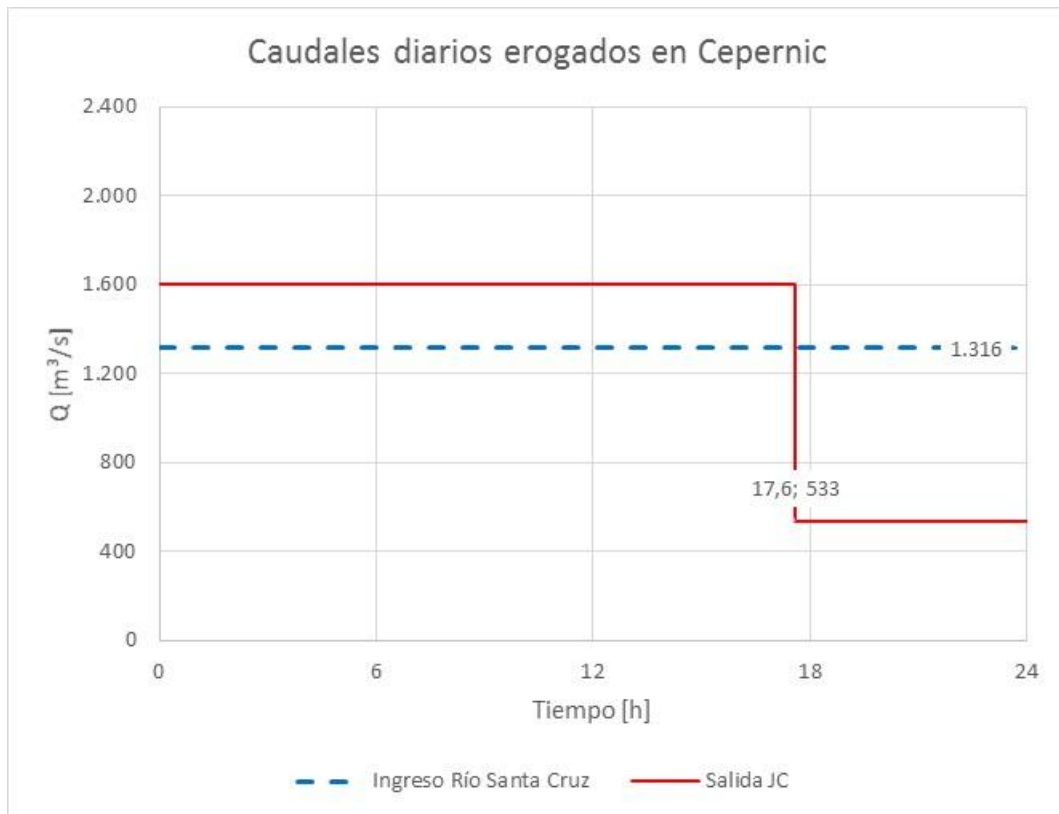
En cuanto al funcionamiento de la presa JC, como parámetro óptimo de generación se considera su empuntamiento, turbinando 1600 m<sup>3</sup>/s la cantidad máxima de horas que sea posible cumplimentando con los requisitos ambientales definidos más arriba y en consideración de la disponibilidad estacional de agua y la capacidad de regulación del embalse.

Los ejemplos que se presentan a continuación corresponden a aplicar el escenario de funcionamiento considerando el caudal de ingreso al sistema tomado como el medido instantáneamente en distintos días y épocas del año para la serie 1955-mediados 2014.

Ejemplo de operación en el mes de febrero: Aguas altas (se define a continuación el hidrograma de erogación en JC para un día en el cual ingresa de forma media un caudal determinado)

- Caudal de ingreso: 1.316 m<sup>3</sup>/s (Se toma como un caudal medio diario a los efectos del cálculo pero se expresa que ha sido un caudal efectivamente medido el 19/02/2005, a las 12:00 hs en Charles Fhür)
- Condiciones de erogación del caudal:
  - Qerogado  $\geq$  255 m<sup>3</sup>/s
  - Qerogado no puede ser uniforme a lo largo del día
  - Qerogado  $\geq$  Qturbinado / 3 (el caudal máximo corresponde al turbinado porque la relación de caudales se refiere a la que debe darse aguas abajo de la presa JC y dado que el objetivo máximo de turbinado es 1600 m<sup>3</sup>/s, éste es el que se considera como Qmáx)

En este caso se podrán turbinar casi 18 horas durante el día a 1600 m<sup>3</sup>/s y el resto del tiempo (6 hs) se deberán erogar 533 m<sup>3</sup>/s.

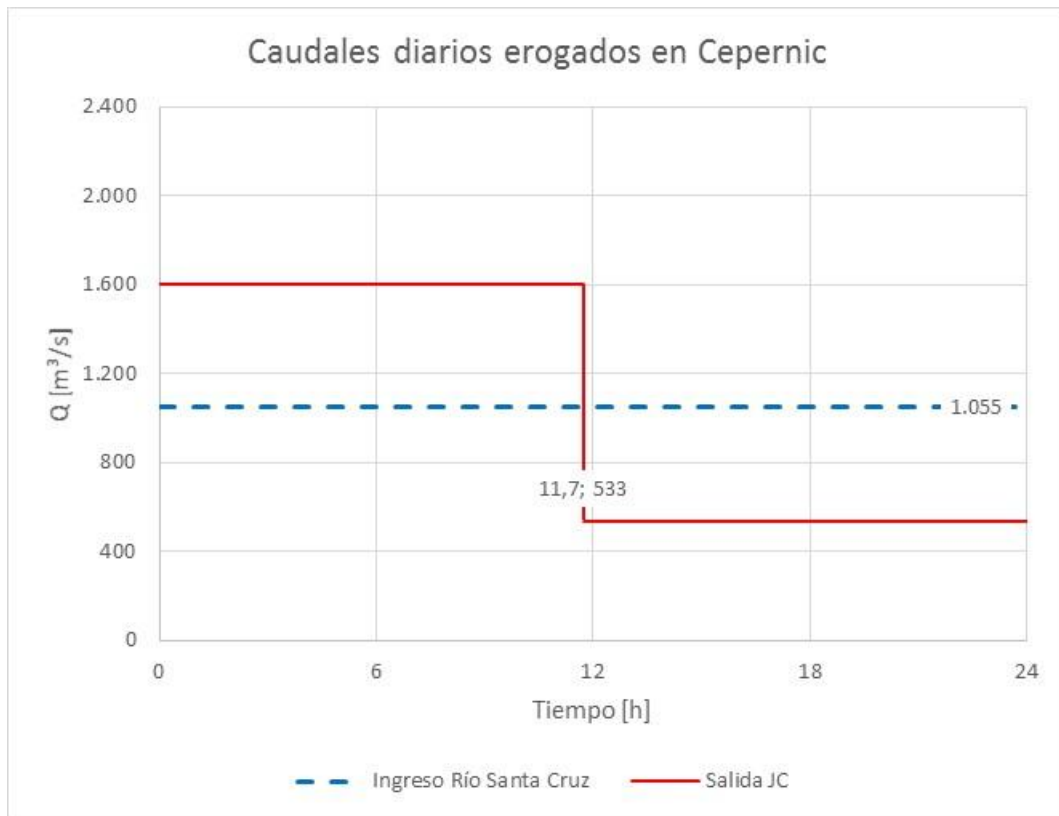


**Figura 2-8. Esquema de operación empuntando JC para el mes de febrero.**

Ejemplo de operación en el mes de marzo: Aguas altas (se define a continuación el hidrograma de erogación en JC para un día en el cual ingresa de forma media un caudal determinado)

- Caudal de ingreso: 1055 m³/s (Se toma como un caudal medio diario a los efectos del cálculo pero se expresa que ha sido un caudal efectivamente medido el 15/03/2010, a las 0:00 hs en Charles Fhür)
- Condiciones de erogación del caudal:
  - Qerogado  $\geq 255$  m³/s
  - Qerogado no puede ser uniforme a lo largo del día
  - Qerogado  $\geq Q_{\text{turbinado}} / 3$  (el caudal máximo corresponde al turbinado porque la relación de caudales se refiere a la que debe darse aguas abajo de la presa JC y dado que el objetivo máximo de turbinado es 1600 m³/s, éste es el que se considera como Qmáx)

En este caso se podrá turbinar durante casi la mitad del día (12 hs), 1600 m³/s y el resto del tiempo (12 hs) se deberán erogar 533 m³/s.

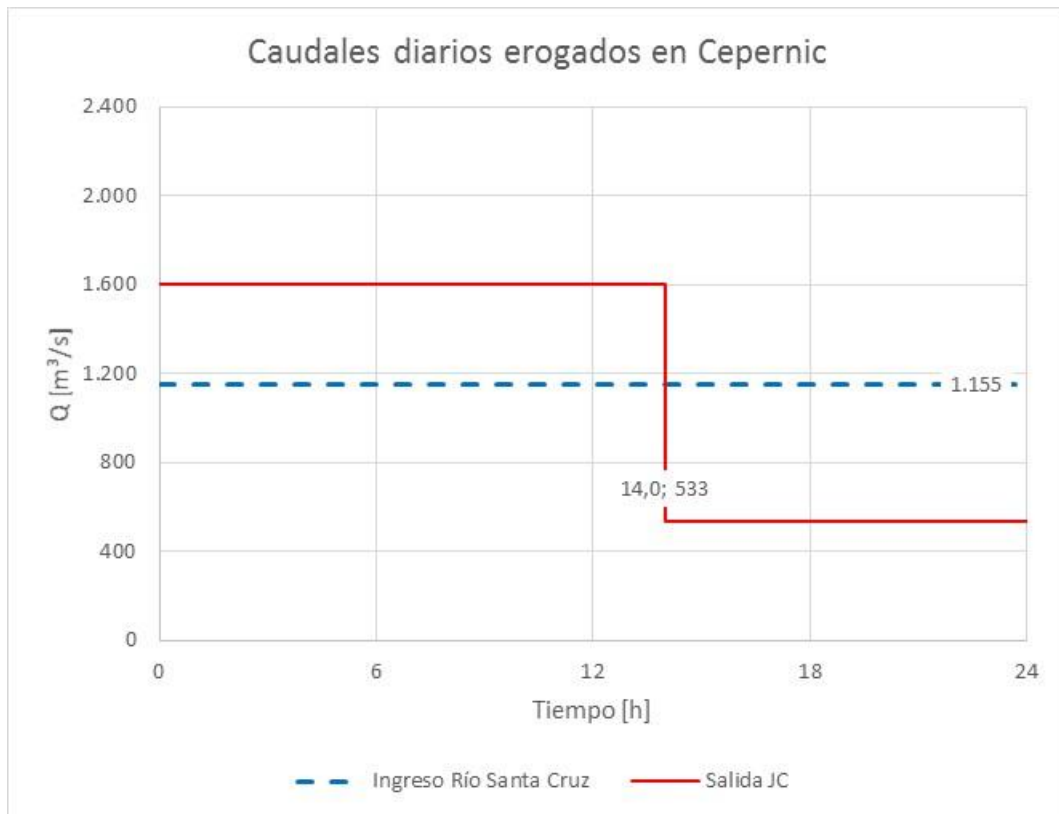


**Figura 2-9. Esquema de operación empuntando JC para el mes de marzo.**

Ejemplo de operación en el mes de abril: Aguas altas (se define a continuación el hidrograma de erogación en JC para un día en el cual ingresa de forma media un caudal determinado)

- Caudal de ingreso: 1.155 m³/s (Se toma como un caudal medio diario a los efectos del cálculo pero se expresa que ha sido un caudal efectivamente medido el 17/04/2007, a las 12:00 hs en Charles Fhür)
- Condiciones de erogación del caudal:
  - Qerogado  $\geq 255$  m³/s
  - Qerogado no puede ser uniforme a lo largo del día
  - Qerogado  $\geq Q_{\text{turbinado}}/3$  (el caudal máximo corresponde al turbinado porque la relación de caudales se refiere a la que debe darse aguas abajo de la presa JC y dado que el objetivo máximo de turbinado es 1600 m³/s, éste es el que se considera como Qmáx)

En este caso se podrán turbinar 14 horas durante el día, 1600 m³/s y el resto del tiempo (10 hs) se deberán erogar 533 m³/s.



**Figura 2-10. Esquema de operación empuntando JC para el mes de abril.**

Mención aparte y detallada se hará respecto de la incidencia que genera en el curso aguas abajo de JC la variación de caudales erogados durante el día y su potencial influencia sobre los procesos de erosión/sedimentación y sobre la protección de áreas de abrigo y desove de las distintas especies presentes en el área. La energía que imprime sobre el sistema la descarga de caudales de crecida (1.600 m³/s) junto con caudales de aguas bajas (533 m³/s) a lo largo del mismo día puede tener efectos significativamente negativos sobre áreas de desove, alimento, cría o abrigo de diferentes especies, no solo por el efecto directo sobre éstas sino por la modificación que podrían generar sobre el sustrato donde se apoyan (erosión, arrastre, turbulencia, etc.).

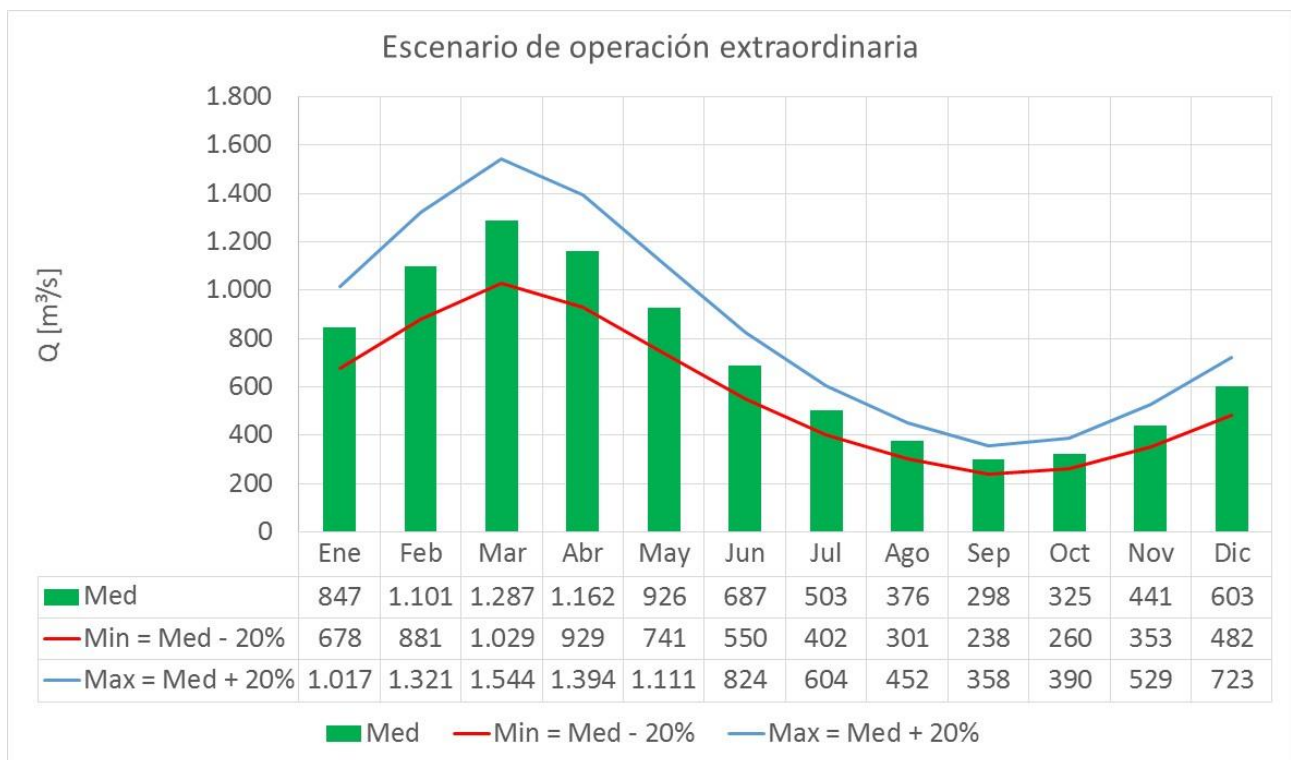
### **2.6.3 Escenario de operación extraordinaria**

Podrá ocurrir en algún momento durante el período de operación que se dieran eventos contingentes que restringieran de forma completa el funcionamiento de la presa JC. En este sentido y de forma tal de poder mantener condiciones adecuadas de sostenibilidad ambiental aguas abajo del sistema de represamiento se recomienda mantener el siguiente criterio de erogación de caudales:

- Deberá mantenerse en todo momento un hidrograma de erogación evitando la salida de caudales uniformes de manera sostenida e iguales para todas las estaciones.
- El hidrograma que conforme los caudales de erogación deberá ser igual al de ingreso al sistema  $\pm 20\%$ , dependiendo se requiera bajar el nivel de los embalses o acumular agua en función de su capacidad de regulación.

El objetivo de este criterio radica en permitir el mantenimiento de las caudales propios del río para los distintos meses del año, aguas abajo del sistema de regulación, de forma tal de propiciar la sostenibilidad de medio bajo condiciones similares a las que presenta en la actualidad.

A continuación se presenta el hidrograma de paso en JC a ser respetado durante los períodos de parada de generación, considerando como caudal de entrada al sistema para cada mes el valor medio mensual para la serie 1955-mediados 2014.



**Figura 2-11. Hidrogramas posibles de erogación aguas abajo de JC para el escenario extraordinario de operación.**

## 2.7 MANEJO DE RIESGOS

Pese a todas las precauciones adoptadas en las distintas etapas de la vida útil de los aprovechamientos eléctricos, siempre existe una probabilidad muy reducida de que se produzca la rotura de las presas o su mal funcionamiento. De este modo se deben establecer mecanismos y procedimientos que permitan la detección temprana de las situaciones de riesgo y las medidas a realizar para mitigarlo y si, a pesar de ello se produce la falla parcial o total de la estructura, permitan eliminar o reducir los efectos sobre las vidas humanas, los servicios, los bienes y el entorno.

Conforme surge del Pliego, el Contratista (UTE) elaborará un Plan de Acción Durante Emergencias (PADE). El mismo tendrá por finalidad organizar las acciones del personal responsable de la operación del aprovechamiento para actuar frente a situaciones que puedan constituir una amenaza de inundación para las poblaciones ubicadas aguas debajo de la presa y/o en el perillago. Contendrá los procedimientos que los responsables deberán seguir en el caso de presentarse una situación que haga presumir, o se constate, riesgos como consecuencias de crecidas por amenazas de rotura de la (s) presa(s) o por su rotura comprobada.

Los lineamientos para la elaboración del PADE se han incluido como parte del Capítulo 7 de este estudio (Programa de Manejo de Riesgos) y constituye el marco de prevención y actuación durante las contingencias asociadas al funcionamiento de los aprovechamientos hidroeléctricos. Dado que este aspecto se ha considerado desde la propia concepción del proyecto licitatorio como medida precautoria, la ocurrencia de contingencias durante la operación no forma parte de la evaluación de impacto ambiental.



### 3 **OBRAS PRINCIPALES**

A continuación se describen las características principales de cada una de las dos presas.

### 3.1 PRESA PRESIDENTE DR. NÉSTOR KIRCHNER

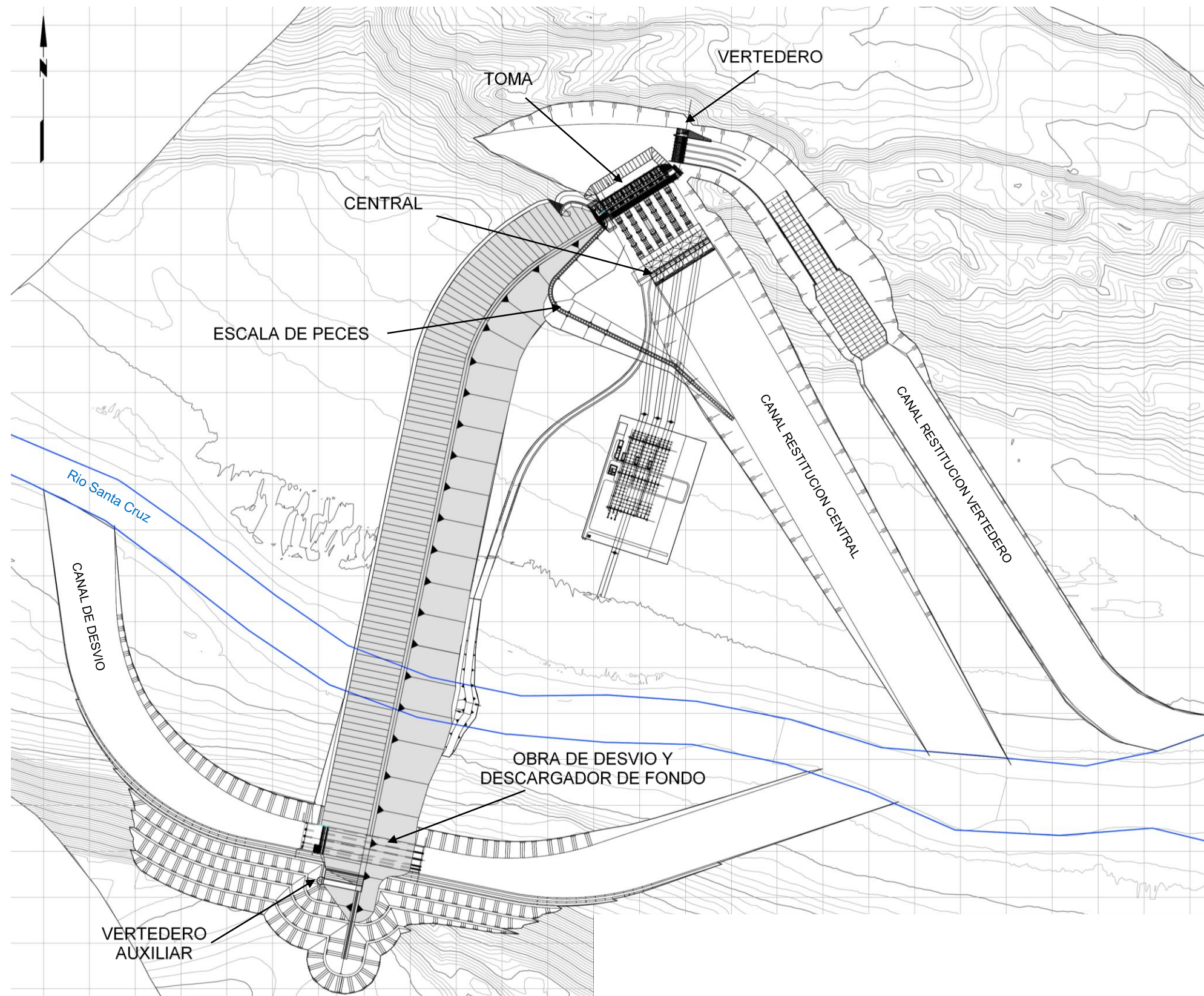


Figura 3-1. Layout general de la presa NK.

### 3.1.1 Presa

Se trata de una presa de materiales sueltos con pantalla de hormigón, con cota de coronamiento 180,56 y longitud de 2.830 m. Tiene un ancho de 12 m, con una calzada pavimentada de 7,30 m, con vereda de hormigón de 2,00 m hacia aguas arriba actuando el muro rompeolas como baranda. La altura de la presa, desde el fondo actual del cauce es de 68 m. Hacia aguas abajo la calzada está protegida con baranda metálica tipo flex beam. El volumen del terraplén es de aproximadamente 13 millones de metros cúbicos.

En todo el perímetro de contacto de la pantalla de hormigón con el terreno, o con otras estructuras, se dispone la ejecución de un plinto.

Dada la profundidad de la roca y el espesor del aluvión, el cierre del escurrimiento subterráneo, se logra mediante la ejecución de un muro colado de hormigón armado de 0,80 m de espesor ejecutado mediante paneles de 6,00 m de ancho que penetran la roca en una profundidad de aproximadamente 10,00 m.

El tratamiento de fundación consistirá en la ejecución de una cortina de inyecciones en correspondencia con el muro colado y con el plinto y su tratamiento con inyecciones de contacto. Sobre el talud de aguas abajo se prevé una capa de enrocado de protección.

La inclinación de los taludes de presa ha sido adoptada en 1V:1,5H en base a los usos típicos en las presas con paramento de hormigón verificados bajo distintos estados de carga.

La pantalla de hormigón consiste en losas de 15 m de ancho y 0,35 m de espesor, con juntas verticales entre losas. Esta losa se apoya sobre una capa de mortero de protección, mientras que el cuerpo de la presa se encuentra zonificado en distintos macizos de terraplén a ejecutarse con las gravas del aluvión del río.

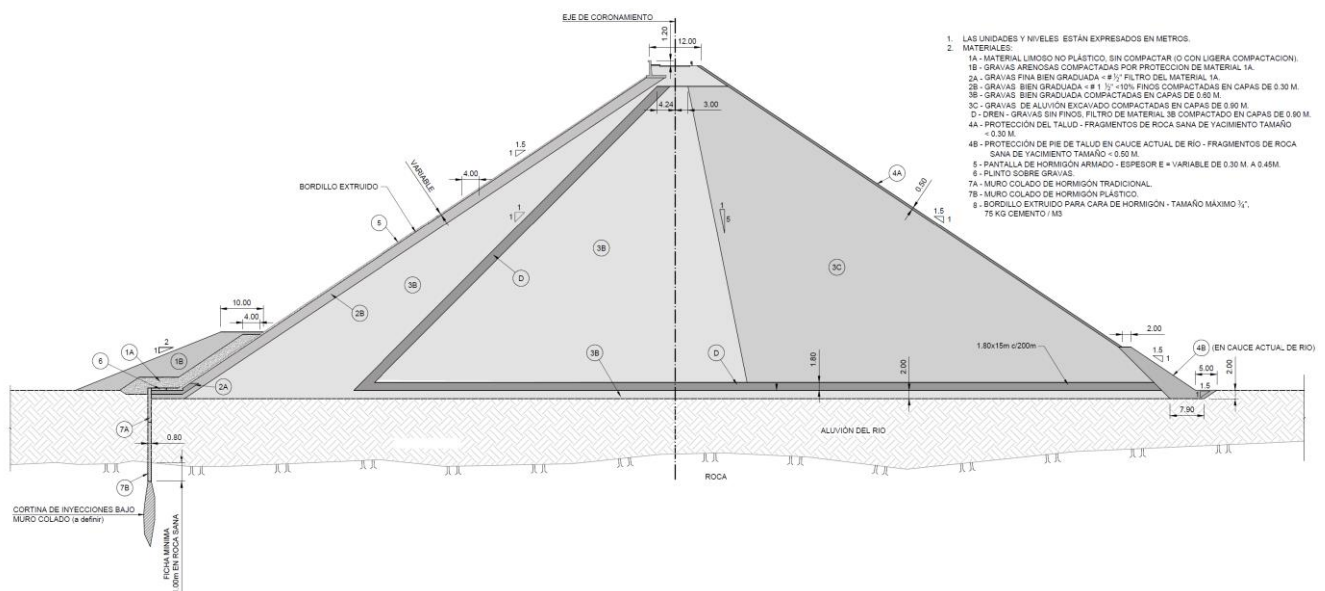


Figura 3-2. Esquema de sección transversal presa NK.



### 3.1.2 Vertedero

Los vertederos estarán constituidos por dos conjuntos, un vertedero auxiliar a descarga libre y otro principal con compuertas con una capacidad de descarga total de 4.147 m<sup>3</sup>/s. Con la información del proyecto que se cuenta al presente no se conoce el funcionamiento hidráulico de estas estructuras por lo tanto se deberá verificar que para el caudal de diseño (4.100 m<sup>3</sup>/s) no se supere el NAME de 179,30.

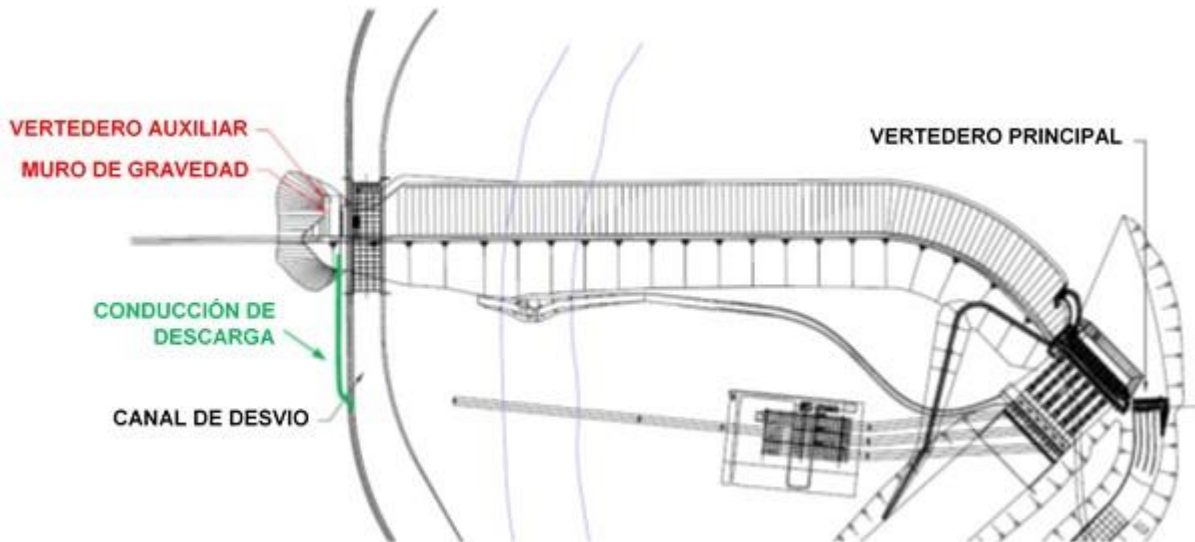


Figura 3-3. Implantación general con Vertedero Principal y Auxiliar.

#### Vertedero auxiliar a descarga libre

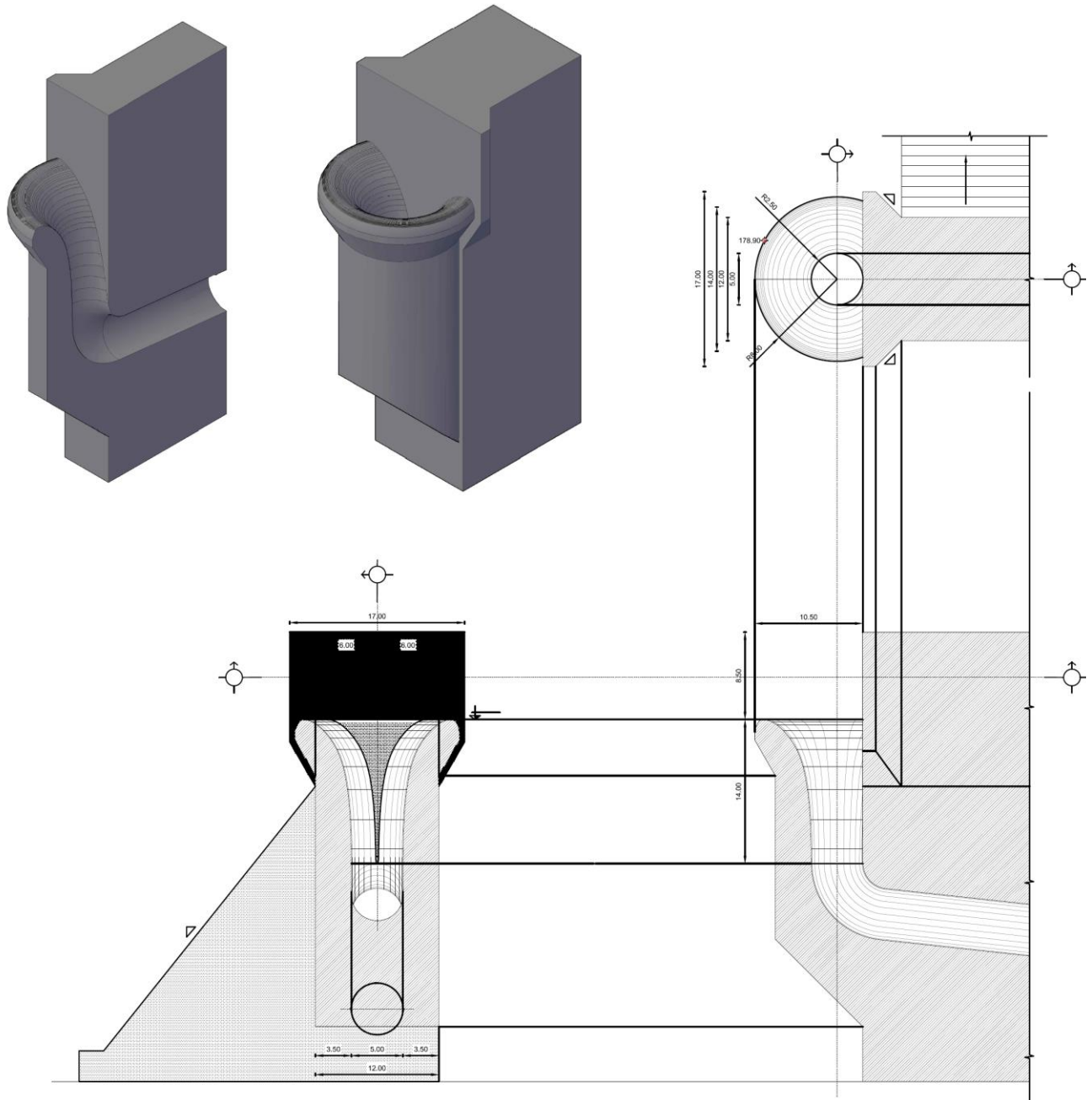
Se plantea un vertedero auxiliar en pozo sobre la margen derecha, de planta semicircular (tipo Morning Glory). Se materializará en el muro de gravedad de hormigón que contendrá a la presa de materiales sueltos y parte de la ladera de la margen derecha del cierre. El caudal de diseño de este vertedero es de 220 m<sup>3</sup>/s.

La descarga se realizará en el Canal Desvío (y restitución de los futuros Descargadores de Fondo) mediante un salto de esquí, tangencial al eje del citado canal, que permitirá la disipación de energía. La vinculación entre el vertedero y el salto de esquí se realizará mediante una conducción de sección circular, con escurrimiento a superficie libre, cuyo trazado está en estudio, de forma tal de compatibilizar esta estructura con el camino de acceso a los Descargadores de Fondo.

Como premisa del diseño, se considera como cota del labio de cresta de vertedero 177,50 y el Nivel de Agua Máximo Extraordinario (NAME) resulta: 179,30.

Las dimensiones de los conductos, se establecieron de forma tal que verifiquen el escurrimiento a superficie libre, evitando que los mismos ingresen en un régimen de funcionamiento a presión.

Se estableció un radio de la cresta de vertedero de 8,0 m, y el flujo escurrirá a través de un conducto de aproximadamente 500 m de longitud y 5,0 m de diámetro revestido en hormigón, con una pendiente del 0,06 m/m.



**Figura 3-4. Esquema de vertedero Auxiliar NK.**

### **Vertedero con compuertas**

El vertedero con compuertas se compone por 4 vanos.

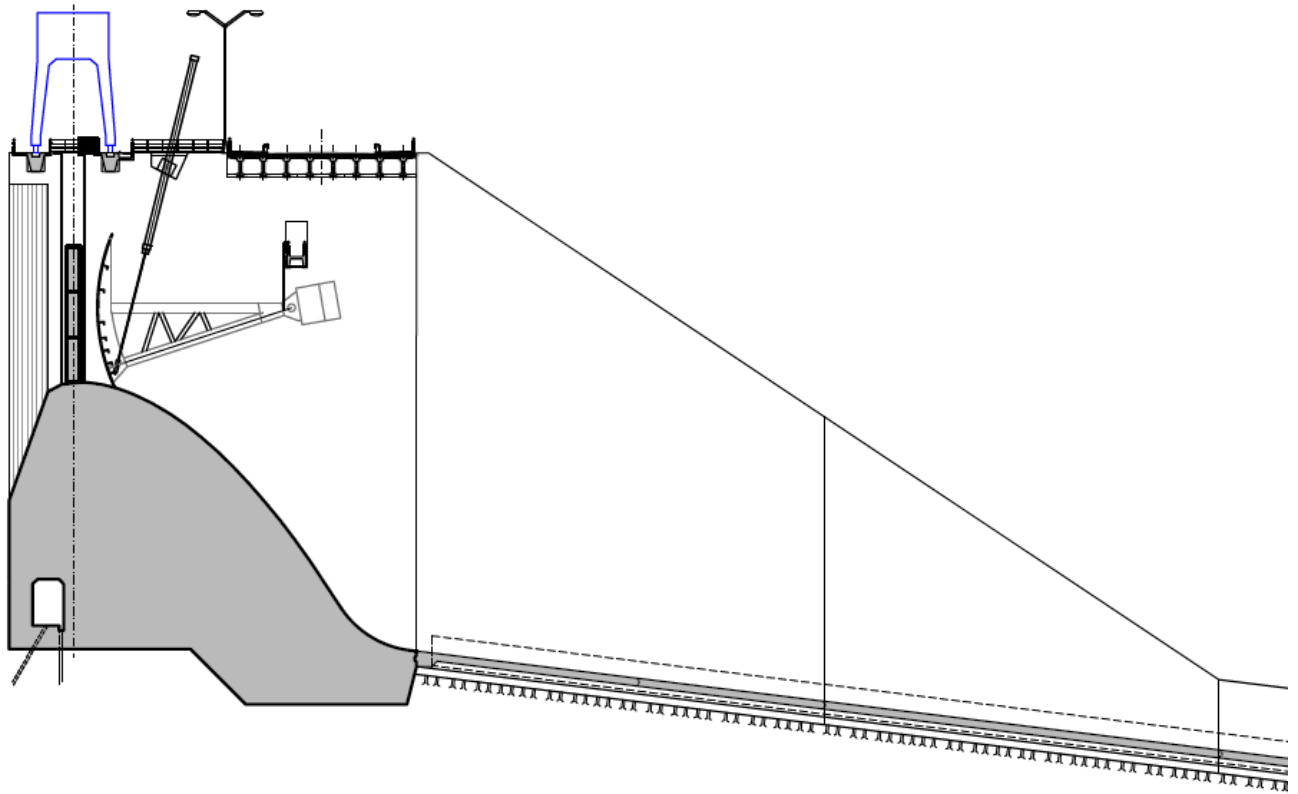


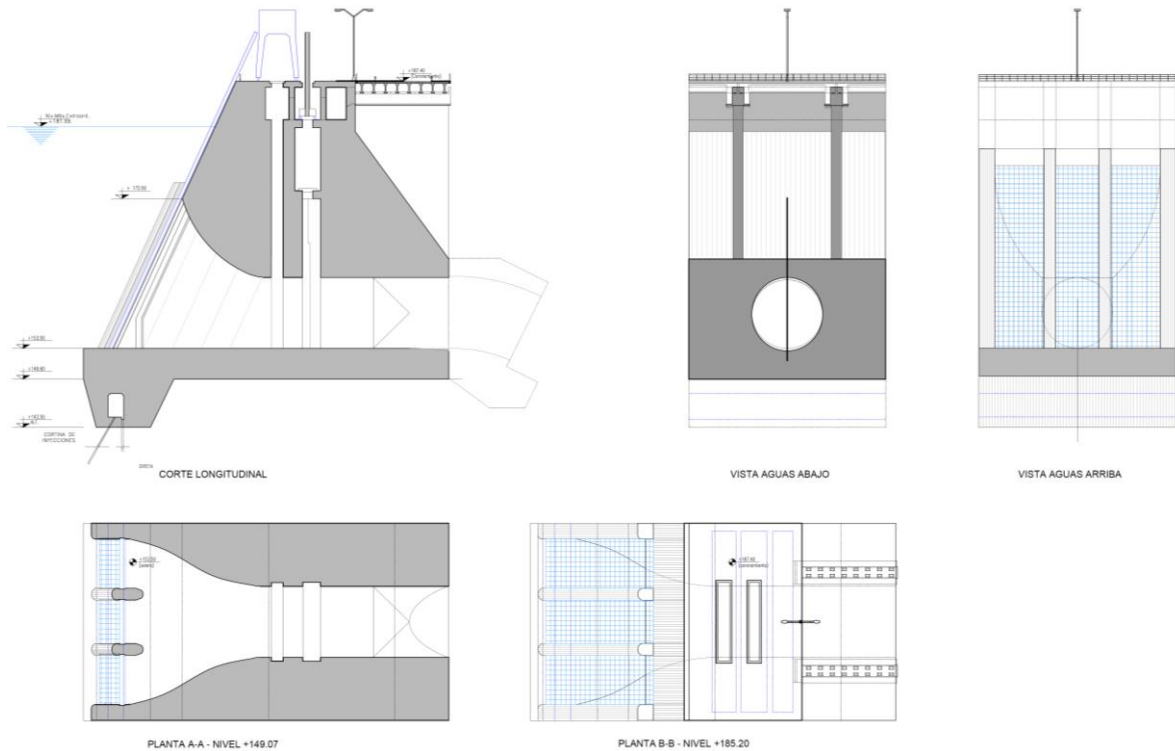
Figura 3-5. Esquema de vertedero principal NK.

### 3.1.3 Obra de Toma

La obra de toma está compuesta por 6 módulos de 25 m de ancho, conteniendo cada uno un conducto de 9 m de lado que constituye una transición hacia las tuberías forzadas.

En la parte superior se ubica un puente carretero sustentado por ménsulas que parten de cada una de las pilas. La estructura de la obra de toma aloja las rejas de protección y las compuertas que se accionan desde el pórtico ubicado en el coronamiento.





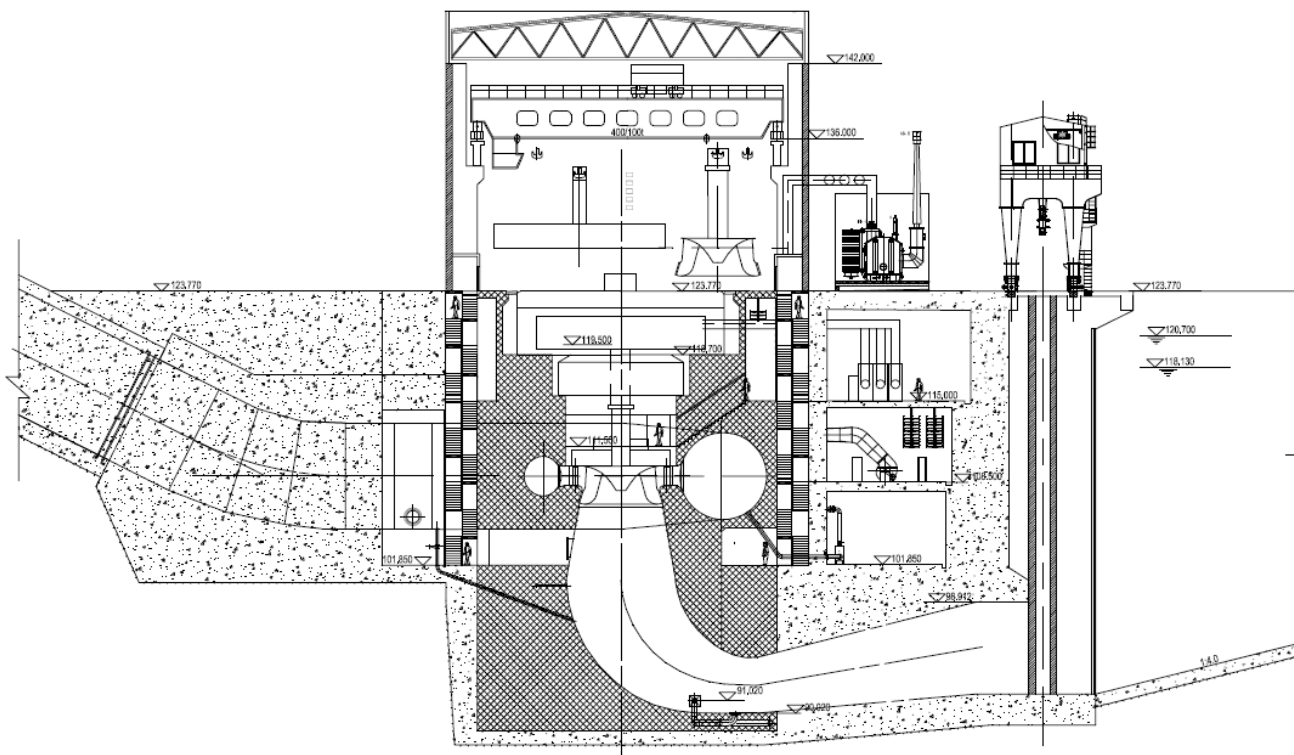
**Figura 3-6. Presa NK – Obra de toma.**

### 3.1.4 Central

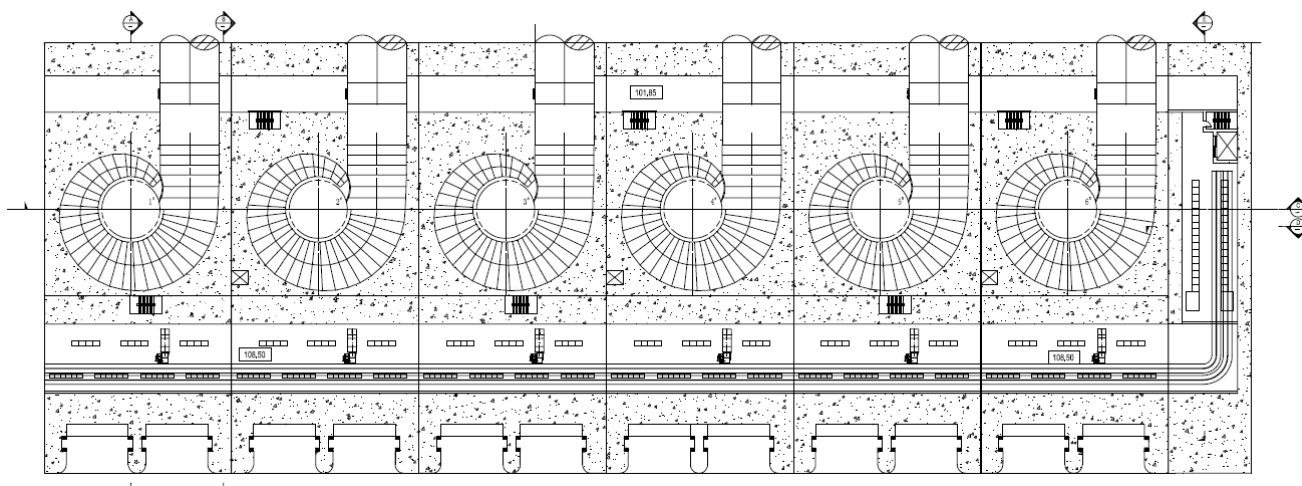
La obra de la central constituye un bloque separado de la obra de toma y vinculado a través de la conducción forzada. La central se ubica al finalizar la conducción forzada, aproximadamente a 100 m de la obra de toma.

Está compuesta por 6 módulos de 27 m de ancho, en correspondencia con cada turbina. En el extremo de la margen derecha se ubican el acceso principal a la central y la sala de montaje. Cuenta con 6 tuberías forzadas de acero de 9 m de diámetro y una longitud de unos 100 m y la casa de máquinas con 6 turbinas Francis y generadores, con una potencia instalada total de 1140 MW.

El edificio de la central consta de seis niveles en el lado aguas abajo y un puente grúa del lado aguas arriba, sobre los generadores.



**Figura 3-7. Corte Central NK.**



**Figura 3-8. Planta Central Kirchner.**

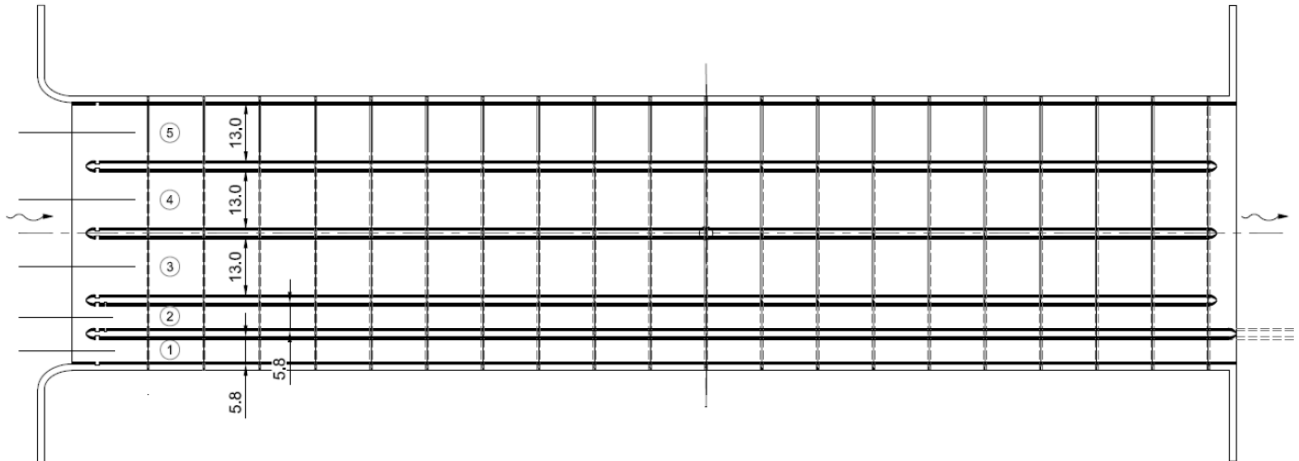
### 3.1.5 Descargador de fondo

Los Descargadores de Fondo diseñados permitirán evacuar 200 m<sup>3</sup>/s a nivel máximo, cumpliendo los requerimientos del Pliego Licitatorio. Este es el caudal a derivar a Nivel Máximo de Operación de los Descargadores de Fondo (NMOD= 172,50 mIGN).

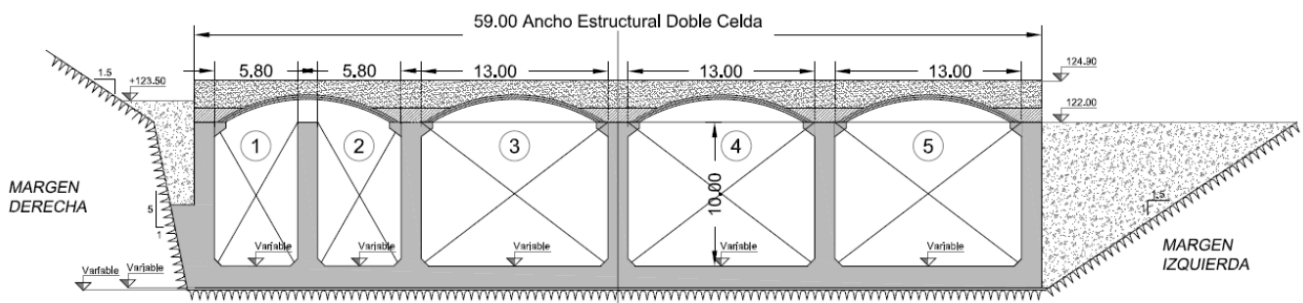
Los Descargadores de Fondo quedan definidos como dos orificios rectangulares de 1,50 m de ancho y 2,30 m de alto, en la que se instalarán compuertas planas, tipo Bureau of Reclamation. De estas se instalarán 2 por descargador (1 compuerta de guardia + 1 compuerta operativa).

Los Descargadores de Fondo se materializarán adecuando uno de los 5 vanos de la Estructura de Control, de 5,80 m de ancho, utilizados durante la etapa del desvío del río. Se instalarán en la solera del canal, siendo necesario el hormigonado en segunda etapa desde la cota 114,32 m IGN hasta la tapa.

Los descargadores serán operativos una vez que la descarga no sea posible a través del Vertedero ni la Central. Es decir, que el nivel máximo operativo de los descargadores coincide con el nivel mínimo de operación de la central hidroeléctrica (172,50 m IGN). A este nivel cada descargador permitirá erogar 100 m<sup>3</sup>/s, alcanzando un total de 200 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 3-9. Presa NK – Planta del descargador de fondo.**



**Figura 3-10. Presa NK, corte del descargador de fondo.**

### 3.1.6 Escala de Peces

Para la escala de peces se consideró una combinación de dos tipos de instalaciones de transferencia de peces:

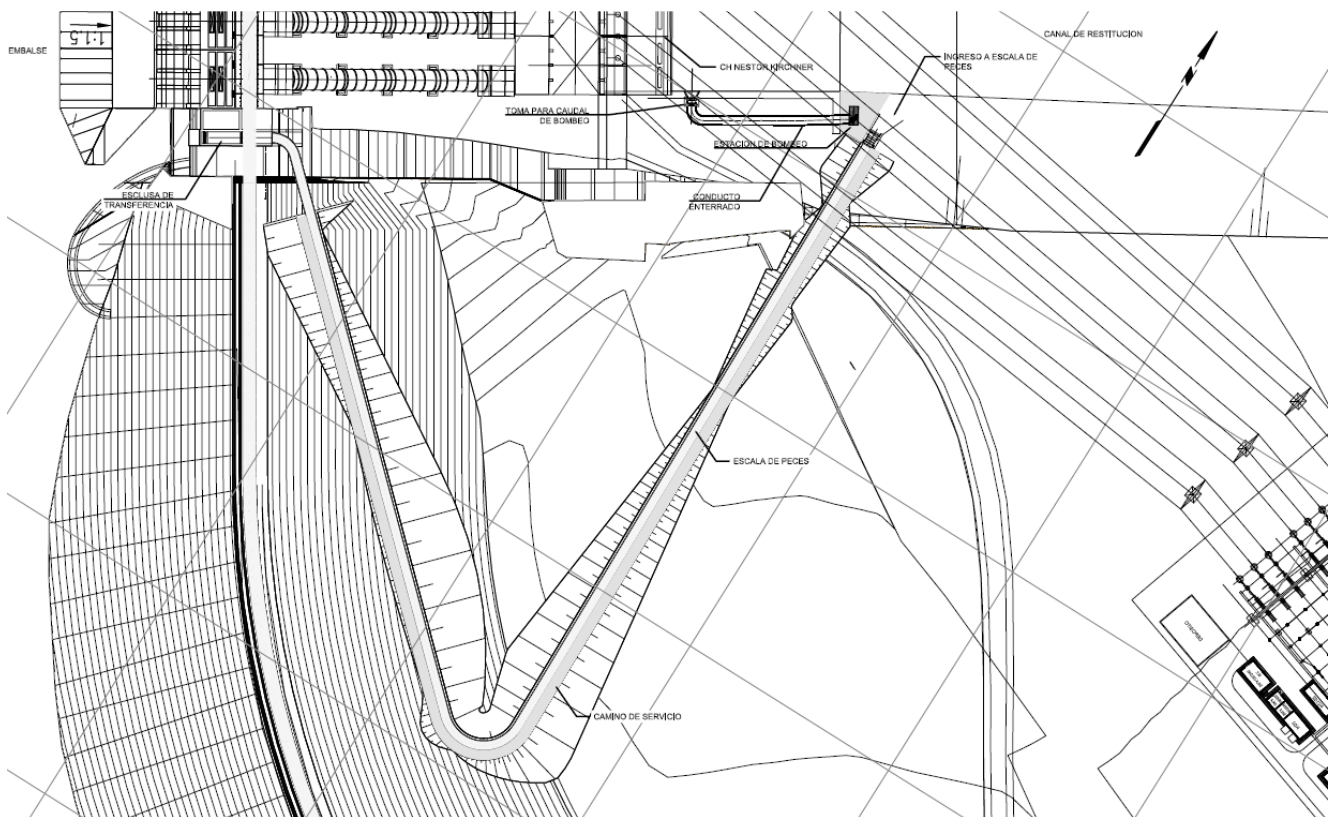
- Una estructura de estanques sucesivos con vertederos sumergidos hasta la cota 174,36 mIGN. y luego
- Un sistema de esclusa para salvar el desnivel desde esta cota hasta los diferentes niveles de embalse.

La traza de la Escala se ubica sobre la margen izquierda, en el espaldón de aguas abajo de la presa y en parte por un sobreebanco del paramento aguas abajo de la presa y tiene una pendiente longitudinal del 10%. Las dimensiones de cada estanque son de 6,00 m de largo por 4,00 m de ancho libre con vertederos laterales de 0,70 m a 2,10 m medidos desde el fondo de la escala. El valor del tirante medio es de 3.20 m y la altura total es igual a 3.90 m. Para el funcionamiento de la escala de peces se consideró un caudal de 7 m<sup>3</sup>/s, a ser empleado parte por la propia escala, parte para la llamada.

Lateralmente se disponen dos tuberías de acero de 0,50 m de diámetro que transportan un caudal del orden de 4 m<sup>3</sup>/s que se incorpora a la escala próximo a la cámara de entrada a efectos de mejorar las condiciones de la llamada a los peces. Por la escala de estanques sucesivos se transporta normalmente un caudal de 3,00 m<sup>3</sup>/s. Conforme a las características y necesidades de las especies migratorias que utilizarán estas estructuras.

La escala de peces por medio de estanques sucesivos llega hasta cota 174,36 mIGN. y desde allí se alcanzan los distintos niveles que puede tener el embalse mediante una estructura tipo esclusa.

Esta tiene como característica fundamental, permitir que los peces sigan subiendo por los estanques mientras en la esclusa propiamente dicha se desarrollan las etapas de traspaso de los peces al embalse.



**Figura 3-11. Presa NK, escala de peces.**

### 3.1.7 Desvío del río

Se plantea para el desvío del río un canal de aproximadamente 1800 m excavado en roca sobre la margen derecha, al que se le adiciona una estructura de control de Hormigón Armado de aproximadamente 235 m de longitud en su tramo medio.

La topografía del sitio de implantación de las obras permiten plantear el desvío como un canal a superficie libre sobre la margen derecha del aprovechamiento.

El canal es de sección trapezoidal con una capacidad de evacuación de 2.100 m<sup>3</sup>/s (recurrencia 25 años). El canal de unos 1.820 metros tiene un perfil trapezoidal de 60 metros de ancho de fondo y taludes 1H:5V en roca y 1,5H:1V en Aluvión.

La pendiente longitudinal del canal es de 0,04%, con lo cual el perfil líquido no podrá superar los 8,50 m sobre el fondo de la solera del canal. Tendrá una revancha de 1m.



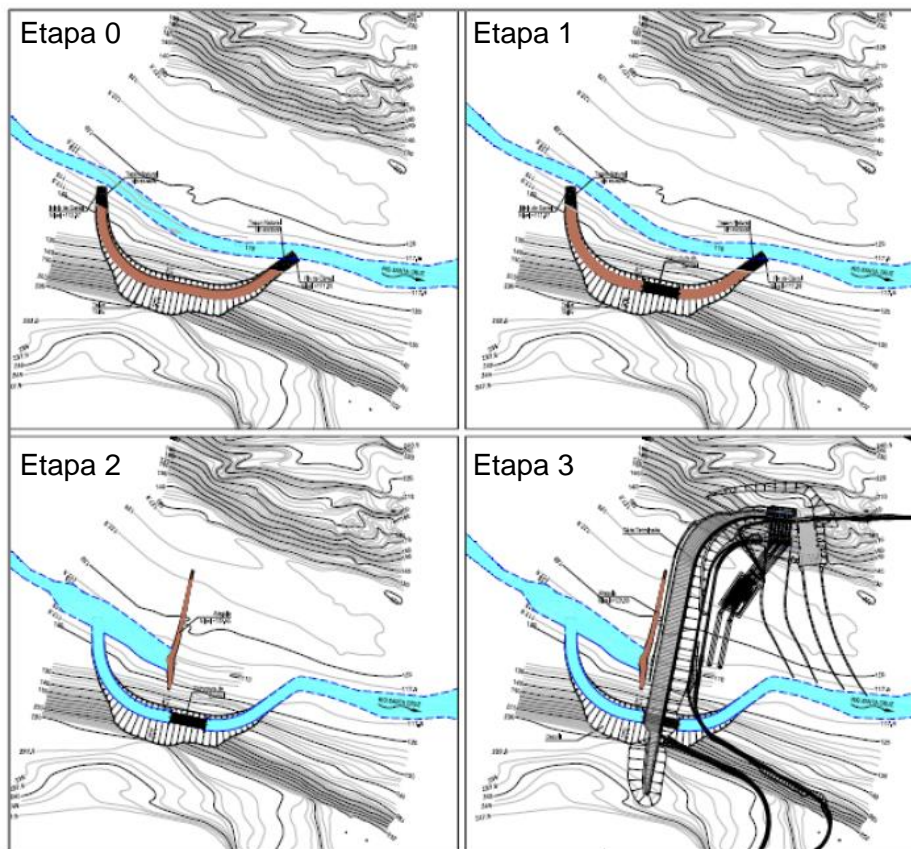
En la zona central del canal se construirá una estructura de hormigón armado, pendiente 0,15%, que ocupará todo el ancho del mismo. Esta estructura se divide, en 3 tramos. El primero contiene 8 vanos de 5,80 m libres con tabiques intermedios de 1,40 m. El segundo está formado por la continuidad de los primeros dos vanos de 5,80 m de luz libre mientras que los 6 vanos restantes se transforman en 3 vanos de 13 m por la eliminación de la mitad de los tabiques centrales. En el tercer tramo se tienen 4 vanos, todos de 13 m de ancho libre conformado por la continuidad de solo la mitad de los tabiques del tramo 1.

Este desvío se construye en distintas etapas, iniciando con la solera y tabiques en una primera instancia, mientras que las losas de tapa podrán ejecutarse con el río ya desviado, previo al avance de la presa sobre su estructura. Finalmente se ejecutará el completamiento de la estructura y los órganos de control para los descargadores de fondo y los taponos en los vanos a cerrar.

A la salida de las celdas de hormigón, la obra de desvío continúa en el canal excavado en roca, con la misma pendiente que el primer tramo, hasta la desembocadura en el curso natural del río.

El Desvío del Río está programado en distintas etapas, las cuales se detallan a continuación:

- Primera Etapa: Excavación en roca del canal sobre la margen derecha, dejando dos taponos naturales sin excavar.
- Segunda Etapa: Construcción de la Estructura de Control.
- Tercera Etapa: Construcción de la Ataguía, rotura y excavación de los taponos e inicio del desvío a través del canal.
- Cuarta Etapa: Construcción de la presa de materiales sueltos y de las estructuras de hormigón.



**Figura 3-12. Etapas del desvío de la Presa NK.**

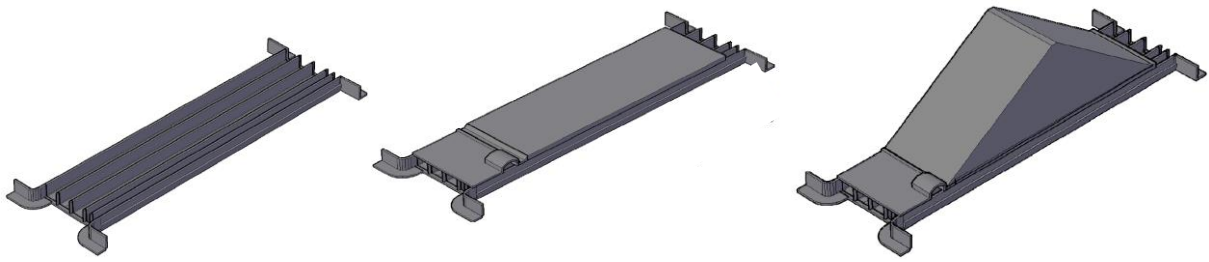


Figura 3-13. Etapas constructivas del desvío de la Presa NK.

### 3.1.8 Camino de acceso

Para el acceso a la presa NK se prevé la construcción de un camino que vinculará ambas márgenes del río Santa Cruz con la RP9 al sur y con la RP17 al norte de la presa. Este camino denominado definitivo tendrá una longitud total de un poco más de 27 km, ancho de calzada de 7,30 m y banquetas de 2,50 m.



### 3.2 PRESA GOBERNADOR JORGE CEPERNIC

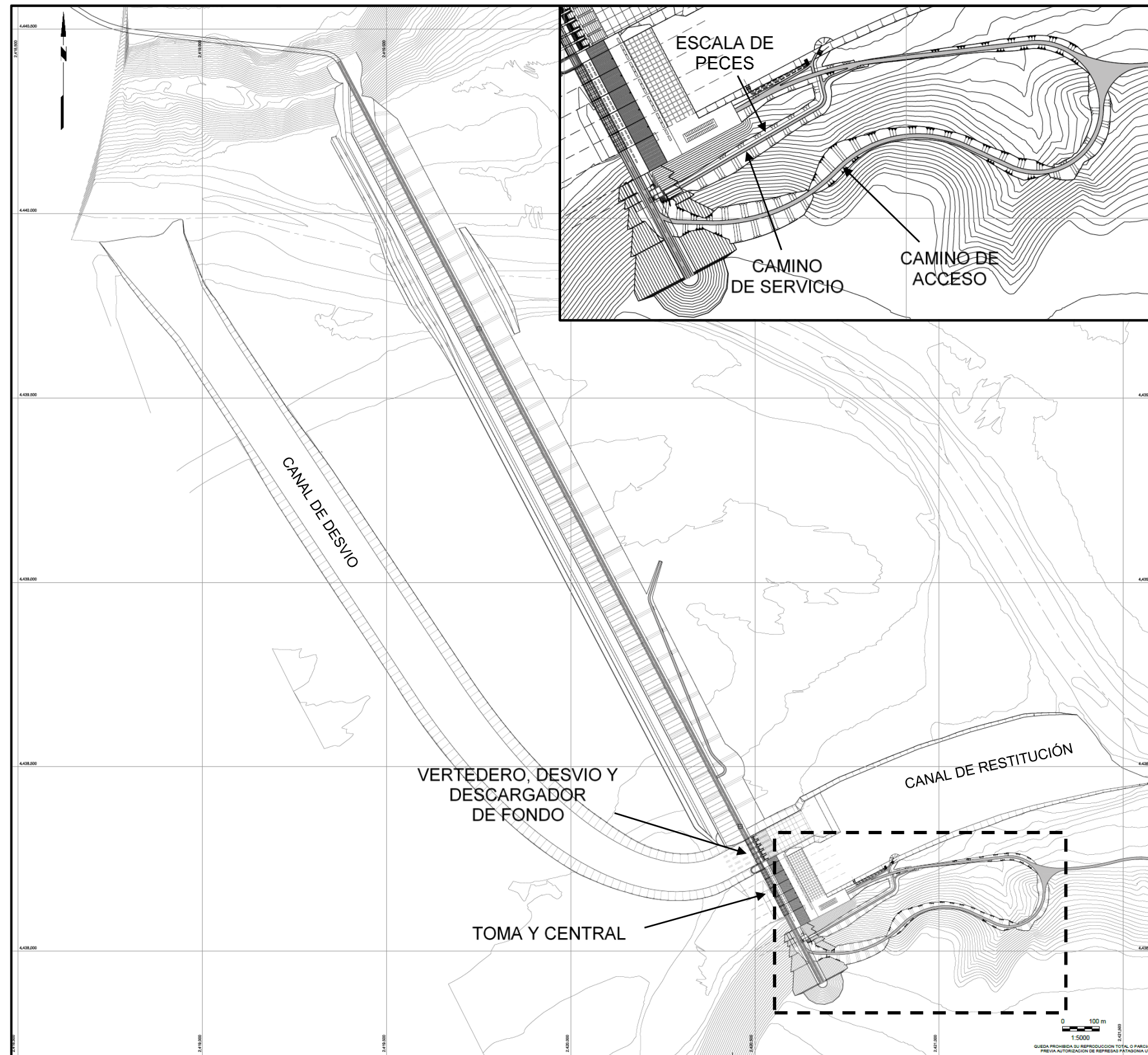


Figura 3-14. Presa JC, Layout general.

### 3.2.1 Presa

Se adoptó para el eje de la presa, el definido en el anteproyecto de Agua y Energía Eléctrica S.A.

La cota de coronamiento de 118,50 fue fijada por encima del Nivel Agua Máximo Extraordinario. El NAME para el tránsito de la crecida mencionada, alcanzaría a 112,20 m.

El coronamiento de presa tiene un ancho de 12 m, con una calzada pavimentada de 7,30 m con vereda de hormigón de 2,00 m hacia agua arriba actuando el muro rompeolas como baranda.

La presa es del tipo de materiales sueltos con paramento aguas arriba de hormigón (CRFD).

La altura máxima sobre el cauce es de 43,50 m y la longitud de coronamiento de 2.900m con un volumen de terraplén de 6 millones de metros cúbicos.

La inclinación de los taludes de presa ha sido adoptada en 1V:1,5H en base a los usos típicos en las presas con paramento de hormigón, y verificados bajo distintos estados de carga.

La pantalla de hormigón consiste en losas de 15 m de ancho y 0,35 m de espesor, con juntas verticales entre losas. Esta losa se apoya sobre una capa de mortero de protección, mientras que el cuerpo de la presa se encuentra zonificado en distintos macizos de terraplén a ejecutarse con las gravas del aluvión del río.

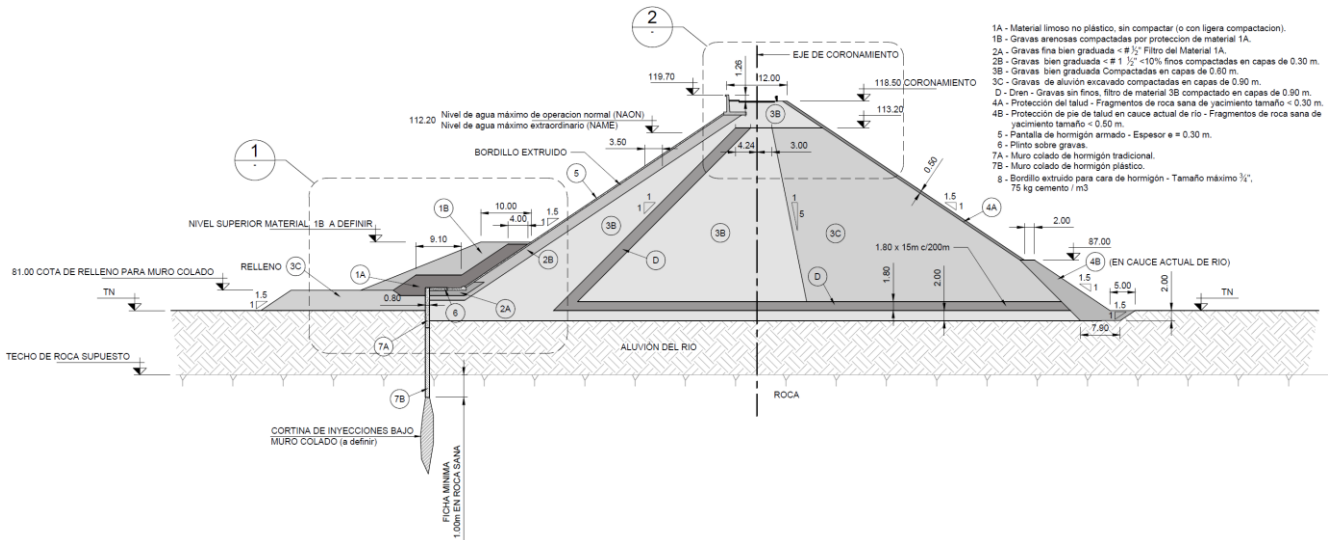
En todo el perímetro de contacto de la pantalla de hormigón con el terreno, o con otras estructuras, se dispone la ejecución de un plinto. El mismo tiene una superficie de apoyo de 6 metros a nivel de la cota de fundación en el sector del cauce, y se reduce a 3.00 m sobre las laderas en los sectores que apoya en roca. El contacto entre la pantalla de hormigón y el plinto se produce a través de una junta perimetral.

La fundación de presa se hará sobre el material del cauce del río, previo retiro de una capa superficial, de unos 2 m de espesor.

Dada la profundidad de la roca y el espesor del aluvión, el cierre de este, se logra mediante la ejecución de un muro colado de hormigón armado de 0,80 m de espesor ejecutado mediante paneles de 6,00 m de ancho que penetran la roca en una profundidad de aproximadamente 10,00 m. La profundidad del aluvión en la zona de emplazamiento es variable llegando a un valor máximo de alrededor de 20,00 m. Este muro queda vinculado al plinto flotante y a la pantalla de hormigón asegurando el cierre hidráulico de la obra.

Sobre el talud de aguas abajo se prevé una capa de enrocado de protección.

Sobre margen derecha después de la central hidroeléctrica, el cierre se completa, en un sector de 90 m, aproximadamente, con un muro de gravedad de hormigón fundado sobre la roca, de tal forma de garantizar el cierre hidráulico sobre dicha ladera.



**Figura 3-15. Presa JC, sección transversal.**

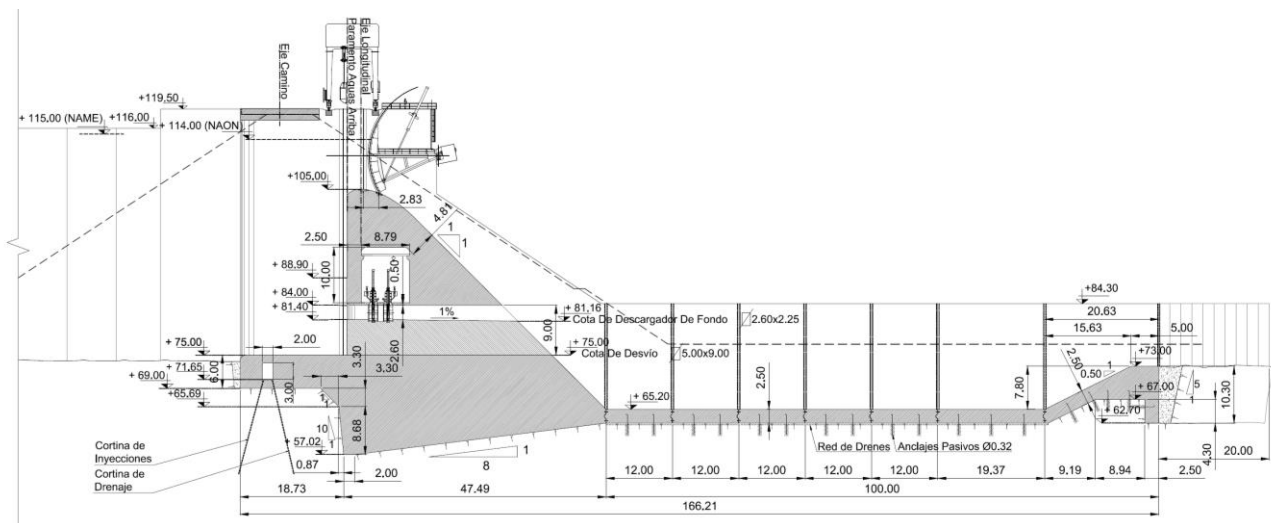
En el avance del diseño de las estructuras se modificaron parámetros como ser los niveles de operación y las características del vertedero, lo que podría significar la posibilidad de reducir la cota de coronamiento lo cual significa la reducción del volumen de obra. Por tal motivo sería conveniente que una vez definidos todos parámetros de operación y del vertedero se considere la revisión de la cota de coronamiento.

### 3.2.2 Vertedero

Luego de haber realizado la revisión de Proyecto, se optimizó la estructura de alivio, la cual se propone como un vertedero de 5 vanos de 12,0 m, cada uno, todos ellos controlados con compuertas radiales.

El diseño se realizó para un caudal de 4.163 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a una recurrencia de 10.000 años.

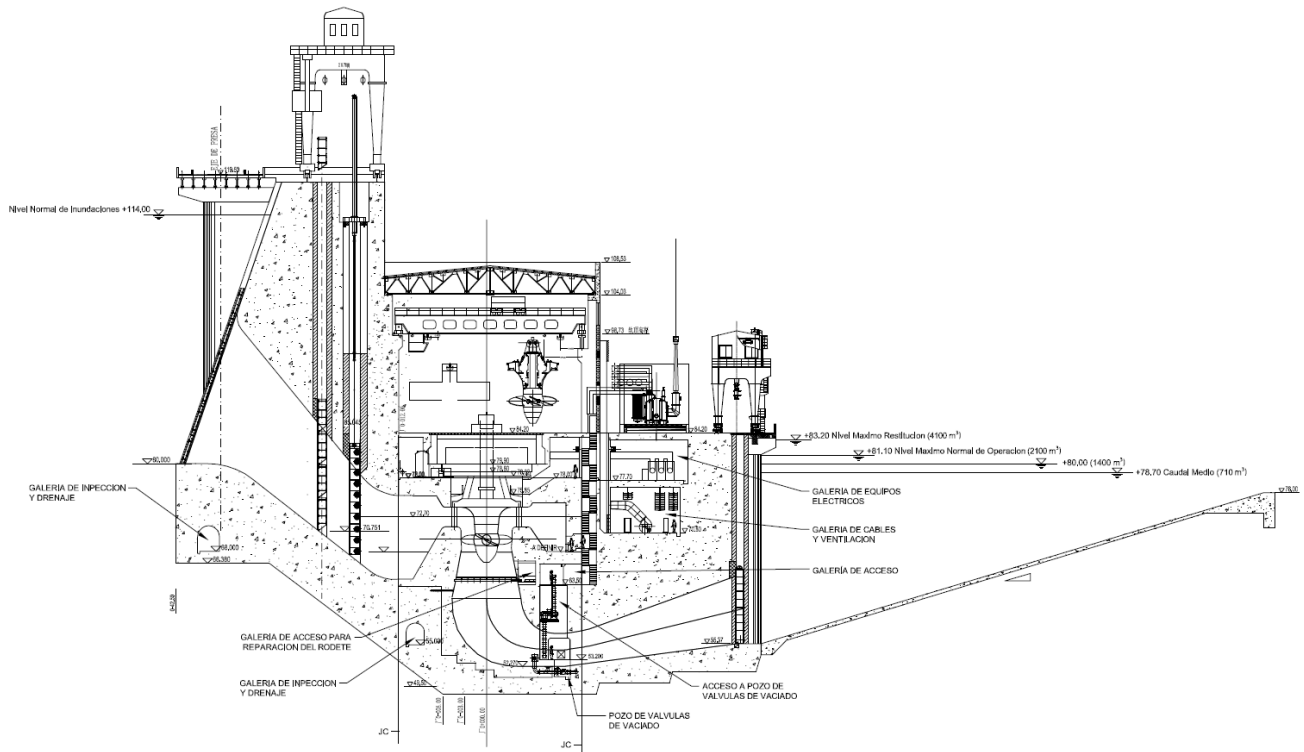
La UTE indica con relación al diseño del cuenco dissipador, que la determinación de la cota y la longitud del mismo se realizaron en base a determinadas suposiciones las cuales deberán ser evaluadas en modelo físico. En particular, se destaca la incertidumbre sobre las curvas H-Q del río y el efecto que produce el umbral final reduciendo la longitud del resalto.



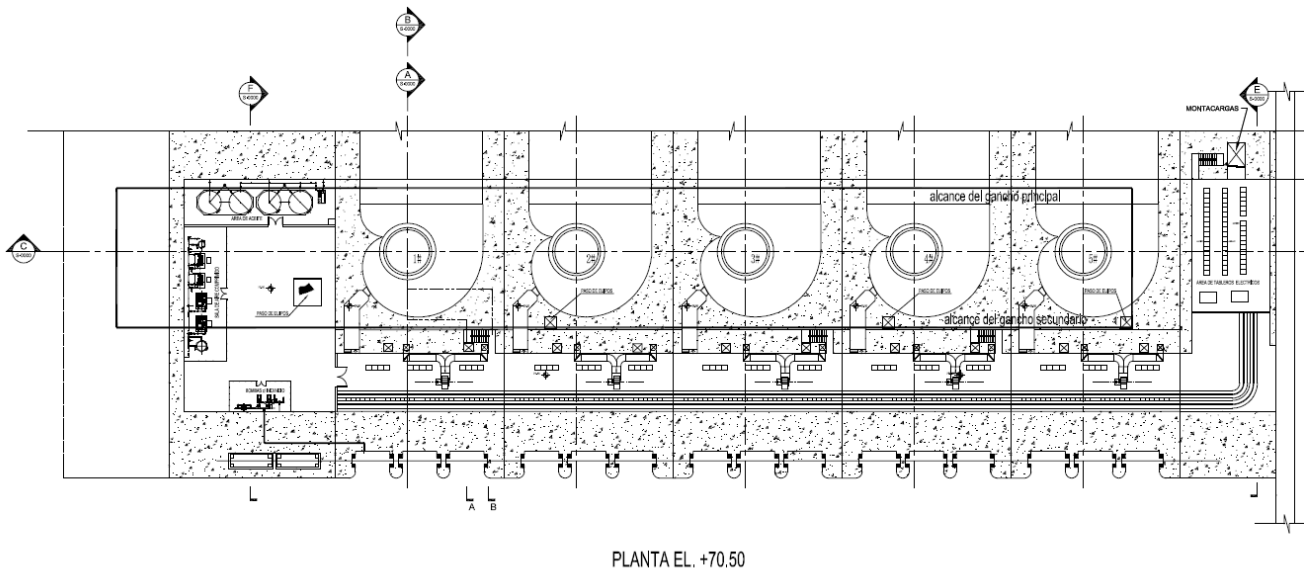
**Figura 3-16. Vertedero JC, sección transversal.**







**Figura 3-18. Central JC, corte.**



**Figura 3-19. Central JC, planta.**

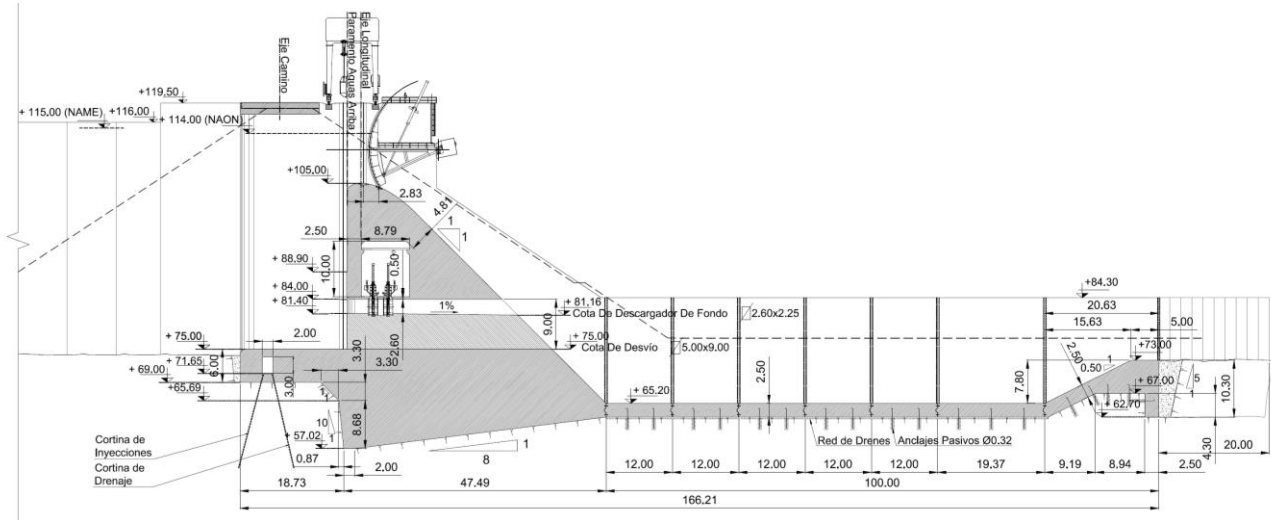
### 3.2.4 Descargador de fondo

Planteada la revisión de Proyecto, se estudió un rediseño de las estructuras de hormigón (Vertedero, Edificio de Descargadores y Central) con el objetivo de optimizar el volumen de obra.

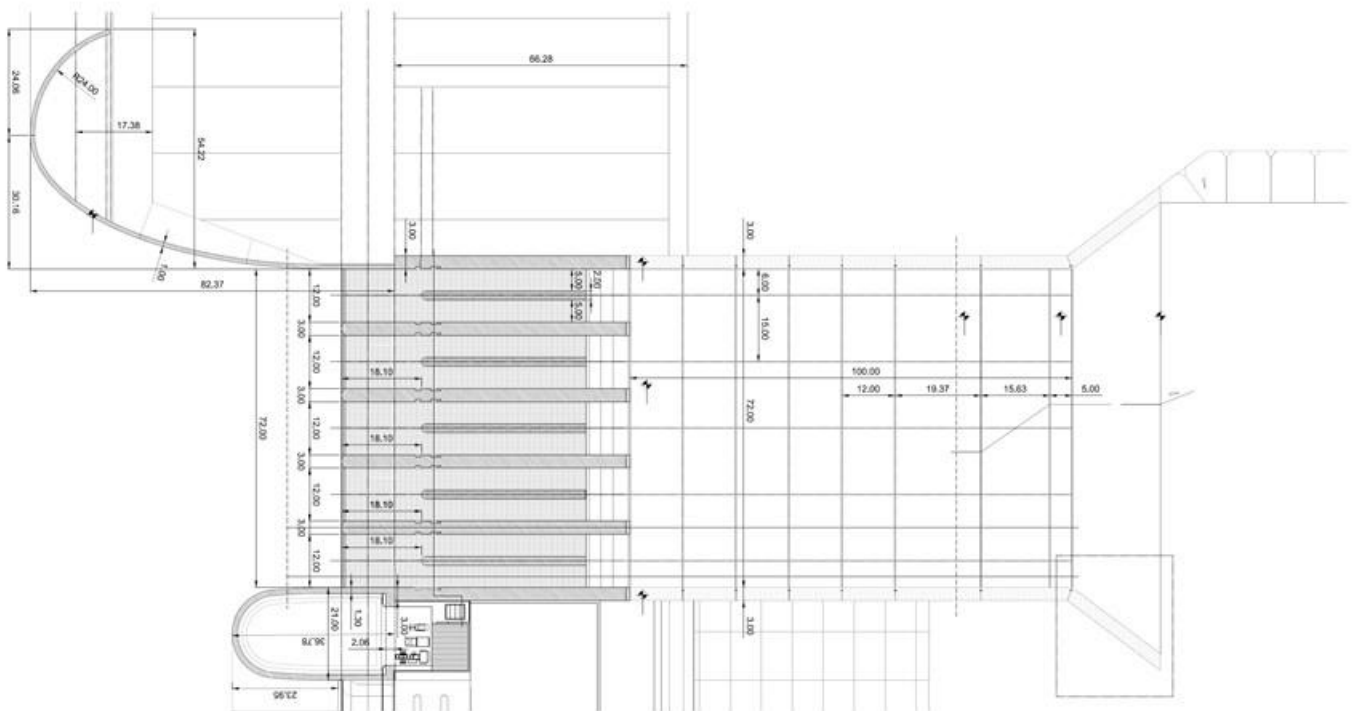
Como resultado de esta tarea inicial, se concluyó sobre la reducción del ancho total del vertedero y la eliminación de la estructura independiente de Descargadores de Fondo, para alojarla en el cuerpo del vertedero, adecuado a tal fin.



En definitiva, el diseño del vertedero propuesto en esta instancia se conforma por 5 vanos de 12,0 m de ancho cada uno, mientras que la estructura de hormigón masivo del cuerpo del vertedero permite materializar 10 orificios (2 por vano) para operar el Desvío del río. Finalmente, 2 de los 10 orificios serán adecuados a los descargadores de fondo, mientras tanto lo 8 orificios restantes serán completamente hormigonados.



**Figura 3-20. Vertedero JC, sección transversal.**



**Figura 3-21. Vertedero JC, planta.**

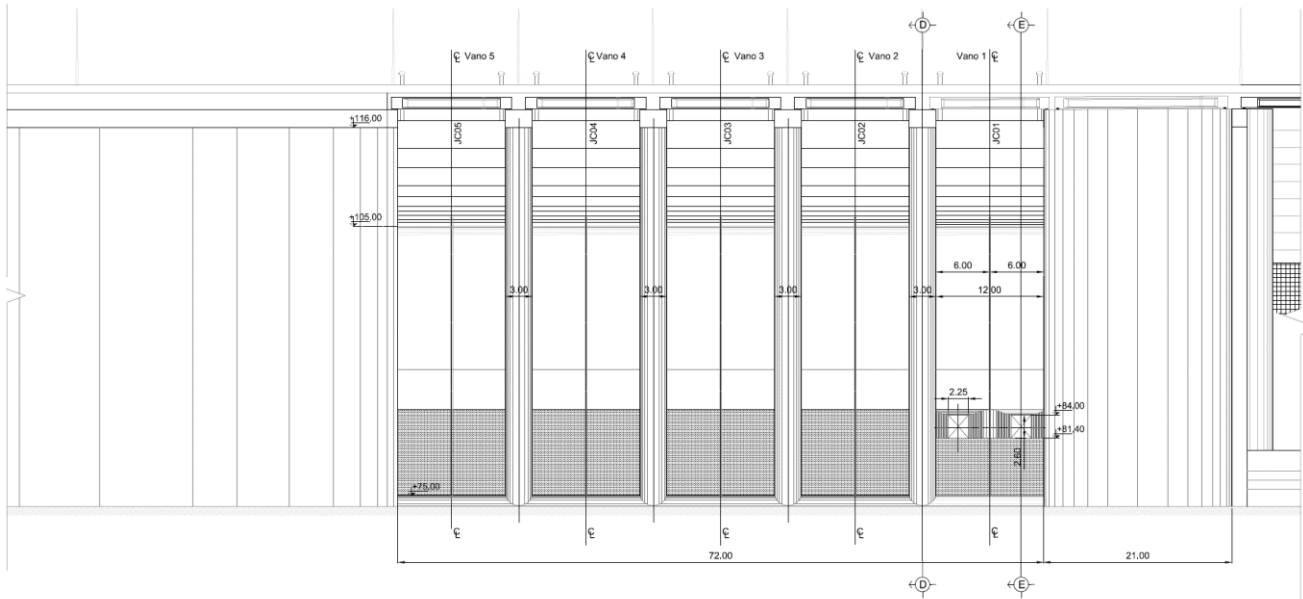


Figura 3-22. Vertedero JC, vista desde aguas arriba.

### 3.2.5 Escala de peces

La escala de peces se desarrolla sobre la derecha de la nave de montaje, plataforma de acceso y estacionamiento perteneciente a la central Jorge Cepernic. La escala de peces cruza por debajo del camino de acceso a la Nave de Montaje. A continuación, se describen las estructuras componentes en el sentido del recorrido de los peces. La entrada de los peces se produce sobre el talud en margen derecha del canal de restitución. Sobre un punto ubicado aproximadamente a 200m aguas abajo de la salida de caudales de la central, se encuentra una estructura de hormigón donde se alojan las compuertas de ala que permiten variar la velocidad del agua en la sección de ingreso de la escala, en función de los tirantes presentes en el canal de restitución. En el canal de restitución, en las adyacencias del ingreso a la escala, se considera conveniente incorporar un talud en forma radial, con una pendiente baja, que evite la presencia de un escalón antes del umbral del vano de entrada de los peces. Esta solera, o losa de aproximación, es de geometría semicircular en planta, con taludes tendidos y cumple la función de distribuir uniformemente el caudal de llamada y generar para el pez un ambiente más natural.

A continuación se desarrolla la trayectoria de la escala de peces compuesta por una sucesión de módulos. La pendiente media es del 10%, la cual permite salvar el desnivel existente entre la restitución y el embalse. Esquemáticamente, el recorrido de la escala envuelve a la plataforma de acceso, y su tramo paralelo a la dirección del flujo se podría ubicar sobre el talud de la excavación prevista para esta plataforma. Como consecuencia, se hace notar la necesidad de disponer de un puente que permita pasar sobre el canal de peces y poder acceder a la central Cepernic.

Una vez alcanzado el nivel próximo al coronamiento del sector del muro derecho, se ubica la estructura de la esclusa de transferencia de peces. El cambio de margen, no implica la necesidad de introducir modificaciones en el diseño de la esclusa.

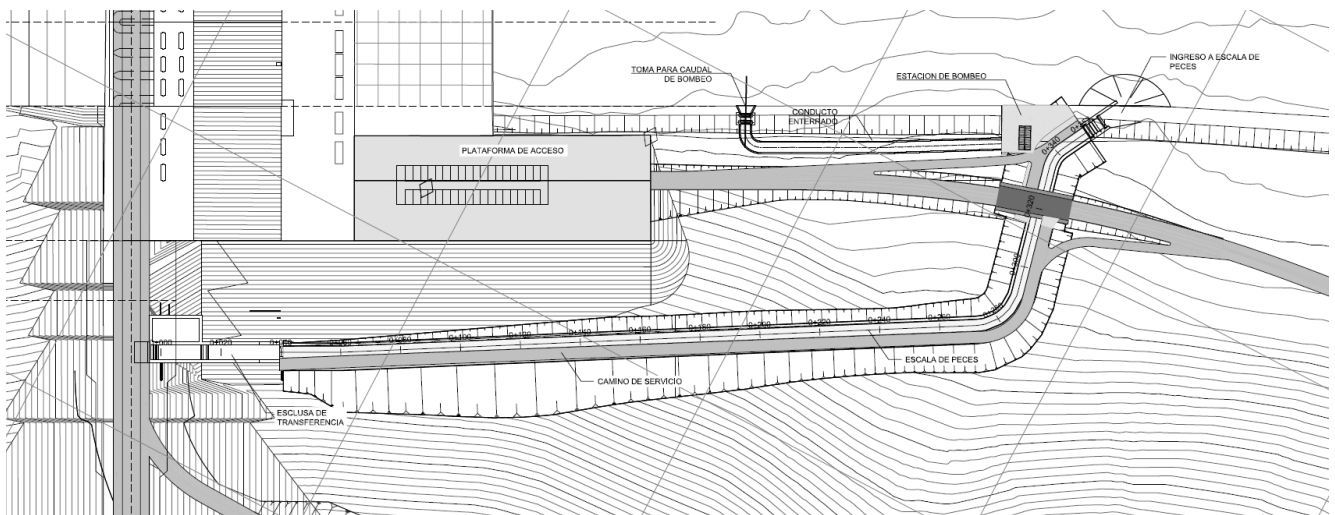
Para el caso de la Presa JC, también se adoptó una combinación de dos tipos de instalaciones para transferencia de peces: a) una estructura de estanques sucesivos con vertederos sumergidos hasta la cota 105,70 mIGN., y b) un sistema de esclusa para salvar el desnivel desde esta cota hasta los diferentes niveles de embalse.

Las restricciones impuestas por la ubicación del vertedero y la central hidroeléctrica y el camino de acceso a estas estructuras, condicionaron a desarrollar en parte la escala de peces por el talud de aguas abajo de la presa.

La traza se ubica sobre la margen izquierda del vertedero y en parte por un sobreebanco del paramento aguas abajo de la presa y tiene una pendiente longitudinal del 10%. Las dimensiones de cada estanque son de 6,00 m de largo por 4,00 m de ancho libre con vertederos laterales de 0,70 m a 2,10 m. medidos desde el fondo de la escala. El valor del tirante medio es de 3,20 m y la altura total es igual a 3,90 m.

Lateralmente se disponen dos tuberías de acero de 0,50 m de diámetro que transportan un caudal del orden de 4 m<sup>3</sup>/s que se incorpora a la escala próximo a la cámara de entrada a efectos de mejorar las condiciones de la llamada a los peces. Por la escala de estanques sucesivos se transporta normalmente un caudal de 3,00 m<sup>3</sup>/s. Conforme a las características y necesidades de las especies migratorias que utilizarán estas estructuras.

La escala de peces por medio de estanques sucesivos llega hasta cota 105,70 mIGN y desde allí se alcanzan los distintos niveles que puede tener el embalse mediante una estructura tipo esclusa.



**Figura 3-23. Presa JC, escala de peces.**

### 3.2.6 Desvío del río

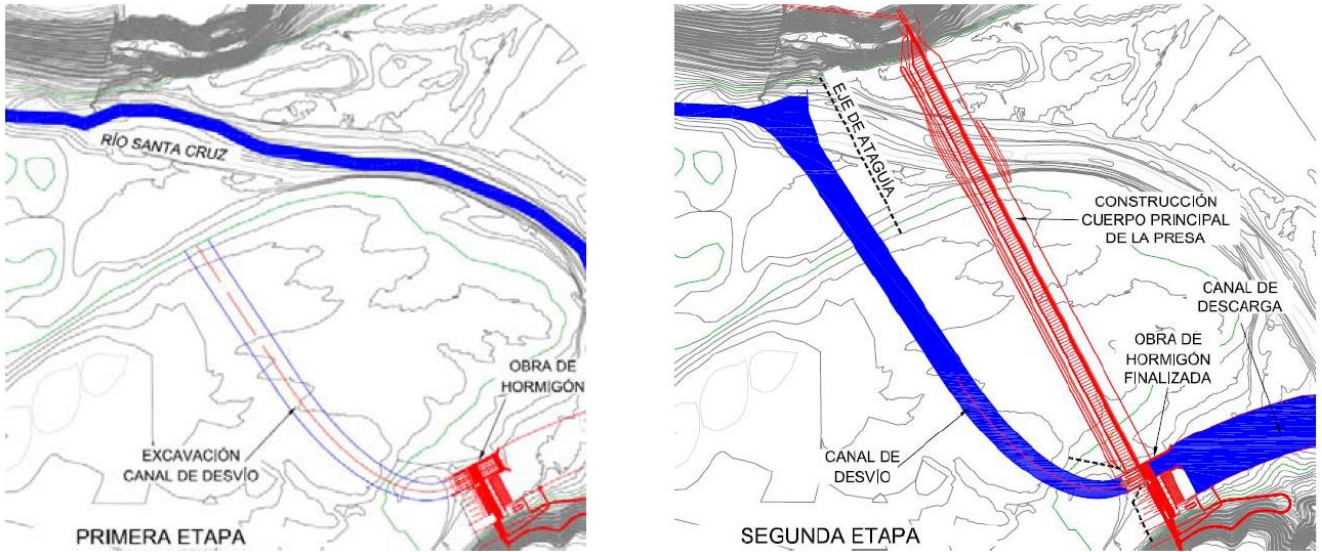
La obra de desvío del río propuesta hace posible desviar el caudal de 2.100 m<sup>3</sup>/s. La geometría del canal de desvío, que une el cauce natural con la obra de hormigón donde se emplazan los orificios presenta un desnivel de 2,0 m, con lo cual se obtiene una pendiente constante de 0,79 ‰, para los 2.540 m de canal.

La sección del canal será trapezoidal, con ancho de solera de 120 m y con taludes 1V:2,5H. El ancho de la solera variará en las transiciones. En el canal principal excavado se registran velocidades menores a 2,0 m/s que no provocarán efectos erosivos importantes.

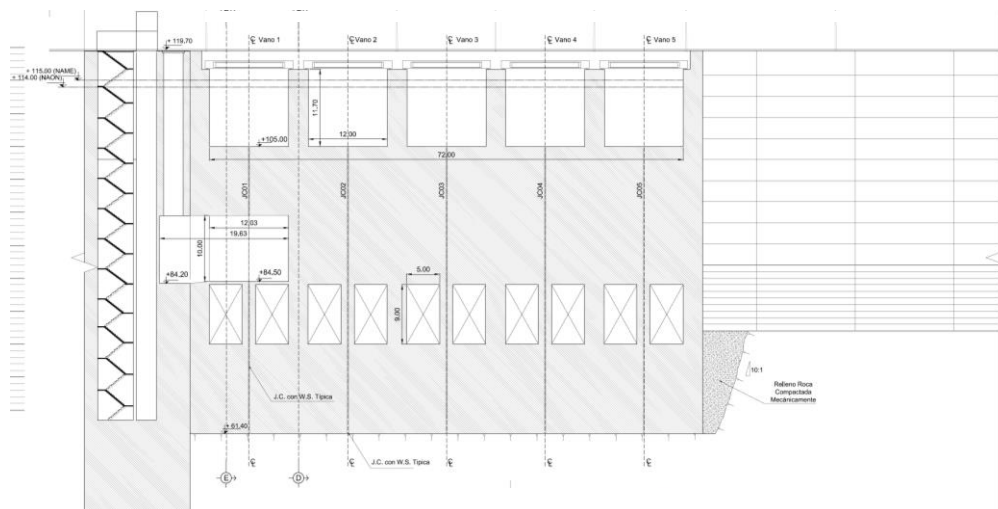
Por su parte, para el caudal máximo de desvío, en la estructura de hormigón, se registrarán velocidades del orden de los 6,0 m/s, siendo estas velocidades admisibles para el hormigón.

La construcción de la presa se puede dividir en dos etapas, diferenciadas cada una por la posición que tomará el río durante la misma:

- Primera Etapa: Excavación del Canal de Desvío y construcción del Vertedero con los 10 orificios en el cuerpo de hormigón, los cuales serán utilizados en la segunda etapa para el Desvío del Río. En esta etapa, el río se mantendrá en su curso natural por la margen izquierda del valle.
- Segunda Etapa: Finalizada la construcción del Vertedero y la excavación del Canal de Desvío, se procede al cierre del cauce natural mediante ataguía de materiales sueltos, permitiendo el desvío del río a través del canal excavado y los 10 orificios construidos en el cuerpo del vertedero.



**Figura 3-24. Etapas del desvío para JC.**



**Figura 3-25. Descargador de fondo JC, Vista desde aguas arriba.**





#### 4 **OBRAS COMPLEMENTARIAS**

Como se mencionó anteriormente, para el desarrollo de la Obra Principal de cada una de las presas es necesaria la construcción en forma previa, de una serie de obras complementarias destinadas a dar apoyo a las tareas constructivas; principalmente, los **Obradores** y los **Puentes de Servicio** provisorios que vincularán ambos márgenes del río durante la etapa de obra. Todas estas instalaciones se darán dentro del polígono de obras (áreas expropiadas) que tiene como centro el eje de las presas. En la Tabla 4-1 se presentan las coordenadas de ubicación de los vértices de los polígonos de obras.

El Puente de Servicio Néstor Kirchner, a construir sobre el río Santa Cruz, se ubicará a unos 2.300 m aguas abajo de la presa homónima, mientras que el Puente de Servicio Jorge Cepernic, lo hará a aproximadamente 2.800 m aguas abajo de la presa JC.

A su vez, para la construcción de la obra principal será necesario el montaje de **Villas Temporarias** en las inmediaciones del área de trabajo. Las mismas tendrán por objeto el alojamiento del personal asociado a la obra a lo largo del período constructivo. Luego del mismo las villas serán desmontadas.

La Villa Temporal Pte. Néstor Kirchner ocupará una superficie total de 18,08 ha y estará ubicada sobre la margen derecha del río, en terrenos de la estancia la Porfiada, a aproximadamente 7 km del sitio de cierre de la presa NK. Esta ubicación guarda relación directa con la logística de la Obra Principal que se dará principalmente por RP9. La construcción de la Villa Temporal NK será asistida desde el campamento que hoy opera en la Estancia La Enriqueta.

Para la ubicación de la Villa Temporal Gdor. Jorge Cepernic, también se optó para su inserción la margen derecha del río Santa Cruz, según el movimiento de obra que se dará por la RP9. La implantación final se definió en cercanías de la estancia Rincón Grande ubicada a unos 2 km de la mencionada ruta. La misma ocupará una superficie total de 12,06 ha y se ubicará a una distancia aproximada de 12 km del pie de obra de la presa JC. Dentro de estas 12 ha se instalará previamente el Campamento Pionero JC para apoyo de las tareas constructivas de la villa. El mismo ocupará una superficie de alrededor de 2,8 ha.

Tanto para permitir el acceso a la Villa Temporal NK como a la Villa Temporal JC y a los sitios de obras de las presas en el periodo constructivo, será necesario realizar la adecuación o apertura de **Caminos de Acceso Temporales**.

También se incluyen dentro de este conjunto los **Yacimientos** o canteras a explotar para la obtención de los materiales necesarios para las obras.

En las figuras a continuación se puede observar la localización de las obras complementarias de cada una de las presas.



Tabla 4-1. Coordenadas de ubicación de los polígonos de obras.

Vértices	Coordenadas Planas (Gauss-Krüger Faja 2 POSGAR 07 - WGS 84)		Coordenadas geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
<b>PRESA NK</b>				
<b>A</b>	2370631	4433608	-70.81326	-50.23318
<b>B</b>	2370509	4438608	-70.81326	-50.18822
<b>C</b>	2375509	4438727	-70.74325	-50.18822
<b>D</b>	2375626	4433727	-70.74325	-50.23318
<b>PRESA JC</b>				
<b>E</b>	2417620	4436818	-70.15415	-50.21273
<b>F</b>	2417542	4441818	-70.15415	-50.16778
<b>G</b>	2422542	4441893	-70.08417	-50.16778
<b>H</b>	2422615	4436893	-70.08417	-50.21273

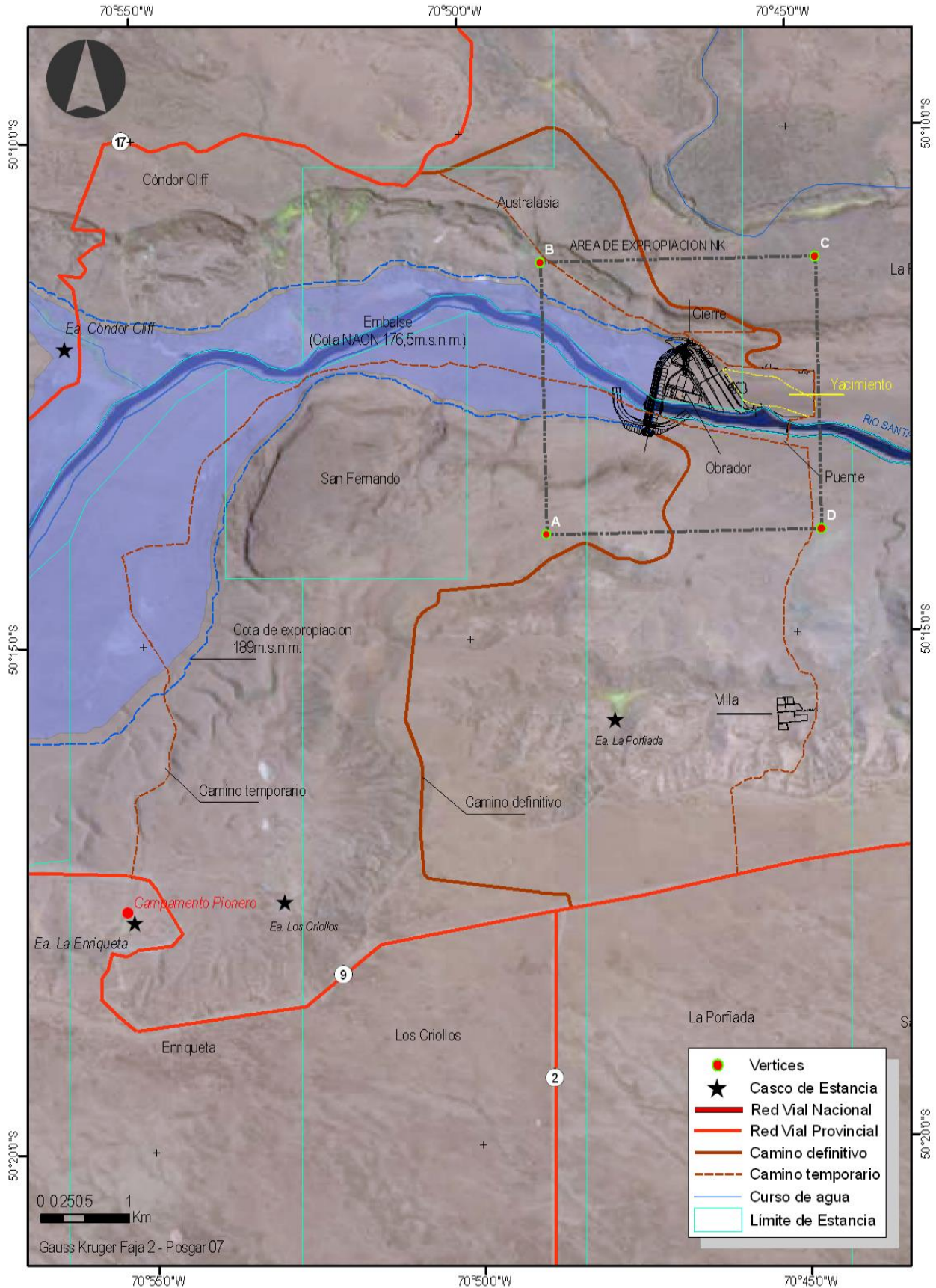


Figura 4-1. Localización de las obras complementarias de la presa NK.



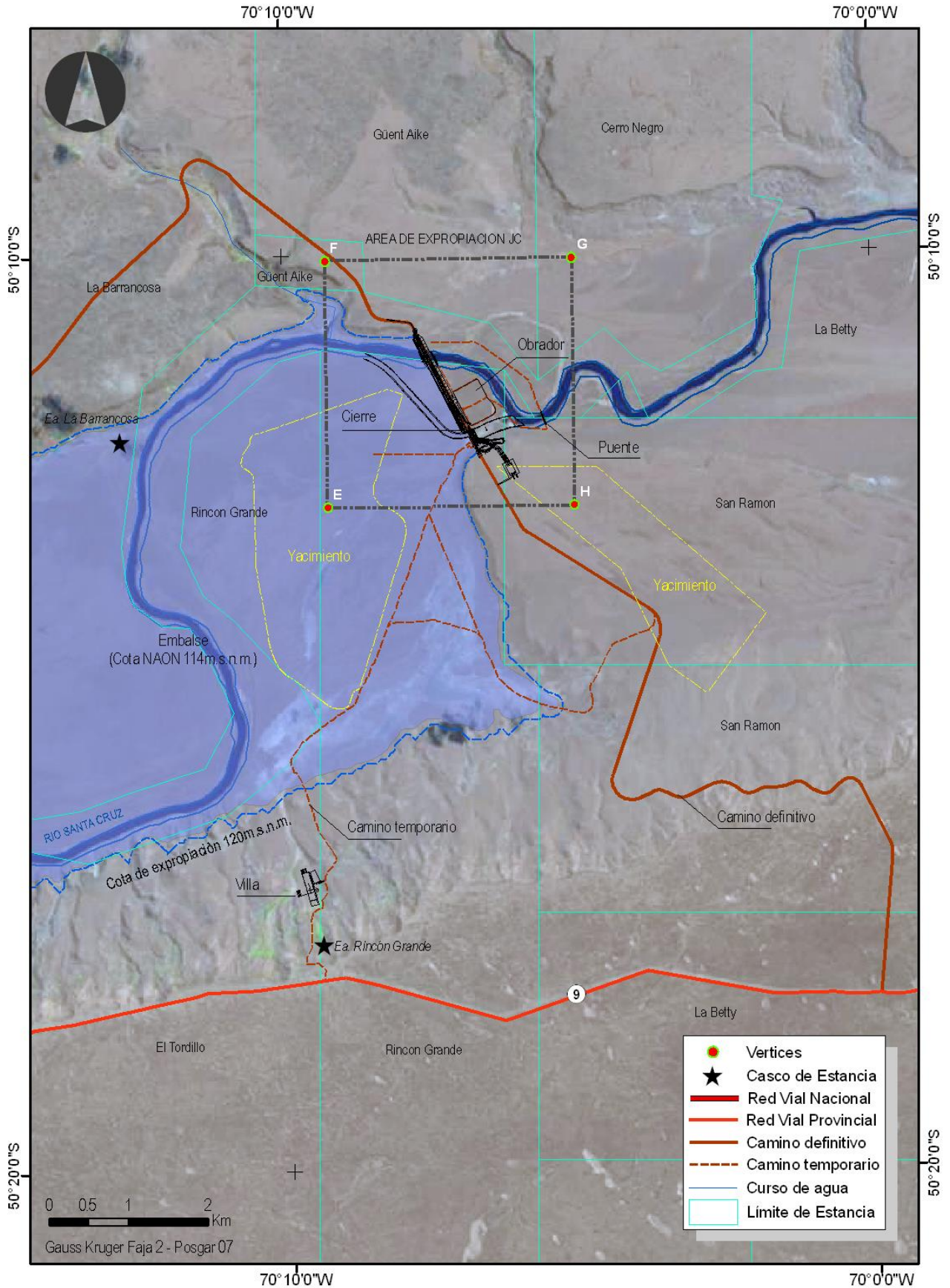


Figura 4-2. Localización de las obras complementarias de la presa JC.

#### 4.1 CAMINOS DE ACCESO TEMPORALES

Como se puede observar en la Figura 4-1 y Figura 4-2, para el acceso a las zonas de obra y a las villas temporarias se tiene previsto construir una serie de accesos, todos ellos temporales en el sentido que una vez concluido el periodo constructivo no quedarán afectados al Proyecto, siendo que al mismo se accederá por los caminos permanentes descriptos anteriormente. De este modo, los denominados caminos temporales quedarán en parte cubiertos por los embalses, mientras que aquella porción que pueda ser utilizada quedará para el usufructo de los pobladores locales.

En la zona de trabajo de la presa NK se prevé la construcción de tres accesos de este tipo, uno sobre la margen izquierda (al norte del río Santa Cruz) y dos sobre la margen derecha (al sur del río Santa Cruz)

El camino de margen izquierda, con una extensión de aproximadamente 11 km, unirá la zona de obra con la RP17. De los caminos de la margen derecha, el proyectado hacia el este unirá la RP9 con la zona de emplazamiento de la villa temporaria NK en un tramo de alrededor de 4 km y desde allí conectará la villa con las zona de obras en un tramo de 5,4 km.

Por su parte, el camino oeste, con una longitud de 21,2 km, tendrá por objetivo conectar el frente de trabajo de la presa NK con la RP9 en el sector donde se emplaza el campamento de apoyo a los trabajos previos (Campamento La Enriqueta).

En el caso de la presa JC se prevé la construcción de un camino temporario sobre la margen izquierda del río y la adecuación de un camino de acceso sobre la margen derecha.

El primero de ellos (acceso de margen izquierda) unirá la RP17 (en un sector donde existe un desvío) con el frente de trabajo de la presa JC. Como se puede apreciar en la Figura 4-2, parte de la traza del camino de acceso temporario será aprovechada para el trazado del camino definitivo.

Por su parte, el camino de margen derecha, unirá en un recorrido de aproximadamente 13 km, la RP9 con la zona de obra de la presa JC pasando por la villa temporaria JC. Su traza se corresponde con un camino preexistente por lo que en este caso las tareas se reducen al acondicionamiento de pequeños tramos de manera que permitan el paso de los vehículos de gran porte asociados al proyecto. En este sentido, como parte de la etapa de estudios de base se contempló el acondicionamiento de los 2 km iniciales de camino que parten de la RP9, de manera que permitan el acceso al Campamento Pionero JC. Asimismo, como se observa en la Figura 4-2, con eje en este acceso se proyectan otros tramos que conectarán las zonas de obras con las diferentes áreas vinculadas con los trabajos constructivos, tales como los yacimientos.

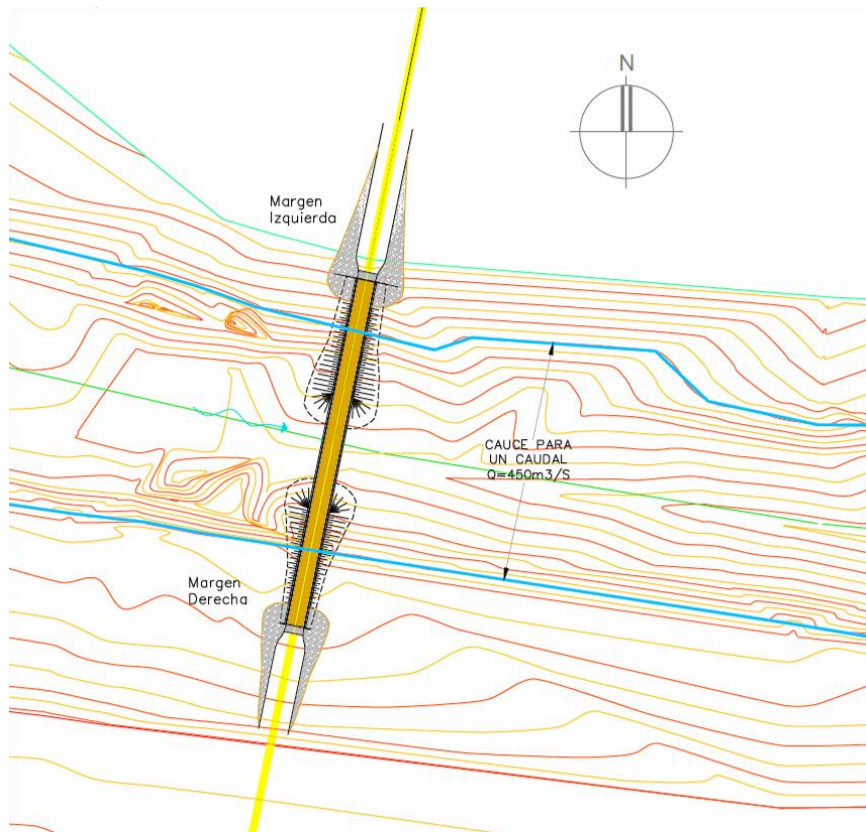
Adicionalmente, dentro de cada uno de los dos frentes de obra se tiene previsto construir un conjunto de caminos y accesos peatonales internos de carácter temporal que permitan llegar a las distintas zonas de trabajo.

#### 4.2 PUENTE DE SERVICIO NÉSTOR KIRCHNER

El Puente de Servicio Néstor Kirchner, a construir sobre el río Santa Cruz, se ubicará a unos 2.300 m aguas abajo del eje de la presa NK. Tiene por objetivo operar durante la etapa de obra como vinculación de las márgenes en que se desarrolla la presa por lo que se diseñó para un caudal de 2.100 m<sup>3</sup>/s (máximo a considerar durante la construcción de la presa según pliego).

El proyecto consiste en un puente metálico de tres tramos, conformado por dos vanos extremos de 46,5 m aproximadamente y uno central de 49,00 m, lo que totaliza 142 m de longitud.

Para su diseño se optó por utilizar pilotes-columna de tubo de acero, sin relleno posterior de H<sup>0</sup>, hincados en el lecho de grava del cauce del río Santa Cruz con penetración en la roca alterada.



**Figura 4-3. Esquema de ubicación del puente NK en el cauce del río Santa Cruz.**

De acuerdo al análisis morfológico de imágenes satelitales de varios años recientes y aerofotogrametrías del año 1977, aguas abajo de la isla ubicada en el Km 248 del río Santa Cruz el cauce resulta muy estable y de márgenes paralelas y de bordes definidos para diversos caudales.

En esta posición el puente resulta compatible con la red de caminos a ejecutar durante la construcción de las obras.

#### **4.2.1 Premisas de diseño**

En el proyecto se adoptó como vehículo de diseño el camión SANYI SRT55C (semejante al Terex NHL TR60), siendo su peso total (propio más su máxima carga): 98.000 kg.

En las condiciones de servicio, se consideraron las cargas de la AASHTO – LRFD Bridges Design Specifications, con un vehículo de diseño más la carga de "lane". Como condición excepcional, ya que no estará permitido el paso de dos vehículos juntos, se aplica la carga de dos camiones de diseño separados entre sí 10 metros, sin carga de "lane" y con un factor de carga de 1,20.

Adicionalmente, para el servicio después de la obra, se consideró la carga de 2 (dos) carriles de 3,60 m de ancho, cada uno con cargas de reglamento DNV del tipo A30.

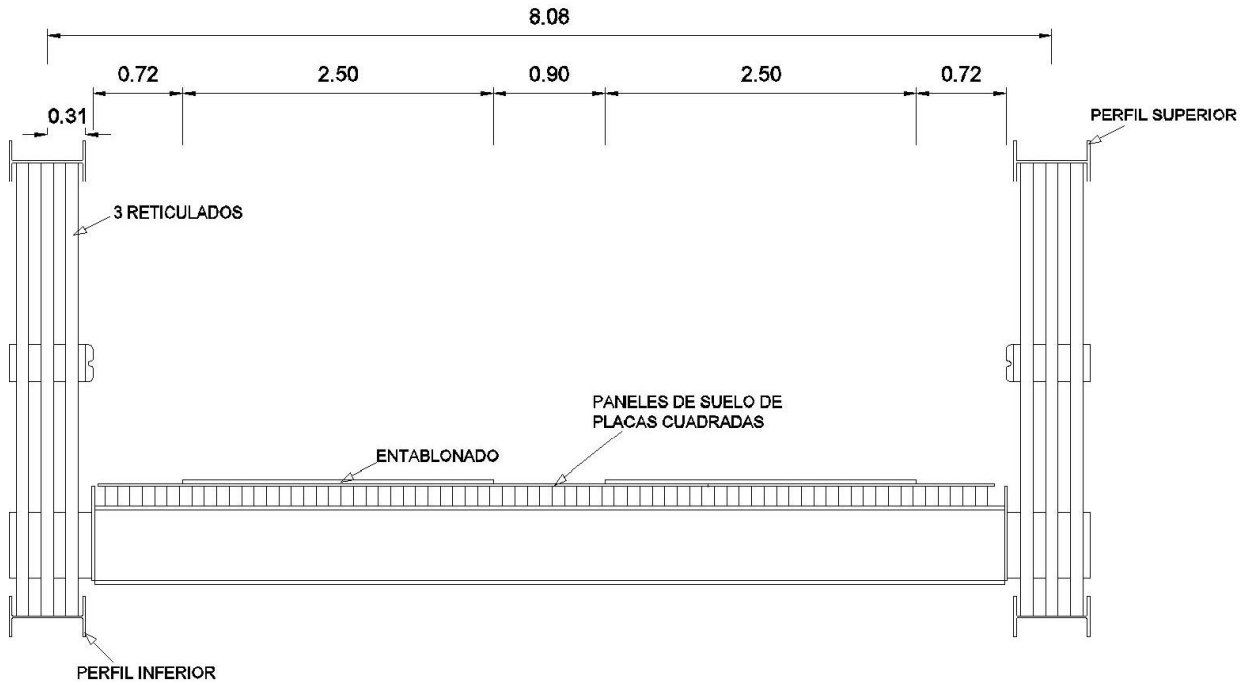
#### **4.2.2 Memoria descriptiva**

Como se mencionó anteriormente, el diseño del Puente de Servicio NK responde a un puente metálico compuesto por dos vanos extremos de 46,5 m y uno central de 49,0 m totalizando una longitud de 142 m. Tendrá un ancho de 7,34 m, con un ancho de calzada de 5,90 m.

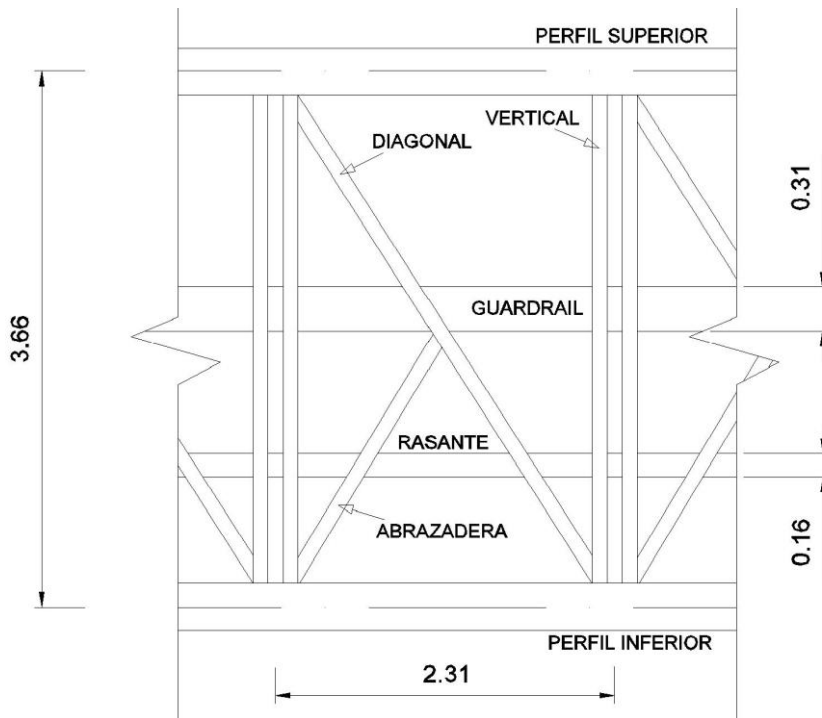


**Superestructura**

Su superestructura será metálica y estará constituida por una estructura reticulada, con dos laterales y un tablero, según el esquema siguiente, que muestra la sección transversal típica y un tramo en vista lateral:



**Figura 4-4. Sección transversal típica.**



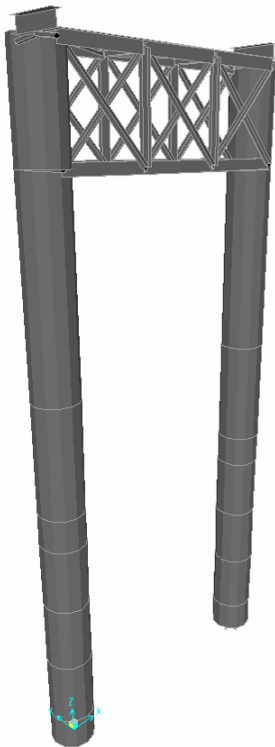
**Figura 4-5. Vista lateral.**

El tablero está compuesto por vigas transversales que sirven de vinculación a los reticulados laterales y como apoyo del entablonado.

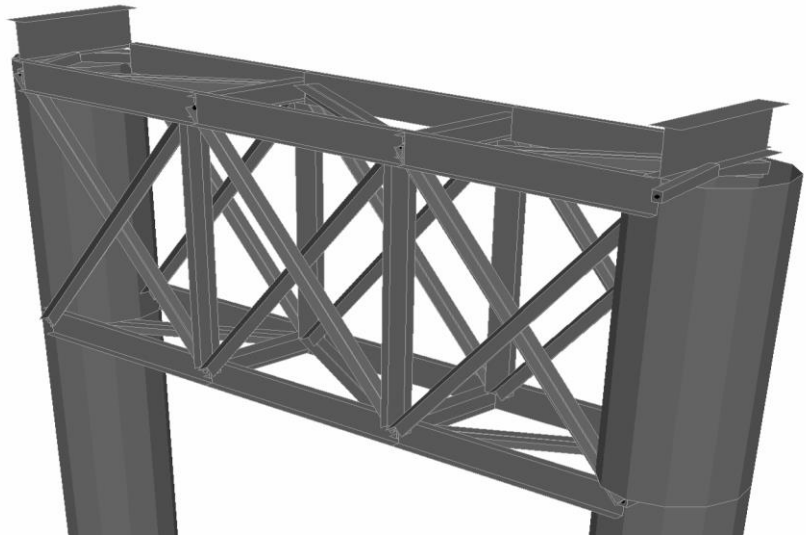
La cota de fondo de viga del tablero (viga estructural) se diseñó para un caudal de 2.100 m<sup>3</sup>/s según pliego (máximo a considerar durante la construcción de la presa), y se tomó un gálibo ó revancha de 1 m, quedando una cota de fondo de viga de 118,00 m.

### **Infraestructura**

La superestructura se apoyará sobre pilas y estribos constituidos por dos pilotes columna (con un diámetro de 1,40 m) y un dintel metálico reticulado (de 3,00 m de altura aproximadamente) con la siguiente geometría.



**Figura 4-6. Esquema de la pila con dintel.**



**Figura 4-7. Esquema de la viga dintel.**

El espesor del tubo es de 1" (pilas tramo inferior) y de 3/4" (resto). Este espesor se considera disminuido en 2 mm por efecto de la corrosión.

La viga dintel es una viga cabezal, reticulada, de aprox. 3,00 m de altura, con un peso aproximado de 8 tn construida en perfiles de acero F24 o ASTM A36.

Estará compuesta por perfiles UPN 320 y UPN 300, HEB 400 y 200 y angulares L 5"×1/2 y L 4"×3/8, pero puede armarse con otros perfiles equivalentes.

Los estribos serán abiertos con una protección de enrocados para evitar las erosiones en los taludes del mismo.

## **Fundaciones**

Para las fundaciones se optó por pilotes metálicos de un 1,40 m de diámetro hincado hasta el rechazo, la penetración del pilote en el manto de grava + roca será de por lo menos 5 Ø o sea 7,00 metros, dando una penetración de 2 metros dentro de la roca.

Se utilizarán pares de pilotes tanto para las pilas de los estribos como para las pilas intermedias del puente.

En el siguiente cuadro se resumen las cotas de fundación de los pilotes y las longitudes de los mismos.

### **MARGEN IZQUIERDA**

<b>FUNDACIÓN PILA DE ESTRIBO MI</b>		
Cota de Inicio pila- Fondo de Viga Estructural=	<b>118.00</b>	5.01 m de longitud de pila en contacto con el agua
Cota fondo Viga Dintel	115.00	
Cota hasta cauce del río	112.99	16.09 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos
Cota hasta la Roca (-2.00 m de empotramiento en roca)- Cota Fondo de Pila	<b>94.90</b>	
<b>Longitud Total de pila=</b>		<b>23.10 m de longitud (C/ 2.00 m hincada en roca)</b>

<b>FUNDACIÓN PILA MI</b>		
Cota de Inicio pila- Fondo de Viga Estructural=	<b>118.00</b>	9.11 m de longitud de pila en contacto con el agua SIN erosión
Cota fondo Viga Dintel	115.00	
Cota hasta cauce del río SIN erosión	108.89	14.21 m de longitud de pila en contacto con el agua CON Erosión
Cota hasta cauce del río CON erosión	104.39	10.00 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos - SIN afectación de erosión
Cota hasta la Roca (-2.00 m de empotramiento en roca) – Cota Fondo de Pila	<b>96.89</b>	4.90 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos - CON afectación de erosión
<b>Longitud Total de pila =</b>		<b>21.11m de longitud (C/2.00 m hincada en roca)</b>

### **MARGEN DERECHA**

<b>FUNDACIÓN PILA DE ESTRIBO MD</b>		
Cota de Inicio pila- Fondo de Viga Estructural=	<b>118.00</b>	3.63 m de longitud de pila en contacto con el agua
Cota fondo Viga Dintel	115.00	
Cota hasta cauce del río	114.37	11.38 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos
Cota hasta la Roca (-2.00 m de empotramiento en roca) – Cota Fondo de Pila	<b>100.99</b>	
<b>Longitud Total de pila=</b>		<b>17.01 m de longitud (C/ 2.00 m hincada en roca)</b>

FUNDACIÓN PILA MD		
Cota de Inicio pila- Fondo de Viga Estructural=	<b>118.00</b>	8.74m de longitud de pila en contacto con el agua SIN erosión
Cota fondo Viga Dintel	115.00	
Cota hasta cauce del río SIN erosión	109.26	13.84 m de longitud de pila en contacto con el agua CON erosión
Cota hasta cauce del río CON erosión	104.76	8.26 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos - SIN afectación de erosión
Cota hasta la Roca (-2.00 m de empotramiento en roca) – Cota Fondo de Pila	<b>99.00</b>	3.16 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos - CON afectación de erosión
<b>Longitud Total de pila teniendo en cuenta la erosión=</b>		<b>19.00 m de longitud (C/ 2.00 m hincada en roca)</b>

#### 4.2.3 Metodología constructiva

El tablero será empujado y las fundaciones se ejecutarán desde sendos terraplenes de avance desde ambas márgenes.

La construcción del puente estará dividida en las siguientes 3 etapas:

- Primera etapa: avance del terraplén desde la margen derecha

En esta etapa se realizará el terraplén de avance y se hincarán los tubos metálicos de las pilas y estribos de margen derecha. Luego se montan los dinteles correspondientes.

- Segunda etapa: avance del terraplén de la margen izquierda

En esta etapa se retirará el terraplén de avance de la margen derecha y se ejecutará el nuevo terraplén de avance desde la otra margen, luego se hincarán los tubos metálicos de las pilas y estribos de margen izquierda y se montarán los dinteles respectivos.

En estas dos primeras etapas se obtuvieron las velocidades del agua en ambos terraplenes de avance, y debido a la magnitud de las mismas se colocará como protección sobre los mismos enrocado de diámetro D100=0,70m para evitar el arrastre de materiales.

- Tercera etapa: con los terraplenes definitivos en ambas márgenes

Los dinteles metálicos arriba indicados se colocarán antes de que se retire el terraplén de avance, en el caso de las pilas intermedias, y los dinteles de los estribos se colocarán antes del terraplén definitivo.

Una vez terminado el hincado de los pilotes y el montado de los dinteles se comenzará con la colocación de la superestructura del puente. La misma será empujada desde la margen derecha (sur) sobre un terraplén horizontal debidamente compactado y nivelado.

Se requiere arriostrar mediante cables que cubran los tres vanos los extremos superiores de los pilotes, previo a la maniobra del empuje. Esto es a los fines de evitar superar la fuerza horizontal máxima antes indicada.

### 4.3 PUENTE DE SERVICIO JORGE CEPERNIC

El Puente de Servicio Jorge Cepernic, a construir sobre el río Santa Cruz, se ubicará a unos 2.800 m aguas debajo de la presa JC. De manera análoga al puente NK, tiene por objetivo operar durante la etapa de obra como vinculación de las márgenes en que se desarrolla la presa por lo que se diseñó para un caudal de 2.100 m<sup>3</sup>/s (máximo a considerar durante la construcción de la presa según pliego).

Al igual que en el caso del puente de NK, el proyecto consiste en un puente metálico de tres tramos, conformado por dos vanos extremos de 46,5 m aproximadamente y uno central de 49,00 m, lo que totaliza 142 m de longitud.

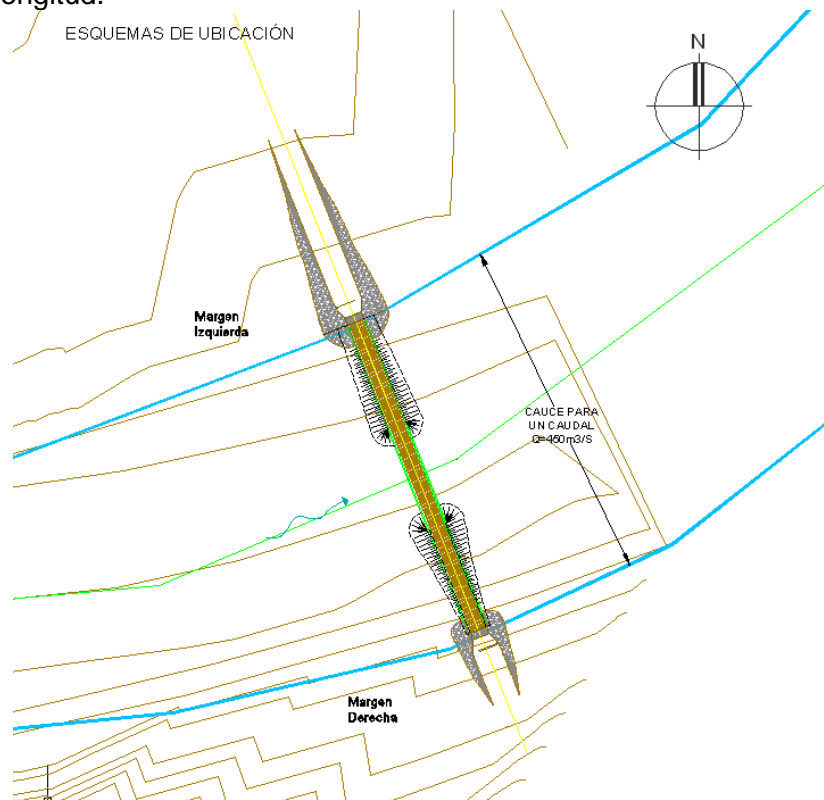


Figura 4-8. Esquema de Ubicación del puente JC en el cauce del río Santa Cruz.

#### 4.3.1 Premisas de diseño

Para el diseño del puente JC se tuvieron en cuenta las mismas consideraciones que para el diseño del puente de NK.

En las condiciones de servicio, se consideraron las cargas de la AASHTO – LRFD Bridges Design Specifications, con un vehículo de diseño más la carga de “lane”. Como condición excepcional, ya que no estará permitido el paso de dos vehículos juntos, se aplica la carga de dos camiones de diseño separados entre sí 10 metros, sin carga de “lane” y con un factor de carga de 1,20.

Adicionalmente, para el servicio después de la obra, se consideró la carga de 2 (dos) carriles de 3,60 m de ancho, cada uno con cargas de reglamento DNV del tipo A30.

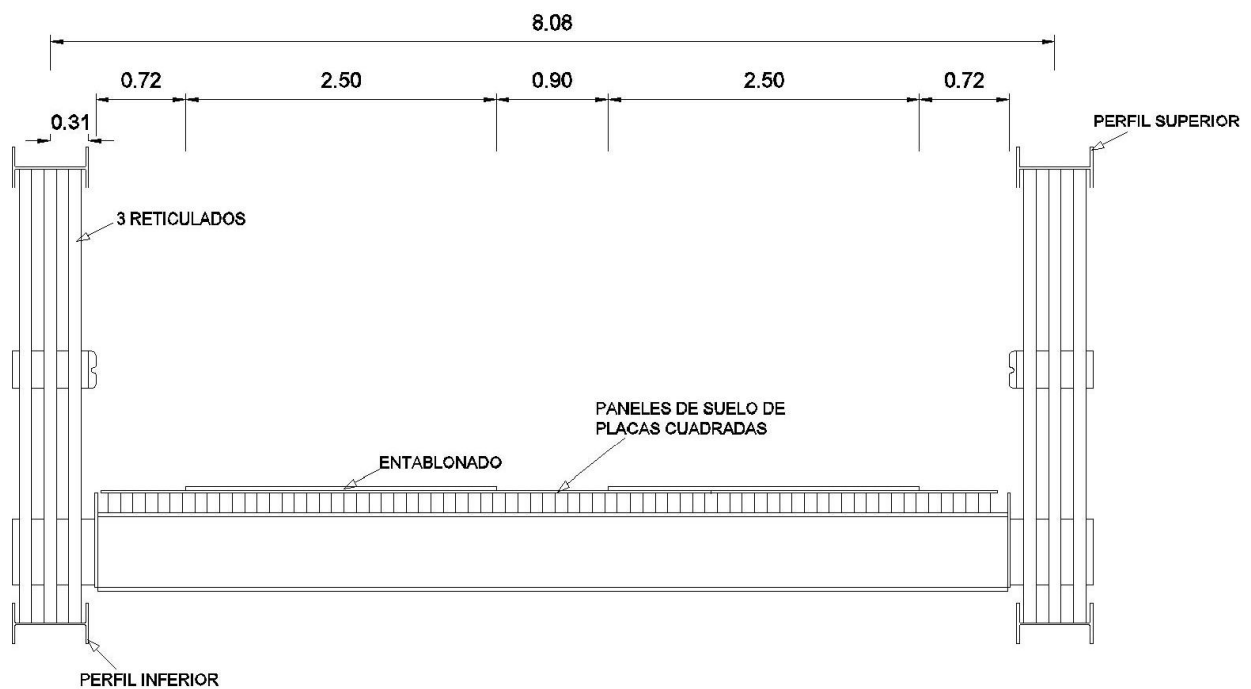


### 4.3.2 Memoria descriptiva

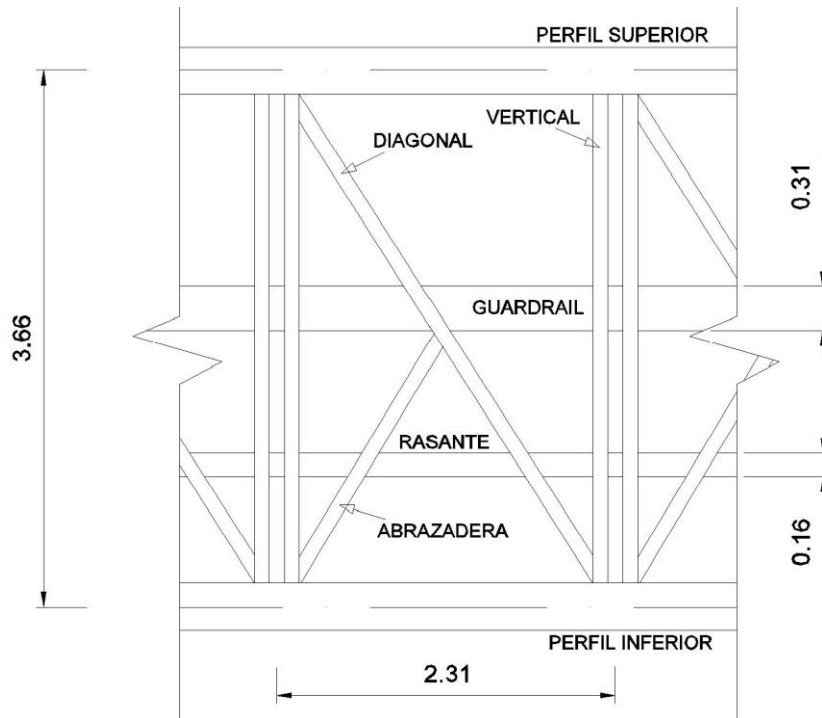
Como se mencionó anteriormente, el Puente de Servicio JC, se ubicará aguas debajo de la presa JC y su diseño responde a un puente metálico de 3 tramos, conformado por dos vanos extremos de 46,5 m aproximadamente y uno central de 49,0 m, totalizando una longitud de 142 m. Tendrá un ancho de 7,34 m, con un ancho de calzada de 5,90 m.

#### Superestructura

La superestructura será metálica estará constituida por una estructura reticulada, con dos laterales y un tablero, según el esquema siguiente, que muestra la sección transversal típica y un tramo en vista lateral:



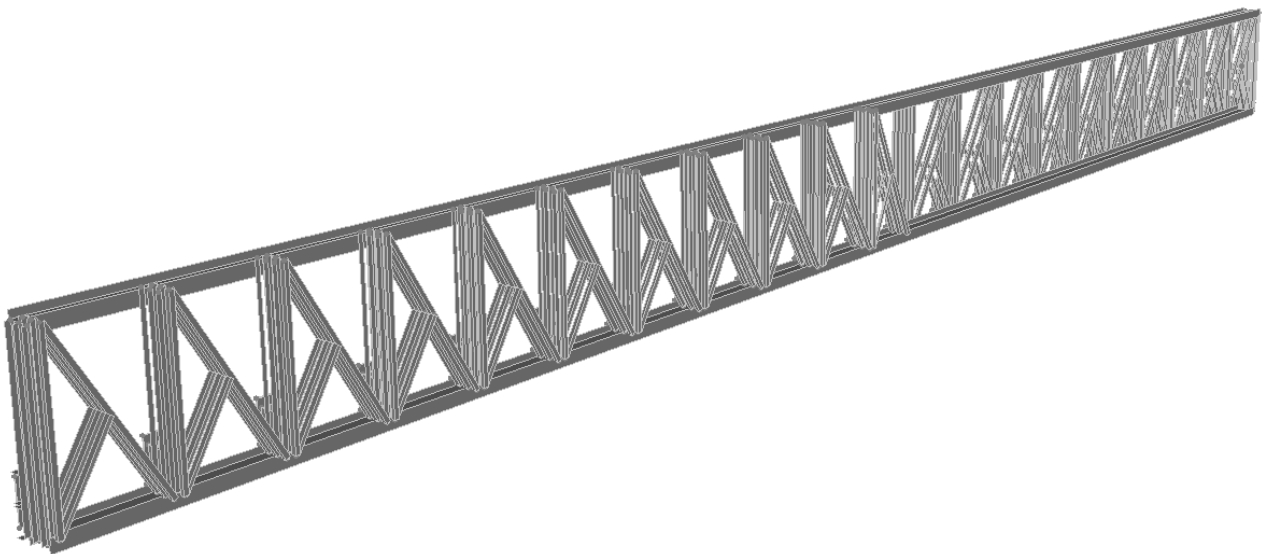
**Figura 4-9. Sección transversal típica.**



**Figura 4-10. Vista lateral.**

El tablero está compuesto por vigas transversales que sirven de vinculación a los reticulados laterales y como apoyo del entablonado.

La superestructura fue predimensionada considerando el tramo principal de 49 m. Para esto se consideró el estado de carga más desfavorable para la superestructura. En este se tiene el peso propio de la misma más la sobre carga, ambas mayoradas. Se analizaron por separado las 2 vigas reticuladas de la super estructura, considerando que cada una toma la mitad de la carga del tablero.



**Figura 4-11. Esquema de la viga reticulada de la superestructura.**

Los resultados de las verificaciones de las vigas reticuladas laterales de la superestructura, se tomaron considerando el tramo principal como una viga simplemente apoyada y tomando el perfil superior comprimido.

Del cálculo se obtiene que el perfil superior estará comprimido con un esfuerzo de 484 tn. Para tomar este esfuerzo se colocó un perfil IPB 600 que brinda una  $R_d = 518$  tn

La cota de fondo de viga del tablero (viga estructural) se diseñó para un caudal de 2.100 m<sup>3</sup>/s según pliego (máximo a considerar durante la construcción de la presa), y se tomó un gálibo ó revancha de 1 m, quedando una cota de fondo de viga de 81,50 m.

### **Infraestructura**

Al igual que para el puente de servicio NK, la superestructura se apoyará sobre pilas y estribos constituidos por dos pilotes columna (con un diámetro de 1,40 m) y un dintel metálico reticulado (de 3,00 m de altura aproximadamente) con la geometría presentada anteriormente (ver Figura 4-6).

El espesor del tubo es de 1" (pilas tramo inferior) y de 3/4" (resto). Este espesor se considera disminuido en 2 mm por efecto de la corrosión.

La viga dintel es una viga cabezal, reticulada, de aprox. 3,00 m de altura, con un peso aproximado de 8 tn construida en perfiles de acero F24 o ASTM A36. Estará compuesta por perfiles UPN 320 y UPN 300, HEB 400 y 200 y angulares L 5"×1/2 y L 4"×3/8, pero puede armarse con otros perfiles equivalentes.

Los estribos serán abiertos con una protección de enrocados para evitar las erosiones en los taludes del mismo.

### **Fundaciones**

Para las fundaciones se optó por pilotes metálicos de un 1,40 m de diámetro hincado hasta el rechazo, la penetración del pilote en el manto de grava + roca debe ser de por lo menos 5 Ø o sea 7,00 metros, dando una penetración de 2 metros dentro de la roca.

Se utilizarán pares de pilotes para las pilas de los estribos como para las pilas intermedias del puente.

En el siguiente cuadro se resumen las cotas de fundación de los pilotes y las longitudes de los mismos.

#### **MARGEN IZQUIERDA**

<b>FUNDACIÓN PILA DE ESTRIBO MI</b>		
Cota de Inicio pila- Fondo de Viga Estructural=	<b>81.50</b>	4.72 m de longitud de pila en contacto con el agua
Cota fondo Viga Dintel	78.50	
Cota hasta cauce del río	76.78	9.94 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos
Cota hasta la Roca (-2.00 m de empotramiento en roca)- Cota Fondo de Pila	<b>66.56</b>	
<b>Longitud Total de pila=</b>		<b>14.94 m de longitud (C/ 2.00 m hincada en roca)</b>

<b>FUNDACIÓN PILA MI</b>		
Cota de Inicio pila- Fondo de Viga Estructural=	<b>81.50</b>	6.67 m de longitud de pila en contacto con el agua SIN erosión
Cota fondo Viga Dintel	78.50	
Cota hasta cauce del río SIN erosión	74.83	11.87 m de longitud de pila en contacto con el agua CON Erosión
Cota hasta cauce del río CON erosión	69.63	7.13 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos - SIN afectación de erosión
Cota hasta la Roca (-2.00 m de empotramiento en roca) – Cota Fondo de Pila	<b>65.70</b>	1.93 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos - CON afectación de erosión
<b>Longitud Total de pila =</b>		<b>15.80 m de longitud (C/2.00 m hincada en roca)</b>

**MARGEN DERECHA**

<b>FUNDACIÓN PILA DE ESTRIBO MD</b>		
Cota de Inicio pila- Fondo de Viga Estructural=	<b>81.50</b>	2.46 m de longitud de pila en contacto con el agua
Cota fondo Viga Dintel	78.50	
Cota hasta cauce del río	79.04	10.71 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos
Cota hasta la Roca (-2.00 m de empotramiento en roca) – Cota Fondo de Pila	<b>68.33</b>	
<b>Longitud Total de pila=</b>		<b>15.33m de longitud (C/ 2.00 m hincada en roca)</b>

<b>FUNDACIÓN PILA MD</b>		
Cota de Inicio pila- Fondo de Viga Estructural=	<b>81.50</b>	7.04 m de longitud de pila en contacto con el agua SIN erosión
Cota fondo Viga Dintel	78.50	
Cota hasta cauce del río SIN erosión	74.46	12.24 m de longitud de pila en contacto con el agua CON erosión
Cota hasta cauce del río CON erosión	69.26	6.29 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos - SIN afectación de erosión
Cota hasta la Roca (-2.00 m de empotramiento en roca) – Cota Fondo de Pila	<b>66.17</b>	1.09 m de longitud de pila en depósito de arena y grava medianamente densa o de suelo rígido s/Estudios Geosísmicos - CON afectación de erosión
<b>Longitud Total de pila teniendo en cuenta la erosión=</b>		<b>13.17 m de longitud (C/ 2.00 m hincada en roca)</b>

**4.3.3 Metodología constructiva**

Para el Puente de Servicio JC se prevé seguir la misma secuencia constructiva que para el Puente de Servicio NK descrita anteriormente (ver punto 4.2.3).

**4.4 OBRADORES**

Las instalaciones de apoyo a las Obras Principales incluyen el armado de Campamentos, Villas y Obradores. Los obradores, al igual que el resto de las infraestructuras denominadas temporales (con excepción de los caminos), serán removidos y retirados en su totalidad una vez finalizadas las obras de construcción de las presas, adoptando las medidas de prevención y recomposición necesarias para restituir el sector afectado al estado más próximo al inicial.

#### 4.4.1 Obrador de la presa NK

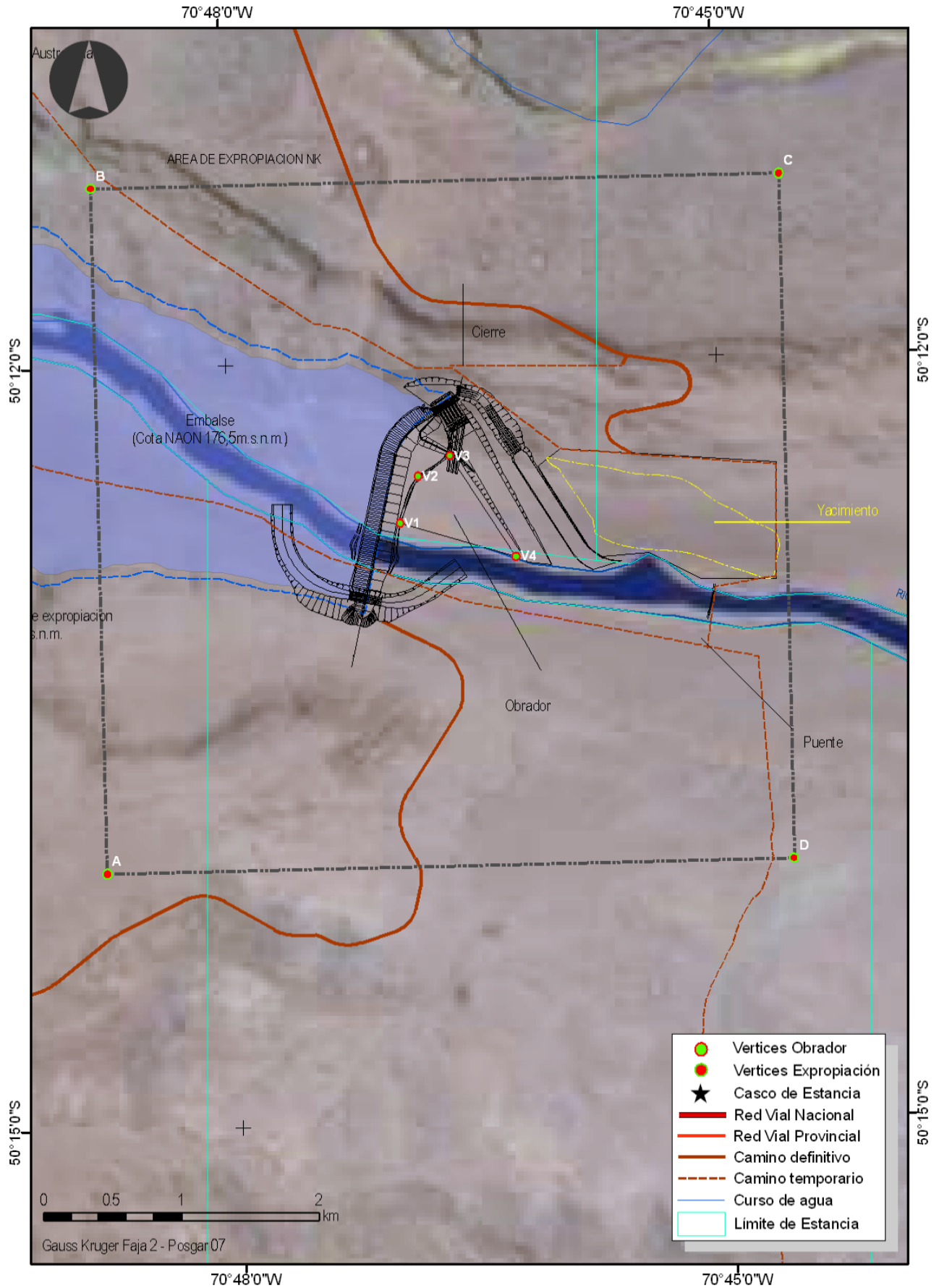
Las instalaciones de apoyo a la obra de la presa NK se ubicarán sobre la margen izquierda del río Santa Cruz. El emplazamiento de las mismas guardará relación con la disposición de las obras y con la logística constructiva. De este modo, el núcleo principal de obradores propiamente dicho, se localizará en la superficie de 27,8 ha comprendida entre el eje de la presa y el canal de restitución central. Por su parte, las áreas de producción de áridos y hormigón se ubicarán hacia el este, del otro lado del canal de restitución del vertedero en consonancia con la zona de extracción (yacimiento) a explotar para la obtención de los materiales necesarios para la obra.

En la tabla a continuación se presentan las coordenadas de ubicación del obrador NK según los vértices indicados en el mapa de la Figura 4-12.

**Tabla 4-2. Coordenadas de ubicación del obrador NK.**

Vértices	Coordenadas Planas (Gauss-Krüger Faja 2 POSGAR 07 - WGS 84)		Coordenadas geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
V1	2372760	4436169	-70.78258	-50.21062
V2	2372889	4436513	-70.78066	-50.20756
V3	2373120	4436661	-70.77737	-50.20628
V4	2373604	4435930	-70.77085	-50.21296





**Figura 4-12. Ubicación de las instalaciones de apoyo a la obra de la presa NK.**

A continuación se describe como se organizan las instalaciones según su distribución:

#### A – Núcleo Principal de Obradores

En este sector tendrán lugar, por un lado, los Talleres de Obra Civil, compuestos por los edificios de taller para vehículos y estacionamiento de maquinaria pesada, el taller de carpintería metálica, chapa y pintura, el taller de grúas, el taller eléctrico y las áreas de servicio para los vehículos y maquinaria de obra (lavadero de equipos pesados y livianos, gomería, etc. Este predio contará asimismo con un área de oficinas administrativas.

Otro de los predios principales del núcleo de obradores lo conforma el Almacén Principal para el Abastecimiento de materiales que contará con un amplio depósito cubierto y un importante sector descubierta (aprox. 20.000 m<sup>2</sup>) para el depósito de insumos.

Asimismo, conforman parte de este núcleo las áreas de Taller y Playa de Hierros, el Taller y Playa de Carpintería y la Playa de Encofrados y las Oficinas para la Inspección y para las Contratistas.

También se considera parte del núcleo principal de obradores, la Estación de Combustible de Obra, si bien la misma se localizará aislada de estas instalaciones como se puede apreciar en la figura siguiente. Por la relevancia de estas instalaciones, las mismas se describen en detalle más adelante.

#### B – Obra Electromecánica

En el sector donde se ubicará la Obra Electromecánica Permanente, se montarán los Talleres de Calderería, Patio de Montaje OEM, el Galpón Cámara Espiral, el Taller de Fabricación de Cañería Forzada y los depósitos y oficinas conexas.

#### C – Sector de Producción de Hormigón

Este sector se compone de la Planta de Hormigón y todas sus instalaciones asociadas (Pañol, Laboratorio, Comedor, Sanitarios, Lavadero de Mixers, etc.) y el Taller y Playa de Premoldeados.

#### D – Sector de Producción de Áridos

Aquí se prevé la instalación de una Planta de Extracción de materiales del yacimiento, Planta de Atemperado de Áridos y Hormigones, Planta de Zarandeo y las facilidades asociadas a las mismas, tales como Playas de equipos de movimiento de suelo de yacimiento y Playas de equipos de movimiento de suelo de presa y zonas de acopio de áridos.

#### E – Instalaciones de Apoyo y Servicios Generales

Dentro de este paquete se contemplan todas las instalaciones de apoyo a los sectores anteriores, tales como las garitas de seguridad, estacionamientos, comedores para el personal asociado a cada uno de los sectores, edificio e instalaciones de comunicaciones (antenas), instalaciones para el suministro eléctrico (usina, estación transformadora, etc.), tomas de agua, Botadero y Polvorín, entre otras.

En la figura a continuación se puede apreciar un esquema del lay-out.



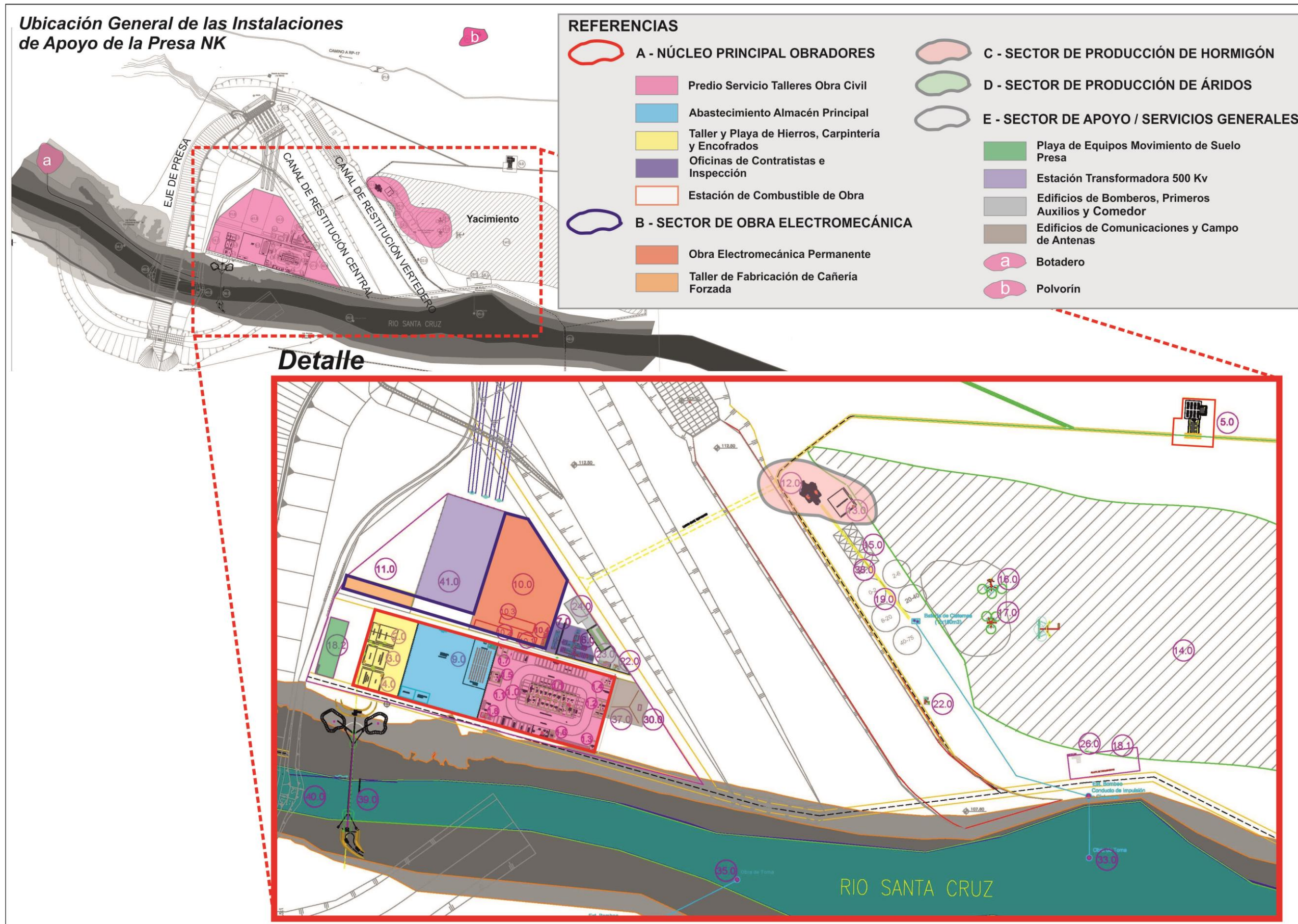


Figura 4-13. Detalle del layout del obrador de la presa NK.

#### 4.4.2 Obrador de la presa JC

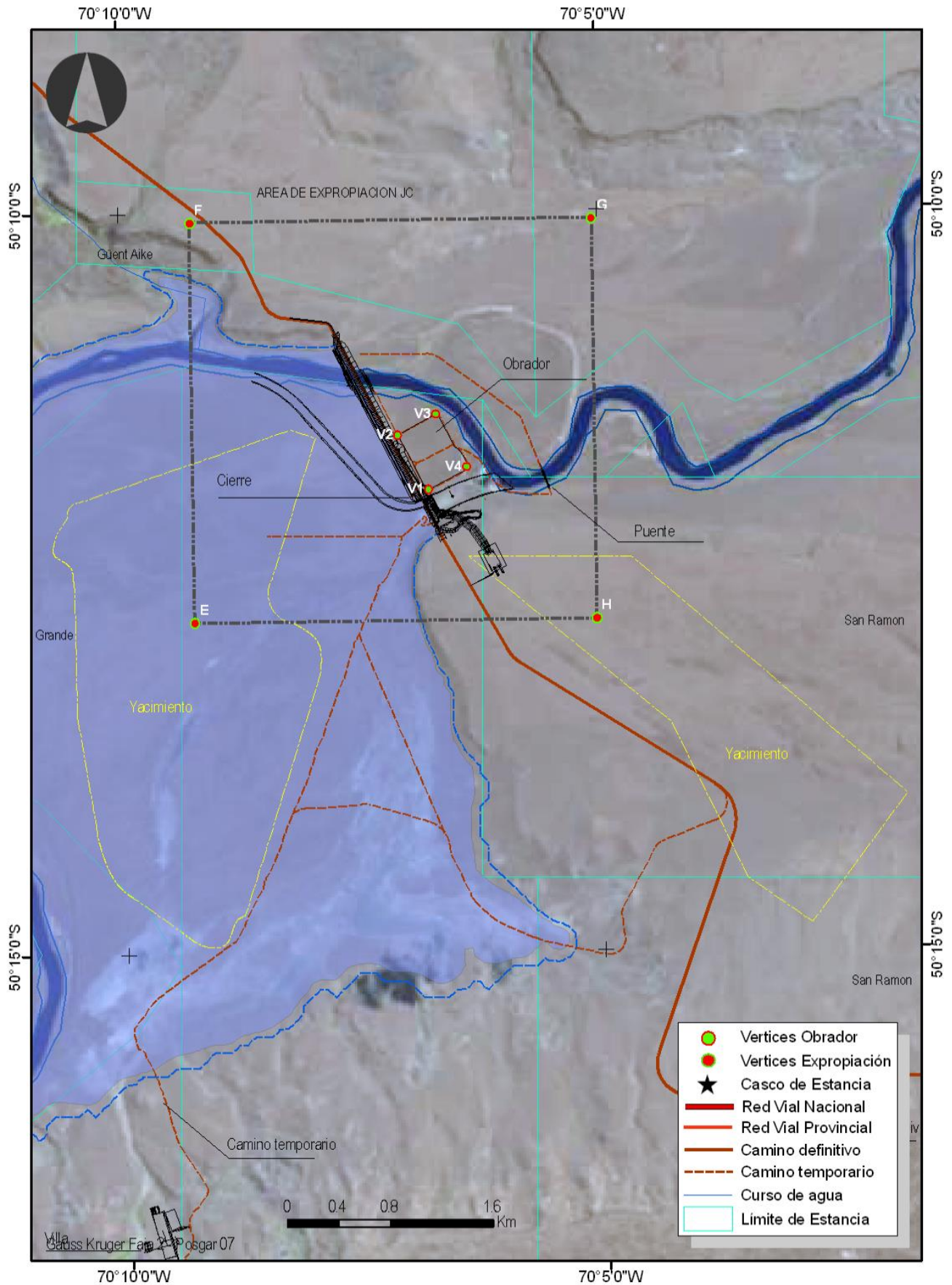
Las instalaciones de apoyo a la obra de la presa JC se ubicarán sobre la margen derecha del río Santa Cruz. El emplazamiento de las mismas guardará relación con la disposición y logística constructiva de la Obra Principal. De esta manera, el núcleo de obrador propiamente dicho, se localizará en la superficie de aproximadamente 44 ha comprendida entre el eje de la presa y el curso del río. En este caso, las áreas de producción de áridos y hormigón se ubicarán a continuación del anterior, conformando un único paquete.

En la tabla a continuación se presentan las coordenadas de ubicación del obrador JC según los vértices indicados en el mapa de la Figura 4-14.

**Tabla 4-3. Coordenadas de ubicación del obrador JC.**

Vértices	Coordenadas Planas (Gauss-Krüger Faja 2 POSGAR 07 - WGS 84)		Coordenadas geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
V1	2420526	4438499	-70.11309	-50.19803
V2	2420138	4439173	-70.11838	-50.19191
V3	2420610	4439439	-70.11171	-50.18959
V4	2420994	4438779	-70.10648	-50.19557





**Figura 4-14. Ubicación de las instalaciones de apoyo a la obra de la presa JC.**



Para la organización de las instalaciones de apoyo de la presa JC se ha adoptado una distribución similar a la del obrador de NK:

#### A – Núcleo Principal de Obradores

En este sector tendrán lugar, por un lado, los Talleres de Obra Civil, compuestos por los edificios de taller para vehículos y estacionamiento de maquinaria pesada, el taller de carpintería metálica, chapa y pintura, el taller de grúas, el taller eléctrico y las áreas de servicio para los vehículos y maquinaria de obra (lavadero de equipos pesados y livianos, gomería, etc. En este predio también existirá con un área de oficinas administrativas.

Otro de los predios principales del núcleo de obradores lo conforma el Almacén Principal para el Abastecimiento de materiales que contará con un amplio depósito cubierto y un importante sector descubierta (aprox. 11.500 m<sup>2</sup>) para el depósito de insumos.

Asimismo, conforman parte de este núcleo las áreas de Taller y Playa de Hierros, el Taller y Playa de Carpintería y la Playa de Encofrados y las Oficinas para la Inspección y para las Contratistas.

Este grupo de instalaciones se completa con la Estación de Combustible de Obra ubicada al norte. Por la relevancia de estas instalaciones, las mismas se describen en detalle más adelante.

#### B – Obra Electromecánica

En el sector donde se ubicará la Obra Electromecánica Permanente, se montarán los Talleres de Caldeería, Patio de Montaje OEM, el Galpón Cámara Espiral, el Taller de Fabricación de Cañería Forzada y los depósitos y oficinas conexas. En el caso de las instalaciones de apoyo de la presa JC, este núcleo se encuentra aislado del conjunto de obrador conformado por los sectores A, C y D.

#### C – Sector de Producción de Hormigón

Este sector se compone de la Planta de Hormigón y todas sus instalaciones vinculadas (Pañol, Laboratorio, Comedor, Sanitarios, Lavadero de Mixers, etc.) y el Taller y Playa de Premoldeados.

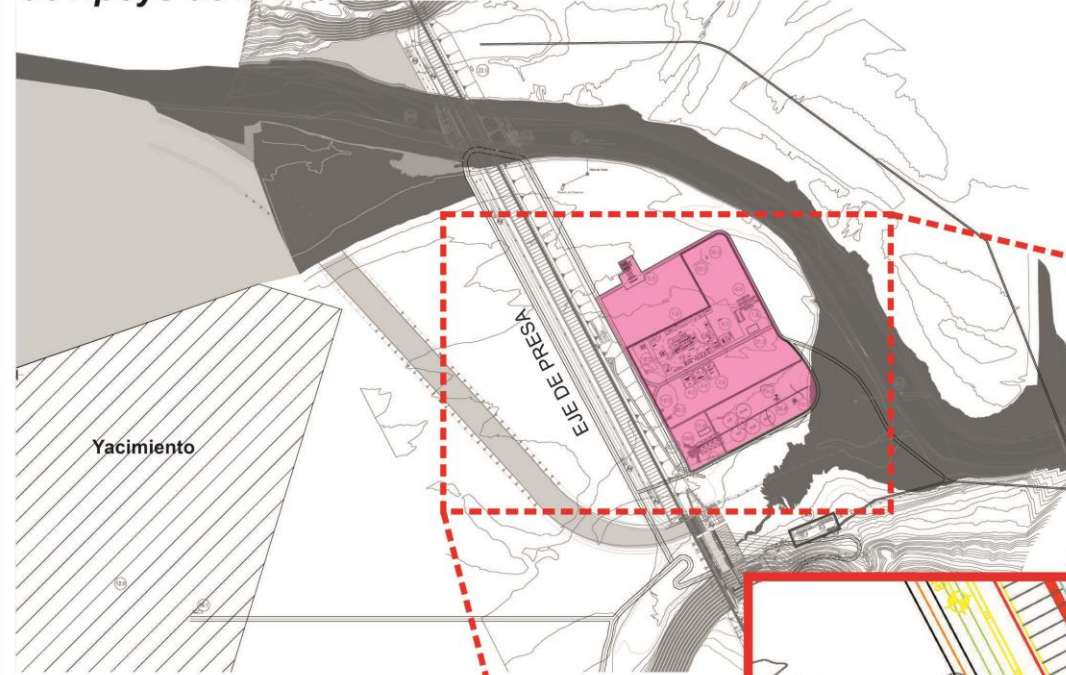
#### D – Sector de Producción de Áridos

Prevé la instalación, en una misma zona, de la Planta de Atemperado de Áridos y Hormigón, Planta de Triturado y Planta de Zarandeo, a la vez que contará con una zona de acopio de áridos a la intemperie. Como parte de este sector también se considera la Playa de equipos de movimiento de suelo de presa, las Playas de equipos de movimiento de suelo de yacimiento y las Plantas de Extracción de materiales de los Yacimientos que se instalen en los mismos para su explotación.

#### E – Instalaciones de Apoyo y Servicios Generales

Dentro de este paquete se contemplan todas las instalaciones de apoyo a los sectores anteriores tales como las garitas de seguridad, estacionamientos, comedores para el personal asociado a cada uno de los sectores, edificio e instalaciones de comunicaciones (antenas), instalaciones para el suministro eléctrico (usina, estación transformadora, etc.), tomas de agua, Botadero y Polvorín, entre otras.

**Ubicación General de las Instalaciones de Apoyo de la Presa JC**



**REFERENCIAS**

	<b>A - NÚCLEO PRINCIPAL OBRADORES</b>		<b>C - SECTOR DE PRODUCCIÓN DE HORMIGÓN</b>
	Predio Servicio Talleres Obra Civil		<b>D - SECTOR DE PRODUCCIÓN DE ÁRIDOS</b>
	Abastecimiento Almacén Principal		<b>E - SECTOR DE APOYO / SERVICIOS GENERALES</b>
	Taller y Playa de Hierros, Carpintería y Encofrados		Playa de Equipos Movimiento de Suelo Presa
	Oficinas de Contratistas e Inspección		Edificios de Bomberos, Primeros Auxilios y Comedor
	Estación de Combustible de Obra		Edificios de Comunicaciones y Campo de Antenas
			Polvorín

**Detalle**



Figura 4-15. Detalle del layout del obrador de la presa JC.



#### **4.4.3 Infraestructura de saneamiento de Obradores**

A continuación se describen las instalaciones de infraestructura del Sistema de Abastecimiento de Agua Cruda y Potable y de Recolección y Tratamiento de Líquidos Cloacales previstas para los Obradores que asistirán a las obras de las presas NK y JC.

Para el diseño de las instalaciones de provisión de agua potable y de tratamiento líquidos cloacales se tiene en cuenta el número máximo de personas que trabajarán por turno en ambos obradores. De esta forma se considerará que en el obrador de NK trabajaran hasta 1.500 personas y en el obrador de JC trabajaran hasta 1.000 personas en forma simultánea.

A su vez se preverán instalaciones para proveer de agua cruda en los edificios del obrador que requieran la misma para el tratamiento de los distintos materiales que formarán parte de la obra.

La infraestructura de Saneamiento de los obradores estará compuesta por las siguientes instalaciones principales:

- Toma de agua del río Santa Cruz y su bombeo hacia tanques de almacenamiento y planta potabilizadora.
- Tanque de almacenamiento de agua cruda.
- Planta de potabilización.
- Red de distribución de agua potable.
- Red de recolección de los desagües cloacales.
- Separador de Grasas y aceites
- Planta de depuración de los desagües cloacales.
- Conducción de los desagües tratados hacia un lecho nitrificante.

#### **Obra de toma sobre el río Santa Cruz e impulsión hasta la planta potabilizadora**

Se instalarán tres obras de toma tanto en el obrador de JC como en el obrador de NK, para satisfacer las demandas de agua de los diferentes frentes de trabajo. Dos de las mismas conducirán agua cruda. La tercera además conducirá agua hacia una planta potabilizadora para proveer agua potable a las instalaciones de los obradores.

- Toma de agua para proveer la planta de áridos con capacidad de conducción de 300 m<sup>3</sup>/h.
- Toma de agua para proveer en la zona de movimiento de suelos y trabajos sobre la presa con una capacidad de conducción de 100 m<sup>3</sup>/h.
- Toma de agua que conduce la misma hacia un tanque de almacenamiento y planta potabilizadora.

Las obras de toma estarán compuestas por una estructura de captación lateral, una reja para retención de sólidos en su extremo, una estación de bombeo con dos electrobombas sumergibles y una impulsión de PVC hacia las cisternas de almacenamiento.

#### **Planta Potabilizadora**

Se considerará que el obrador de NK deberá ser capaz de satisfacer las necesidades de 1.500 personas y se asumirá un gasto medio diario por habitante de 100l/hab./día. Este valor tiene en cuenta que el consumo será controlado ya que las necesidades de higiene de los trabajadores serán satisfechas en las instalaciones de las villas temporarias.

Por lo tanto el volumen diario a tratar será de:

$$V = P \times q = 1.500 \text{ hab.} \times 100 \text{ l/hab./día} = 150.000 \text{ l./día} (150 \text{ m}^3) \text{ en el obrador de NK}$$

A su vez en el obrador de JC trabajarán hasta 1.000 personas por turno por lo tanto la planta potabilizadora se diseñará para un volumen diario de 100.000 l/día (100 m<sup>3</sup>).

Las plantas serán unidades compactas de construcción modular y constarán de una Cámara de entrada, mezcla o medición de caudal por canaleta parchall p/inyección de productos químicos, una Cámara de floculación, Cámara de decantación, Cámara de filtración, sistema de dosificación, Cisterna y Casa Química.

El funcionamiento de la planta es continua o intermitente y por sus características operativas se obtiene prácticamente de inmediato, agua tratada.

### **Cisterna**

Para el cálculo de las reservas de agua potable se considera que las mismas deben cubrir las necesidades básicas de consumo por un (1) día. El volumen de consumo diario surge de considerar el número de trabajadores en cada obrador, multiplicado por el caudal de consumo diario de cada uno, el cual se considera 100l/hab/día.

Para el obrador de NK se necesitará una cisterna con un volumen de 150 m<sup>3</sup> y para el obrador de JC 100 m<sup>3</sup>.

Estas cisternas actuarán también como cámara de contacto para la cloración.

A la hora de instalar el sistema de potabilización para conseguir aguas aptas para consumo humano se cumplirán con las exigencias del Código Alimentario Argentino Ley 18.284 (Artículo 982 - Res. Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007 Capítulo III BEBIDAS HÍDRICAS, AGUA Y AGUA GASIFICADA - AGUA POTABLE).

Además, en cada uno de los obradores se instalará una Cisterna que estará conectada directamente a la cañería procedente de la obra de toma. Estos tanques de almacenamiento de agua cruda servirán para abastecer la planta de hormigón y obra civil y además tienen en cuenta el volumen necesario de abastecimiento de agua contra incendio. Tendrá una capacidad de 1.200 m<sup>3</sup> en el obrador de NK y 1.000 m<sup>3</sup> en el obrador de JC.

### **Red de distribución del agua potable**

La red de distribución de agua será por gravedad-bombeo es decir un sistema mixto y tendrá una configuración geométrica tipo malla abierta. Se han adoptado pendientes mínimas de 0,01m/m.

La red tendrá una sola cañería por cada calle, es decir de simple distribución. Además dispondrá de válvulas de esclusas que sectorizan la misma, de manera de permitir las tareas de reparación, mantenimiento, ampliaciones, etc., con un mínimo de afectación del servicio.

Existen edificios alejados de la zona del obrador a los cuales no llegará la red de agua potable. Allí, la demanda de agua potable se satisficará a través de provisión de bidones de agua.

### **Red de recolección de los desagués cloacales y conducción hasta la planta de tratamiento de depuración**

La red de recolección de líquidos cloacales tendrá una configuración geométrica derivada de la distribución de las oficinas, comedores, sanitarios y cualquier otro edificio comunitario que lo requiriese.

Para la determinación de los diámetros se considera una pendiente de cañería de 0,01 m/m. La red tendrá una sola cañería por cada calle, es decir de simple distribución.

Las cámaras de inspección, así como las bocas de registro, se colocarán en las esquinas, nacientes de tuberías, unión entre caños, cambios de diámetro, cambios de dirección, salto y cuando la distancia sin C.I. sea de 120m o mayor.

### **Separador de aceites y grasas**

Se colocarán previos a la planta depuradora y como su nombre lo indica sirve para evitar que las grasas y aceites lleguen a las plantas depuradoras de efluentes ya que las mismas pueden dificultar la degradación de la materia orgánica.

### **Planta Depuradora de líquidos cloacales**

La planta depuradora de líquidos cloacales del obrador de NK se diseñó con capacidad para 1.500 personas, con un caudal medio de 150m<sup>3</sup>/día y para el obrador de JC una planta depuradora para 1.000 personas, con un caudal medio de 100m<sup>3</sup>/día.

La planta de tratamiento, contará con las siguientes etapas de tratamiento:

- a) Cribado de sólidos y bombeo
- b) Depuración biológica aeróbica en cámara de oxidación
- c) Sedimentación secundaria
- d) Recirculación y purga de lodos
- e) Cloración
- f) Digestión aeróbica de barros

Para los edificios alejados de la zona del obrador a los cuales no llegará la red para evacuación de efluentes, se instalará un sistema independiente para tratamiento de los efluentes que consistirá en un biodigestor y lecho nitrificante.

### **Lecho nitrificante**

El caudal saliente de la planta depuradora de líquidos cloacales será conducido por gravedad mediante una tubería enterrada hasta una zanja absorbente con forma de peine, donde por medio de perforaciones en las conducciones, el líquido se infiltra en un lecho de gravas, y posteriormente en el suelo. Dicha zanja cumplirá con los requisitos mínimos y básicos de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud. La superficie afectada será de 300m<sup>2</sup> en el obrador de NK y 200m<sup>2</sup> en el obrador de JC.

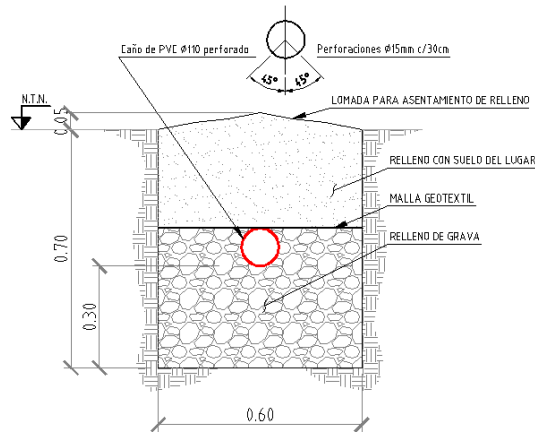
El cálculo de infiltración y longitud mínima de la zanja se muestra a continuación, se considera una velocidad de infiltración muy baja.



<b>OBRADOR DE JC</b>	
Gasto diario (q)	100 l/día/persona
Habitantes (N)	1000 personas
Volumen diario (Vd) = (q) x (N)	100 m <sup>3</sup> /día
Caudal medio (Q) = (Vd) / 24h/día / 3600s/h	0,0011 m <sup>3</sup> /s
Velocidad de infiltración (Vi)	0,00004 m/s
Área de infiltración necesaria (A´) = (Q) / (Vi)	28,9 m <sup>2</sup>
Factor de Precipitación	1,75
Area total (A) = (A´) x (FP)	50,64 m <sup>2</sup>
Ancho (W)	60 cm
Altura grava (D)	40 cm
Perimequiv (P) = 0,77 x ((W) + 56 + 2 x (D)) / ((W) + 166)	0,67 m
Longitud de zanja necesaria (L) = (A) / (P)	75.8 m
<b>Se adoptan 8 zanjas de 10m c/u</b>	

<b>OBRADOR DE NK</b>	
Gasto diario (q)	100 l/día/persona
Habitantes (N)	1500 personas
Volumen diario (Vd) = (q) x (N)	150 m <sup>3</sup> /día
Caudal medio (Q) = (Vd) / 24h/día / 3600s/h	0,0017 m <sup>3</sup> /s
Velocidad de infiltración (Vi)	0,00004 m/s
Area de infiltración necesaria (A´) = (Q) / (Vi)	43,4 m <sup>2</sup>
Factor de Precipitación	1,75
Area total (A) = (A´) x (FP)	75,95 m <sup>2</sup>
Ancho (W)	60 cm
Altura grava (D)	40 cm
Perimequiv (P) = 0,77 x ((W) + 56 + 2 x (D)) / ((W) + 166)	0,67 m
Longitud de zanja necesaria (L) = (A) / (P)	113,7 m
<b>Se adoptan 12 zanjas de 10m c/u</b>	

La siguiente imagen muestra un esquema de la sección tipo de la zanja absorbente las cuales estarán separas entre sí 2,4m.



**CORTE A-A**  
**DETALLE TIPICO DE ZANJA**  
 Escala 1:20

**Figura 4-16. Sección tipo de la zanja absorbente.**

Para la ubicación de la planta depuradora y lecho nitrificante se deberá tener en cuenta, además de las pendientes del terreno, que los vientos predominantes tienen dirección oeste-este por lo tanto estas instalaciones deberán ubicarse hacia el este de los obradores donde no existan edificios cercanos en los cuales tenga incidencia del viento.

#### **4.4.4 Instalaciones de Carga, Descarga, y Almacenamiento de Combustible en Obradores**

Entre las áreas de servicio de los obradores, se destaca la destinada a la planta o estación para almacenamiento y abastecimiento de combustible (gasoil) ubicadas próximas a las zonas de las presas NK y JC.

Las estaciones contarán de almacenamiento mediante tanques aéreos dispuestos en forma horizontal, bocas de descarga y surtidores para despacho de combustible. Se prevé un sistema de protección contra incendio vinculado a la red fija de los obradores, en cumplimiento de la normativa particular de esta actividad.

El proyecto de las estaciones consiste en la construcción de un playón de operaciones para la carga y descarga de combustible y un sector estanco destinado a la ubicación de los tanques de depósito.

El playón de operaciones estará conformado por plateas de hormigón impermeables que abarcarán la zona destinada a la instalación de los surtidores de expendio como la de las bocas de descarga. Esta plataforma estará delimitada en todo su desarrollo por rejillas recolectoras para controlar derrames que puedan afectar los suelos del lugar o ser arrastrados por escorrentías superficiales hacia el río Santa Cruz. Los productos recogidos serán conducidos a una cámara separadora de hidrocarburos – agua tipo API.

El efluente separado será dispuesto en el terreno previo control de calidad y cumplimiento de los parámetros de vuelco respectivos, los hidrocarburos recuperados serán almacenados en contenedores (tambores) para luego ser gestionados como residuos peligrosos.

El sector estanco para la ubicación de los tanques de depósito de gasoil estará conformado por una batea constituida por una losa inferior de hormigón armado y muros perimetrales anti derrame de 1 m de altura. El receptáculo así conformado llevará un cerco perimetral conformado por caños estructurales de acero y alambre tejido romboidal.

Sobre la zona de despacho se proyecta una cubierta metálica de manera de garantizar la vida útil de las instalaciones frente a los fenómenos climáticos presentes en la zona de obra.

La planta de despacho y almacenamiento de combustible será dotada de un sistema particular de protección contra incendio desarrollado en el punto correspondiente a éste tipo de infraestructura, y que se encuentra conectado a la red hídrica fija propia de cada obrador.

Por otro lado, como se detalla más adelante, para la generación de la energía necesaria para la obra (incluidas las villas temporarias), se dispondrá de usinas compuestas de generadores diésel. La misma estará dotada de los sistemas de almacenamiento (tanques) en volumen adecuado al requerimiento de las actividades de obra.

A continuación se detalla la capacidad de almacenamiento de combustible requerida para equipos de obra y para los generadores de energía, y las instalaciones de carga y descarga:

#### Equipos de Obra (Estaciones de Combustible)

Obrador NK: 8 tanques de 150.000 l cada uno. (1.200.000 l en total)

Obrador JC: 6 Tanques de 150.000 l cada uno. (900.000 l en total)

#### Generadores (Usinas)

Obrador y Villa Temporal NK: 3 tanques de 150.000 l cada uno. (450.000 l. en total)

Obrador y Villa Temporal JC: 2 tanques de 150.000 l cada uno. (300.000 l en total)

Para cada obrador se requiere 1 boca de descarga para camiones y trasvase.

#### Bocas de Descarga NK y JC

Cantidad: 2 para descarga de camiones que llegan al obrador trasvasando a los tanques de almacenamiento.

#### Bocas de Carga (surtidores) NK y JC

Cantidad: 1 para vehículos pesados (camiones fuera de ruta)

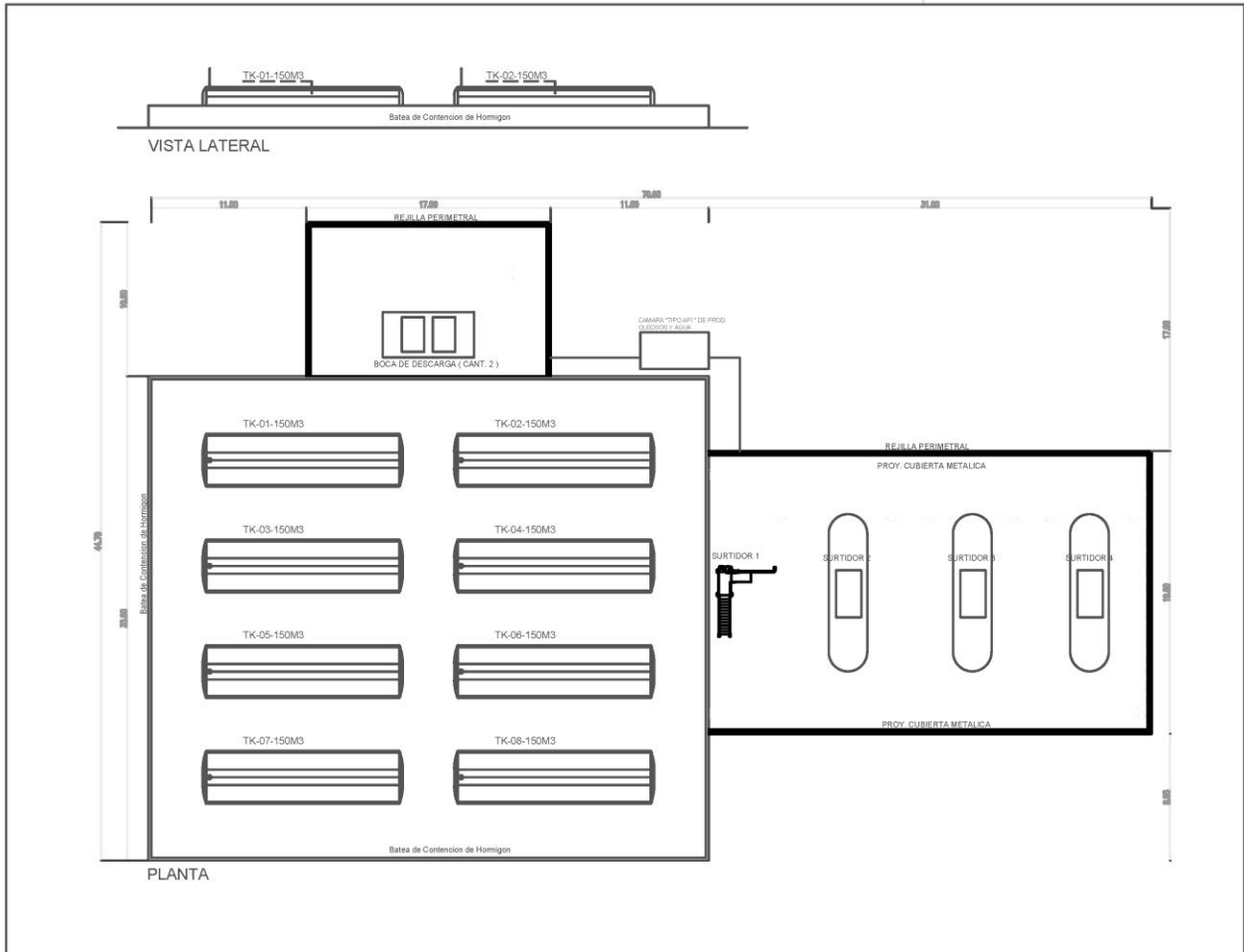
Cantidad: 2 para vehículos livianos

Cantidad: 1 para la carga de camiones cisternas en el obrador

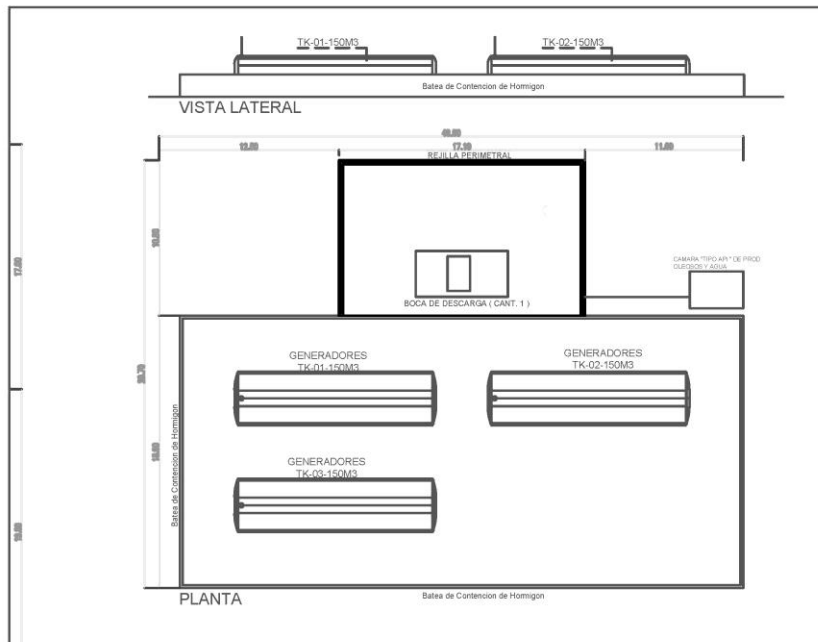
Los tanques serán del tipo horizontal y estarán montados sobre soportes de H<sup>0</sup> A<sup>0</sup>, con pendiente mínima entre el 1% y el 5% para garantizar el drenado de éstos en caso de presencia de agua.

Se prevé que el sistema cuente con medición y control de volumen de tanques de almacenaje, como así también de carga y descarga de combustible. El volumen de almacenamiento fue estimado para abastecer la demanda de la usina y equipos de obra durante 10 días de producción, en cuyo transcurso se producirá la reposición por parte del proveedor correspondiente.

A continuación se presentan esquemas con los lay-out y vistas de las instalaciones de almacenamiento de combustible de los obradores y de usinas de NK y JC.



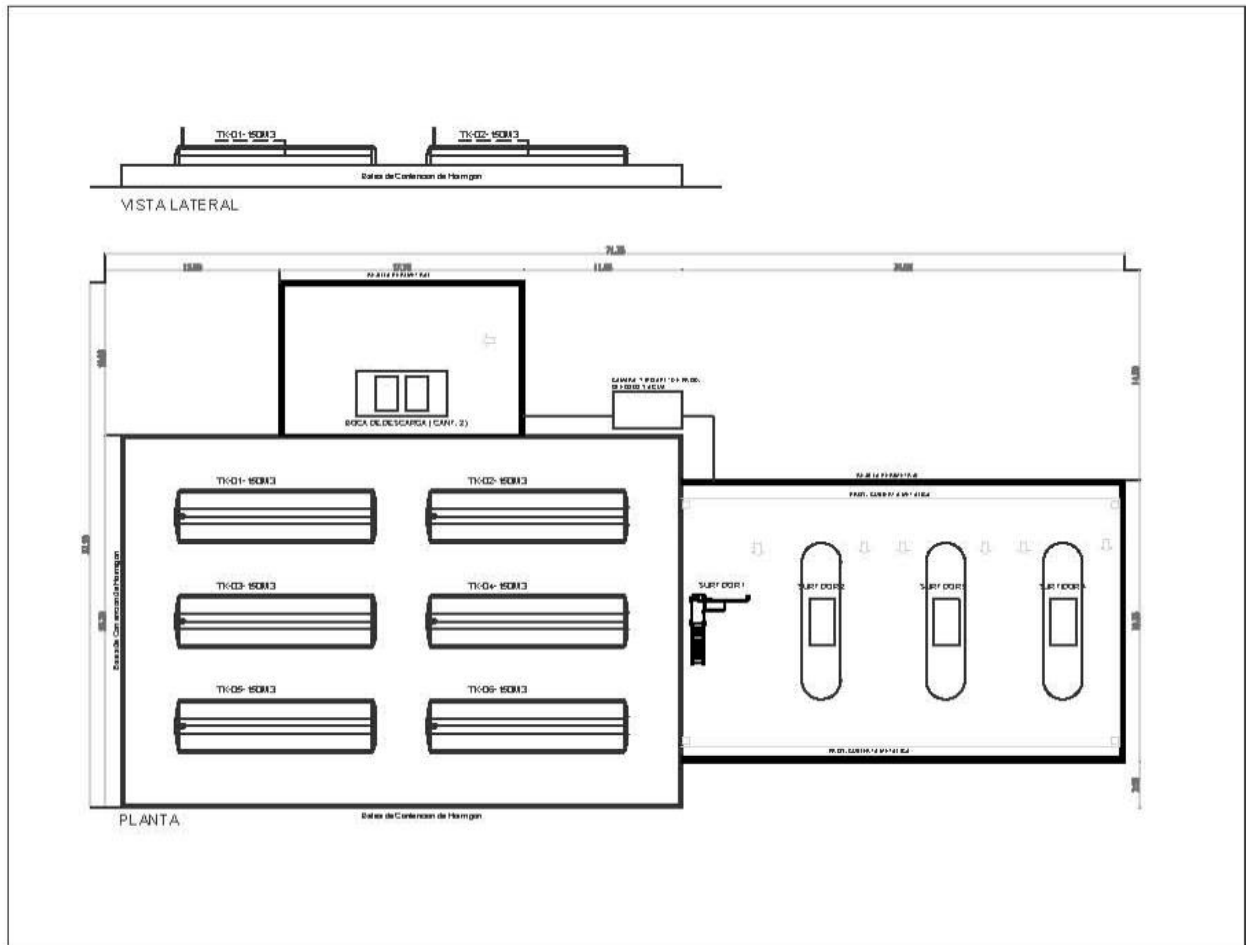
**ESTACION COMBUSTIBLE OBRA**  
 Esc: 1:200



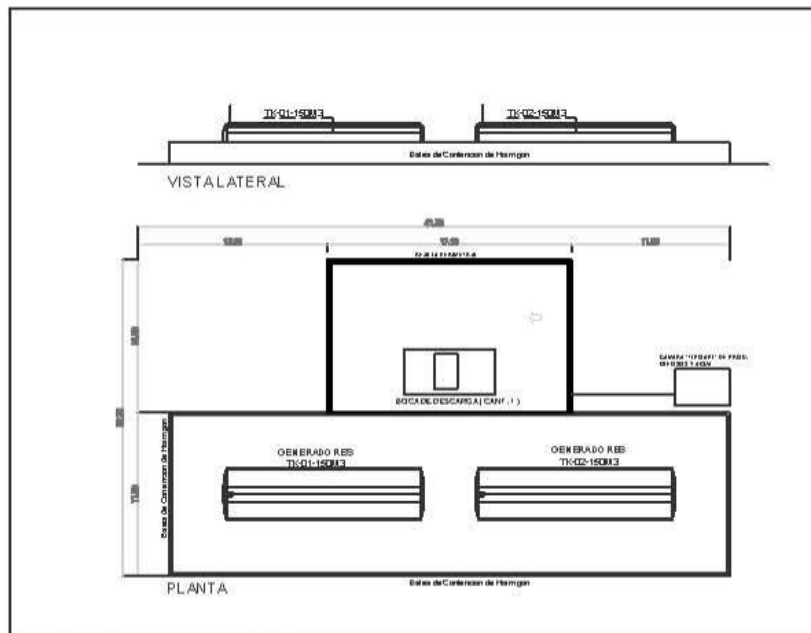
**DEPOSITO COMBUSTIBLE USINA**  
 Esc: 1:200

**Figura 4-17. Instalaciones de almacenamiento, carga y descarga de combustible para la obra de la presa NK.**





ESTACION COMBUSTIBLE OBRA  
 Esc: 1:200



DEPOSITO COMBUSTIBLE USINA  
 Esc: 1:200

**Figura 4-18. Instalaciones de almacenamiento, carga y descarga de combustible para la obra de la presa JC.**

#### **4.4.5 Instalaciones Eléctricas en Obradores (y Villas temporarias NK y JC)**

En este punto se describen las instalaciones eléctricas previstas para el suministro de energía tanto a la obra (obradores) como a las villas temporarias dado que comparten el punto de generación.

##### **Distribución de energía - Generación**

La distribución de energía, que abarcará una vasta superficie, utilizará una fuente que se ubicará lo más equidistante posible entre la Villa Temporal y la obra, dado que las cargas de ambas son magnitudes similares y requerirá una tensión de 13,2 kV por las distancias y las potencias a transmitir.

Se dispondrá de una usina propia, compuesta de generadores diésel que conformarán la potencia necesaria mediante el funcionamiento en paralelo de las unidades que se requieran. Los grupos electrógenos generarán en una tensión menor a la de distribución, 13,2 kV, motivo por el cual se requerirá de un transformador elevador por cada generador.

La conexión en paralelo entre los grupos ya en red y el que se necesite introducir al circuito se hará mediante el sistema tradicional de brazo de sincronismo y operación manual; las barras de salida se implementarán en forma aérea, al exterior de la usina e ingresarán a una celda desde donde se distribuirá a la obra y a la villa; las barras alimentarán tres interruptores (uno para la villa y dos para la obra).

##### **Líneas de distribución**

Las líneas de distribución, sea en sentido tanto hacia la Villa que hacia la Obra, transportarán cargas del orden de los 5.000 kW con longitudes del orden de los 6.000 m, tendrán una sección de cable que se ha calculado para los casos más desfavorables en 240 mm<sup>2</sup> de aleación de aluminio.

En principio se utilizarán postes metálicos para las estructuras de alineación y de H°A° para las retenciones en recta, las angulares y los terminales.

Los vanos medios serán de 70 m; todas las estructuras serán puestas a tierra a través de la armadura y del poste mismo según sean de H°A o de acero respectivamente. Las bases serán de hormigón. Cuando las secciones alcanzan valores de aproximadamente 70 mm<sup>2</sup>, lo que se producirá seguramente cuando las cargas se distribuyan dentro de la obra, los postes podrán ser de eucalipto creosotado. Las bases de estos postes podrán ser de hormigón o de tierra y piedras formando un bloque compactado.

##### **Centros de transformación**

A través de la tensión de distribución se llega a los frentes de trabajo donde se han previsto centros de rebaje y distribución de Baja Tensión; estos centros consistirán en la bajada de línea, previa conexión a una terna de descargadores de sobretensión; a través de portafusibles tipo Kearney.

A partir del secundario se dispone de una tensión trifásica de 380 V 50 Hz que se distribuirá en sistema TT; el neutro se conectará rígidamente a tierra en el transformador, las partes metálicas también y los tableros o equipos en general conectados a la fuente serán alimentados por las tres fases más el neutro y todas las carcasas metálicas, las masas, se conectarán a una tierra independiente.

En el centro de transformación se preverá además un interruptor automático con protecciones de sobrecarga y cortocircuito. El recinto estará circundado por un alambrado perimetral y una puerta de acceso debidamente protegida y habilitada sólo al personal capacitado; el piso dentro del recinto y en una vereda perimetral fuera del mismo, estará compuesto por pedregullo.

## **Distribución en Baja Tensión**

Los cables de baja tensión que se utilizarán para la distribución podrán ser aislados en PVC o XLPE, lo que al momento del cálculo se decida; en todo caso ambos cumplirán siempre con las hipótesis técnicas.

Su recorrido seguirá métodos variados que dependerán de los lugares donde se instalen; en la villa se tenderán por cañeros de PVC con cámaras de paso ubicadas a distancias máximas de 50 m y siempre en recorridos rectos.

## **Iluminación**

Otro aspecto importante para destacar lo constituye la iluminación; considerando que la obra debe terminarse en el menor plazo, se requiere que la ejecución de las tareas mantenga la continuidad también a lo largo de la noche, excepto las tareas administrativas.

De esta forma la iluminación constituye un aspecto importante de las instalaciones; la actividad por excelencia que la necesita es el hormigonado; en los frentes de obra se preverá una iluminación general mediante torres usualmente reticuladas del orden de los 20 m de altura con artefactos de 2.000 w de descarga de gases a presión como mercurio o sodio. Luego se requiere una iluminación sectorizada en los sectores donde se trabaja en el momento, previa programación, ya sea en armado, encofrado como en hormigonado mismo; la misma se suele implementar con artefactos de halógeno de 1.500 w, que por su tamaño y la carencia de equipos auxiliares, los hace prácticos para su montaje y desmontaje.

Las instalaciones fijas que requieren iluminación para el trabajo tendrán instalaciones adecuadas a las circunstancias.

### **4.4.6 Diseño vial interno y drenaje**

A continuación se describen las características del diseño vial y de drenaje previsto en el interior de los obradores.

Previo a la demarcación de las arterias viales, se realizará el destape de suelo con material vegetal, el cual será retirado de la zona de obra. En esta instancia también se realizará el destape de las zonas donde se emplazarán las plataformas de los playones y fundaciones de las edificaciones.

Por su operatividad, los obradores requieren grandes superficies con condición de tránsito y estacionamiento de equipo liviano y pesado. Estas superficies se comunicarán entre sí con calles de vinculación.

La pendiente longitudinal de las calles se ajustará a las condiciones de funcionamiento, teniendo siempre como premisa conservar una diferencia de 0,15 metros mínimo, por debajo de las plataformas generadas para la construcción de los distintos galpones y edificios. (Condición de drenaje de las áreas edificadas).

El ancho de las calzadas a ejecutar variará según las necesidades de cada área. El paquete estructural estará compuesto de:

- Destape de suelo vegetal y desmonte hasta cota de base de asiento.
- Escarificado en un espesor de 0,30 metros y posterior compactación del material al 95 del Proctor modificado.
- Colocación de una capa de enripiado de espesor de 0,20 metros, vibrada y compactada al 97% del Proctor modificado, hasta cota de rasante.

- La pendiente transversal de cada una de las calles será del 4%.

En los distintos playones vinculados a los diferentes trabajos que se ejecutarán en obrador y en aquellos de estacionamiento, la compactación del enripiado será del 100% del Proctor modificado. Se construirán badenes de hormigón en aquellos sectores, donde sea requerido a los fines de ordenar el drenaje.

En cuanto a los drenajes pluviales, en primera instancia se construirá un canal de guarda, en el contorno externo del alambrado perimetral

En general, la solución de drenaje a aplicar en los obradores será en condición superficial, es decir que se darán las cotas y pendientes necesarias a cada uno de los elementos para que el agua llegue a las calles, que serán las que conduzcan y extraigan los excedentes generados por una lluvia. Dadas las particularidades que un obrador presenta, en cuanto a tener grandes superficies en playones y estacionamientos, así como grandes superficies cubiertas (Galpones), eventualmente se propondrán soluciones en forma subterránea. Particularmente, en los sectores donde por cuestiones de pendiente se produzcan concentraciones de caudales, se construirán badenes de hormigón simple.

Los distintos excedentes, en los diferentes puntos de descarga, lo harán a la cuneta de guarda, la cual conducirá los mismos fuera del área de influencia del predio.

#### **4.4.7 Sistema contra incendio**

El proyecto correspondiente a la instalación contra incendio, consiste en la realización de una red hídrica fija destinada al ataque de focos de fuego que pudieran ocasionarse en los diferentes establecimientos de acuerdo al grado de riesgo fijado por normativa, mediante hidrantes, rociadores de agua (sprinklers) y sistemas de detección y alarma.

Se mencionan a continuación en forma general las diferentes construcciones en la zona de Obradores alcanzadas por el sistema a diseñar:

- Oficinas
- Usinas
- Depósito de cubiertas
- Depósitos y almacenes
- Carpintería de madera
- Galpones varios (talleres, carpinterías excepto madera, etcétera)
- Planta de Hormigones
- Planta de áridos
- Usinas Generadoras
- Surtidores y depósitos de Combustibles

Debido a la distribución espacial de los Obradores respecto a la de las Villas Temporarias, se plantean redes hídricas independientes para estas dos localizaciones. Por su parte, la Estación de Combustible y Usina poseerán una instalación particular por su grado de riesgo, dado que la red a diseñar deberá llegar hasta la zona de implantación de éstas con un caudal y presión determinados a tal fin.

## **Sistemas de Protección Proyectados**

Los sistemas de protección a diseñar se pueden resumir:

Para riesgo general:

- Sistema de agua contra incendio: bocas de incendio equipadas e hidrantes.
- Dotación de extinguidores de acuerdo a tipo de riesgo
- Sistema de detección y alarma

Para riesgos particulares:

- Para cocinas, freidoras: sistema modular de polvo K
- Para grupos electrógenos: sistemas modulares o fijos según las posibilidades.

## **Sistema de agua contra incendios**

Se proyecta una red compacta de agua contra incendio conformada por caños de PEAD PN 16 enterrados e hidrantes distribuidos de manera de poder abarcar los distintos grupos de instalaciones que constituyen los obradores. Además, se abastecerá desde el mismo sistema el agua necesaria para la protección diseñada en la estación de combustible.

La reserva de agua en la cisterna elevada es fijada por el caudal necesario para el sistema de protección particular requerido por la estación de combustible por constituir el riesgo máximo esperable. El valor se determina en función de poder suministrar un caudal de 2.835 l/min durante cuatro horas.

El insumo básico de esta instalación contra incendios es la provisión de agua que se estima en 680 m<sup>3</sup>, la cual se obtendrá del río Santa Cruz, por un sistema de tomas y bombas que la elevarán a una cisterna de almacenamiento conformando un volumen exclusivo de reserva para incendios.

## **Sistema de detección y alarma**

Todos los locales serán provistos de un sistema de detección y alarma con control centralizado en la estación de Bomberos. La clase de detector será acorde al tipo de manifestación primaria del fuego.

Las instalaciones contra incendio se complementarán con la adecuada iluminación y señalización de las salidas de emergencia en cuanto corresponda, para los distintos establecimientos que conforman su infraestructura.

## **4.5 VILLAS TEMPORARIAS**

En este punto se presentan los criterios básicos y fundamentales con los que se desarrollan tanto las urbanizaciones de las Villas Temporarias como la de los edificios que contienen.

Proyectar asentamientos de personas que durarán solamente unos pocos años, implica un doble desafío: por un lado resolver dignamente las condiciones de habitación y permanencia de aproximadamente 6.000 personas distribuidos en los dos asentamientos en un ámbito alejado, inhóspito y sacrificado, y por el otro, realizar un diseño urbano que resuelva los complejos problemas que la vida social y cotidiana traen aparejado.



Para esto, el asentamiento de personal de obra en las Villas, se ubicarán de manera separada de los sectores donde se emplazarán los Obradores Principales y Oficinas de cada una de las presas contemplando un rápido acceso de personas a estos pie de obra.

Se prevé un total de habitantes en el pico máximo de ocupación de aproximadamente 3.500 personas involucradas para la construcción de la presa NK y de 2.500 personas para la presa JC.

Estas cantidades se obtienen contemplando tanto personal Directo, Indirecto y de Servicios Generales e incluyen el recambio de personal por licencias según el régimen acordado en Convenio Laboral.

De acuerdo a las necesidades y requerimientos actuales en general y a esta obra en lo particular, se tomaron como valores prioritarios en la construcción de los espacios necesarios para el desarrollo de las actividades en las Villas el ahorro energético y de consumo de todos los servicios, la óptima calidad de terminación y de bajo mantenimiento en cuanto a los materiales a utilizar y el bajo impacto ambiental que produzcan los edificios tanto para el período de construcción como en la etapa de desarme a final de obra.

Serán de carácter temporal y se estima que estas Villas tendrán una duración de 66 meses, tiempo previsto de cumplimiento de la Obra Principal.

Luego de la finalización de la Obra Principal estas villas serán desmanteladas y trasladadas para su acopio y/o reúso en un área diferente del de la obra. Tanto las superficies cubiertas de los edificios como toda su infraestructura de servicios será removida, devolviendo el sitio original de implantación a su antiguo ambiente natural con el menor daño posible.

Únicamente una cantidad menor de viviendas y pabellones, necesarios para alojar a la totalidad del Personal de Mantenimiento y Operación de las Presas será trasladada en cercanías de las mismas, en sector a definir. Estas viviendas serán las que fueran asignadas a Gerentes de la Contratista y del personal de Inspección y Supervisión. Las cantidades finales se determinaran en la etapa final del cierre de obra.

Para el diseño y construcción de las Villas Temporarias se consideraron las siguientes premisas:

- Rapidez de construcción de partes en taller.
- Facilidad en el transporte a las zonas de montaje.
- Rapidez de montaje en obra.
- Bajo daño ambiental en el tiempo de montaje.
- Máxima capacidad de producción.
- Calidad de construcción.
- Óptimas condiciones de acondicionamiento térmico.
- Bajo mantenimiento.
- El uso de materiales de reconocida y probada calidad.
- Durabilidad.
- Bajo daño ambiental al momento del desarme final.
- Posibilidad de desmonte, traslado, acopio definitivo y reúso posterior.

#### 4.5.1 Ubicación de la Villa Temporalia Néstor Kirchner

La Villa Temporalia Pte. Néstor Kirchner se ubicará sobre la margen derecha del río en la zona de la Estancia La Porfiada y distante de la localidad de El Calafate a aproximadamente 120 km.

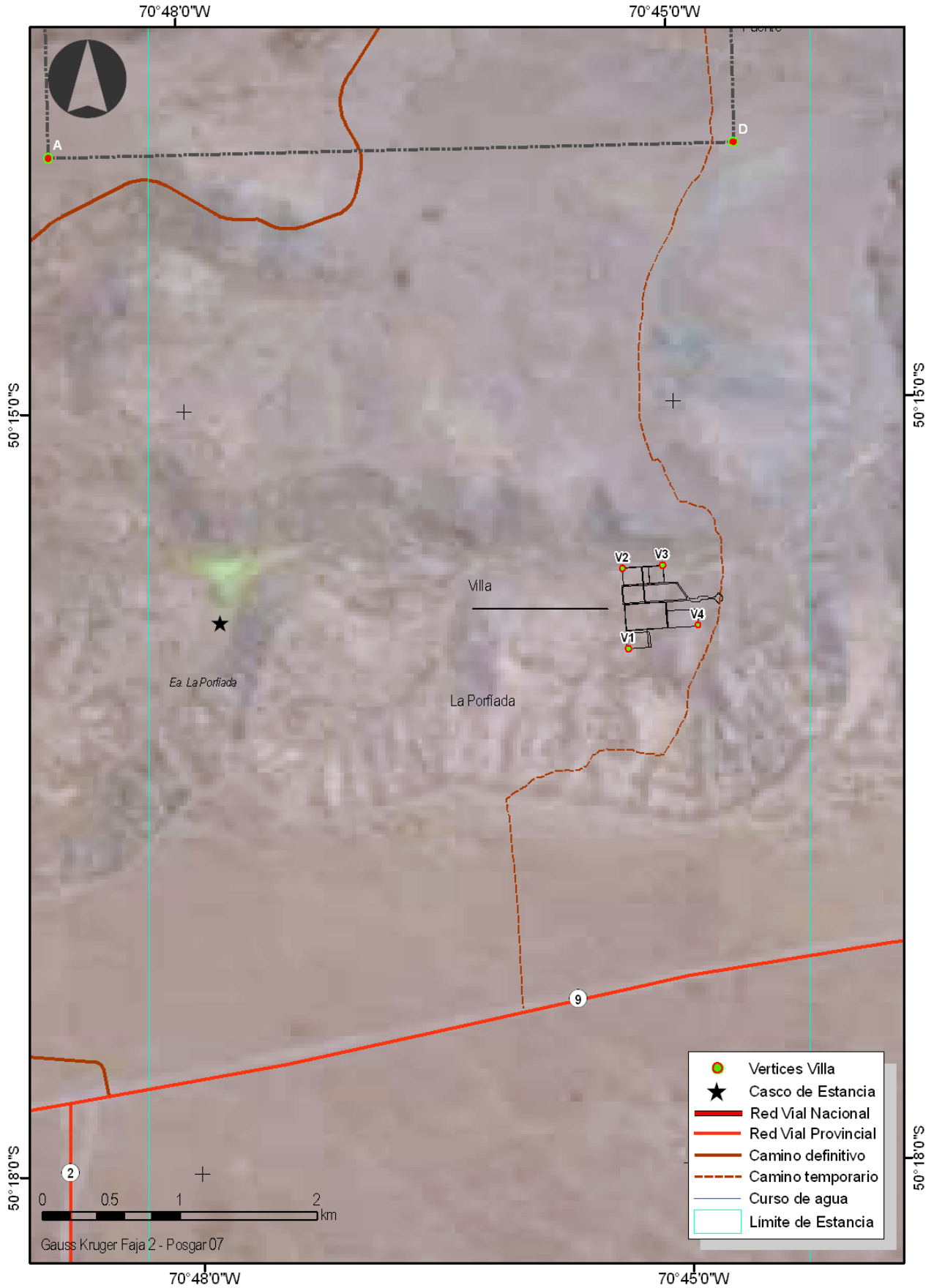
Esta ubicación guarda relación directa con la logística de la Obra Principal en cuanto al movimiento pesado de maquinaria de gran porte, equipos y provisión de obra e insumos que se dará principalmente por RP9 por ser un acceso más directo.

La Villa Temporalia NK ocupará una superficie total de 18,08 ha que contendrá los edificios de Descanso, Comunitarios, de Servicios Generales y las calles internas de circulación vehicular y peatonal. La construcción de la Villa Temporalia NK será asistida desde el campamento que hoy opera en la Estancia La Enriqueta.

La distancia a la presa será de aproximadamente 7 km, separación suficiente para crear un hábitat independiente de los ruidos, movimientos y las molestias de la Gran Obra. En la tabla a continuación se presentan las coordenadas de ubicación de la villa NK según los vértices indicados en el mapa de la Figura 4-19.

**Tabla 4-4. Coordenadas de ubicación de la villa NK.**

Vértices	Coordenadas Planas (Gauss-Krüger Faja 2 POSGAR 07 - WGS 84)		Coordenadas geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
V1	2374859	4430031	-70.75521	-50.26623
V2	2374817	4430616	-70.75561	-50.26097
V3	2375109	4430639	-70.75150	-50.26082
V4	2375367	4430204	-70.74803	-50.26478



**Figura 4-19. Ubicación de la Villa Temporal NK.**

#### 4.5.2 Ubicación de la Villa Temporal Jorge Cepernic

Para la ubicación de la Villa Gdor. Jorge Cepernic, también se optó para su inserción la margen derecha del río Santa Cruz según el movimiento de obra que se dará por la ruta N°9. La implantación final se definió en cercanías de la estancia Rincón Grande ubicada a unos 2.000 m de la Ruta N°9 con un desnivel estimado en 200 mIGN. Se puso especial cuidado en armar el trazado urbano lo más alejado posible del casco de estancia existente a los fines de evitar conflictos entre las partes.

El terreno de implantación corresponde a una meseta alargada con mínimo desnivel ubicada en un sector rodeado de estribaciones de mayores alturas que la resguardan de los vientos predominantes. La Villa Temporal JC ocupará una superficie total de 12,06 has que contendrá los edificios de Descanso, Comunitarios, de Servicios Generales y las calles internas de circulación vehicular y peatonal. Dentro de estas 12 ha se instalará previamente el Campamento Pionero JC para apoyo de las tareas constructivas de la villa. El mismo ocupará una superficie de alrededor de 2,8 ha.

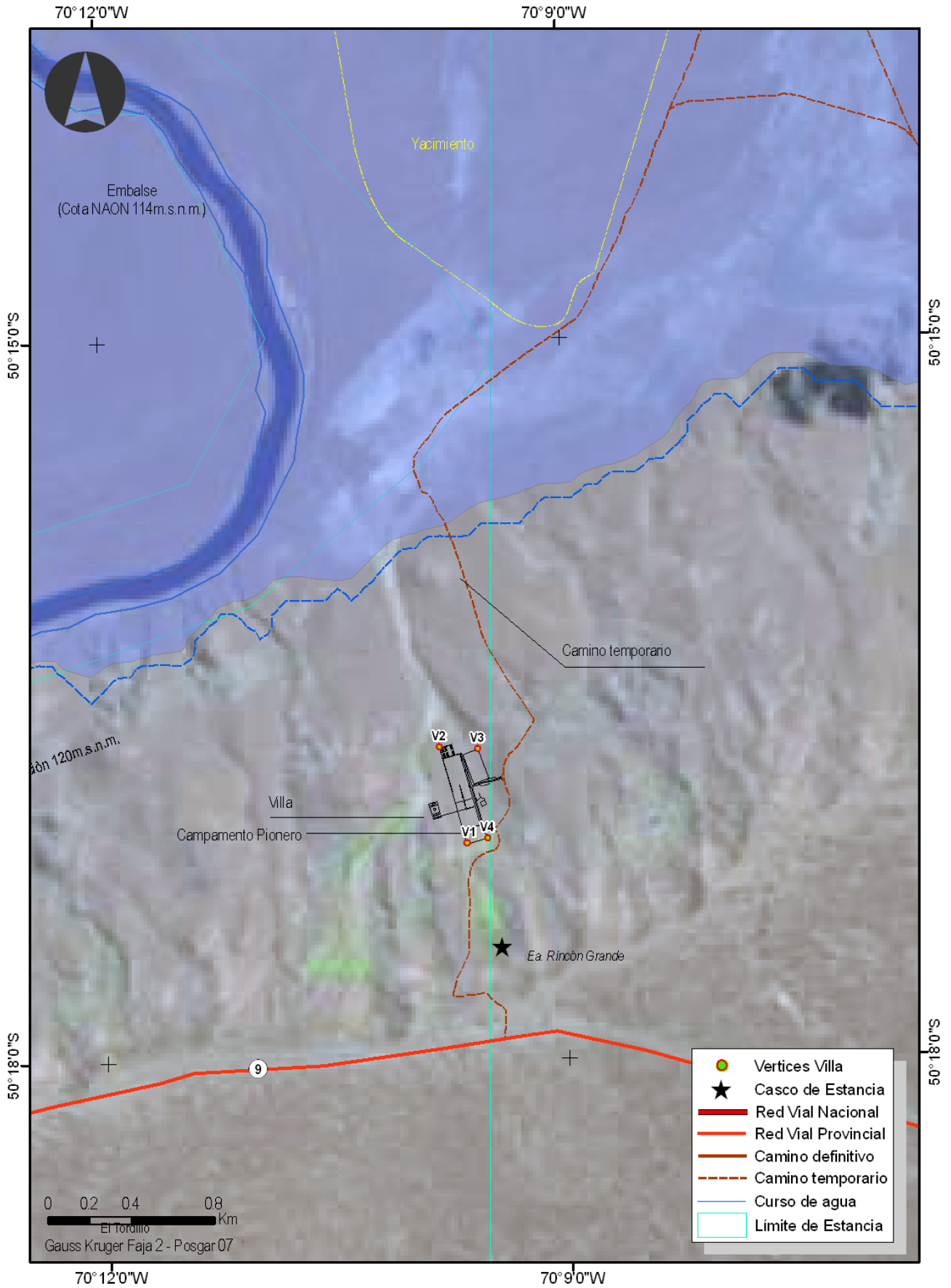
Esta villa, si bien tendrá una menor dimensión, tendrá en su configuración un esquema similar al planteo de la Villa Temporal NK.

La distancia a pie de obra se estima en aproximadamente 12 km. Esto garantiza la premisa general en cuanto a mantener las radicaciones fuera del movimiento de la Gran Obra en la intención de propiciar un ambiente tranquilo y distendido para la vida social y comunitaria de sus pobladores.

En la tabla a continuación se presentan las coordenadas de ubicación de la villa JC según los vértices indicados en el mapa de la Figura 4-20.

**Tabla 4-5. Coordenadas de ubicación de la villa JC.**

Vértices	Coordenadas Planas (Gauss-Krüger Faja 2 POSGAR 07 - WGS 84)		Coordenadas geográficas	
	X	Y	Latitud	Longitud
V1	2417274	4428768	-70.16075	-50.28504
V2	2417055	4429512	-70.16366	-50.27833
V3	2417354	4429499	-70.15947	-50.27848
V4	2417432	4428811	-70.15852	-50.28468



**Figura 4-20. Ubicación de la Villa Temporal JC.**



### 4.5.3 Organización de las Villas Temporarias

Tanto la Villa Temporal NK, como la Villa Temporal JC se organizarán en base a dos tipos de Áreas de Uso articulados por dos ejes rectores.

#### 1) Áreas de uso cubiertas

- Edificios de Descanso,
- Edificios Comunitarios,
- Edificios Servicios Generales.

#### 2) Áreas de uso descubiertas

- Circulaciones: Vehiculares, Peatonales y Plazas,
- Estacionamientos Vehiculares,
- Deportivas,
- Acopio y Movimiento de Insumos.

A continuación se describe la composición de cada una de las áreas. Cabe aclarar que todo el conjunto será habitado por personas sin sus respectivas familias a lo largo de todo el plazo de obra.

#### 1) Áreas de uso cubiertas

##### **Edificios de Descanso**

Existirán Viviendas y Pabellones los que se corresponderán con las distintas Tipologías de Dormitorios que alojará tanto al Personal del Contratista Mensualizado y Jornalizado como al Personal de Inspección y de visitas de la Contratista. Se dispondrán en dos plantas en la intención de reducir el espacio urbano, acotar la distribución y trazado de los servicios generales e intervención en el sitio. Asimismo este planteo de reducción disminuye las distancias de movimiento del personal hacia el núcleo central de Servicios de Comedor, Recreación, Deportivo y de Salud contemplando siempre la rigurosidad del clima de la zona en los períodos del año más desfavorables.

Las diferentes Tipologías responden a los distintos estratos de responsabilidad laboral y se dividen en Mensualizados y Jornalizados.

Estos edificios se diferenciarán por categorías y agruparán por un lado, al Personal Mensualizado y de Inspección; y por el otro, al grupo de Obreros Jornalizados de la Contratista.

Las diferentes tipologías son las siguientes:

1. Viviendas de un dormitorio: para 1 persona / habitación individual con baño + estar y kitchenette para Directores de la Contratista. (mensualizados). Superficie propia: 41,80 m<sup>2</sup>.
2. Pabellón Tipo 1 modulo A: para 6 personas con habitación individual y baño privado – módulo de 6 habitaciones + sala de estar para Jefes y Coordinadores de la Contratista y Personal de la Inspección (mensualizados). Superficie propia: 292,80 m<sup>2</sup>.
3. Pabellón Tipo 1 modulo B: para 18 personas con habitación individual y baño privado – módulo de 18 habitaciones para Encargados de la Contratista. (mensualizados). Superficie propia: 643,40 m<sup>2</sup>.

4. Pabellón Tipo 2: para 36 personas con habitación compartida y baño privado - módulo de 18 habitaciones para Operarios y Personal de Servicios. (mensualizados, jornalizados, tercerizados). Superficie propia: 643,40 m<sup>2</sup>.
5. Pabellón Tipo 3: para 48 personas con habitación compartida y baño compartido - módulo de 24 habitaciones para Obreros de la Contratista. (jornalizados). Superficie propia: 808,00 m<sup>2</sup>.

En cuanto a su diseño, la vivienda colectiva para el Personal de Obra tanto Jornalizados como Mensualizados ha sido resuelta con la tipología del pabellón. Estos han sido planteados con la disposición de pasillo central y dormitorios a ambos lados de manera que orientan siempre sus ventanas al Norte o Sur según su ubicación con respecto a la circulación.

La gran mayoría de la superficie de dormitorios corresponderá a los Pabellones Tipo 3 para obreros de 24 dormitorios compartidos, con baños de uso general en la parte media de los pasillos.

Otro tipo corresponderá a los Pabellones Tipo 2 de 18 dormitorios compartidos para el personal del Contratista y de Servicios que han sido diseñados con baños privados. Por último, los Pabellones Tipo 1 diferenciados en, modulo A para Jefes y Coordinadores con habitación individual y baño privado de solo 6 habitaciones por modulo y estar privado; y el modulo B de semejantes características pero con 18 habitaciones por modulo y desprovistos de estar comunitario propio.

En lo referente a la cantidad de habitantes y magnitud de los edificios propuestos, el diseño de las villas temporarias tendrá cierta flexibilidad, pudiendo sufrir ciertas ampliaciones o reducciones, en función de la cantidad de personas que sean involucradas efectivamente en la construcción de cada una de las presas. El proyecto urbano está pensado para realizar esta posibilidad sin alterar el conjunto.

Para la materialización del proyecto, es prioritario que estas Viviendas y Pabellones cuenten con sus respectivos servicios en cantidad y calidad en lo referente a calefacción individual por habitaciones y pasillos y agua caliente en duchas y lavabos, dadas las extremas condiciones climáticas fundamentalmente en la época invernal.

Las superficies edificadas de los edificios de Descanso serán de dos tipos constructivos:

- Tipo modular: para determinadas tipologías de dormitorios se utilizará este sistema. Son trasladables, completamente armados y amoblados y no necesitan de plateas de apoyo. Se asientan en bloques prefabricados de hormigón armado semienterrados de 60x60cm a cada 3,00m en ambas direcciones uno de otro.
- Tipo prefabricado: se usarán para el resto de las tipologías de dormitorios. Para estos casos se utilizarán plateas de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> de aproximadamente 15cm de espesor y las construcciones se realizarán in situ sobre las mismas.

## Edificios Comunitarios

Los Edificios Comunitarios serán de uso común para toda la población de las Villas y se ubicarán en el centro del emplazamiento. Así, el Comedor, el Salón de Usos Múltiples y la Sala de Recreación se convertirán en los principales edificios para las actividades sociales y comunitarias.

En ellos se podrán llevar a cabo tanto las competencias deportivas como las actividades culturales y recreativas necesarias para el esparcimiento.

En cercanías de la Sala de Recreación se ubicarán los edificios de Culto y la Clínica Médica.

Las superficies edificadas de los edificios Comunitarios serán del tipo constructivo Prefabricado. Para estos casos se utilizarán plateas de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> de aproximadamente 15 cm de espesor y las construcciones se realizarán in situ sobre las mismas.

Estos edificios son los que se enumeran a continuación y poseen las siguientes características generales:

- Salón de Usos Múltiples. El mismo estará destinado a actividades de entrenamiento físico y deportivo y en forma alternativa podrá utilizarse para reuniones comunitarias con diversas actividades culturales y de interés público y recreativo. Se contempla que esté compuesto por un sector de menor superficie con aparatos de ejercicio muscular y un amplio espacio central donde se puedan realizar tanto deportes bajo techo en las temporadas más frías, como proyectar cine para grandes grupos o representar obras de teatro, presentaciones musicales, etc., en un escenario que se podrá armar provisoriamente para la ocasión. Las conferencias para gran cantidad de personas, charlas o actividades políticas podrán llevarse a cabo en este ámbito. Este edificio será completado con los sanitarios y vestuarios para ambos sexos, en número acorde a la cantidad de personal previsto.
- Clínica Médica. La Clínica Médica se ubicará en el acceso al emprendimiento para una rápida movilización de pacientes en estado crítico y de urgencia. Está previsto contar con un sector público de atención del personal con consultorios médicos generales, odontológicos y de fisiatría. La Clínica incluirá asimismo, un área de internación ambulatoria para casos de poca relevancia y sala de Shock-room para estabilización de pacientes de mayor complejidad. La logística médica prevé el traslado de pacientes de gravedad a Clínicas u Hospitales en localidades cercanas que contemplen mayores prestaciones a través de medios aéreos. El servicio médico estará disponible las 24 horas del día con guardias rotativas. Para esto se incluirán espacios de descanso para el personal de guardia nocturna, sanitarios y kitchenette. Contará con estacionamiento propio para ambulancias de traslado.
- Destacamento Policial y de Bomberos y Casilla de Control de Ingreso y Seguridad. Se prevé que el acceso a toda la Villa esté controlado por un edificio correspondiente al Destacamento Policial o Comisaría, que será complementado con un área que corresponderá a los Bomberos. Este edificio estará relacionado con la Casilla de Control de Ingreso y Seguridad, conformando un par que anuncie la entrada a la Villa. El funcionamiento considera personal de Control y Vigilancia Civil en cuanto al manejo del control de ingreso-egreso de personal de obra y guardias diurnas y nocturnas a los bordes de la Villa. A este plantel se sumará Personal de Policía de la Provincia de Santa Cruz como refuerzo ante acontecimientos que necesiten de este personal específico. La logística de ingreso proyectada contiene dársenas de estacionamiento provisorio y selectivo según tamaño y rapidez del vehículo a ingresar.

- Cocina Comedor y Dependencias. Se prevé que el edificio de Comedor pueda albergar hasta 1.750 personas en la Villa Temporal NK y 1.250 personas en la Villa Temporal JC en dos turnos consecutivos según el pico máximo de personal previsto para la etapa constructiva. El espacio de Cocina contendrá la superficie necesaria para la preparación de comida y colaciones en sus diferentes etapas y en relación a su proceso diferenciado según tipos. Éste incluirá las superficies de guardado de stock de mercadería en dos volúmenes separados según sean perecederos, en cámara frigorífica; o no perecederos, en depósitos sin control de temperatura. Se calculan superficies para mantener una provisión permanente y autosuficiente de al menos 15 días corridos. Poseerá además un espacio abierto de servicios tipo patio cerrado con portón de control para entrada y salida de camiones de provisión de mercadería, almacenaje de residuos previo a su disposición final y de acopio de gas licuado indispensable para el uso de los artefactos de cocina. El servicio que se brindará será diario y completo. Se contemplarán variaciones eventuales de la rutina los días domingos, feriados y días de inclemencia climática extrema, excepciones donde se encuentre la totalidad del personal en las Villas. También se contemplará la distribución de comida en forma de vianda almuerzo, colación y merienda en distintos puntos a pie de obra en sector de Oficinas y Obradores. Como se mencionó anteriormente, las distancias aproximadas entre las Villas y la zona de Obradores serán de aproximadamente 7 a 12 km para la Villa Temporal NK y la Villa Temporal JC, respectivamente. De este modo, en la zona de obradores, también se contará con Comedores previstos para tal fin. Las colaciones y meriendas se repartirán a pie de obra. Los turnos y rutinas diarias se prevén de la siguiente manera para cada villa:
  - o Desayuno: en Comedores de Villas para el total de la población.
  - o Colación: a pie de obra para un porcentaje de la población en Oficinas y otro porcentaje en Obradores.
  - o Almuerzo: en Comedores de Obra para la población afectada a la Obra Principal y en Comedores de Villas para el Personal de Servicios Generales de cada una de estas.
  - o Merienda: a pie de obra para un porcentaje de la población en Oficinas y otro porcentaje en Obradores
  - o Cena: en Comedores de Villas para el total de la población.
- Sala de Recreación de Personal Jornalizado, Comercio y Capacitación Existirá un edificio de Recreación para Personal Jornalizado con espacios y equipamiento para el esparcimiento de las personas (juegos de mesa, pool, billar, ping-pong, metegol complementadas con zonas más tranquilas de conversación tipo bar o café y juegos de mesa con televisión por cable), salas destinadas a la capacitación de personal en los aspectos laborales específicos de la obra y generales de interés público y una sala de proyecciones. Asimismo, como espacio complementario de esta actividad se prevé un importante espacio tipo cyber concebido para la práctica de las capacitaciones y de uso específico para comunicaciones y de información general con acceso a todo el personal. Se contempla también la instalación de un autoservicio de mercadería rápida tipo “drugstore” con depósito de provisión e insumos y locales para atención al público en lo referente a trámites y transacciones bancarias referidas al manejo de los recursos humanos y de personal y generales de las Obras Sociales.
- Recreación Staff (mensualizados). El edificio para la Recreación del Staff corresponde al Personal Mensualizado y se prevé en un espacio de menor superficie que el anterior en el área de Dormitorios de Mensualizados. Esta reducción se corresponde por un lado a la menor cantidad de personas asignadas y por otro a la mayor disposición de espacio en el área de descanso que estos poseen. A la vez estas tipologías incluyen estar de uso común con lo cual parte de esta población tiene asignada superficie propia para las relaciones sociales.

- Sala de Cultos. Se prevé construir una Capilla con capacidad para albergar a unas 250 personas.

### Edificios de Servicios Generales

- Intendencia y depósitos y Lavandería. Esta Área de Servicios de toda la Villa se ubicará en cercanías de la Cocina y los Comedores en directa relación con el sector de movimientos y provisión de mercaderías e insumos. De esta manera estas actividades se agruparán en el ámbito de mayor movimiento del personal de servicios y donde se producen las tareas de mayor contaminación y producción de desperdicios.

A continuación se presenta una tabla con las superficies cubiertas para las áreas de uso cubierta según cada una de las villas.

**Tabla 4-6. Superficies aproximadas previstas para los edificios de las áreas de uso cubiertas.**

Sector	Superficie	
	Villa NK (m <sup>2</sup> )	Villa JC (m <sup>2</sup> )
<b>Edificios de descanso</b>	32.157,90	21.325,80
<b>Edificios comunitarios</b>	-	-
Salón de usos múltiples	1.297,50	1.297,50
Clínica médica	328,00	328,00
Destacamento Policial y de Bomberos	360,00	360,00
Casilla de Control de Ingreso y Seguridad Casilla de Control de Ingreso y Seguridad	80,00	80,00
Cocina Comedor y Dependencias	5.678,00	4.490,00
Sala de Recreación de Personal Jornalizado, Comercio y Capacitación	2.658,20	2.658,20
Sala de Recreación de Staff de Profesionales	280,00	280,00
Sala de Cultos	168,20	168,20
<b>Edificios de servicios generales</b>	-	-
Intendencia y depósitos	560,00	560,00
Lavandería	560,00	560,00
<b>TOTAL</b>	<b>44.127,80</b>	<b>32.107,70</b>



## 2) Áreas de uso descubiertas

### Circulaciones

Para las áreas de movimiento urbano se considera el uso de dos tipos de sendas:

- Vehiculares: Estas sendas son las que se usarán para el movimiento interno de vehículos de distintos usos. Estos vehículos responderán a las distintas actividades a desarrollar dentro de las Villas. Se dividen en Principal y Secundarias.
  - o La arteria Principal, de mayor dimensión, será la que una la Casilla de Control de Ingreso-Egreso en el borde externo de las Villas hasta la zona central. Contendrá el mayor flujo de vehículos de mediano porte y será el necesario para el movimiento de todo el Personal de obra. Estos vehículos serán del tipo mini van o pequeños y medianos buses y partirán desde la zona contigua a la Plaza Central de actividades dispuesta a estos fines tipo Terminal de Colectivos. Por otro lado el Área de Cocina dispondrá de esta vía para abastecer el servicio de aprovisionamiento de mercaderías e insumos y de disposición final de residuos.
  - o Las Secundarias serán las que recorren perimetralmente los bordes de las Villas para uso del Área de Servicios Generales. Esta área dispondrá de vehículos de mediano porte para movimiento interno y para complemento y apoyo a las tareas de limpieza y mantenimiento. Igualmente serán utilizadas por los servicios de urgencia sanitaria, policial, de guardias nocturnas y diurnas y ante emergencia de incendios.
- Peatonales: Estas vías serán el canal de movimiento peatonal de todo el Personal de Obra. Estas sendas se materializarán por medio de losetas de H<sup>0</sup> premoldeado para su fácil montaje y posterior desmonte a la finalización de Obra.

### Estacionamientos Vehiculares

Se prevé implementar dársenas de estacionamiento de vehículos en los siguientes sectores:

- En el Área de Control de Ingreso-Egreso tanto previo al ingreso por la mano de entrada a las Villas como al egreso de las mismas para control y revisión de Personal, mercaderías e insumos.
- En el área central de Uso Comunitario a modo de Terminal de Buses.
- En el área de la Clínica Médica para movimiento de ambulancias.
- En el ingreso a cada unidad de Vivienda de Gerentes.
- En la Playa de Maniobras del área de Cocina, Depósitos, Cámaras Frigoríficas y Servicios Generales.

### Deportivas

Se construirán canchas de fútbol en el sector de Jornalizados y canchas de basket-ball y tenis en el sector de Mensualizados. Tanto unas como otras serán de uso de todo el Personal de Obra.

### Acopio y Movimiento de Insumos:

Se realizará una Playa de Maniobras de vehículos pesados de gran porte para la provisión de mercadería a las Cámaras Frigoríficas de abastecimiento a la Cocina General.

#### **4.5.4 Infraestructura de saneamiento de las Villas Temporarias**

A continuación se describen las instalaciones de infraestructura del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y de Recolección y Tratamiento de Líquidos Cloacales, para las urbanizaciones correspondientes a las Villas Temporarias a construir para alojamiento del personal que participará en la ejecución de las obras de las presas.

Las instalaciones fueron diseñadas para una población de 3.500 personas para la villa NK y 2.500 personas para la villa JC.

La infraestructura de Saneamiento estará compuesta por las siguientes instalaciones principales:

- Toma de agua del río Santa Cruz e impulsión hacia una planta de potabilización.
- Planta de potabilización.
- Red de distribución de agua potable.
- Red de recolección de los desagües cloacales.
- Separador de grasas y aceites
- Planta de depuración de los desagües cloacales.
- Conducción de los desagües tratados hacia un lecho nitrificante.

#### **Obra de toma sobre el río Santa Cruz e impulsión hasta la planta potabilizadora**

En función de cada una de las villas se ubicará una obra de toma sobre el río Santa Cruz. Las mismas estarán compuestas por una estructura de captación lateral, una reja para retención de sólidos en su extremo, una estación de bombeo con dos electrobombas sumergibles y una impulsión de PVC hacia la planta potabilizadora.

#### **Planta Potabilizadora**

La Villa de NK albergará 3.500 personas y el gasto medio diario por habitante esperado es de 200l/hab/día (tasa de consumo tipo de localidades ubicadas en el Centro de la República Argentina).

Por lo tanto el volumen diario a tratar será de:

$$V = P \times q = 3.500 \text{ hab.} \times 200 \text{ l/hab./día} = 700.000 \text{ l/día} \text{ (700 m}^3\text{/día)}$$

A su vez la Villa de JC albergará a 2.500 trabajadores y se diseñará para un volumen diario de 500.000 l/día (500 m<sup>3</sup>/día).

Las plantas serán unidades compactas de construcción modular y constarán de una Cámara de entrada, mezcla o medición de caudal por canaleta parchall para inyección de productos químicos, una Cámara de floculación, Cámara de decantación, Cámara de filtración, sistema de dosificación, Cisterna y Casa Química.

El funcionamiento de las plantas es continua o intermitente y por sus características operativas se obtiene prácticamente de inmediato, agua tratada.

## **Cisterna**

Se considera para el cálculo de las reservas de agua que las mismas deben cubrir las necesidades básicas de consumo por un (1) día. De este modo, el volumen de consumo diario surge de considerar el número de habitantes de cada villa multiplicado por el caudal de consumo diario de cada habitante, el cual es 200l/hab/día.

De acuerdo a lo antedicho, para la Villa de NK se instalará una cisterna con un volumen de 700 m<sup>3</sup> y para la Villa de JC una cisterna de 500 m<sup>3</sup>.

Estas cisternas actuarán también como cámara de contacto para la cloración.

A la hora de instalar el sistema de potabilización para conseguir aguas aptas para consumo humano se cumplirán con las exigencias del Código Alimentario Argentino Ley 18.284. La lista de parámetros y límites permitidos a cumplimentar se ha presentado anteriormente en relación a los obradores (ver punto 4.4.3).

## **Red de distribución del agua potable**

La red de distribución de agua será por gravedad-bombeo, es decir, un sistema mixto; y tendrá una configuración geométrica tipo malla cerrada para la Villa de NK y tipo malla abierta para la villa de JC. Se han adoptado pendientes mínimas de 0,01m/m.

La excavación de las zanjas para las cañerías de distribución y recolección tendrán un ancho 0,60m, el lecho de apoyo de relleno granular tendrá un espesor de 0,10m y la tapada desde la cota de extrados hasta la superficie del terreno será de 0,60 m. Se utilizarán caños de PVC con juntas elastómeras.

La red tendrá una sola cañería por cada calle, es decir de simple distribución, ubicada sobre una de las veredas y habrá conexiones domiciliarias cortas y largas. Además dispondrá de válvulas de esclusas que sectorizan la misma, de manera de permitir las tareas de reparación, mantenimiento, ampliaciones, etc., con un mínimo de afectación del servicio.

Cada unidad de vivienda o edificio de uso comunitario tendrá una conexión domiciliar independiente, del diámetro adecuado al consumo previsto. Aquella cañería que quede a la intemperie será protegida con elementos termoaislantes.

## **Red de recolección de los desagües cloacales y conducción hasta la planta de tratamiento de depuración**

La red de recolección de líquidos cloacales tendrá una configuración geométrica tipo malla cerrada para NK y tipo malla abierta para JC, derivada de la distribución de las viviendas, construcciones de uso comunitario y la pendiente del terreno.

Para la determinación de los diámetros se considera una pendiente de cañería de 0,01 m/m. La red tendrá una sola cañería por cada calle, es decir de simple distribución, ubicada sobre una de las veredas y habrá conexiones domiciliarias cortas y largas.

Las cámaras de inspección, así como las bocas de registro, se colocarán en las esquinas, nacientes de tuberías, unión entre caños, cambios de diámetro, cambios de dirección, salto y cuando la distancia sin C.I. sea de 120m o mayor.

### Separador de aceites y grasas

Se colocarán previos a la planta, y como su nombre lo indica sirven para evitar que las grasas y aceites lleguen a las plantas depuradoras de efluentes, ya que las mismas pueden dificultar la degradación de la materia orgánica.

### Planta Depuradora de líquidos cloacales

Para la villa NK se diseñó una planta depuradora de líquidos cloacales con capacidad para 3.500 personas, con un caudal medio de 700 m<sup>3</sup>/día y para la villa JC una planta depuradora con capacidad para 2.500 personas con un caudal medio de 500m<sup>3</sup>/día.

La planta de tratamiento, contará con las siguientes etapas de tratamiento:

- a) Cribado de sólidos y bombeo
- b) Depuración biológica aeróbica en cámara de oxidación
- c) Sedimentación secundaria
- d) Recirculación y purga de lodos
- e) Cloración
- f) Digestión aeróbica de barros

### Lecho nitrificante

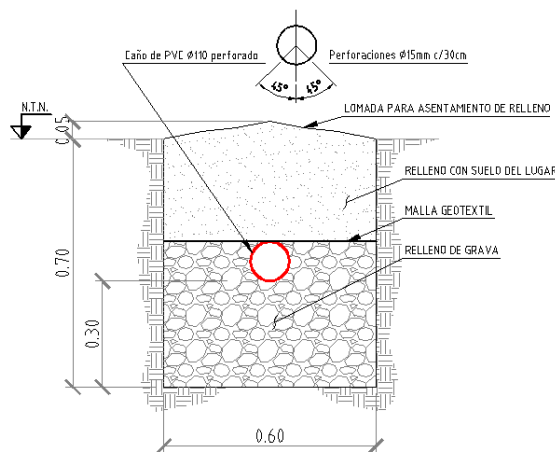
El caudal saliente de la planta depuradora de líquidos cloacales será conducido por gravedad mediante una tubería enterrada hasta una zanja absorbente con forma de peine, donde por medio de perforaciones en las conducciones, el líquido se infiltra en un lecho de gravas, y posteriormente en el suelo. La superficie afectada para el caso de la villa JC será de unos 1.000m<sup>2</sup> y 1.400m<sup>2</sup> aproximadamente en la villa NK.

El cálculo de infiltración y longitud mínima de la zanja se muestra a continuación, se considera una velocidad de infiltración muy baja.

<b>VILLA JC</b>	
Gasto diario (q)	200 l/día/persona
Habitantes (N)	2500 personas
Volumen diario (Vd) = (q) x (N)	500 m <sup>3</sup> /día
Caudal medio (Q) = (Vd) / 24h/día / 3600s/h	0,01 m <sup>3</sup> /s
Velocidad de infiltración (Vi)	0,00004 m/s
Área de infiltración necesaria (A´) = (Q) / (Vi)	144,7 m <sup>2</sup>
Factor de Precipitación	1,75
Area total (A) = (A´) x (FP)	253,18 m <sup>2</sup>
<hr/>	
Ancho (W)	60 cm
Altura grava (D)	40 cm
Perimequiv (P) = 0,77 x ((W) + 56 + 2 x (D)) / ((W) + 166)	0,67 m
Longitud de zanja necesaria (L) = (A) / (P)	379,1 m
<b>Se adoptan 13 zanjas de 30m c/u</b>	

<b>VILLA NK</b>	
Gasto diario (q)	200 l/día/persona
Habitantes (N)	3500 personas
Volumen diario (Vd) = (q) x (N)	700 m <sup>3</sup> /día
Caudal medio (Q) = (Vd) / 24h/día / 3600s/h	0,01 m <sup>3</sup> /s
Velocidad de infiltración (Vi)	0,00004 m/s
Area de infiltración necesaria (A') = (Q) / (Vi)	202,5 m <sup>2</sup>
Factor de Precipitación	1,75
Area total (A) = (A') x (FP)	354,46 m <sup>2</sup>
<b>Ancho (W)</b>	
	60 cm
<b>Altura grava (D)</b>	
	40 cm
<b>Perimequiv (P) = 0,77 x ((W) + 56 + 2 x (D)) / ((W) + 166)</b>	
	0,67 m
<b>Longitud de zanja necesaria (L) = (A) / (P)</b>	
	530,8 m
<b>Se adoptan 18 zanjas de 30m c/u</b>	

La siguiente imagen muestra un esquema de la sección tipo de la zanja absorbente las cuales tendrán una separación entre si de 2,4 m:



**CORTE A-A**  
**DETALLE TIPICO DE ZANJA**  
 Escala 1:20

**Figura 4-21. Sección tipo de la zanja absorbente.**

#### 4.5.5 Instalaciones Eléctricas en Villas Temporarias

Este punto fue desarrollado en el apartado correspondiente a los obradores ya que la generación del suministro es común a ambos (ver punto 4.4.5).



#### **4.5.6 Sistema de calefacción de ambientes y calentamiento de agua de Villas**

Para asegurar la temperatura del ambiente de los espacios de habitación, se buscará mejorar la selección de materiales térmicamente aislantes en paredes y techos, de modo de minimizar el intercambio térmico entre el interior y el exterior de los locales de dormitorios y estar.

La calefacción se asegurará por medio de calentamiento y distribución de agua caliente. Para el calentamiento del agua se recurrirá a distintos medios de elevación de temperatura. No habrá ningún tipo de combustión de gases dentro del aire ambiente de los edificios. El calentamiento del aire se realizará por contacto con los elementos radiantes. Los radiadores se calentarán por circulación de agua caliente.

Los equipos de calefacción utilizarán energía eléctrica para alimentar resistencias que transferirán directamente calor al agua, que circulará por tubos aislados térmicamente y será distribuida a cada recinto a calefaccionar por medio de cañerías con aislación térmica, formando un circuito cerrado.

En cada recinto a calefaccionar se instalarán radiadores en paralelo en cantidad necesaria según el área de cada uno de ellos.

Debido al poco espacio que ocupa cada caldera, las mismas podrán ser instaladas en cada piso de los pabellones de las villas. En el caso de las viviendas podrán instalarse en un recinto exterior, aislado convenientemente, junto con la bomba de circulación. Las calderas tendrán incorporado en su diseño todos los elementos de seguridad, controles y alarmas.

Se asegurará la provisión de agua caliente para uso diario de todo el personal. Para la higiene diaria se ha previsto el aporte de agua caliente en lavabos y duchas, en los distintos edificios de vivienda.

La instalación de agua caliente de cada edificio será construida y asegurada de modo no tener pérdidas y no quedar en contacto con el aire exterior.

Los equipos que podrán utilizarse para calentar agua destinada a uso sanitario, duchas y lavabos, podrán ser del mismo tipo que las utilizadas para calefaccionar los ambientes. La distribución de agua caliente a las duchas y lavabos se realizará mediante cañerías aisladas.

#### **4.5.7 Diseño vial interno y drenaje**

A continuación se describen las características del diseño vial y de drenaje previsto en el interior de las villas temporarias.

Previo a la demarcación de las arterias viales, se realizará el destape de suelo con material vegetal, el cual será retirado de la zona de obra. En esta instancia también se realizará el destape de las zonas donde se emplazarán las fundaciones de las edificaciones. Las áreas o plataformas para la implantación de los edificios se harán de forma escalonada, para lograr sectores planos donde ubicar los mismos, dichos escalones se ejecutarán para salvar la pendiente natural del terreno.

La pendiente longitudinal de las calles transversales a la pendiente del terreno será de entre el 2,5 y 5%, considerando la premisa básica de conservar una diferencia de 0,30 metros mínimo, por debajo de las plataformas generadas para la construcción de los edificios (condición de drenaje de las áreas edificadas). En las calles que acompañan la pendiente del terreno, las pendientes serán de 0,5 al 1%.

El ancho de las calzadas a ejecutar variará de los 10 metros a los 5 metros, considerando la importancia de las distintas calles y la posible construcción de cordón cuneta en alguna de ellas. El paquete estructural estará compuesto de:

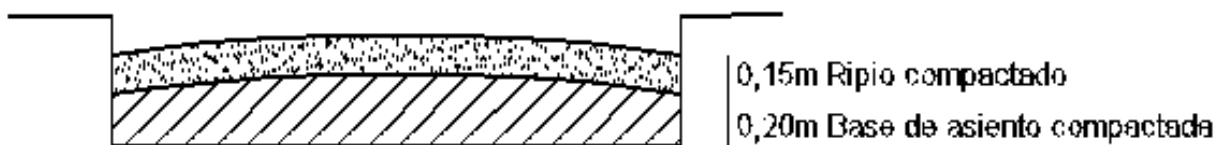
- Destape de suelo vegetal y desmonte hasta cota de base de asiento.
- Escarificado en un espesor de 0,20 metros y posterior compactación del material al 95% del Proctor modificado.
- Colocación de una capa de enripiado de 0,15 metros de espesor, vibrada y compactada al 97% del Proctor modificado, hasta cota de rasante. Se ha previsto en las calles con mayor tránsito, darle un sobreebanco adicional ante la eventualidad de la construcción de cordón cuneta en segunda etapa.

La pendiente transversal de cada una de las calles será del 4%.

En los sectores de carga y descarga de personal, en aquellos de descarga de mercadería y en aquellos de estacionamiento, la compactación del enripiado será del 100% del Proctor modificado. Se construirán badenes de hormigón en estos sectores a los fines de ordenar el drenaje.

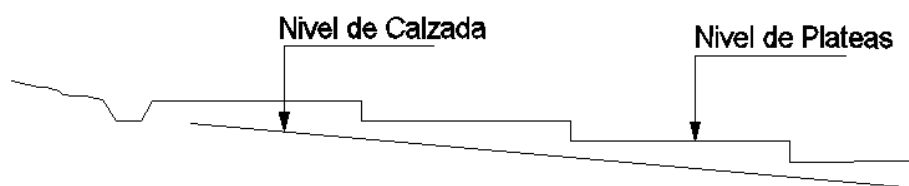
Planimétricamente las bocacalles y giros tendrán radios entre 12 y 18 metros, en los tramos donde ingresen vehículos de gran porte. En los demás sectores los radios de curva serán de 6 metros.

Las veredas de vinculación entre edificios serán de hormigón simple, con escalones en los sectores donde se deban salvar los desniveles generados.



**Figura 4-22. Esquema transversal de calles.**

En la figura se observa el paquete estructural a implementar, los anchos son variables entre 10 y 5 metros, no obstante la estructura es la misma para todo el trazado vial.



**Figura 4-23. Esquema de perfil aterrazado de plateas en sector de dormitorios.**

Como se expresó anteriormente, en lo relacionado al perfil longitudinal se establece, en función de la topografía de la zona, realizar el aterrazado de los planos en donde se implantarán las fundaciones de las viviendas. Se establece como condición de proyecto que el punto más bajo de la terraza proyectada, se encuentre 0,30 metros por encima de la rasante de calzada proyectada. Esta condición garantiza la condición de drenaje de los predios donde se ubican las edificaciones.

En relación al drenaje, en primera instancia se construirá un canal de guarda, en el contorno externo del alambrado perimetral.

La solución de drenaje, en general, en las villas será en condición superficial, es decir que se darán las cotas y pendientes necesarias a cada uno de los elementos para que el agua llegue a las calles, y serán éstas las que conduzcan y extraigan el excedente hídrico generado por las lluvias.

En los sectores donde, por cuestiones de pendiente, deba cruzarse el caudal almacenado de un lado al otro de la calzada, se construirán badenes de hormigón simple, para evitar la degradación de la estructura.

Los distintos excedentes, en los distintos puntos de descarga de los mismos, lo harán a la cuneta de guarda, la cual conducirá los mismos fuera del área de influencia del predio.

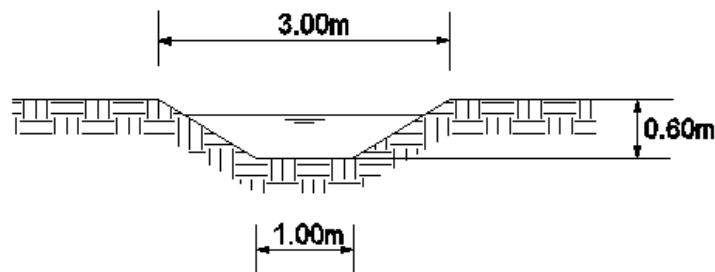


Figura 4-24. Esquema de la sección transversal de la cuneta de guarda.

Se indica el detalle de perfil transversal de cuneta de guarda tipo a aplicar en ambas villas, las mismas se transforman en badenes en aquellos puntos de cruce de calles. Estos badenes serán de hormigón simple de 0,15 metros de espesor.

#### 4.5.8 Sistema contra incendio

De modo similar a los Obradores, el proyecto correspondiente a la instalación contra incendio de las Villas Temporarias, consiste en la realización de una red hídrica fija destinada al ataque de focos de fuego que pudieran ocasionarse en los diferentes establecimientos de acuerdo al grado de riesgo fijado por normativa, mediante hidrantes, rociadores de agua (sprinklers) y sistemas de detección y alarma. Como fuera mencionado anteriormente, las Villas Temporarias contarán con una red hídrica independiente.

#### Sistemas de Protección Proyectados

Los sistemas de protección proyectados se pueden resumir:

Para riesgo general:

- Sistema de agua contra incendio: bocas de incendio equipadas e hidrantes.
- Dotación de extinguidores de acuerdo a tipo de riesgo
- Sistema de detección y alarma

Para riesgos particulares:

- Para cocinas, freidoras: sistema modular de polvo K
- Para grupos electrógenos: sistemas modulares o fijos según las posibilidades.

### **Sistema de agua contra incendios**

En ambas Villas Temporarias se proyecta un anillo enterrado de caño PEAD PN 16 que recorrerá el núcleo de éstas, con ramificaciones a cada uno de los locales donde se instalarán los hidrantes secos para intemperie distribuidos estratégicamente. En casetas próximas se ubicarán las mangueras y otros componentes necesarios para la lucha contra el fuego.

La reserva de agua en la cisterna elevada para el sistema contra incendios de las Villas se establece mediante dos volúmenes a determinar: uno del tipo fijo, de mínima y otro que es función del riesgo máximo esperable. El primero fija una reserva de 340 m<sup>3</sup> valor que se determina en función de poder suministrar un caudal de 2.835 l/min durante dos horas. Mientras que el segundo es aplicación de los riesgos instalados, por ejemplo si se tomase un riesgo con rociadores del tipo de trabajos del comedor, que requiere un caudal de agua de 1.126 l/min a los que se les debe añadir 1.890 l/min (500 gpm) por 120 minutos, la reserva sería de 362 m<sup>3</sup>, muy próximo al valor fijo determinado.

El insumo básico de esta instalación contra incendios es la provisión de agua que se estima en 360m<sup>3</sup>, la cual se obtendrá del Río Santa Cruz, por un sistema de tomas y bombas que la elevarán a un tanque de almacenamiento conformando un volumen exclusivo de reserva para incendios.

### **Sistema de detección y alarma**

Todos los locales deberán ser provistos de un sistema de detección y alarma, con control centralizado en la estación de Bomberos. La clase de detector será acorde al tipo de manifestación primaria del fuego.

Las instalaciones contra incendio se complementarán con la adecuada iluminación y señalización de las salidas de emergencia.

#### **4.5.9 Construcción de las villas temporarias**

Se dispondrá de los siguientes frentes de trabajo, que operarán de acuerdo al programa de tareas previstos y según los dos paquetes de obra claramente diferenciados:

#### **Obras de Infraestructura**

- Apertura de calles
- Construcción de cordón cuneta
- Construcción de calles de hormigón
- Construcción de calles enripiadas
- Construcción de veredas peatonales
- Armado del equipamiento urbano
- Construcción de la zona deportiva
- Sistema de cloacas
- Sistema de agua potable
- Sistema de gas licuado
- Sistema eléctrico
- Sistema de comunicaciones
- Sistema de desagües pluviales

## Obras de Arquitectura

- SUM
- Clínica médica
- Destacamento Policial y de Bomberos
- Capilla
- Pabellones para el personal
- Comedor de obreros

Luego del desarrollo final y Aprobación de la etapa de Proyecto Constructivo se desarrollaran las tareas de obra en forma conjunta.

En lo que hace a las Obras de Infraestructura se dará inicio en una primera etapa a las tareas de:

- Preparación, desmonte y limpieza de la zona de los asentamientos.
- Apertura y construcción de cordón cuneta de la totalidad de calles principales y secundarias a toda el área urbana prevista.
- Todas las obras del Sistema de Agua Potable en las fases de extracción, impulsión desde el río hasta la planta, tratamiento y almacenaje.
- Todas las obras del Sistema de Red de Cloacas incluyendo la Planta de Tratamiento.
- Ejecución y armado del predio para alojar el transformador eléctrico.
- Sistema perimetral de desagüe pluvial por medio de canal envolvente a toda el área urbana.
- Contratación de las Obras de Arquitectura por subcontrato.
- Armado del predio para la colocación de la antena de comunicaciones.

En una segunda etapa y también de manera conjunta se prevé la terminación de la primera etapa y el inicio de los restantes de la siguiente forma:

- Preparación de bases de asiento para plateas de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> de los sectores de armado de las Obras de Arquitectura.
- Colocación de cañería para la red del Sistema de Distribución de Agua Potable.
- Colocación de cañería para la red del Sistema de Red Cloacal.
- Armado del Sistema de Energía aéreo desde el sector de transformación.
- Construcción y armado de las obras de arquitectura de servicios generales: destacamento policial y de bomberos, clínica médica y comedor del personal.

Y en una tercera y última etapa se llevarán a cabo las obras de terminación y puesta en marcha de cada uno de los Sistemas enunciados y de las Obras de Arquitectura y Equipamiento Urbano:

- Acometida a casilla de los sistemas de: Agua Potable, Energía Eléctrica, Comunicaciones, Red Cloacal.
- Acabado de la totalidad de las calles principales y secundarias del área urbana.
- Veredas peatonales.
- Obras complementarias y de equipamiento urbano: plazas, bancos, cestos, señalización, iluminación urbana, armado de la zona deportiva, etc.
- Construcción y armado de todas las obras de arquitectura de alojamiento y complementarias: casas, pabellones, comedor de personal, capilla y SUM.



- La construcción de las viviendas se ejecutará por etapas, en función de la necesidad relacionada con la cantidad de personas a albergar, que sufrirá variaciones a lo largo de la construcción de las presas.
- Todas las viviendas y edificios de servicios serán prefabricadas, realizadas básicamente con materiales de construcción en seco tipo balloon-frame, montadas sobre plateas de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> de 10 cm.
- Conexión domiciliaria de todos los servicios.

#### 4.6 INFRAESTRUCTURA DE COMUNICACIONES

Dado que la zona de obras carece de todo tipo de conexión de Comunicaciones, a excepción de la cobertura satelital, y que la magnitud de los desarrollos, la logística y la cantidad de personas, involucradas en las mismas exige variados tipos de conectividad, es que se han planteado diversos Sistemas de Comunicaciones para brindar apoyo y servicio a su ejecución. Estos son:

- a) Sistema de Comunicaciones de Obra por VHF (Very High Frequency),
- b) Sistema de Comunicaciones Satelitales,
- c) Sistema de Comunicaciones Digital por Microondas,
- d) Sistema de Redes de Datos,
- e) Sistema de Videoconferencia,
- f) Sistema de Telefonía,
- g) Sistema de Comunicaciones Celulares,
- h) Sistema de Televisión,
- i) Sistema de Comunicaciones Digital SDH por Fibra Óptica,

El proyecto se dividió en dos etapas con distintos alcances considerando los tiempos de implementación y necesidades.

##### a) Sistema de Comunicaciones de Obra por VHF

Etapas Iniciales:

Correspondió al despliegue de las zonas de aproximación a la obra, es decir el Campamento Pionero JC y el Campamento de la Estancia La Enriqueta.

Para un inicio rápido y con comunicaciones efectivas se definió:

- Establecer 2 zonas de coberturas principales, las correspondientes a cada uno de los emplazamientos mencionados (Campamento Pionero JC y el Campamento de la Estancia La Enriqueta), y una zona de cobertura secundaria, la correspondiente a los accesos por Rutas Provinciales N° 17 y N° 9,
- Vincular ambas zonas de cobertura principales.

El Sistema de Comunicaciones permite:

- La comunicación doméstica dentro de cada Campamento.
- La comunicación extendida hacia otros obradores fuera del área de cobertura local.
- La comunicación punto a punto, sin intervención de repetidoras, dentro del alcance propio de cada tipo de equipo (Handy, móvil).

- Tener varios grupos de tareas, operando en distintas frecuencias sin interferirse entre sí.
- Comunicación privada para la Inspección.
- Dar servicio a un estimado de 45 usuarios por zona de cobertura principal (90 en total, contabilizados Handy, móviles y bases).

Etapa Final:

Incluye el alcance final del sistema y estará disponible aproximadamente a partir de los seis meses de iniciado el proyecto de comunicaciones.

La cobertura incluye, además de las zonas propias de obra y Villas, las localidades de Puerto Santa Cruz, Comandante Piedrabuena y El Calafate, a lo largo de las rutas provinciales 17 y 9.

También está prevista la cobertura para la ejecución de la LAT 132 Kv desde la Estación Transformadora Río Santa Cruz hacia las presas.

Las características del sistema proyectado son:

- Diferentes niveles de usuarios, siendo el primer nivel los correspondientes a los servicios de emergencias y seguridad.
- Posibilidad de formar grupos de trabajo independientes y con comunicación segura.
- Geolocalización, mensajes de texto corto entre usuarios, llamadas telefónicas a los internos del Sistema de telefonía, a través de las centrales IP,
- Control Centralizado de Gestión.

### **b) Sistema de Comunicaciones Digital por Microondas**

Se definió este Sistema como vínculo de transporte entre los puntos de acceso a datos (Comandante Piedrabuena y El Calafate) y las zonas de obras.

En primera instancia, y hasta que se termine el Sistema de Comunicaciones Digital SDH por Fibra Óptica asociado a la LAT 132kV (aproximadamente a 15 meses del inicio), será el sistema principal de Transporte, luego pasará a cumplir la función de sistema de respaldo.

Se consideró una capacidad de tráfico de 30 Mbps para los primeros 6 meses, que escala a 300 Mbps para el desarrollo pleno de la obra.

### **c) Sistema de Comunicaciones Celulares**

Este Sistema será desarrollado de manera conjunta con las empresas que brindan servicio de Telefonía Celular en la Región de influencia en donde se construirán las presas.

Los lineamientos determinados para este Sistema son los siguientes:

El despliegue se dividirá en 2 etapas.

- Inicio: en el momento inicial, no habrá estructuras de altura por lo que se brindará Comunicación Celular a través de enlaces satelitales. Tiempo estimado de esta etapa: 1 año.
- Obra: a partir de que estén construidas las Estructuras portantes (Torres/Mástiles), se instalará una Red de Telefonía Celular de Tecnología 3G. Para el despliegue de las bases celulares, las estructuras previstas, sus características, ubicaciones y cargas estarán determinadas por el Sistema de Microondas.

A fin de escalar este Sistema se tomará como base el histograma previsto para ingreso de personal a obra.

#### **d) Sistema de Networking: (Red de Datos, Videoconferencia, WIFI, Telefonía por Voip)**

El Sistema de Networking es para brindar servicio de Datos, Computación, Mail, SAP, Videoconferencia, Telefonía IP, Wireless, Seguridad por Videocámaras, tanto para los Obradores como así también para las Villas Temporarias NK y JC. Quedando la misma en correcto funcionamiento, tanto para la Obra Civil en sí misma, como así también para el descanso y esparcimiento del personal afectado a la obra en sus Villas de residencia.

#### **e) Sistema de Televisión**

Este Sistema está previsto para brindar entretenimiento e información al personal de Obra, en las Villas Temporarias y en las Oficinas Centrales, fundamentalmente en la zona de guardias para estar atentos a los informes meteorológicos. Se prevé la toma de señal de alguna Empresa prestadora de TV por Cable, la TDA o de Empresas de TV por Satélite.

#### **f) Sistema de Comunicaciones Digital SDH por Fibra Óptica**

Esta Sistema se realizará por el hilo de guarda de FO del tipo OPGW que se colocará sobre las Líneas Eléctricas de Alta Tensión de 132 KV que unirá a la localidad de Comandante Luis Piedrabuena y las presas. El mismo permitirá contar con un mayor Acho de Banda, para permitir sacar todos los datos e información necesaria que haga falta desde y hacia las presas, para contar con un sistema moderno y fluido de las Comunicaciones.

#### **Descripción de todos los Materiales para el Desarrollo de todos los Sistemas de Comunicaciones de ambas Represas.**

- Estructuras portantes tipos Torres o Mástiles de Comunicaciones de entre 60 m a 90 m de altura.
- Antenas para Equipos de VHF.
- Antenas para Equipos Celulares.
- Antenas parabólicas para Transmisión de Datos Satelitales.
- Antenas parabólicas para Transmisión de Celulares Satelitales.
- Antenas parabólicas para Televisión Vía Satelital.
- Antenas parabólicas para Transmisión por Microondas.
- Radiobases de Transmisión/Recepción para Equipos de VHF.
- Radiobases de Transmisión/Recepción para Equipos Celulares de 2G vía Satélite.
- Radiobases de Transmisión/Recepción para Equipos Celulares de 3G por Microondas.
- Shelters tipo contenedores con Equipos de frío/calor para el alojamiento de los diferentes equipamientos que componen las Redes.
- Equipos Rectificadores/Convertidores de energía eléctrica de 220 VCA en 48 VCC.
- Bancos de Baterías de 48 VCC para reserva de energía.
- Multiplexores de señal digital de alta frecuencia para distribuir/enrutar las comunicaciones.
- Switches de señal digital.
- Routers de señal digital.

- Amplificadores ópticos de señal digital.
- Distribuidores de fibra óptica.
- Racks de comunicaciones para alojamiento de equipos.
- Handys, Móviles y Portátiles para la comunicación por VHF.
- Teléfonos Celulares para la comunicación celular y/o redes Wifi.

#### 4.7 ÁREAS DE PRÉSTAMO Y CANTERAS

De acuerdo a lo establecido en el Pliego, el Contratista podrá obtener los materiales necesarios para la ejecución de los terraplenes de la presa y otras obras, de las excavaciones realizadas para las obras permanentes, y de las áreas de préstamos y canteras, cuya ubicación y características fundamentales figuran en los planos de proyecto; u otras alternativas de yacimientos que apruebe la Inspección.

En dichos planos se indicó la ubicación de varios yacimientos naturales de posible utilización para la obtención de los materiales necesarios para la obras. Estos sitios fueron estudiados durante las décadas del '70 y '80 por la empresa estatal Agua y Energía Eléctrica (AyEE) para determinar la factibilidad de construcción de los aprovechamientos hidroeléctricos sobre el río Santa Cruz. Como se mencionó anteriormente, los sitios para la construcción de las presas NK y JC fueron seleccionados por ser uno de los pocos estrechamientos naturales que presenta el río Santa Cruz en su recorrido que ofrecen la facilidad de construir dos Presas de tipo CFRD debido a los abundantes yacimientos granulares que existen en las adyacencias.

La UTE ha evaluado las áreas de préstamos incluidas en los planos de proyecto resolviendo proceder a la explotación de algunos de los mismos.

De acuerdo con el perfil típico presentado en la oferta del Contratista, para la construcción de las presas serán necesarios los siguientes materiales pétreos:

- a) Material 1A: Es el material empleado como sellador natural en el sector del plinto y los niveles inferiores de la pantalla de hormigón. El material es un suelo del tipo limo arenoso o con una granulometría inferior. El pasante del tamiz 200 de este material debe superar el 20%.
- b) Material 1B, random de protección del material 1A. Se utilizará material aluvional sin clasificar.
- c) Material 2A, arenas y gravas finas bien graduadas (<#1/2") que actúan de filtro del material 1A. Material empleado para el apoyo de la junta perimetral. El contenido de finos puede variar entre 5 y 10%.
- d) Material 2B, arenas y gravas bien graduada (<#1 1/2") y pocos finos (<10%), de apoyo de la losa de hormigón del talud de aguas arriba. El entorno granulométrico aproximado es el siguiente (Boletín 70 ICOLD, 1989 modificado):
  - 3" (76,2mm) 100%
  - 1 1/2 " (38 mm) 70 – 100 %
  - 3/4 " (18 mm) 55 – 80 %
  - N°. 4 (4.8 mm) 35 – 60 %
  - N°. 40 (0,425 mm) 5 – 25 %
  - N°. 200 (0,074 mm) 0 - 7%
- e) Material 3A, gravas bien graduadas (90-100% <3") que actúa de transición entre el material 2B y el material 3B. Es de aplicación el siguiente entorno granulométrico aproximado:
  - 3" (76 mm) 90 – 100 %
  - 1 1/2 " (38 mm) 70 – 95 %
  - 3/4 " (18 mm) 50 – 80 %
  - No. 4 (4.8 mm) 20 – 55 %
  - No. 40 (0,42 mm) 5 – 25 %

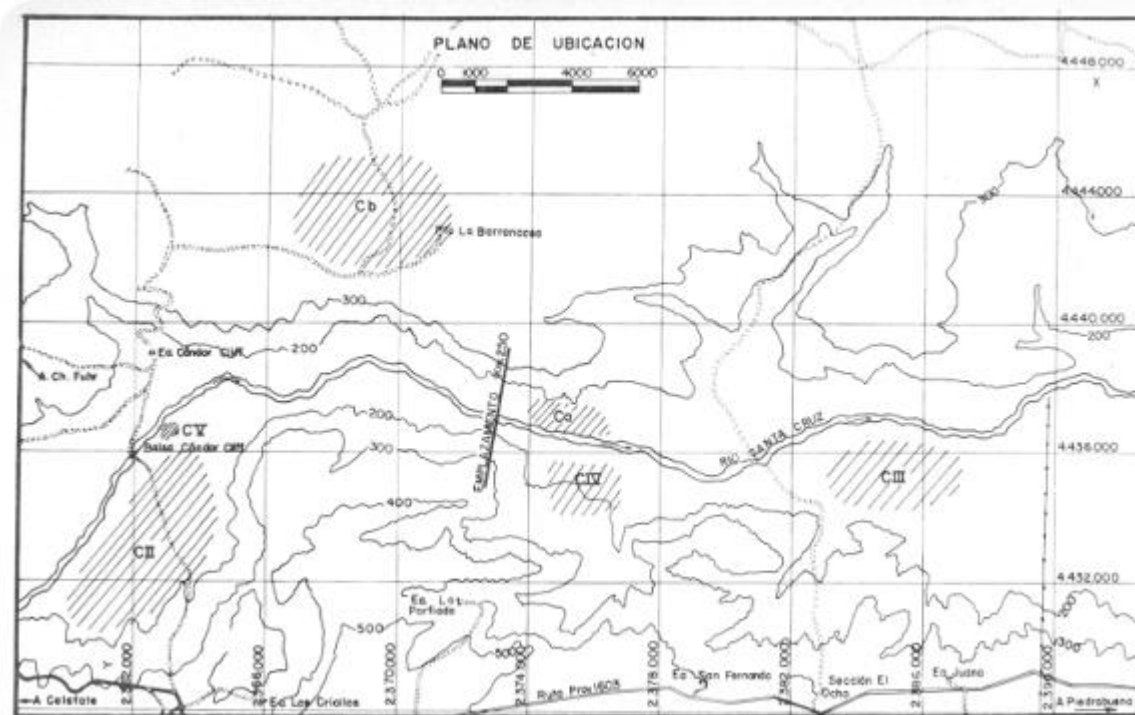
- No. 200 (0,074 mm) 2 – 12 %
- f) Material 3B, gravas bien graduadas (80-100% <3”), con tamaño máximo de 100cm, en el cuerpo principal de la presa, aguas arriba del eje. Es de aplicación el siguiente entorno granulométrico aproximado:
- 3” (76 mm) 80 – 100 %
  - 1 1/2 “ (38 mm) 50 – 90 %
  - 3/4 “ (18 mm) 25 – 60 %
  - No. 4 (4.8 mm) 20 – 55 %
  - No. 40 (0,42 mm) 10 – 30 %
  - No. 200 (0,074 mm) 0 – 5 %
- g) Material 3C, gravas de aluvión con tamaño máximo de 200cm, en el cuerpo de la presa aguas abajo del eje.
- h) Material D; arenas para el dren inclinado ubicado entre el material 3A y 3B y del dren horizontal. Es una grava seleccionada, de forma de cumplir adecuadamente con las leyes de filtros en función de los materiales con los cuales se encuentra vinculado. Se emplearán materiales naturales o eventualmente roca triturada, dura, sana y durable. No deben usarse materiales no sanos, que se desintegren fácilmente durante el manipuleo, la colocación o por efecto de la intemperie. Se indica a título indicativo la siguiente distribución granulométrica.
- 4” (100 mm) 100 %
  - 3” (76 mm) 80-100 %
  - 1 1/2” (38 mm) 50-90 %
  - 3/4 “ (19 mm) 25-75 %
  - N° 4 (4.75 mm) 20-55 %
  - N° 200 (0,076 mm) 0-5 %
- i) Material 4: enrocado de protección de talud de aguas abajo con tamaño de fragmento de roca de hasta 0,5m.
- j) Áridos para hormigón H-21

A continuación se presentan los sitios seleccionados para la obtención de los materiales de construcción en relación a cada una de las presas.

#### **4.7.1 Yacimientos a explotar en el sitio de la presa NK**

Particularmente, en el sitio de emplazamiento de la presa NK fueron estudiados 6 yacimientos denominados CII, CIII, CIV, CV, Ca y Cb (Figura 4-25).





**Figura 4-25. Ubicación de los yacimientos estudiados por AyEE en el sitio de la presa NK.**

En esa época la alternativa estudiada era la de presas de enrocado con núcleo de arcilla por lo que los yacimientos CII, CIV y Cb se estudiaron en busca de materiales para los espaldones de la presa y para el núcleo, en tanto que los yacimientos CIII y Ca solo para material de espaldones. El yacimiento CV se estudió en busca de materiales para hormigón. Todos los yacimientos de materiales granulares se ubican sobre terrazas fluvio-glaciales y fluviales aledañas al curso actual del río Santa Cruz.

En función de la proximidad de los yacimientos CIV y Ca a la presa y a las excavaciones permanentes del canal de desvío y de los canales de restitución del vertedero y del circuito de generación, se ha optado por utilizarlos como fuente de materiales para la presa y para los hormigones.

A continuación se presenta una breve descripción de las características geológicas y granulométricas de los depósitos de los citados yacimientos.

### **Yacimiento CIV**

Se encuentra ubicado a unos 3 km aguas abajo del sitio de emplazamiento de la presa NK sobre la Margen Derecha del río Santa Cruz y a 1km de la isla. El volumen cubicado es aproximadamente de 7.500.000 m<sup>3</sup> con una predominancia de materiales granulares (GW-GP), cubierto en sectores por sedimentos modernos (arenas, limos y arcillas) que forman suelos impermeables.

A través de la excavación de diferentes pozos exploratorios se estudiaron los depósitos fluviales del valle y glaciales de la terraza alta.

Agrupando los pozos excavados por ambiente geológico de formación, el análisis se dividió en dos grupos: a) los pozos excavados en depósitos fluviales del río Santa Cruz (depósitos de valles) (cotas 120-140m) y b) los pozos excavados en los depósitos glaciales de la terraza alta (depósitos de la terraza alta (cotas 170 a >200m). Para tornar más realista el análisis, se incluyó la ponderación de las fracciones granulométricas en función del espesor de los estratos.

Las curvas granulométricas promedio de los depósitos del valle mostraron un coeficiente de uniformidad alto (>10) indicando suelos no uniformes, con bajo contenido de finos (<5%), menos de 6% de fracción mayor de 3", 67% de gravas y 18% de arenas. Según la clasificación SUCS son suelos del tipo GW-GM a GW-GC, es decir gravas limpias bien graduadas con finos arcillosos (limosos) de baja plasticidad. Se observa que los materiales del valle cumplen relativamente bien con los materiales requeridos para la obra, fundamentalmente el material 2A. Sin embargo los suelos tienen cierto déficit de arena que podría compensarse en parte separando la fracción mayor de 3".

En el caso de los depósitos de la terraza alta, las curvas promedio mostraron que los suelos hasta 4m de profundidad son muy heterogéneos coherente con la naturaleza de formación de los mismos. Se observa que si bien el coeficiente de uniformidad es alto, indicando suelos no uniformes, el alto contenido de finos (0%-43%) impone una restricción importante para su aprovechamiento como material del cuerpo de la presa. La fracción mayor de 3" es en promedio de 10% pudiendo ser el doble en algún sector del yacimiento. Las gravas representan 40% en promedio mientras que las arenas representan 30%. Según la clasificación SUCS, el suelo promedio se podría clasificar como SM-SC (arenas arcillosas y limosas) con finos de baja plasticidad (CL-ML).

### **Yacimiento Ca**

Es el yacimiento más próximo al cierre de la presa NK aguas abajo del mismo, sobre la Margen Izquierda y por fuera del área de inundación de los embalses (dentro del área de expropiación de la presa NK). Se ubica en la terraza fluvial inferior del río Santa Cruz donde yacen horizontes de materiales granulares (preferentemente gravillas). Este sitio se ubica donde se realizarán las excavaciones de los canales de restitución del vertedero y del circuito de generación por lo cual adquiere especial interés para aprovechar los materiales de excavación en la construcción de la presa.

De acuerdo a los resultados de los análisis de las muestras obtenidas de diferentes pozos exploratorios, las curvas promedio muestran un coeficiente de uniformidad alto (>15) indicando suelos no uniformes, con bajo contenido de finos (<6%), menos de 4% de fracción mayor de 3", 44% de gravas y 46% de arenas en promedio. Según la clasificación SUCS son suelos transicionales entre SW(SM-SC) y GW(GM-GC), es decir arenas y gravas limpias bien graduadas con finos arcillosos (limosos).

Se observó que los materiales del yacimiento Ca cumplen mejor que los del yacimiento CIV con la premisa de la obra, fundamentalmente el material 2A. En principio la presencia de bancos de arenas limosas/arcillosas al interior de los depósitos de grava, no constituyen un problema para la explotación integral del yacimiento. De acuerdo a la información de proyecto brindada por la UTE se interpreta que se ha decidido proceder únicamente a la explotación del yacimiento Ca.

### **4.7.2 Yacimientos a explotar en el sitio de la presa JC**

En el sitio de emplazamiento de la Presa J. Cepernic fueron estudiados 6 yacimientos denominados BI, BII, BIII, BIV, Ba y Bb (Figura 4-26).



Las curvas granulométricas del Yacimiento BI promedio mostraron un coeficiente de uniformidad alto (>15) indicando suelos no uniformes, con bajo contenido de finos (<5%), menos de 5% de fracción mayor de 3", 63% de gravas y 30% de arenas. Según la clasificación SUCS son suelos del tipo GW-GP, es decir gravas limpias bien a pobremente graduadas. Los finos encontrados en algunos depósitos son básicamente arcillas y limos de baja plasticidad.

De la superposición de las curvas de los materiales 2A (según pliego) y 2B (Boletín 70 ICOLD modificado) con la curva promedio del yacimiento BI, se observó que los materiales del yacimiento atienden con el requerimiento de este tipo de materiales para la presa.

El otro yacimiento a explotar para la obtención de los materiales requeridos por la presa JC, se ubica aguas debajo del cierre. Por sus características, este yacimiento guarda relación con el Yacimiento Bb estudiado en los planos de proyecto. De acuerdo a la ubicación definida en los planos provistos por la UTE, este yacimiento se encuentra parcialmente contenido en el área de expropiación de la presa JC y no será cubierto por el embalse.

Para el yacimiento Bb las curvas granulométricas promedio mostraron un coeficiente de uniformidad alto (>15) indicando suelos no uniformes, con bajo contenido de finos (<5%), menos de 8% de fracción mayor de 3", 62% de gravas y 28% de arenas en promedio. Según la clasificación SUCS son gravas limpias bien graduadas (GW).

De la superposición de las curvas de los materiales 2A (según pliego) y 2B (Boletín 70 ICOLD modificado) con las fajas granulométricas de los materiales 2A (según pliego) y 2B (rojo) (Boletín 70 ICOLD modificado), se observa que los materiales del yacimiento Bb cumplen relativamente bien con la faja de material 2A. El yacimiento tiene deficiencia de arenas lo que impide que se ajuste a los requerimientos del Material 2B.

## 5 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

### 5.1 MATERIALES E INSUMOS

A continuación se mencionan los principales recursos, productos e insumos que serán requeridos para la etapa de construcción de las presas.

#### 5.1.1 Materiales para relleno y hormigones

Como se mencionó anteriormente el material de relleno necesario para la ejecución de los terraplenes de las presas y otras obras, podrá obtenerse de las excavaciones o de la explotación de yacimientos. La UTE ha evaluado las áreas de préstamos y canteras incluidas en los planos de proyecto del Pliego resolviendo proceder a la explotación de varios de los mismos. El detalle de los yacimientos que se prevé explotar se presentó anteriormente en el punto 4.7.

Los materiales provenientes de los yacimientos así como el volumen de material resultante de las excavaciones en aluvi3n, serán debidamente procesados para cumplimentar con las especificaciones técnicas vigentes.

La denominaci3n de los materiales a utilizar en los rellenos de las presas es la siguiente:

- Material 1A Sellador de Plinto y niveles inferiores de pantalla de hormig3n
- Material 1B Protecci3n del material 1A
- Material 2A Apoyo de junta perimetral
- Material 2B Apoyo de losa de hormig3n o pantalla
- Material 3A Cuerpo de la Cortina
- Material 3B Espald3n central de la presa, transici3n entre material 3A y 3C
- Material 3C Espald3n aguas debajo de la presa
- Material 4 Protecci3n de talud aguas abajo
- Material 5 Pantalla de impermeabilizaci3n
- Material D Drenes

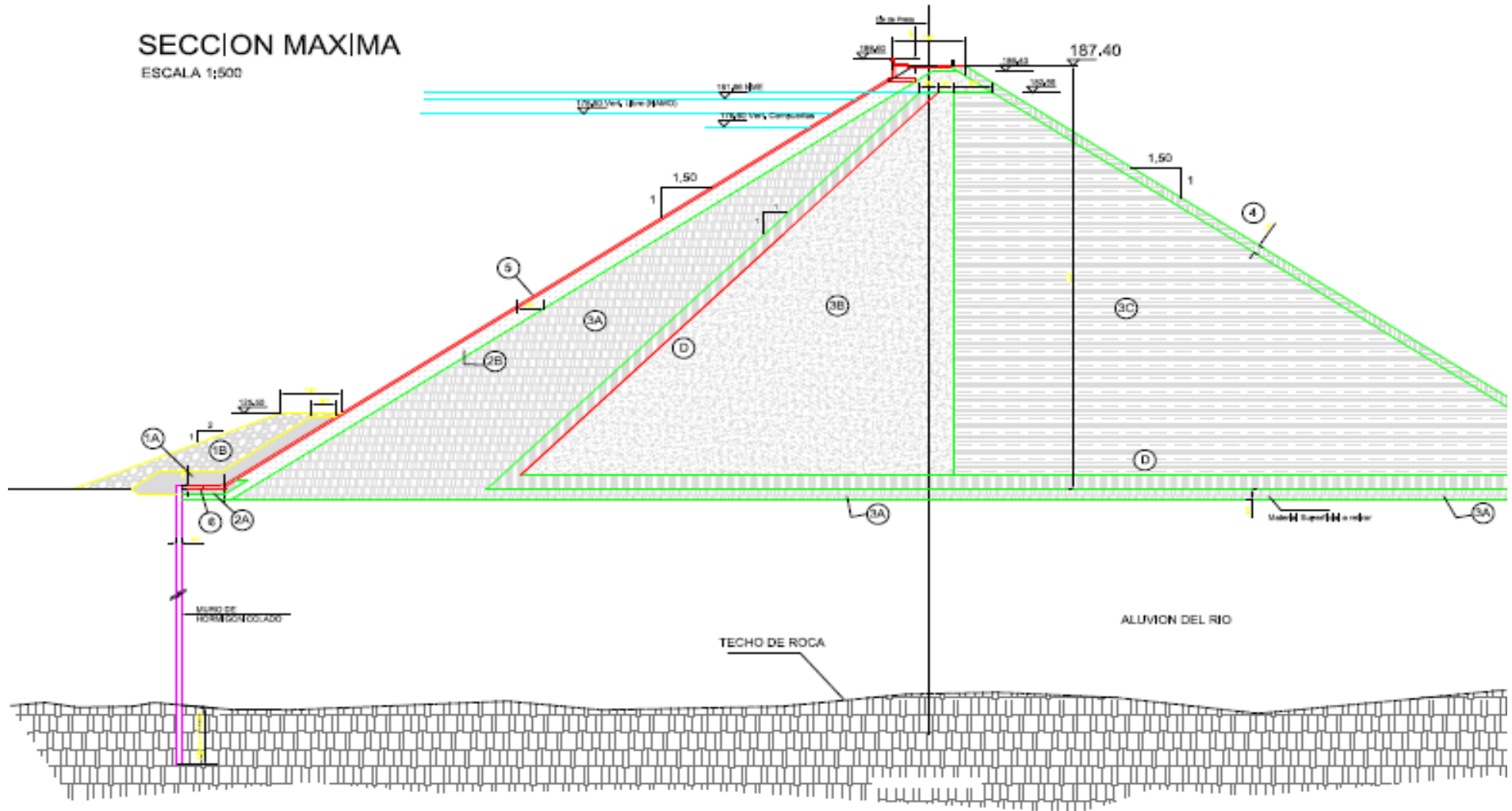
Las especificaciones t3cnicas de los materiales requeridos se ha incluido anteriormente en el punto 4.7.

En la Figura 5-1 se puede observar un esquema de la distribuci3n de los diferentes materiales de relleno de las presas.

En los esquemas de la Figura 5-2 y Figura 5-3 se muestra la subdivisi3n esquemática de las presas en tramos, para los cuales se calcularon los volúmenes de relleno y los distintos tipos de materiales previstos de acuerdo a la oferta presentada por la UTE.

Los diagramas tiempo-distancia de la Figura 5-4 y Figura 5-5 muestran gráficamente el desarrollo en el tiempo de los rellenos en los distintos tramos, así como las producciones mensuales previstas. Durante la construcci3n de las presas los niveles de los rellenos en los distintos tramos se mantendrán con las menores diferencias que sean las posibles.





**Figura 5-1. Detalle de presa.**

Grafico N°3

Perfil Longitudinal - Presa Pte. N. Kirchner

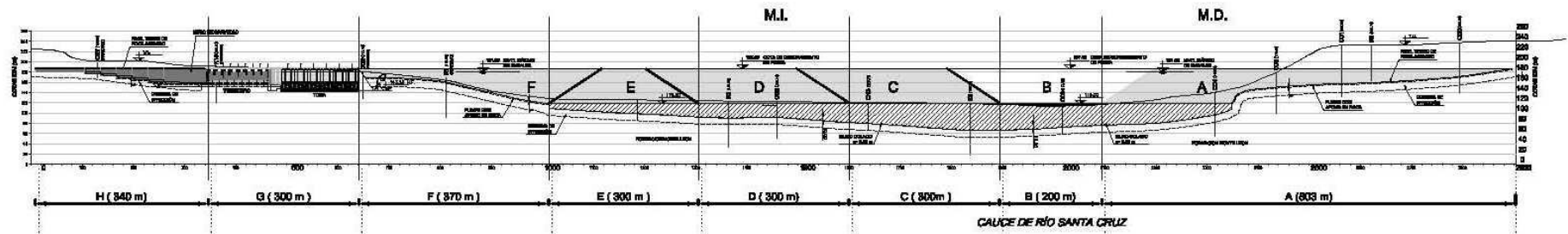


Figura 5-2. Perfil Longitudinal Presa NK.

Grafico N°3

Perfil Longitudinal - Presa Gdor. J. Cepernic

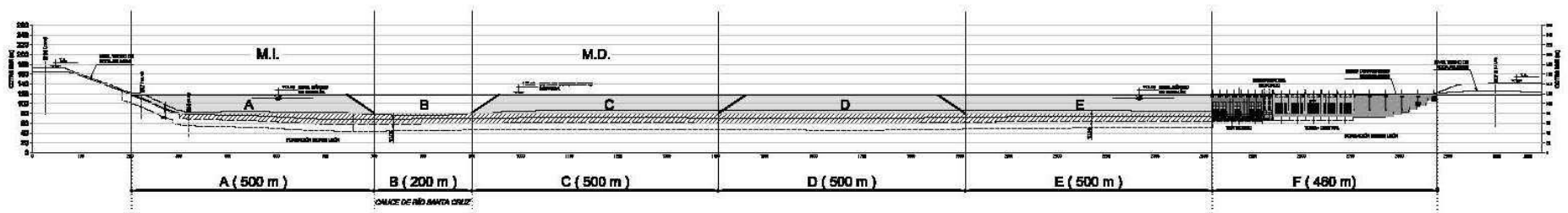


Figura 5-3. Perfil Longitudinal Presa JC.

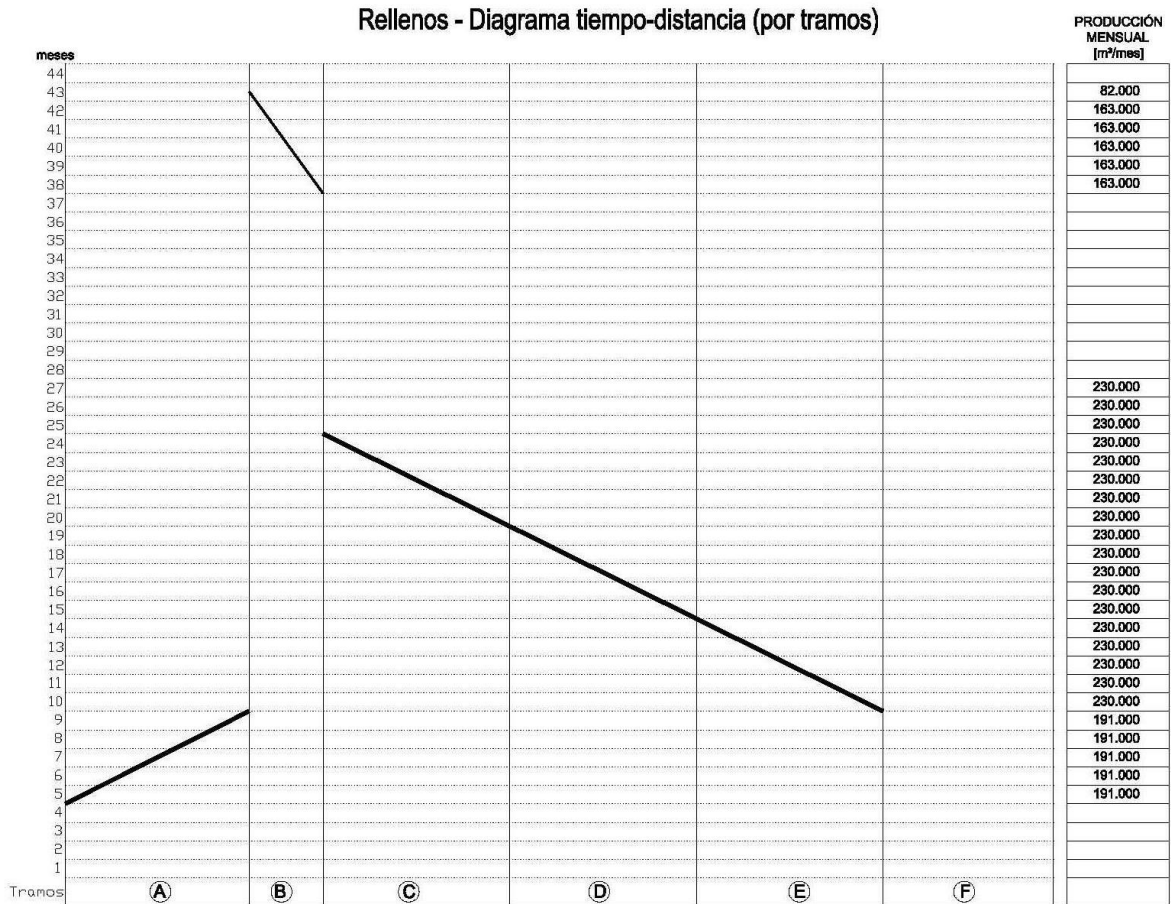
Tabla 5-1. Volúmenes de terraplenes Presa NK (Tramos A>H).

Tramos	Total m³ por tipo de materiales									Cantidad por tramo	Duración (meses)	m³ /mes		
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	3C	D	M 4			A	B	C-F
A	63.370	34.233	2.342	126.750	450.906	408.348	801.567	152.545	44.880	2.084.942	6	347.490		
B	36.706	74.500	3.623	100.439	560.026	571.172	1.113.154	173.014	53.517	2.686.152	6		447.692	
C	35.947	90.695	4.075	104.044	503.633	507.455	988.827	159.715	49.486	2.443.878	22			111.085
D	25.211	63.521	3.499	120.369	605.849	622.899	1.283.175	196.904	62.673	2.984.100	22			135.641
E	11.566	29.651	1.876	74.655	364.173	374.070	782.799	120.270	38.610	1.797.669	22			81.712
F	0	0	1.484	68.544	309.414	286.055	706.478	122.751	44.534	1.539.260	22			69.966
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<b>Total</b>	<b>172.800</b>	<b>292.600</b>	<b>16.900</b>	<b>594.800</b>	<b>2.794.000</b>	<b>2.770.000</b>	<b>5.676.000</b>	<b>925.200</b>	<b>293.700</b>	<b>13.536.000</b>		<b>347.490</b>	<b>447.692</b>	<b>398.405</b>

Tabla 5-2. Volúmenes de terraplenes Presa JC (Tramos A>H).

Tramos	Tipos de materiales									Cantidad por tramo	Duración (meses)	m³ /mes		
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	3C	D	M 4			A	B	C-F
A	13.242,08	22.857,87	4.489,69	60.817,58	274.206,54	154.186,01	268.909,75	112.196,67	44.992,10	<b>955.898</b>	5	191.180		
B	24.705,79	42.646,01	5.142,24	44.117,91	230.274,96	157.033,59	279.089,59	82.323,89	32.466,20	<b>897.800</b>	5,5		163.236	
C	52.441,71	90.522,49	10.593,38	86.746,56	392.327,75	250.173,82	433.883,66	155.394,37	58.070,38	<b>1.530.154</b>	18			85.009
D	48.724,64	84.106,26	9.842,52	80.597,97	315.995,13	182.725,85	306.487,78	139.622,35	49.899,36	<b>1.218.002</b>	18			67.667
E	53.685,79	94.467,36	10.832,17	89.619,98	351.195,63	203.080,73	340.629,21	154.862,72	55.371,95	<b>1.353.746</b>	18			75.208
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0</b>				
<b>Total</b>	<b>192.800,00</b>	<b>334.600,00</b>	<b>40.900,00</b>	<b>361.900,00</b>	<b>1.564.000,00</b>	<b>947.200,00</b>	<b>1.629.000,00</b>	<b>644.400,00</b>	<b>240.800,00</b>	<b>5.955.600</b>		191.180	163.236	227.883





**Figura 5-5. Rellenos - Diagrama tiempo-distancia (por tramos) para la presa JC.**

Aquellos materiales que por su granulometría no puedan obtenerse naturalmente de los distintos yacimientos se obtendrán por procesos continuos mediante una planta de tratamiento de áridos. Las humedades adecuadas a cada material podrán obtenerse con incorporación de agua con camiones regadores sobre la presa o bien dándole la humedad en el yacimiento, previo a su carguío.

**Flujograma de los materiales**

Los siguientes flujogramas de materiales muestran el origen y el destino de los materiales previstos en el proyecto para cada una de las presas, ya sea tanto en la presa propiamente dicha como en las estructuras de hormigón.



## FLUJOGRAMA DE LOS MATERIALES (origen y destino) - Presa Pte. Néstor Kirchner

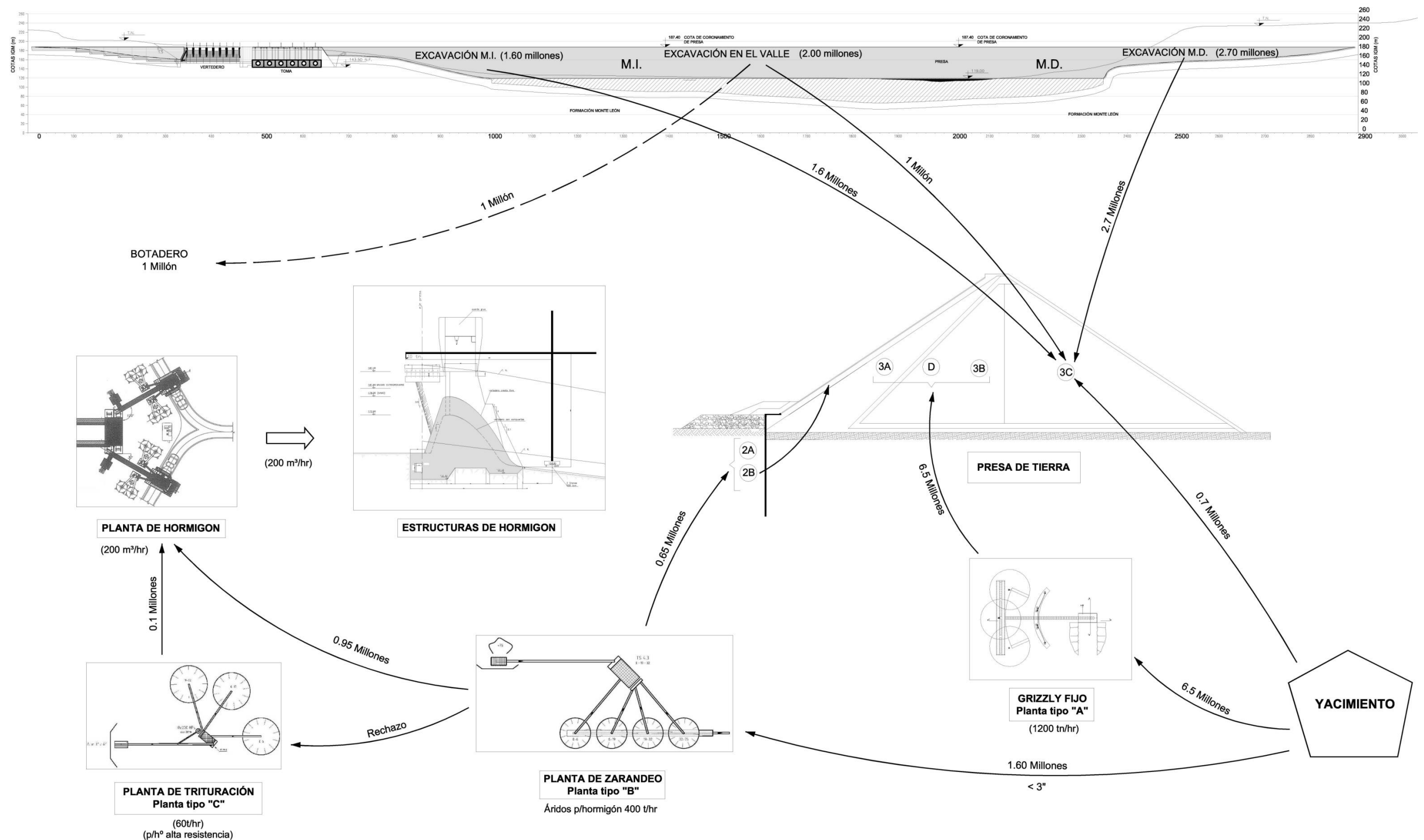


Figura 5-6. Flujo de los materiales (origen y destino) – Presa NK.

## FLUJOGRAMA DE LOS MATERIALES (origen y destino) - Presa Gdor. Jorge Cepernic

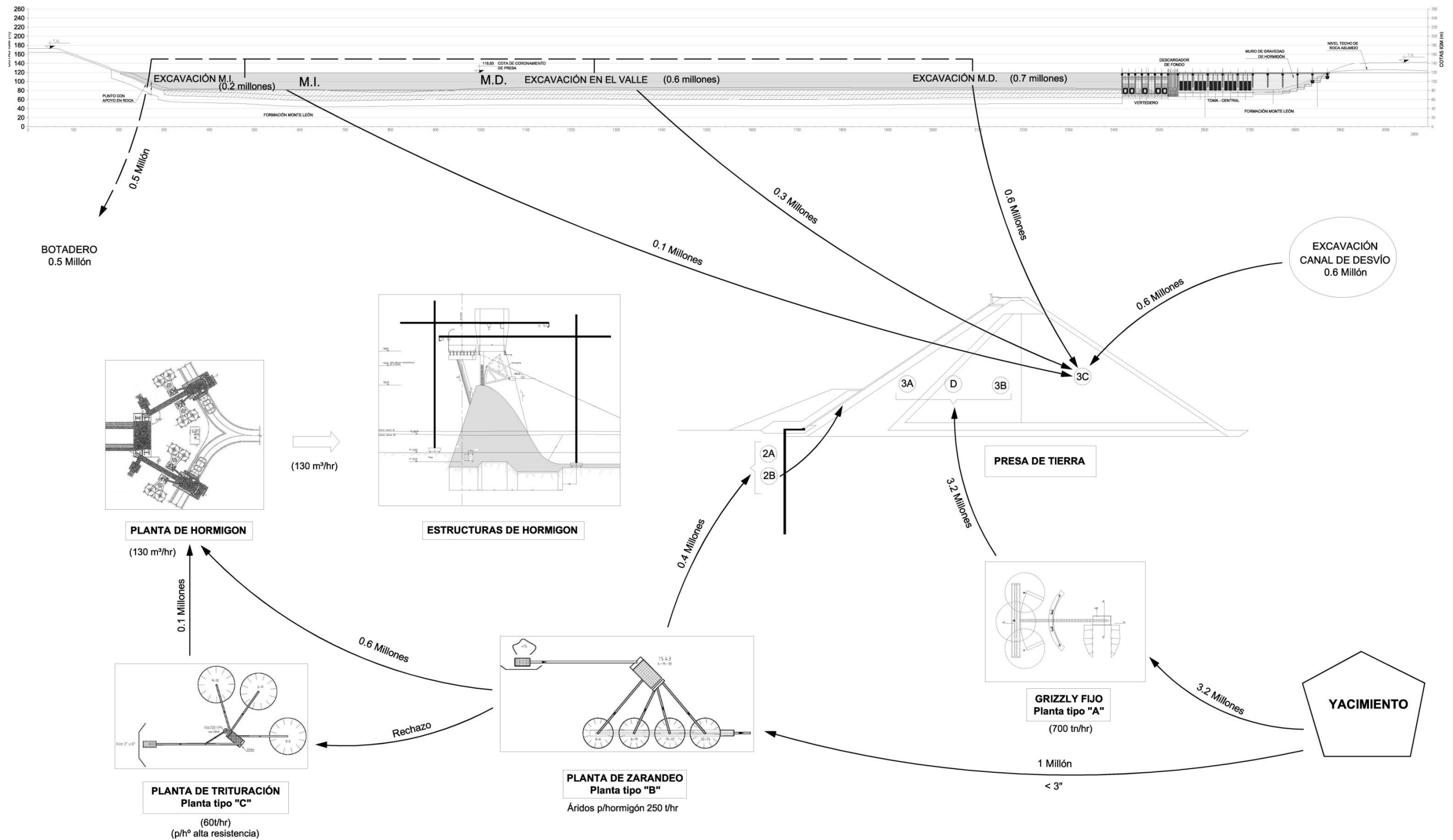


Figura 5-7. Flujo de los materiales (origen y destino) – Presa JC.

### 5.1.2 Plantas de tratamiento de áridos

Para el tratamiento de los áridos se utilizarán tres tipos de plantas, según su especificación y uso de los mismos.

- Grizzly Fijo (Planta Tipo “A”)
- Planta de Zarandeo (Planta Tipo “B”)
- Plantas de Zarandeo y Trituración (Planta Tipo “C”)

#### Grizzly Fijo

Para la obtención de los áridos de tipología 3A, 3B y Dren se utilizarán plantas fijas de corte en 3” respetando el tamaño máximo indicado en las Especificaciones Técnicas. Estas se componen de una grilla donde se separan los áridos de más de 3”, dejando pasar el resto de los tamaños inferiores que componen la granulometría necesaria.

Una vez tratados se conducen por una cinta hasta su lugar de acopio, separándolos en tres cúmulos según la especificación de cada uno. Por debajo de los acopios se materializará un túnel con una cinta que distribuirá los materiales según necesidad y uso.

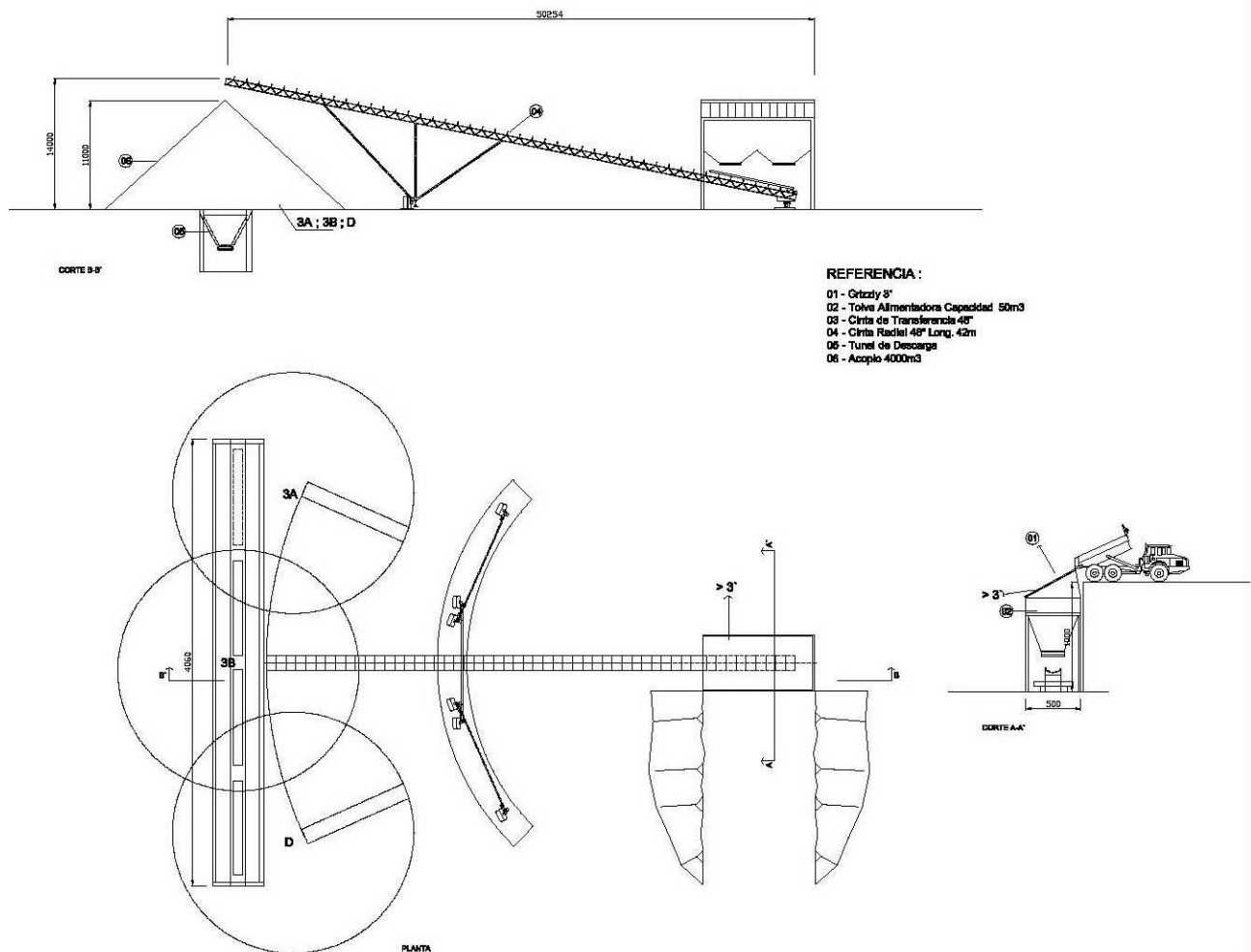
Las plantas se ubicarán de forma tal de minimizar los recorridos del material sin procesar.

Para el caso de la obra de la presa NK, la planta tendrá una capacidad instalada de 1.200 tn/h. Esta capacidad de producción horaria se determinó considerando un total de 6,5 millones de m<sup>3</sup>/presa o su equivalente a 13,6 millones de toneladas.

- $Prod = 13.600.000 \text{ tn} / (29 \text{ meses} \times 24 \text{ días/mes} \times 16 \text{ hs/mes}) \approx 1.200 \text{ tn/h}$

Por su parte, el Grizzly Fijo asociado a las obras de la presa JC, tendrá una capacidad instalada de 700 tn/h. Esta capacidad de producción horaria se estableció considerando un total de 3,2 millones de m<sup>3</sup>/presa o su equivalente a 6,7 millones de toneladas.

- $Prod = 6.700.000 \text{ tn} / (30 \text{ meses} \times 24 \text{ días/mes} \times 14 \text{ hs/mes}) \approx 700 \text{ tn/h}$



**Figura 5-8. Esquema de planta y vista de Grizzly Fijo.**

### **Planta de Zarandeo**

Para la obtención de los áridos de Tipología 2A, 2B y los áridos para hormigones se utilizarán plantas de zarandeo vibrantes que contarán con las cribas necesarias para obtener los distintos tipos de tamaños.

En el caso del material tipo 2A, la planta contará con dos mallas, la primera separará los áridos mayores a 2" y la segunda separará los áridos comprendidos entre 1/2" y 2", dejando pasar todo el material comprendido entre 0 y 1/2", cumpliendo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas Generales del Proyecto.

En el caso del material tipo 2B, la planta contará con dos mallas, la primera separará los áridos mayores a 3" y la segunda separará los áridos comprendidos entre 1 1/2" y 3", dejando pasar todo el material comprendido entre 0 y 1 1/2".

Las plantas contarán con una tolva alimentadora con una grilla que rechazará todo material por encima de las 3" o 2" según corresponda. A partir de allí una cinta de transferencia de 48" llevará el material pasante a la zaranda donde se clasificará el árido según el tamaño máximo requerido.



La planta vibrante asociada a las obras de la presa NK tendrá una capacidad de producción de 250 t/h totales. Esta capacidad se determinó considerando la necesidad de procesar 2 millones de toneladas para el material 2A y 2B, valor que se obtiene suponiendo una potencia de yacimiento cercana al 60%.

- Prod =  $2.000.000 \text{ t} / (22 \text{ meses} \times 25 \text{ días/mes} \times 14 \text{ hs/mes}) \approx 250 \text{ tn/h}$

Por su parte, la planta asociada a la presa JC, tendrá una capacidad de producción de 150 t/h totales. De la misma manera que en el caso anterior, su capacidad se determinó considerando la necesidad de procesar 2 millones de toneladas para el material 2A y 2B, valor que se obtiene suponiendo una potencia de yacimiento cercana al 60%.

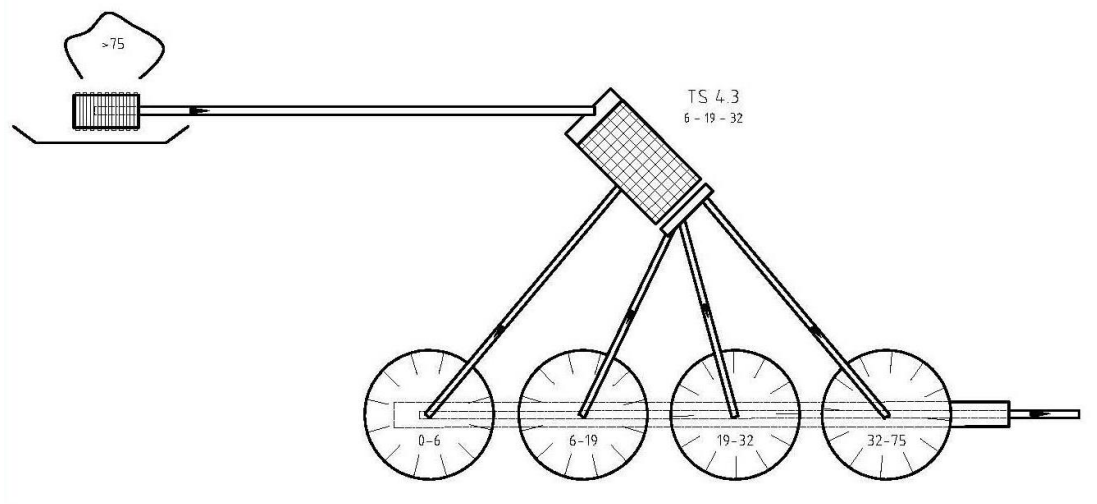
- Prod =  $1.000.000 \text{ t} / (24 \text{ meses} \times 24 \text{ días/mes} \times 14 \text{ hs/mes}) \approx 150 \text{ tn/h}$

Para la obtención de las fracciones necesarias para la elaboración de los hormigones se utilizará una segunda planta de zarandeo vibrante. Las fracciones a obtener son las siguientes:

- Arena Gruesa
- Canto Rodado  $\frac{1}{4}'' - \frac{3}{4}''$
- Canto Rodado  $\frac{3}{4}'' - 1''\frac{1}{2}$
- Canto Rodado  $1''\frac{1}{2} - 3''$

La misma contará con una tolva alimentadora con una grilla que rechazará todo material por encima de las 3". A partir de allí una cinta de transferencia de 48" llevará el material pasante a la zaranda de tres pisos donde clasificará el árido según los tamaños especificados. Cada fracción es conducida por una cinta al acopio final desde donde serán conducidas a la planta de hormigón.

En el caso de las obras de la presa NK, esta planta de zarandeo tendrá una capacidad de producción de 400 t/h, a fin de satisfacer una demanda de 200 m<sup>3</sup>/hr de hormigón elaborado. Para la planta asociada a la presa JC se calcula una planta con capacidad de producción de 270 tn/hr totales, a fin de satisfacer una demanda de 130 m<sup>3</sup>/hr de hormigón elaborado.



**Figura 5-9. Planimetría de la Planta de Zarandeo.**



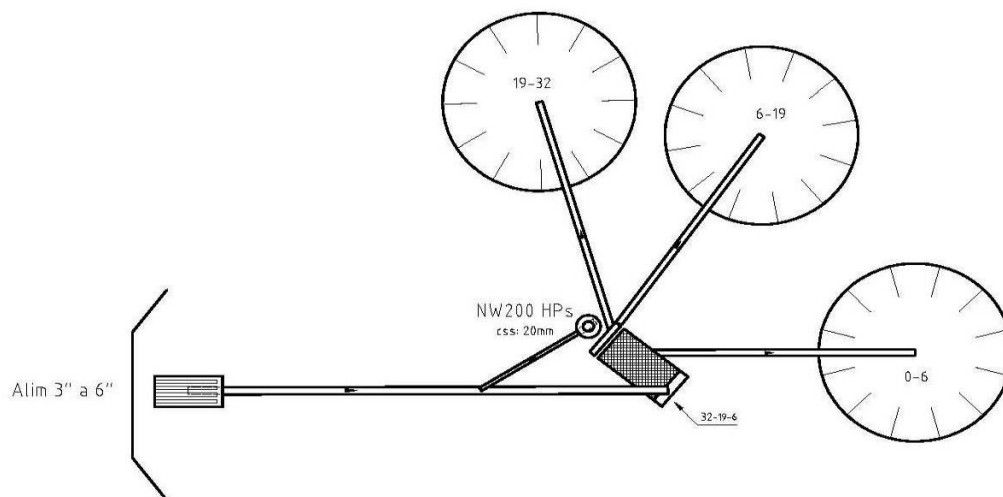
## Plantas de Zarandeo y Trituración

Para la obtención de los áridos triturados para hormigones de alta resistencia se utilizará una planta de trituración y zarandeo que proporcionará las siguientes fracciones:

- Arena de trituración 0 - 1/4"
- Canto Rodado triturado 1/4" - 3/4"
- Canto Rodado triturado 3/4" - 1"1/2

Esta planta contará con un triturador primario a mandíbula de 60 tn/hr de capacidad de producción, accionado por motor eléctrico de 50 CV, Triturador secundario de cono mecánico de 60 tn/hr de capacidad de producción, accionado por motor eléctrico de 75 CV y Triturador Terciario de Impacto de Eje Vertical de hasta 60 tn/hr de producción accionado por motor eléctrico de 175 CV.

La producción de áridos de trituración se ejecutará en el menor tiempo posible, disponiendo de una planta móvil.



**Figura 5-10. Planimetría de la Planta de Trituración y Zarandeo.**

### 5.1.3 Planta de hormigón

El programa de construcción previsto arroja una necesidad de producción media de hormigón de 30.000 m<sup>3</sup>/mes y 20.000 m<sup>3</sup>/mes para la presa NK y para la presa JC respectivamente. Considerando las difíciles condiciones climáticas y sus efectos negativos sobre el progreso de las tareas de hormigonado de la obra se decidió afectar esta producción mensual con un coeficiente de 2,5 para conseguir un pico de 75.000 m<sup>3</sup>/mes y 50.000 m<sup>3</sup>/mes (presa NK y presa JC respectivamente).

Considerando 19 días de trabajo por mes (media de todo el año) y 20 hs de hormigonado se obtiene para las obras de la presa NK una producción horaria pico de 75.000/19 días x 20 hrs = 197 m<sup>3</sup>/hr. En el caso de las obras de la presa JC este cálculo determina una producción horaria pico de 50.000/19 días x 20 hrs = 130 m<sup>3</sup>/hr.

De este modo, para los trabajos constructivos de la presa NK se proporcionará una planta de hormigón de 200 m<sup>3</sup>/hr, mientras que en el caso de las obras de la presa JC se suministrará una planta de capacidad de producción de 130 m<sup>3</sup>/hr. Estas instalaciones serán complementadas con las plantas de zarandeo y clasificación de áridos con capacidad suficiente para alimentar la planta hormigonera en los meses de pico de producción.

Las plantas de hormigón estarán equipadas para proporcionar agua fría en el caso de ser necesario en los meses de verano. Así mismo se prevé que se puedan calefaccionar los áridos y el agua durante los meses de invierno.

#### 5.1.4 Suministro de agua potable

El agua utilizada en el proceso constructivo, será captada directamente del río Santa Cruz, a cuyos efectos se cuenta con un permiso de uso gratuito del agua del río Santa Cruz para la ejecución de las obras vinculadas con el proyecto “Aprovechamientos Hidroeléctricos del Río Santa Cruz”, otorgado por el Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Cruz (Resolución 002, del 15 de septiembre de 2014)<sup>1</sup>. El mismo se puede consultar en el Anexo 2-08-I de este Estudio.

Para satisfacer las demandas de agua de los diferentes frentes de trabajo se instalarán tres obras de toma tanto en el obrador de JC como en el obrador de NK. Dos de las mismas conducirán agua cruda. La tercera además conducirá agua hacia una planta potabilizadora para proveer agua potable a las instalaciones de los obradores. En las zonas de trabajo alejadas del obrador a las cuales no llegará la red de agua potable, el agua para consumo del personal será provista en bidones comerciales.

En función de cada una de las villas temporarias se ubicará una obra de toma sobre el río Santa Cruz cuya cañería de impulsión conducirá a la planta potabilizadora. Junto a estas instalaciones se construirán los depósitos de agua potable para permitir el almacenamiento del volumen de reserva que cubra las necesidades de consumo básico.

Estas instalaciones fueron descritas anteriormente bajo el punto 4.4.3 Infraestructura de saneamiento de Obradores y el punto 4.5.4 Infraestructura de saneamiento de las Villas Temporarias.

En la tabla a continuación se presentan los consumos y capacidades de almacenamiento de agua previstos en el Proyecto:

**Tabla 5-3. Consumos y capacidad de almacenamiento de agua.**

Obradores	NK	JC
Capacidad de conducción de la toma de agua para suministro de la planta de áridos	300 m <sup>3</sup> /h	300 m <sup>3</sup> /h
Capacidad de conducción de la toma de agua para suministro en la zona de obra	100 m <sup>3</sup> /h	100 m <sup>3</sup> /h
Capacidad de potabilización del suministro de agua para consumo	150 m <sup>3</sup> /día	100 m <sup>3</sup> /día
Volumen de almacenamiento de agua potable	150 m <sup>3</sup> /día	100 m <sup>3</sup> /día
Volumen de almacenamiento de agua cruda (abastecimiento de la planta de hormigón, obra civil y sistema de incendio)	1.200 m <sup>3</sup>	1.000 m <sup>3</sup>

<sup>1</sup> ...”Artículo 1º: OTORGUESE permiso de uso gratuito del agua del Río Santa Cruz a la Unión Transitoria de Empresas (UTE) conformada por las empresas CHINA GEZHOUBA GROUP COMPANY LIMITED – ELECTROINGENIERIA SOCIEDAD ANÓNIMA E HIDROCUYO SOCIEDAD ANÓNIMA para realizar la obra denominada “APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS DEL RÍO SANTA CRUZ (Presidente Dr. Néstor Kirchner y Gobernador Jorge Cepernic) en los términos del artículo 1º y 4º de la Ley 3193.

Artículo 2º: la presente autorización se otorga por el plazo que dure el Contrato”...(Resolución N° 002, del Ministerio de la Producción, Provincia de Santa Cruz, 15 de Septiembre de 2014.

Villas Temporarias	NK	JC
Capacidad de potabilización del suministro de agua para consumo	700 m <sup>3</sup> /día	500 m <sup>3</sup> /día
Volumen de almacenamiento de agua	700 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>

### 5.1.5 Suministro de combustible

Para cubrir la demanda de combustible de los vehículos asociados a la obra se prevé la construcción de una Estación de Combustible en las cercanías de cada uno de los obradores. Por otro lado, para la generación de la energía necesaria para la obra (incluidas las villas temporarias), se dispondrá de usinas compuestas de generadores diésel. Estas instalaciones estarán dotadas de los sistemas de almacenamiento (tanques) en volumen adecuado al requerimiento de las actividades previstas en el Proyecto.

El detalle de estas instalaciones se incluyó anteriormente bajo el punto 4.4.4 Instalaciones de Carga, Descarga, y Almacenamiento de Combustible en Obradores.

A continuación se detalla la capacidad de almacenamiento de combustible requerida para equipos de obra y para los generadores de energía:

#### Equipos de Obra (Estaciones de Combustible)

Obrador NK: 8 tanques de 150.000 l cada uno (1.200.000 l en total)

Obrador JC: 6 Tanques de 150.000 l cada uno (900.000 l en total)

#### Generadores (Usinas)

Obrador y Villa Temporaria NK: 3 tanques de 150.000 l cada uno (450.000 l en total)

Obrador y Villa Temporaria JC: 2 tanques de 150.000 l cada uno (300.000 l en total)

El volumen de almacenamiento fue estimado para abastecer la demanda de la usina y equipos de obra durante 10 días de producción, en cuyo transcurso se producirá la reposición por parte del proveedor correspondiente.

### 5.1.6 Suministro de energía eléctrica

Como se mencionó anteriormente, para el suministro de energía eléctrica se utilizará una fuente común que se ubicará lo más equidistante posible entre la Villa Temporaria y la obra, dado que las cargas de ambas son magnitudes similares. Se dispondrá de una usina propia, compuesta de generadores diésel que conformarán la potencia necesaria mediante el funcionamiento en paralelo de las unidades que se requieran.

En el punto 4.4.5 Instalaciones Eléctricas en Obradores (y Villas temporarias NK y JC) se describe el sistema de abastecimiento, transformación y distribución de la energía eléctrica previsto en el Proyecto.

### 5.1.7 Suministro de gas

Dado que los sistemas de calefacción y agua caliente en villas temporarias y oficinas a pie de obra se alimentarán a través de energía eléctrica y gasoil (caldera) respectivamente, el consumo de gas quedará reducido al necesario para la elaboración de los alimentos (cocinas en villas temporarias).

De este modo, se prevé la instalación de cisternas de gas en volumen necesario al consumo requerido y tiempo de recarga previsto.

## 5.2 MAQUINARIA Y EQUIPOS A UTILIZAR

### 5.2.1 Maquinaria asociada al desarrollo de las tareas previas

A continuación se presentan el listado de equipos y maquinarias que estará involucrado en la construcción y/o montaje de los componentes principales de la etapa de tareas previas, tanto para el desarrollo de.

**Figura 5-11. Maquinaria utilizada para la construcción de las villas temporarias.**

Equipos	Cantidad
Camiones	10
Grúas	1
Retropala	2
Mixer	1
Minicargador	1
Topadora	1
Motoniveladora	1

**Figura 5-12. Maquinaria utilizada para el montaje de puentes de servicio.**

Equipos	Cantidad
Camiones	3
Mixer	1
Topadora	1
Excavadora	1

**Figura 5-13. Maquinaria utilizada para el montaje de obradores e instalaciones auxiliares.**

Equipos	Cantidad
Camiones	10
Grúas	1
Retropala	2
Mixer	1
Motoniveladora	1

**Figura 5-14. Maquinaria utilizada para la construcción de los caminos temporarios.**

Equipos	Cantidad
Camiones	5
Topadora	1
Motoniveladora	1
Excavadora	1
Cargadora frontal	1

### 5.2.2 Maquinaria asociada a la etapa constructiva

A continuación se detalla la maquinaria y equipos a utilizar para el desarrollo de cada una de las fases o componentes principales asociados al proyecto

### 5.2.2.1 Estructuras para desvío del río y descargadores de fondo

#### Construcción de los túneles de desvío

A continuación se presenta el listado de equipos previstos para la construcción de los túneles de desvío tanto para la presa NK como para presa JC:

Equipos	Cantidad
<b>Equipos para excavación y soporte</b>	
Excavadora de túneles 258 HP con accesorios de corte	1
Cargadoras sobre neumáticos con balde vuelco lateral de 3.5 m <sup>3</sup>	2
Camiones articulados de 30 t	4
Bulldozer 300 HP	1
Manipuladores telescópicos de 12 mts de alcance y 2 t en punta	2
Jumbo perforador para la colocación de pernos	1
Equipo para hormigón proyectado con robot	1
Equipo para inyección de lechada de cemento	2
<b>Equipos para revestimiento de hormigón</b>	
Bomba de hormigón para el revestimiento final (30 m <sup>3</sup> /h)	1
Encofrado metálico para solera	1
Encofrado metálico para el hormigonado de la bóveda	1
Carro para armadura de bóveda	1
Carro para trabajos de inyecciones relleno hormigón-roca	1
Carro para colocación de armaduras	1
<b>Equipos varios</b>	
Grúa 30 t	1
Planta de hormigón 50 m <sup>3</sup> /hr	1
Planta de áridos móvil 60 t/hr	1
Conjunto de bombas sumergibles para desagote	-
<b>Aire comprimido, agua industrial y desagote</b>	
Ventiladores 100 HP p/impulsión de aire fresco al frente de excavación	1
Ventiladores 50 HP p/extracción de polvo	2
Electro compresores de 21 m <sup>3</sup> /min	2
Grupos generadores 500 KVA	2
Tanques para agua industrial y bombas centrifugas para mantener la presión de agua necesaria que requieren los trabajos de los túneles	-
Sistemas para decantar aguas de desagote	-



### **Hormigonado de la torre de toma**

Para el hormigonado de la torre de toma se prevé utilizar una grúa torre de 320 t x m (4 t a 80 m) para el hormigonado y los servicios de encofrado y colocación de las armaduras. Adicionalmente, el hormigonado se puede llevar a cabo con una bomba de hormigón posicionada al lado de la estructura o con una grúa móvil en las partes más bajas.

### **Desvío del río**

El cierre del río se efectuará por medio de la construcción de la ataguía de cierre aguas arriba. Para ello se ha previsto la utilización de excavadoras de 200 HP que cargarán camiones de 30 t que a su vez volcarán los materiales directamente en el río; la ataguía avanzará con una pre-ataguía aguas arriba, con la mínima sección y altura permitida por el nivel del río.

Una vez cerrado el río se levantará la ataguía aguas arriba a su sección definitiva y al mismo tiempo se ejecutará la ataguía aguas abajo. La actividad sucesiva será el desagote del recinto entre las dos ataguías para poner en seco la fundación de la presa. Para esta actividad han sido previstas suficientes bombas, para controlar un caudal de filtraciones estimado en el orden de 2 m<sup>3</sup>/s; estas bombas serán mantenidas en operación durante el período de construcción de la presa.

### **5.2.2.2 Construcción de la presa**

#### **Excavaciones y rellenos para las presas**

Las tareas de movimiento de suelos y excavaciones abiertas representan el mayor volumen de obra y por lo tanto estas actividades ligadas a la construcción de las presas propiamente dicha, concentran la mayor proporción de equipos vinculados al proyecto.

Los flujogramas que se presentan a continuación exponen de manera gráfica los principales equipos previstos para el movimiento de suelos y excavaciones abiertas asociadas a la construcción de la presa NK y JC. En estos diagramas se resumen todas las hipótesis de volúmenes, plazos y rendimientos de los equipos que se utilizaron para la definición de los ciclos de trabajo y del número y tipologías de los equipos adoptados para el proyecto.

Las letras (A hasta la N) representan el conjunto de equipos para cada una de las tareas previstas.

La letra A representa las excavaciones en aluvión que se harán con excavadoras sobre orugas de 2,1 m<sup>3</sup> de capacidad de balde, topadora de 310 HP y cargadoras frontales sobre neumáticos de 4,7 m<sup>3</sup>. Las excavadoras cargarán el material en camiones de 24 tn (15 m<sup>3</sup>). Estos camiones (representados con la letra B), llevarán el material producto del desmonte al botadero (escombrera); el material aluvional situado por debajo del desmonte se llevará a la presa para usarlo como relleno en el contrafuerte (material C). En el caso de no tener el área de destino preparada se llevará a un depósito intermedio.

La letra C representa las excavadoras sobre orugas de 106 t y 544 HP, con una capacidad de balde de 6 m<sup>3</sup> ubicadas en el yacimiento. Estas excavadoras cargarán el aluvión sobre los camiones articulados de 40 t (letra D) para llevar el material a la presa (material 3C, 1B), y a la planta de clasificación y trituración de los agregados. La planta de clasificación de agregados se ubicará muy próxima a los puntos previstos para la explotación del yacimiento aluvional.

La letra E representa las cargadoras sobre neumáticos de 4,7 m<sup>3</sup> de capacidad de balde previstos en la planta de áridos para cargar los camiones articulados de 40 t (letra F) con los materiales clasificados para su uso en el relleno de la presa (materiales 3A, 3B, D, 1A, 2A y 2B).

En la planta de agregados y en la planta de hormigón habrá cargadoras frontales sobre neumáticos de 3,4 m<sup>3</sup> de capacidad de balde (letra G) que cargarán el material procesado para hormigones. La carga se hará sobre los camiones de 24 t (letra H) que lo transportan hasta la planta de elaboración de hormigón, donde se ha previsto otra cargadora frontal de 3,4 m<sup>3</sup>.

La letra I representa los carros perforadores hidráulicos (track drills) previstos para hacer las perforaciones en roca para voladura y para anclajes.

La roca a utilizar para el enrocado del talud de protección de la presa será obtenida de canteras ubicadas en cercanías de los sitios de cierre. El material excavado se cargará con cargadoras frontales sobre neumáticos de 4,7 m<sup>3</sup> de capacidad de balde (letra J) y el material se transportará desde la cantera a la presa con camiones articulados de 40 t (letra K).

La letra L representa el conjunto de camiones (dumpcrete) con tolva de 2-4 m<sup>3</sup> para hormigón y los mixer de 8 m<sup>3</sup> que transportarán el hormigón desde la planta hormigonera hasta los diferentes frentes de obra.

Para la distribución del material de relleno en la presa se ha previsto usar topadoras sobre orugas de 310 HP, topadoras sobre neumáticos de 554 HP y motoniveladoras de 183 HP. El material será regado para conseguir la humedad óptima con camiones provistos de tanques de agua de 8.000 l, el relleno será compactado con los espesores de capa especificados mediante rodillos vibradores autopropulsados de 15 t (letra M).

**FLUJOGRAMA DE LOS EQUIPOS - Presa Pte. Néstor Kirchner**

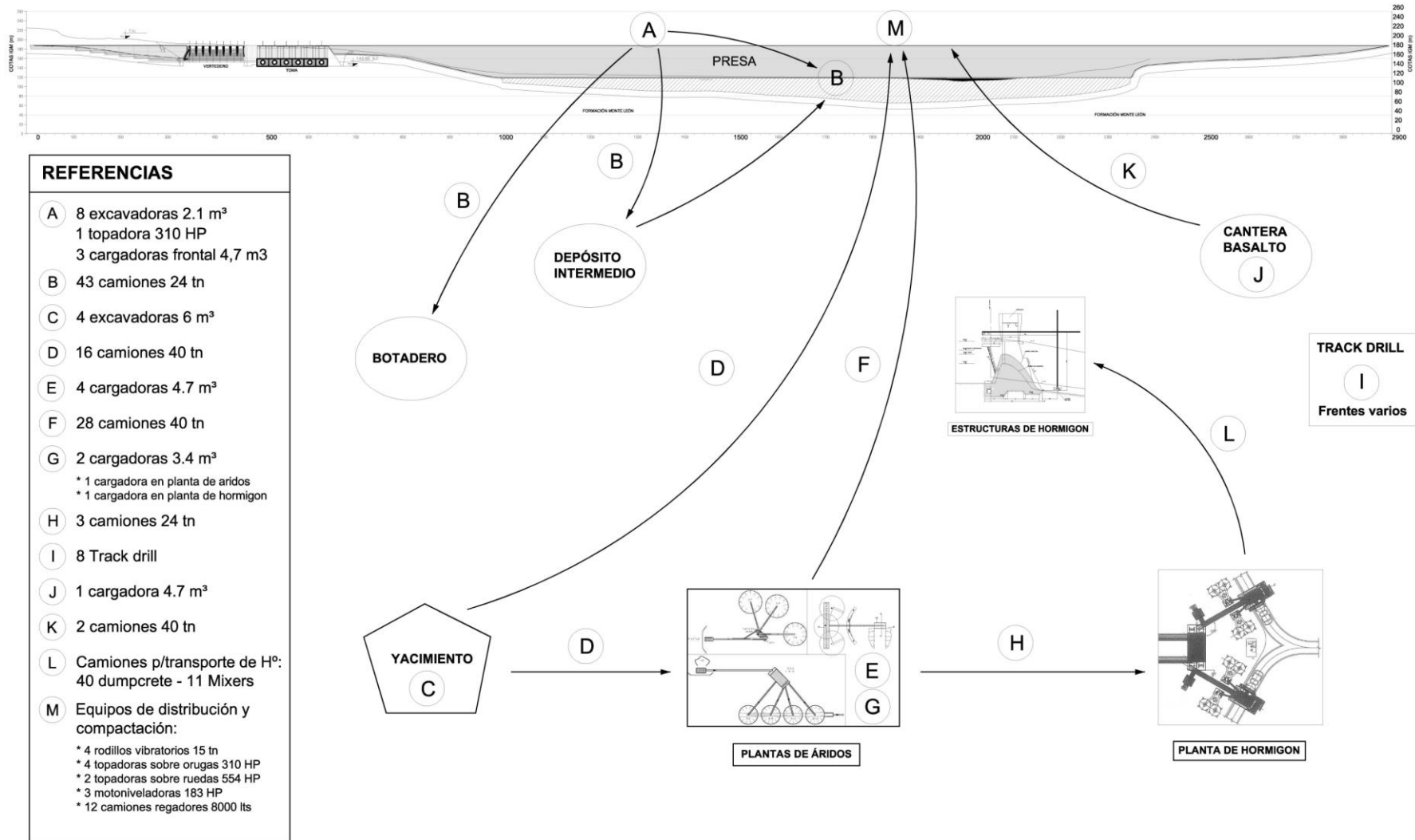


Figura 5-15. Flujoograma de equipos previstos para los trabajos de movimiento de suelos y excavaciones (presa NK).

### FLUJOGRAMA DE LOS EQUIPOS - Presa Gdor. Jorge Cepernic

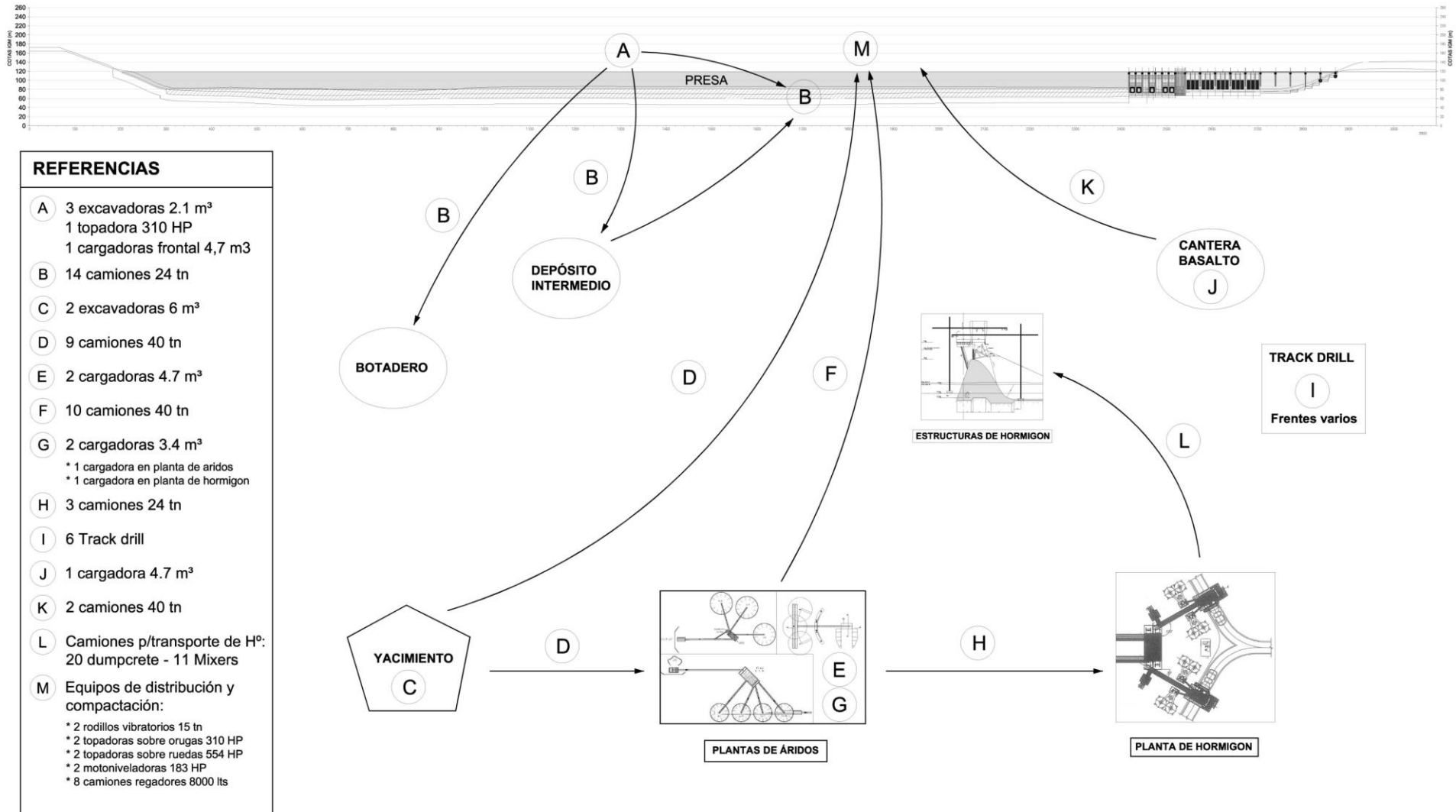


Figura 5-16. Flujoograma de equipos previstos para los trabajos de movimiento de suelos y excavaciones (presa JC).

## **Construcción de los Plintos**

En general se procederá a realizar la excavación mediante el uso de equipos escarificadores y Topadora de 300 HP; en los lugares donde aflore roca sana, se procederá a perforar con track-drill neumático, para luego realizar la voladura.

### **Muro colado**

Según los diferentes tipos de suelo a atravesar se decide el equipo de excavación a utilizar. Para el caso de los depósitos glacifluviales y sedimentos aluvionales del valle fluvial del Río Santa Cruz se podrá utilizar equipos con cuchara almeja bivalva, montadas en grúas sobre orugas.

En el caso de la excavación del tramo de 10 m en las rocas sedimentarias terciarias (bedrock) que yacen por debajo del manto de aluvión y de los depósitos glacifluviales (Cuaternario) se podrá utilizar una hidrofresa, que está compuesta por dos tambores cilíndricos de eje horizontal provisto de dientes que giran en sentido opuesto.

Una bomba de barro sumergida, localizada próxima a los rodillos succiona el detritus de excavación y crea una circulación inversa del fluido estabilizante, que actúa como medio de transporte para evacuar los detritus de excavación y dirigirlos a una planta de desarenado y re-generadora del barro o fluido de excavación.

### **5.2.2.3 Estructuras de hormigón**

#### **Excavaciones**

El sistema de excavación se dividirá en dos tipos: en materiales sueltos y en roca. En el caso de materiales sueltos, se procederá a excavar con retroexcavadoras y camiones volcadores. En el caso de la excavación en roca escarificable, la misma se realizará con topadoras con escarificador de 300 HP. En roca sana, la excavación se hará mediante perforación y voladura. La perforación de banco y precorte está prevista hacerla con un diámetro de 64 mm. Se usará precorte y se limitará la carga instantánea estudiando oportunos planes de voladura.

#### **Hormigonado**

Los hormigonados se realizarán prevalentemente con grúas torre de 6 o 10 tn de capacidad. Para los muros, losas y estructuras fuera del alcance de las grúas torre, se usarán grúas todo terreno de 60-80 tn. Los hormigones elaborados en la planta hormigonera se transportarán al sitio de colocación por medio de camiones volcadores para hormigón (dumpcretos) de 2 a 4 m<sup>3</sup> que descargarán en baldes, los cuales serán izados por las grúas hasta el lugar de colocación. Está previsto también colocar hormigón por medio de mixer y bomba en los lugares que lo requieran.

La vibración del hormigón se hará por medio de vibradores a inmersión del tamaño acorde al tamaño máximo del agregado (1 a 3 pulgadas). El curado del hormigón se ejecutará de acuerdo a lo establecido con la Inspección, pero será mediante alguno de los métodos normalmente utilizados para este tipo de proyectos con agua o membranas de curado.

### **5.2.2.4 Construcción del vertedero**

Para la obra del Vertedero y la Toma del Canal de aducción la mayor cantidad de excavación masiva se realizará con topadores. Las retroexcavadoras auxiliarán en la conformación de taludes y bermas. Para el hormigonado del vertedero se ha previsto el uso de grúas de 10 tn de capacidad y 50 m de brazo montadas sobre rieles. En la zona de la rápida se usarán principalmente grúas móviles todo terreno para el encofrado y el hormigonado.



### 5.2.2.5 Construcción de toma y casa de máquinas

Para la construcción de la toma y casa de máquinas se prevé que las excavaciones en roca se realicen mediante escarificación y en caso de roca mediante perforación y voladura. En las superficies que quedaran en contacto con el hormigón se aplicará precorte y técnicas de voladura controlada para obtener cortes regulares sin dañar el macizo rocoso remanente.

En cuanto al hormigonado, las estructuras de toma y casa de máquinas presentan las mayores complejidades desde el punto de vista de la construcción sea por la cantidad de armaduras que por las etapas de montaje hidromecánico. En consideración de esto, se colocarán grúas en la obra de toma y 3 en la central de 10 tn de capacidad y 50 mts de brazos. Estas grúas estarán montadas sobre rieles y por su capacidad podrán ayudar en los montajes hidromecánicos.

## 5.3 RESIDUOS, EMISIONES Y EFLUENTES GENERADOS

Como es dable esperar en un proyecto de las características como el aquí estudiado, la mayor generación de residuos y efluentes estará asociado a la etapa constructiva. A continuación se describen los residuos y efluentes identificados para las actividades del proyecto, indicando, cuando fuese posible, la tasa en que se espera se generen.

Las cantidades y la naturaleza exacta de los mismos están vinculadas a variables que sólo se pueden conocer a medida que avanza el proyecto, tales como las tecnologías involucradas en la producción de materiales, el número de maquinarias y vehículos involucrados en el proyecto, etc.

### 5.3.1 Residuos sólidos domésticos y asimilables a urbanos

Estos residuos se producirán en todos los sectores de obra y principalmente en el área de comedores de obradores y villas temporarias. Corresponderán principalmente a restos de alimentos, envases y envoltorios, papeles, cartón, vidrio, plástico, elementos de goma, etc. a generarse principalmente por la permanencia del personal de obra. A razón de una tasa de generación de 0,5 kg/persona/día se estima una producción de este tipo de residuos de 1.750 kg/día en el pico de mano de obra de 3.500 personas asociados a la construcción de la presa NK; lo que implica la generación de más de 12 toneladas a la semana. En el caso de la construcción de la presa JC, siendo el pico de personal previsto de 2.500 personas, se espera la generación de 1.250 kg/día de residuos sólidos asimilables a urbanos; lo que equivale a casi 9 toneladas semanales.

Durante la etapa de operación del proyecto se generarán únicamente los residuos sólidos asimilables a urbanos producidos por el personal asociado al funcionamiento y mantenimiento de las presas.

### 5.3.2 Residuos inertes de obra

Son los que se producirán en las áreas donde se realicen actividades de obra y que no contienen elementos contaminantes o peligrosos. Esta categoría incluye a las maderas, chatarra de hierro, restos de chapa, cables y suelos de desmonte y de nivelación del terreno (que no sean aprovechables en los rellenos), etc.

El material producto de la excavación que no se utilice será depositado en los botaderos (escombreras o bancos de desperdicio). Estos se ubicarían cercanos a las márgenes del río Santa Cruz, aguas arriba de las presas, en sectores que quedarán cubiertos por los embalses. El botadero de la presa NK se ubicará sobre la margen izquierda a aproximadamente 700 m aguas arriba del cierre, mientras que el de la presa JC estará ubicado sobre la margen derecha a una distancia de más de 2,5 km del eje de la presa.

### 5.3.3 Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos previstos en el Proyecto incluyen la generación de aceites usados, grasas lubricantes, filtros de aceites, solventes, baterías, entre otros, asociados al mantenimiento de los equipos y maquinarias vinculados al proyecto. De este modo, es esperable una mayor concentración de los mismos en los talleres destinados a tales actividades dentro de los obradores. Asimismo, en los distintos sectores de obra podrán generarse residuos peligrosos tales como envases con resto de pinturas, solventes, aceites y/o grasas, trapos, guantes, mamelucos embebidos con las sustancias antes citadas, etc.

Durante la etapa de operación del proyecto la generación de estos residuos será muy reducida en comparación con la etapa de construcción y estará vinculada al mantenimiento de las unidades que componen las presas y las centrales hidroeléctricas.

### 5.3.4 Efluentes líquidos generados

Para la etapa constructiva del proyecto se identifica la generación de efluentes líquidos pluviales, los provenientes de los sanitarios (cloacales) y los propios de las actividades de la construcción.

En relación al control de los drenajes pluviales, de manera general, tanto en el sitio de obra como en las villas temporarias se contempla su manejo superficial con la adecuación de las pendientes del terreno y la construcción de un canal de guarda perimetral que permita la evacuación controlada de las aguas, minimizando de esta forma el arrastre por escorrentía hacia el río.

Como se mencionó anteriormente, para el tratamiento de los líquidos sanitarios (cloacales) que se generarán en las villas temporarias se prevé la instalación de plantas depuradoras. Para la villa NK la planta depuradora de líquidos cloacales se diseñó con capacidad para 3.500 personas, con un caudal medio de 700 m<sup>3</sup>/día. En el caso de la Villa JC la misma contará con capacidad para 2.500 personas, con un caudal medio de 500m<sup>3</sup>/día.

Los caudales tratados en de las plantas depuradoras de líquidos cloacales serán conducidos por gravedad hasta un lecho nitrificante donde el líquido se infiltrará en un lecho de gravas, y posteriormente en el suelo. La superficie afectada para el caso de la villa JC será de unos 1.000m<sup>2</sup> y 1.400m<sup>2</sup> aproximadamente en la villa NK.

Las instalaciones antes mencionadas y los cálculos que sustentan su diseño se describieron en el punto 4.5.4.

El tratamiento de los líquidos cloacales generados en las instalaciones de apoyo a las obras (obradores) seguirá un esquema similar al de las villas temporarias, con la instalación de plantas depuradoras y la conducción de los caudales hacia lechos nitrificantes.

La planta depuradora de líquidos cloacales recibirá los efluentes colectados en oficinas, comedores, sanitarios y cualquier otro edificio comunitario que lo requiriese emplazados en el obrador. Para el caso del obrador de NK, la planta de tratamiento se diseñó con una capacidad para 1.500 personas, con un caudal medio de 150m<sup>3</sup>/día. En el caso del obrador de JC, la misma contará con capacidad para 1.000 personas, y un caudal medio de 100m<sup>3</sup>/día. Para los edificios alejados de la zona del obrador a los cuales no llegará la red para evacuación de efluentes, se instalará un sistema independiente para tratamiento de los efluentes que consistirá en un biodigestor y lecho nitrificante.

La superficie afectada por el lecho nitrificante será de 300m<sup>2</sup> en el obrador de NK y 200m<sup>2</sup> en el obrador de JC.

Las instalaciones antes mencionadas y los cálculos que sustentan su diseño se detallaron anteriormente en el punto 4.4.3.

Respecto de los efluentes líquidos inherentes a los trabajos constructivos, se identifica principalmente la generación de aguas residuales de las excavaciones, efluentes líquidos de las plantas de áridos y hormigón y los provenientes del lavado de la carrocería de vehículos, contenedores de camiones y herramientas.

Durante la etapa de operación del proyecto se generarán únicamente los efluentes líquidos sanitarios producidos por el personal asociado al funcionamiento y mantenimiento de las presas.

### **5.3.5 Residuos biopatogénicos**

Comprende a todos aquellos desechos o elementos materiales en estado sólido, líquido, semilíquido o gaseoso que presenta características de toxicidad y/o actividad biológica que pueda llegar a afectar directa o indirectamente la salud de los seres vivos y causar algún tipo de contaminación del suelo, el agua y la atmósfera (definición de acuerdo al Decreto Reglamentario 712/02 reglamentario de la Ley Provincial 2.567). En el marco de los trabajos bajo estudio, este tipo de residuos podrá ser generado por el servicio de atención médica. Ejemplo de éstos son: algodones, gasas, vendas usadas, jeringas, agujas y objetos cortantes o punzantes, materiales descartables y otros elementos que hayan estado en contacto con agentes patogénicos.

Estos residuos se generarán en su gran mayoría en los sitios de atención médica que se instalen en los obradores y en las villas temporarias o servicios auxiliares (ambulancia). De este modo, los residuos patogénicos serán manejados por las empresas encargadas de los servicios médicos de obra.

### **5.3.6 Emisiones atmosféricas**

Dado que la obra contempla una multiplicidad de actividades tales como explotación de canteras, movimiento de tierra, procesamiento de áridos y producción de hormigón, tránsito de vehículos pesados y livianos, etc. podrán generarse emisiones de material particulado y emisiones de gases de combustión.

En la etapa de operación de proyecto estas actividades estarán limitadas al movimiento de vehículos requeridos para los traslados de personal y mantenimiento, por lo que este tipo de emisiones serán mínimas.

## **5.4 PERSONAL AFECTADO POR EL PROYECTO**

Durante el período de construcción de los aprovechamientos hidroeléctricos se demandará puestos de trabajo en el ámbito de la obra civil, montaje e ingeniería y servicios, además de numerosos puestos de trabajo indirectos.

La etapa previa tendrá una duración de 14 meses e implicará las mismas actividades tanto en el frente de trabajo de la presa NK como en la de JC (construcción de puentes, construcción de villas temporarias, trazado y adecuación de accesos, montaje de obrador, etc.). De este modo, se prevé la contratación de un número de trabajadores similar por cada frente de trabajo, con un promedio mensual de 300 personas y picos de hasta 500. Este pico de demanda de personal se producirá alrededor del mes 6.

En la etapa constructiva, se prevé la contratación de hasta 3.500 empleados para los trabajos de la presa NK, mientras que este número ascenderá a 2.500 trabajadores en el caso de la presa JC. En esta etapa se trabajarán 6 días a la semana en dos turnos de 12 horas cada uno.

## 5.5 RUIDOS Y VIBRACIONES

Este aspecto de los trabajos constructivos ha sido estudiado detalladamente en el Capítulo 5 (Estudios Especiales) bajo el Punto 8 referido al Impacto Acústico. Asimismo en dicho apartado se han incluido consideraciones generales respecto de los ruidos y vibraciones que podrían generarse por las tareas de excavación en roca mediante el empleo de voladuras con explosivos.

## 5.6 CRONOGRAMA DE TRABAJO POR ETAPAS

A continuación se presenta una sucinta descripción de la secuencia de tareas constructivas para la ejecución del proyecto de los aprovechamientos hidroeléctricos en base al Cronograma de Construcción incluido en la Memoria de Ingeniería correspondiente a la propuesta de la UTE. **Este Cronograma debe actualizarse para adecuarse a las modificaciones de obra, desvío del río, llenado del embalse, etc. De hecho a los efectos del estudio de los potenciales impactos ambientales, se han considerado la modificaciones introducidas en el proyecto respecto del desvío (hacia margen derecha en ambos casos) y del llenado (se completa el embalse de JC en 3 meses y el de NK en 3 meses en función de las consideraciones de llenado establecidas en la descripción de la puesta en marcha, Punto 2.5).**

Se prevé el tiempo de construcción y puesta en marcha a pleno, de ambas obras en 66 meses a partir de la firma del Acta de Inicio. Las mismas se irán construyendo en forma simultánea.

La UTE propuso un Cronograma, que tiene en cuenta todas las tareas intervinientes y su interacción en el tiempo, así como la duración de cada una de ellas, basadas tanto en el equipo y maquinaria para la construcción como en factores que dependen de las condiciones climáticas de la zona y de la hidrología del río.

Los hitos “clave” se pueden resumir en los siguientes:

- Ejecución de estudios de campo faltantes,
- Proyecto ejecutivo Ingeniería de detalle,
- Desvío del río,
- Llenado de los embalses,
- Obras civiles y electromecánicas para funcionamiento del 1º turbogruppo,
- Obras civiles y electromecánicas para funcionamiento de los restantes turbogruppos.

### 5.6.1 Tareas previstas para ambos aprovechamientos

#### Movilización y Obras Generales

Comprende los estudios, ensayos y modelos que darán como resultado el Proyecto Ejecutivo y la Ingeniería de detalle de las obras (mes 1 a mes 18)

Se pueden incluir en este ítem obras generales como:

- Instalación de Campamento y Obrador (obras comunitarias y viviendas para personal de Inspección y Supervisión de Obras y personal de la Contratista, pabellones para obreros, etc.) (mes 2 a mes 14)
- Caminos permanentes y transitorios
- Desbosque, destronque y limpieza

- Playa de Maniobras. Ambas playas se prevén construir entre el mes 31 al mes 50, comprendiendo excavación, obras civiles y montaje electromecánico.
- Fabricación y transporte de equipos hidromecánicos. Comprende la provisión de todos los equipos hidromecánicos, desde su fabricación hasta el transporte al sitio. Estas tareas abarcarán del mes 3 al mes 42.

### **5.6.2 Tareas previstas para la Presa NK**

#### **Desvío del río y descargador de fondo**

Se prevé el desvío del río por la margen derecha, por medio de un canal a superficie libre con una capacidad de evacuación de 2.100 m<sup>3</sup>/seg (crecida de recurrencia 25 años) y en su zona central se construirá una estructura de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> en todo su ancho que permitirá, por un lado alojar al descargador de fondo (al momento de llenado del embalse) y, con el río desviado, se cubre con losas de manera de permitir la ejecución de la presa. Se completa con ataguía aguas arriba y contraataguía aguas abajo (mes 1 al mes 35).

#### **Construcción de la presa**

La presa es de materiales sueltos con protección de pantalla de hormigón en el paramento aguas arriba. Se dispone la ejecución de un plinto y dada la profundidad de la roca y el espesor del aluvión, el cierre del escurrimiento subterráneo, se logra mediante la ejecución de un muro colado de hormigón armado.

Se construye por etapas, una previa al desvío (tanto en margen izquierda como en margen derecha) y otra final con el río ya desviado (mes 1 al mes 54).

En cuanto a la auscultación se debe diferenciar entre:

- Instrumentación para fundación de la presa (mes 5 al mes 16)
- Instrumentación en cuerpo de la presa (mes 9 al mes 26)
- Instrumentación sobre presa (mes 21 al mes 33)

#### **Llenado del embalse**

En el cronograma presentado en la oferta de la UTE el llenado del embalse se preveía realizarlo en 3 meses (mes 52, 53 y 54) luego del llenado de JC. **A los efectos del estudio de los potenciales impactos ambientales, se han considerado las modificaciones introducidas en el proyecto donde igualmente el llenado de NK se completa en 3 meses en función de las consideraciones de llenado establecidas en la descripción de la puesta en marcha, Punto 2.5.**

#### **Vertederos**

Los vertederos fueron dimensionados con la capacidad necesaria para permitir la evacuación del hidrograma extremo anual que da como resultado una crecida de 4.100 m<sup>3</sup>/seg para una recurrencia de 10.000 años. Estarán constituidos por dos conjuntos:

Vertederos a descarga libre: constan de dos vanos de 12 m cada uno, la cota de labio corresponde a 178,90 m y Vertederos con compuertas: constan de seis vanos de 12 m cada uno, la cota de labio es 172,60 y la altura máxima extraordinaria es 181,66 m.



El sistema se compone de un canal de aducción, una rápida, un cuenco disipador y un canal de fuga. La obra civil se complementa con el Montaje Hidromecánico de pórtico grúa y compuertas (mes 1 al mes 42).

### **Obra de toma**

La toma para la Central Hidroeléctrica está constituida por una estructura de hormigón fundada en roca en donde se encuentran las 6 tomas propiamente dichas que alimentan las tuberías forzadas.

Se prevén los tiempos de ejecución de la Obra Civil (excavación y hormigonado) y Obra Hidromecánica (montaje de puente grúa, compuertas de servicio y operación) (mes 1 al mes 47).

### **Casa de máquinas**

La obra de la central constituye un bloque separado de la obra de toma y vinculado a través de la conducción forzada. Consta de seis módulos de hormigón masivo en los cuales se alojan las turbinas, el extremo final de la tubería forzada y los generadores.

Consta de la Obra Civil, Montaje equipamiento mecánico y Puesta en Marcha de cada uno de los 6 grupos componentes de la Central.

Se prevén los siguientes meses para la entrada en operación de cada unidad:

- Unidad 1. Mes 56
- Unidad 2. Mes 58
- Unidad 3. Mes 60
- Unidad 4. Mes 62
- Unidad 5. Mes 64
- Unidad 6. Mes 66

### **Escala de peces**

Para este dispositivo se adoptó una combinación de la escala con esclusa de peces.

La escala consiste en una estructura de estanques sucesivos con vertederos sumergidos. Le sigue un sistema de esclusas para salvar los desniveles.

Las tareas comprenden movimiento de suelos, hormigonado y colocación de elementos metálicos (mes 30 al mes 36).

#### **5.6.3 Cronograma por etapas de la presa NK**

En base al Cronograma de Construcción incluido en la Memoria de Ingeniería correspondiente a la propuesta de la UTE se ha elaborado el siguiente cronograma a modo de resumen de la secuencia constructiva de la presa NK.



#### 5.6.4 Tareas previstas para la Presa JC

##### Desvío del río

La obra de desvío del río propuesta hace posible desviar el caudal de 2.100 m<sup>3</sup>/s. La geometría del canal de desvío, que une el cauce natural con la obra de hormigón donde se emplazan los orificios presenta un desnivel de 2,0 m, con lo cual se obtiene una pendiente constante de 0,79 ‰, para los 2.540 m de canal.

La sección del canal será trapezoidal, con ancho de solera de 120 m y con taludes 1V:2,5H. El ancho de la solera variará en las transiciones. En el canal principal excavado se registran velocidades menores a 2,0 m/s que no provocarán efectos erosivos importantes (mes 26 al mes 35).

##### Construcción de la presa

La construcción de la presa se puede dividir en dos etapas, diferenciadas cada una por la posición que tomará el río durante la misma:

- Primera Etapa: Excavación del Canal de Desvío y construcción del Vertedero con los 10 orificios en el cuerpo de hormigón, los cuales serán utilizados en la segunda etapa para el Desvío del Río. En esta etapa, el río se mantendrá en su curso natural por la margen izquierda del valle (mes 1 al mes 35).
- Segunda Etapa: Finalizada la construcción del Vertedero y la excavación del Canal de Desvío, se procede al cierre del cauce natural mediante ataguía de materiales sueltos, permitiendo el desvío del río a través del canal excavado y los 10 orificios construidos en el cuerpo del vertedero (mes 35 al mes 51).

Referente a auscultación, se diferencia entre:

- Instrumentación para fundación en la presa (mes 4 al mes 16)
- Instrumentación en el cuerpo de la presa (mes 7 a mes 24)
- Instrumentación sobre la presa (mes 9 a mes 20)

##### Llenado del embalse

De acuerdo a la oferta de la UTE se prevería realizarlo en 1 mes, (mes 51) inmediatamente antes del llenado de NK. **A los efectos del estudio de los potenciales impactos ambientales, se han considerado las modificaciones introducidas en el proyecto donde el llenado de JC se completa en 3 meses en función de las consideraciones de llenado establecidas en la descripción de la puesta en marcha, Punto 2.5.**

##### Vertedero y descargador de fondo

El vertedero, con compuertas, está constituido por 7 vanos de 12 metros cada uno. La cota de labio es 103,70 m y la cota máxima extraordinaria es 112,20 m.

La restitución de los caudales al río se realiza a través de un cuenco disipador de 60,00 m de desarrollo cuya función es amortiguar la energía residual de la corriente para minimizar su poder erosivo. Los caudales a la salida del cuenco vuelven al cauce natural del río a través de una canal de 750 m de desarrollo.

Entre el cuerpo del vertedero y la central hidroeléctrica se ha dispuesto un módulo de hormigón de 23,00 m de ancho para la instalación de los descargadores de fondo. Los mismos están integrados por 2 conductos de acero de 3 m diámetro ubicados a cota 83,00 mIGN y que permiten una evacuación de aproximadamente 200 m<sup>3</sup>/s.

La excavación de vertedero, se realizaría del mes 1 al mes 9, mientras que el hormigón masivo de vertedero y pilas se efectuaría entre el mes 30 y el 35, y el Montaje Hidromecánico del mes 21 al mes 34.

Por otro lado, el hormigonado de la rápida y muros laterales, que comprende 3 fases se completarán desde el mes 15 al mes 33.

El montaje de conductos de **descargador de fondo** y sus compuertas y válvulas se realizará del mes 29 al mes 34.

### **Obra de toma y central**

La Toma y Central Hidroeléctrica están constituidas por una estructura de hormigón ubicada sobre la margen derecha a continuación del vertedero y los descargadores de fondo de 165 m de ancho según el eje de la presa, fundada en roca en donde se encuentran las tomas propiamente dichas que alimentan las cámaras espirales de 5 turbinas tipo Kaplan de 120 MW cada una.

La obra de toma y la central se encuentran unidas en forma monolítica por partes de hormigón masivo.

El edificio de la Central, emplazado del lado de margen derecha, está formado por cinco módulos en correspondencia con cada máquina y un sector lateral destinado a la sala de montaje, alineados de tal manera que conforman un único edificio.

La obra civil de la toma, se prevé realizar entre el mes 1 (comienzo de las excavaciones) hasta el mes 31 (finalización del último puente de la obra de toma. El montaje hidromecánico se extenderá desde el mes 19 al mes 34.

En cuanto a la Central, se puede discriminar en Excavaciones (mes 1 al mes 9) y Área de montaje (mes 13 al mes 24).

Las obras para las Unidades 1 y 2 comenzarán en el mes 9. Para la Unidad 3 en el mes 11, la Unidad 4 en el mes 12 y la Unidad 5 en el mes 16.

Las puestas en operación serán:

- Unidad 1. Mes 60
- Unidad 2. Mes 63
- Unidad 3. Mes 66
- Unidad 4. Mes 56
- Unidad 5. Mes 57

### **Escala de peces**

Se adoptó una combinación de dos tipos de instalaciones para transferencia de peces: a) una estructura de estanques sucesivos con vertederos sumergidos hasta la cota 105,70 mIGN., y b) un sistema de esclusa para salvar el desnivel desde esta cota hasta los diferentes niveles de embalse.

Las obras están previstas para comenzar en el mes 30 y finalizar el mes 36

### 5.6.5 Cronograma por etapas de la presa JC

En base al Cronograma de Construcción incluido en la Memoria de Ingeniería correspondiente a la propuesta de la UTE se ha elaborado el siguiente cronograma a modo de resumen de los trabajos constructivos de la presa JC.





## 6 **BIBLIOGRAFÍA**

CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. 2008.

UNLP. 2011. Apuntes de Cátedra “Planeamiento y gestión de los recursos hídricos”. Facultad de Ingeniería - Depto. de Hidráulica. Ing. Liscia, Sergio Oscar.

UNLP. 2012. Apuntes de Cátedra “Construcciones hidráulicas”. Facultad de Ingeniería - Área Obras Hidráulicas. Ing. Cielli, Pedro Antonio.

UNLP. 2015. Simulación de operación de embalse y despacho de energía en el análisis del desacople. Informe preliminar, Versión N° 5. 04 de mayo de 2015. Facultad de Ingeniería - Depto. de Hidráulica. Informe provisto por la UTE

U. S. BUREAU OF RECLAMATION. 1987. Design of small dams.

VALLARINO, E. 1998. Tratado básico de presas. Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos.