

OBRAS PARA LA PRESERVACION ICTICOLA

por

DANIEL EDUARDO WEBER

ESCALA DE PECES EN ALTERNATIVA DE CENTRAL HIDROELECTRICA EQUIPADA CON GRUPOS A EJE VERTICAL. TURBINAS KAPLAN.

*Función, ubicación y descripción de las escalas de peces.
Función de las Escalas de Peces.*

Las principales especies de peces del Río Paraná son migratorias, y al promediar la primavera, desde el Paraná Medio comienzan a desplazarse concentradas en cardúmenes unos, remontando el río para reproducirse y otros, aguas abajo, alcanzando el Río de la Plata, y en este caso en busca de alimentos, o sea cumpliendo procesos tróficos.

Cuando la presa interrumpa el camino natural a través del cual se produce la migración, es entonces que se necesita de una vía artificial para peces, a los fines de permitir sus desplazamientos. Esta función en la alternativa de CENTRAL HIDROELECTRICA equipada con grupos verticales estará a cargo de las Cuatro Escalas de Peces del tipo escalón - tanque, que se proyectaron siguiendo las exitosas experiencias brasileñas en afluentes de la cuenca del Paraná, donde habitan las mismas especies y otras muy afines a las del Paraná Medio.

Las Escalas poseen además instalaciones complementarias destinadas a su mantenimiento, administración y marcación de peces; también se prevén puestos de observación y recorrido de las mismas, lo cual permite verificar constantemente su correcto funcionamiento.

Ubicación de las Escalas de Peces

Las cuatro Escalas de Peces proyectadas comunican el embalse con el nivel de restitución, pasando de a dos y a través de la Central Hidroeléctrica, por cada módulo extremo, utilizando el ancho de las unidades de servicio, cada par.

Al salir de cada módulo de servicio extremo, los pares de Escalas se bifurcan, las extremas se introducen en los muros de ala de la Central hasta llegar aguas abajo al nivel de restitución, las otras dos restantes giran 90° ubicándose sobre los tubos de aspiración a cota 17,70 m I.G.M. formando los canales laterales exteriores que llegan hasta las unidades de servicio centrales, donde nuevamente giran 90° para descender al nivel de restitución, formando las Escalas Central Derecha y Central izquierda.

Descripción de las Escalas de Peces

Cada una de las cuatro Escalas de Peces que se encuentran aguas abajo de la Central Hidroeléctrica son alimentadas por una toma individual, que permite anular, regular o mantener constante el caudal que se vertirá.

Estas cuatro tomas están emplazadas en el embalse, agrupadas de a dos, en dos cajones de hormigón, que se encuentran cada uno de ellos junto a cada muro de ala de la Central y a las unidades de servicio extremas.

Cada par de vertederos móviles que conforman dos tomas en cada extremo de la Central, son el comienzo de dos canales paralelos independientes, están protegidos de la acción del

oleaje por un recinto de quietamiento, que se comunica con el embalse por intermedio de orificios frontales y laterales sumergidos. Así se asegura constancia de caudal vertido al interior de las Escalas de Peces en períodos ventosos.

El vertedero móvil y sucesivos vertederos fijos con diferencia de alturas de 0,60 m uno respecto del que le sigue en forma descendente y con 0,50 m de carga sobre su cresta baja el nivel de agua desde cota de embalse + 28,00 m I.G.M. a cota + 20,80 m I.G.M. en el interior de la Central.

Cada dos vertederos consecutivos en cada canal, se forma un escalón tanque, que se comunica con el anterior y posterior a través de 8 orificios de fondo, de 0,50 m de ancho por 0,75 m de alto, practicados en las paredes de los vertederos.

Luego de pasar por estos dos escalones tanques, los caudales captados corren por los dos canales paralelos, separados por una pasarela (de recorrido e inspección) y al llegar al vertedero de cota de cresta 20,30 m I.G.M. y con carga 0,50 m, descienden al nivel + 20,20 m I.G.M.

El “Canal Izquierdo”, mirando desde aguas arriba el muro de ala de la Central junto al Vertedero, descarga su caudal en un Canal Lateral rectangular exterior a la Central y de 4,00 m de base de fondo que se comunica con la Escala de Peces *Central Derecha*, que en su parte superior consta de 6 vertederos que conforman cinco escalones tanque de 8,00 m de ancho por 5,00 m de largo, 2,00 m de profundidad y similares a los antes descriptos, que llevan el nivel de agua de cota + 20,20 m I.G.M. a cota + 16,60 m I.G.M. en un Piletón que permite regular la descarga final y llamada extrema de peces.

Este Piletón de 16,00 m de largo por 8,00 m de ancho y profundidad variable según un plano inclinado, tiene cinco orificios rectangulares a cada lado, de 0,50 m de ancho por 0,75 m de alto, a distintas alturas que abarcan los niveles de restitución más frecuentes.

La abertura de estos orificios es regulable por compuertas de accionamiento manual, desde pasarelas que se encuentran a cota + 17,00 m I.G.M. a ambos lados del Piletón.

Estas compuertas permiten regular la descarga final hasta el nivel de restitución y además sirven como llamada lateral intermedia de peces.

El caudal de descarga controlado recorre la última parte de la Escala, que está formada por 14 vertederos que conforman 13 estanques, que se comunican cada uno por 3 orificios de fondo de 0,50 m de alto por 0,75 m de ancho.

En este último tramo se puede descender el nivel de agua desde cota + 16,60 m I.G.M., en el Piletón, a cota + 8,20 m I.G.M., que es menor que el estiaje mínimo, que se consideró para una cota + 9,20 m I.G.M.

Este metro de más se usa como seguridad contra la posible socavación del lecho, lo que originaría que el estiaje mínimo alcanzara una cota menor a + 9,20 m I.G.M.

El "Canal Derecho" (correspondiente al Vertedero) se introduce en el muro de ala de aguas abajo, formando la Escala Lateral Derecha, y su conformación es similar a la Escala Central antes descrita.

El otro par de Escalas de Peces, o sea la Lateral izquierda y Central izquierda, son idénticas a la Lateral derecha y Central derecha, respectivamente.

Todos los movimientos de peces hacia aguas abajo se podrán efectuar de 4 diferentes maneras.

Los peces más pequeños podrán pasar a través de los álabes de las turbinas, ya que la separación entre rejas de toma ha sido diseñada para que así ocurra, con aberturas de 0,25 m de ancho por 0,60 m de alto.

Este tipo de pasaje no es estrictamente perjudicial como podría parecer, pues el bajo número de revoluciones de las unidades generadoras asegura escasa mortalidad.

Todos los peces, incluidos los de mayor tamaño, podrán abandonar sin riesgo el embalse, por el vertedero, durante las épocas de crecida en que éstos entren en funcionamiento.

La operación de la Esclusa permitirá también el desplazamiento de peces tanto hacia aguas abajo como hacia el Embalse en una importante medida.

Las tomas de caudal de las Escalas de Peces pueden llegar a captar cardúmenes y facilitar su pasaje hacia aguas abajo.

Las Escalas, principalmente en su pasaje a través de la Central y en las zonas donde no llegue la luz natural, se iluminarán adecuadamente para simular las condiciones naturales del río y no obstaculizar el normal desplazamiento de peces.

Los peces que se desplazan aguas arriba, lo harán mediante las láminas de agua de los sucesivos escalones tanques de las cuatro escalas de aguas abajo, y de los orificios sumergidos.

Todos los pasajes y puestos de observación también estarán correctamente iluminados, en forma similar al edificio de la Central Hidroeléctrica.

Análisis hidráulico de las Escalas de Peces.

T o m a s .

Junto a ambos Muros de Ala de la Central y en los primeros dos tercios de medios Módulos extremos de Servicio, se dispusieron en el Embalse, respectivamente, dos cajones de hormigón en los que se emplazaron las tomas de las Escalas de Peces.

Cada cajón tiene como tomas dos vertederos móviles y orificios de fondo.

Mirando desde aguas arriba de la Central el Muro de Ala derecho, se dispuso que el vertedero de cresta móvil izquierdo alimente la Escala de Peces Central derecha, y el vertedero

de cresta móvil derecho alimente la Escala Lateral derecha, incluida en el Muro de Ala.

Toma Izquierda

Está formada por un vertedero de cota de cresta variable debido a las posibles fluctuaciones del embalse, pero que a nivel normal su cota de cresta será + 27,50 m I.G.M., su longitud de cresta de 8,20 m con 0,50 m de carga y con el vertedero fijo que le sucede, de cota + 26,90 m I.G.M. e igual carga, forman el primer “Escalón - Tanque”, al que ingresa el caudal de toma a través de cuatro orificios laterales sumergidos con 0,60 m de carga, regulables manualmente desde pasarela a cota + 33,50 m I.G.M. y 4 frontales, sumergidos, de 0,50 m de ancho por 0,75 m de alto con 0,60 m de carga y sin regulación.

El caudal total de ingreso a este primer Escalón - Tanque es de 12,7 m³/s y es el que se verterá aguas abajo, por intermedio de la Escala Central derecha, pasando anteriormente por una sucesión de Escalones Tanques de cota decreciente en 0,60 m.

Toma Derecha

La Escala de Peces Lateral derecha, incluida en el Muro de Ala de la Central, tiene una toma igual y apareada a la antes descrita, con la única diferencia que los ocho orificios sumergidos de toma son todos frontales y sin regulación.

El caudal que ingresa es también 12,7 m³/s.

Gasto de las Escalas

Ambas tomas anteriormente descritas tienen en común un recinto de aquietamiento, que se comunica con el embalse por aberturas sumergidas.

El objetivo de este recinto es proteger contra el oleaje y materia flotante, a los vertederos móviles, para que su carga sobre cresta sea constante y se asegure continuidad controlada

del caudal vertido, además de favorecer la entrada y salida de peces.

En cada toma, los vertederos de cota + 26,90 m I.G.M. y los que le suceden tienen 8 orificios frontales de 0,50 m de ancho por 0,75 m de alto y 0,60 m de carga, que facilita la descarga sumergida al próximo Escalón Tanque. Con esta configuración, el caudal que se capta por orificios en la toma, se eroga por orificios entre escalones tanques, este caudal será de 6,4 m³/s.

El caudal de descarga de vertedero es de 6,3 m³/s, así el caudal total de cada toma resulta 12,7 m³/s, que es el valor antes mencionado.

Las cuatro escalas funcionando conjuntamente insumirán un gasto de 50,8 m³/s y lo harán en la época considerada como la de mayor desplazamiento de peces.

Canal Lateral

Los dos Canales Laterales exteriores a la Central y con recorrido de 298 m cada uno, están emplazados superiormente a los tubos de aspiración, a cota + 17,70 m I.G.M. Cumplen cada uno de ellos la función de hacer de nexo entre las Tomas y las Escalas Centrales derecha e izquierda, respectivamente.

Para determinar las dimensiones de estos canales se hizo un estudio con el objeto de compatibilizar las medidas del mismo, que permitan una velocidad de circulación del fluido acorde a las necesidades de los peces y que a su vez atendieran a las necesidades estructurales; se fijaron como base del estudio dimensiones de bases de fondo o soleil de 3,00 m, 4,00 m y 5,00 m y tirantes de agua de 2,50 m.

Para una base de fondo de 3,00 m, la estructura sería menos compleja, más económica, pero con valores de velocidades demasiado elevadas respecto de las necesarias para los peces.

Con una base de fondo de 5,00 m las velocidades son más aceptables para los desplazamientos de los peces, pero la estructura se complica por sus dimensiones y cargas.

Un canal con base de fondo de 4,00 m con tirante de 2,50 m permite velocidades aceptables no demasiado elevadas, sin complicar demasiado la estructura del mismo.

Un canal de estas características y pendiente de fondo nula, trabajando a pleno caudal de 12,7 m³/s, arroja velocidades de 1,27 m/s; para caudales menores, estas velocidades disminuyen.

De todas maneras, las dimensiones finales deberán ser verificadas con el correcto funcionamiento de un modelo hidráulico representativo de las Escalas de Peces con las observaciones que pudieran hacer al respecto los especialistas sobre este tema.

Estos canales poseen pasarelas de recorrido e inspección con barandas de protección, también se prevén pantallas de tejido de alambre para que los peces de lámina al saltar no caigan fuera del canal.

Vertederos, orificios intermedios y descarga de las Escalas

Desde las tomas hacia el interior de la Central, a cota + 18,40 m I.G.M., la altura de los vertederos fijos disminuye de 5,80 m a 2,00 m. Se han practicado en todos ellos ocho orificios rectangulares de fondo de 0,50 m de ancho por 0,75 m de alto, repartidos en todo el ancho del vertedero que es de 8,20 m.

De vertedero a vertedero, los orificios no están enfrentados, sino desfasados para crear la turbulencia que necesitarán los peces de fondo para remontar las escalas.

Aguas abajo, en un primer tramo de la escala, hasta el Piletón, la altura de los vertederos sigue siendo 2,00 m con igual disposición de los vertederos.

Desde el Piletón hacia la descarga de la escala, los vertederos tienen una altura de 4,00 m, con el objeto que los orificios de fondo queden a una profundidad aceptable por los pe-

ces de fondo. En estos vertederos se han practicado 3 orificios de fondo en cada uno de ellos, y la distancia entre vertederos se disminuyó a 4,00 m, a fin de incrementar la velocidad de descarga que actúa como llamada de peces.

ESCALA DE PECES EN ALTERNATIVA DE CENTRAL HIDROELECTRICA EQUIPADA CON GRUPOS BULBO

En esta alternativa se adoptaron dos "Escalas Laterales", derecha e izquierda, de tipo escalón tanque, longitudinales (en el sentido de la corriente) y similares a las de la otra alternativa de Central Hidroeléctrica; y dos "Escalas Centrales Transversales", derecha e izquierda, montadas sobre los tubos de aspiración.

Cada "Escala Central Transversal" vierte aguas abajo desde un nivel superior al de restitución, en seis saltos frontales controlados y accesibles a los peces, también se produce descarga controlada a través de 10 orificios de fondo regulables. Tanto el vertido como la descarga sumergida, se efectúan por el muro contiguo a los niveles de aguas abajo del Canal de Descarga, en las proximidades de las unidades de servicio centrales.

Estas "Escalas Transversales" actúan como galerías de recolección de peces en la zona céntrica de la Central Hidroeléctrica, aprovechando la llamada originada por la descarga de los Tubos de Aspiración.

Escalas Laterales

Ambas Escalas, Laterales y Centrales, están proyectadas como estructuras independientes en su pasaje de aguas arriba hacia aguas abajo a través del Cierre Frontal.

Estas estructuras están dispuestas en forma inmediata adyacente a la izquierda y derecha de las unidades de Servicio extrema, y su "losa de fundación", "colchón de anclaje" y "tablestacados" son continuación de los de la Central, respe-

tándose idénticamente la estructura de aquellas Unidades de Servicio en sus distintas cotas, con excepción de los niveles de la 3ª galería, alturas a la cual y adyacente, se encuentran emplazadas las Escalas propiamente dichas. En la estructura de la "Escala Lateral Derecha", cota + 29,00 m I.G.M. en coincidencia con la alineación transversal de la Central, se dispuso una primer plataforma para la salida de líneas de alta tensión. Aguas abajo continúa la Escala Lateral Derecha, incluida en dos cajones de hormigón. El primero de estos cajones posee una segunda plataforma para la salida de líneas.

La estructura de la Escala Lateral Derecha aguas abajo actúa también como muro divisorio de los flujos de Central y Vertedero, acompañando sus cuencos de descarga y efectuando la transición entre ellos.

En el "Embalse" se encuentran las tomas de las "Escalas de Peces", incluidas en dos cajones de hormigón uno a cada lado de la Central y en correspondencia con la alineación de las Escalas.

La toma de la Escala Lateral Derecha, fundada a cota -3,10 m I.G.M., actúa también como muro divisorio de flujos de acceso a Central y Vertedero y es similar a la de la alternativa de Central con grupo a eje vertical, permitiendo captar los mismos caudales: $6,3 \text{ m}^3/\text{s}$ a través de orificios sumergidos, y $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$ a través de la lámina vertiente en cada escala. Ambas Escalas Laterales descienden 0,60 m por cada escalón tanque desde el vertedero de toma en el embalse, hasta la cota + 8,30 m que cubre el mínimo nivel de restitución y retrogradación posible del lecho.

La "Escala Lateral" izquierda trabaja además como muro de contención de la presa de tierra.

Aguas arriba, la estructura de Toma de las "Escalas Lateral" izquierda y "Central" izquierda contiene la presa de materiales sueltos. Todos estos muros de contención poseen gran estabilidad al vuelco, con coeficientes de seguridad mayores de 1,5.

Escalas Centrales

Las cuatro Escalas de Peces proyectadas comunican el embalse con el nivel de restitución, pasando de a dos y apareadas, en el interior de cada estructura adyacente a las Unidades de Servicio extremas. Este par de Escalas al llegar al vertedero de cota + 16,70 m I.G.M. se bifurcan, las laterales continúan su recorrido rectilíneo hasta el nivel de restitución y las Centrales giran 90° sobre los tubos de aspiración y continúan sobre ellos en una secuencia de escalones tanques de 7,00 m de ancho y 13,54 m de largo, con orificios de fondo de 0,50 m de ancho por 0,75 m de alto y practicados en las paredes vertedoras, hasta llegar a la zona de descarga y llamada de peces, en las proximidades de las Unidades de Servicio centrales, respectivamente.

La descarga se produce a través de 6 vertederos frontales a la presa y laterales con respecto al muro de aguas abajo de la Escala, con 1,90 m de longitud de cresta. La cota de cresta de los mismos se regula de manera que quede 0,35 m más elevada que el nivel de restitución. También se produce descarga sumergida por 10 orificios controlables de fondo que nacen en cota + 7,20 m I.G.M. sobre los tubos de aspiración.

Estaciones Hidrobiológicas

Como apoyo de las Escalas de Peces, complementando su función, y a los efectos de prever, estudiar y solucionar las alteraciones que la Obra de Cierre y el Embalse introducen al medio, se ha previsto la instalación de tres Estaciones Hidrobiológicas, una principal próxima a la Presa Frontal y dos secundarias, una en cada margen del Embalse, en zonas a determinar, y que apoyarán a la antes mencionada.

Las Instalaciones Hidrobiológicas también se encargarán de mejorar las poblaciones de peces migratorias por intermedio de la incubación y cría artificial, colaborando así con la preservación y activación de la fauna ictícola.

Además, como complemento de las Escalas de Peces, para el estudio ictícola de las especies migratorias, se adicionarán en la Central Variante Kaplan sendos laboratorios anexos a las Escalas Laterales y sobre la primera galería de las salas de montaje.

En la franja santafesina comprendida entre la Presa Lateral y la Ruta Provincial N° 1 hasta el norte de Helvecia, se intentará preservar el ambiente natural por donde escurre actualmente el río San Javier. Esta zona de características similares a las que inundará el embalse deberá ser estudiada para futuros emplazamientos de reservas faunísticas e instalación de piscigranjas.

El canal de drenaje de la presa lateral será una vía de migración hacia el norte, que podrá reemplazar en algunos tramos al río San Javier, es por eso que se estudiará la posibilidad de incorporar algún acceso intermedio al embalse para las especies que lo transiten y como alternativa de ésta se contemplará el sistema de los saladillos que alimentan la laguna Setúbal como vía de migración hacia el norte.

La presa frontal que intercepta el actual río Colastiné y posteriormente el arroyo Leyes en el caso de que sean realimentados desde el embalse crearía la oportunidad para el estudio del emplazamiento de sendas escalas para peces que complementen las ya proyectadas.

Esta iniciativa dentro del Proyecto del Paraná Medio permitirá que la migración y el desove de las especies de nuestra fauna ictícola no se vean demasiado alteradas y su proceso biológico se cumpla con normalidad.