



# EDIFICIO DE PISCICULTURA EN PUERTO FONCK

## UNA OBRA TIPO SALMÓN

DANIELA MALDONADO P.  
PERIODISTA REVISTA BIT

En la X región, al borde del Lago Llanquihue y con un bosque nativo a sus espaldas, se erige un edificio destinado a una piscicultura, primera etapa del proceso del cultivo de salmones. Plazos exiguos, mala calidad del suelo, complicada estructura, abundantes lluvias y fuertes vientos, fueron algunos de los desafíos que enfrentó la obra. Con una volumetría que asemeja las branquias de un pez y un revestimiento tipo escamas, el proyecto no tiene nada de jurel, es todo salmón.



GENTILEZA, JUAN PEDRO SABBAGH

# U

## N NÚMERO REDUCIDO DE INDUSTRIAS UBICAN

a Chile en el primer plano internacional. Una de ellas es la salmoneicultura. Razones sobran como las extraordinarias condiciones hidrológicas, climáticas y geográficas que ofrecen las regiones del sur austral de nuestro país. Pero no es una tarea fácil, el ciclo productivo consta de diferentes etapas, siendo una de las principales, la piscicultura, la primera fase del proceso.

En este escenario, la empresa Multiexport Foods solicitó a la oficina Sabbagh Arquitectos el diseño de su nueva infraestructura. La idea era clara: Una planta de operación eficiente, con un alto control sobre las variables involucradas en el cultivo temprano del salmón y con un diseño armónico con el entorno. Es decir, había que respetar la topografía, vegetación y paisaje de Puerto Fonck, caracterizado por estar a orillas del Lago Llanquihue, rodeado de un espectacular bosque nativo. Además de funcionales, las instalaciones debían ser sumamente atractivas, "ya que representarían la imagen de la empresa, a través de una futura ruta del salmón", comenta Gonzalo Valdivieso, gerente de ingeniería y proyectos de la compañía. Pero esto no es

## FICHA TÉCNICA

**Nombre de la Obra:** Piscicultura Puerto Fonck

**Localización:** Puerto Fonck X Región

**Propietario:** Salmones Multiexport

**Arquitectos:** Juan Sabbagh, Mariana Sabbagh, Juan Pedro Sabbagh, Felipe Sabbagh.

**Colaboradores:** Hernán Sánchez y Sergio de la Cuadra

**Constructora:** Lahuen

**Calculo Estructural:** Sergio Contreras

**Estructura metálica:** Maestranza Joma

**Iluminación:** Mónica Pérez N.

**Superficie del terreno:** 9.112 m<sup>2</sup>

**Superficie construida:** 2.957 m<sup>2</sup>

**Año del proyecto:** 2005

**Año de construcción:** 2005

**Materiales Predominantes:** Acero galvanizado, madera de pino y tejuela pizarra

**Costo Construcción x m<sup>2</sup>:** 15 UF



1



2



3



4



5



6



GENTILEZA MULTEXPORT FOODS

### MONTAJE EDIFICIO DE PISCICULTURA PUERTO FONCK

1. Antiguo edificio de Piscicultura
2. Desmantelamiento de las instalaciones
3. Preparación del suelo
4. Arriostramiento de la estructura
5. Montaje de la estructura metálica
6. Montaje de las instalaciones interiores
7. Revestimiento de cubiertas
8. Revestimiento con teja de piedra pizarra
9. Edificio de Piscicultura finalizado

todo. La edificación, compuesta por 23 piscinas para las ovas de salmón, un módulo de control, oficinas, camarines y comedor, debía proyectarse y construirse en un plazo exiguo. En el terreno ya operaba una piscicultura y no se podía detener la producción. Una de las áreas, destinadas a la incubación de los salmones, debía entregarse a los cuatro meses, tres más tarde el sector de estanques y los exteriores se completarían a los 10 meses. Un tiempo récord que exigió una coordinación poco tradicional, y superar a máxima velocidad múltiples desafíos.

### Todos juntos y al mismo tiempo

El reloj avanza. Se trabajó, y mucho, en forma simultánea. "Rápidamente nos juntamos con el ingeniero calculista y con los profesionales de la maestranza que suministrarían la estructura, para definir las secciones de los perfiles metálicos. Gracias a la experiencia del ingeniero se definieron inmediatamente los espesores y se comenzaron a cortar. Mientras se hacía esta faena, se desarrollaron los planos de arquitectura y de ingeniería casi en paralelo", relata Juan Pedro Sabbagh, arquitecto a

## DESAFÍOS CLIMÁTICOS

Trabajar bajo condiciones de lluvia y viento no resulta fácil, menos cuando se trata de enfrentar la rudeza del invierno patagónico. En vista de estas condiciones el proyecto contempló la utilización de membranas sintéticas, en vez de productos orgánicos que se pudieran degradar. Además, se estudiaron exhaustivamente los largos que debían tener los revestimientos, los que resultaron muy distintos a los utilizados habitualmente. Los traslapes por ejemplo debían ser el triple que los usados en Santiago.



7



8



9



cargo del proyecto. Una experiencia compleja: "Trabajar bajo una modalidad de fast track en Chile resulta todo un desafío, en especial por las particularidades del proyecto que implicó la realización de más de 90 planos de fabricación y detalle estructural, todo un récord si se considera que para la cantidad de acero utilizada no se deberían necesitar más de treinta", subraya Sergio Contreras, ingeniero a cargo del cálculo estructural.

### Las fundaciones

El diseño y el cálculo no la tenían fácil, pero en la obra el panorama no era precisamente el ideal. Por estar a escasos metros de la ribera del lago Llanquihue y estar compuesto de arenas finas, el terreno no cumplía con las exigencias necesarias para soportar la edificación. "No se habían realizado estudios de mecánica de suelo, porque ya había una construcción en el lugar, sin embargo al encontrarnos con la napa tuvimos que hacer un mejoramiento de suelo", comenta Sabbagh.

El terreno natural, ubicado a un metro de profundidad, estaba constituido por una arcilla de color negro de plasticidad alta y consistencia baja, siendo inadecuado para las cargas que debía soportar. Pero, para todo hay solución. En primer lugar se efectuó un movimiento de tierra masivo, retirándose la capa vegetal e incorporando al menos 3 capas de bolones de roca entre 4" y 8" para densificar hasta lograr una superficie estable. Posteriormente se colocó una cama de arena de 10 cm para recibir unas geomallas, traslapadas 50 centímetros, material conocido en la industria forestal para repartir la carga en terrenos con baja capacidad de soporte.

Una vez consolidado el suelo, se instaló una losa de hormigón continua. "Era como hacer un bote para montar la estructura encima", comenta Contreras. Para la conten-

ción de los rellenos interiores y para alcanzar los niveles de pavimentos exigidos por la hidráulica del proyecto, se instalaron muros perimetrales de hormigón armado de 2 m de altura. La distancia de las grandes ciudades también dificultaba las cosas. Por la lejanía con las plantas de premezclado, se utilizaron aditivos especiales con retardadores para el hormigón.

### La estructura

Uno de los requerimientos del mandante, era la necesidad de contar con una estructura resistente a la oxidación pero sin sacrificar la necesidad de una instalación alta y espaciosa. En un terreno reducido (9.112 m<sup>2</sup>) y considerando las instalaciones requeridas, la idea era contar con una estructura de escasos pilares y vigas reticuladas de luces importantes. La propuesta se basó en una estructura metálica galvanizada en caliente, ensamblable y con uniones apernadas que estuvieran acordes con la concepción arquitectónica del proyecto. En planta, relata Sabbagh, la geometría se asemeja a una hoja de árbol y en volumetría a las branquias de un pez. Siguiendo esta línea, se configuró una estructura bastante especial que contaba con un elemento diagonal, una gran viga que llevaba varios elementos transversales apoyados.

El particular diseño obligó a emplear una concepción estructural en base a marcos rígidos distintos para cada eje transversal. La conformaban nada más ni nada menos que 2.234 piezas de 400 tipos distintos. En total fueron 103 toneladas de estructuras despachadas desde Santiago en 15 fletes. De acuerdo, pero ¿cómo se monta todo esto? El personal a cargo de esta faena fue acuciosamente seleccionado en Santiago en base a su experiencia previa en obras similares. La baja estandarización de las piezas, más el hecho de estar compuestas por secciones tubulares y finalmente galvanizadas, resultaba todo un desafío técnico que requirió de una administración y un control exhaustivo de la secuencia, tanto en la fabricación como en el despacho y el montaje. La mayor parte de la estructura se armó en terreno y posteriormente se elevaba con dos grúas contratadas en la zona.

El plazo seguía corriendo. "El personal debió armar las piezas incluso en condiciones

GENTILEZA JUAN PEDRO SABBAGH



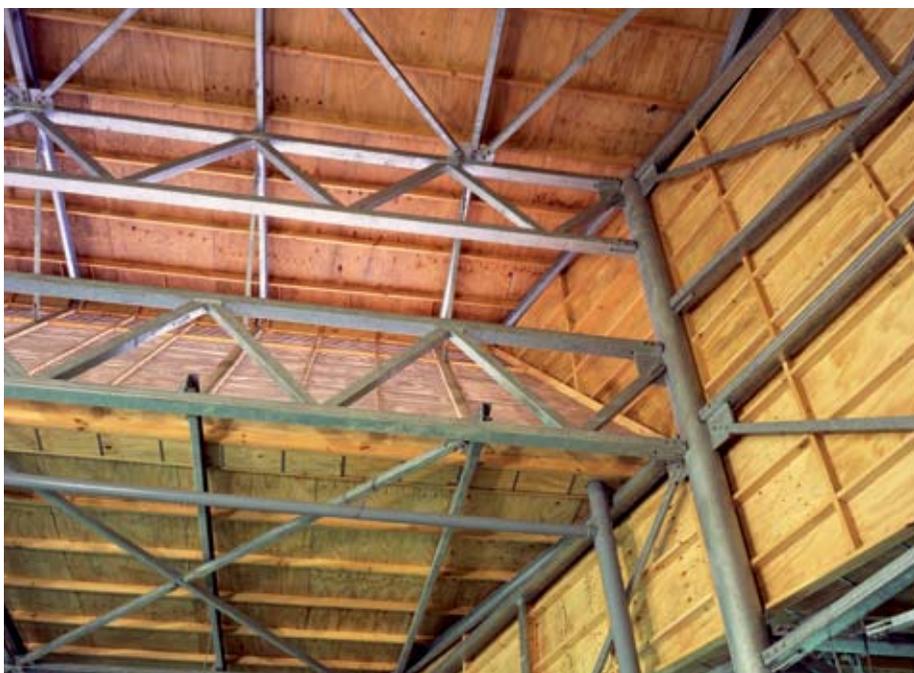
Altílo con vista al lago. Los grandes paños de vidrios fueron instalados gracias a una grúa pluma con ventosa.

Las estructuras metálicas se dejaron a la vista. El cerramiento se revistió con placa de madera de pino con refuerzos de envigado de madera.



Se observan celosías de madera de pino que permitían la renovación de aire y evitaban la condensación.

GENTILEZA JUAN PEDRO SABBAGH



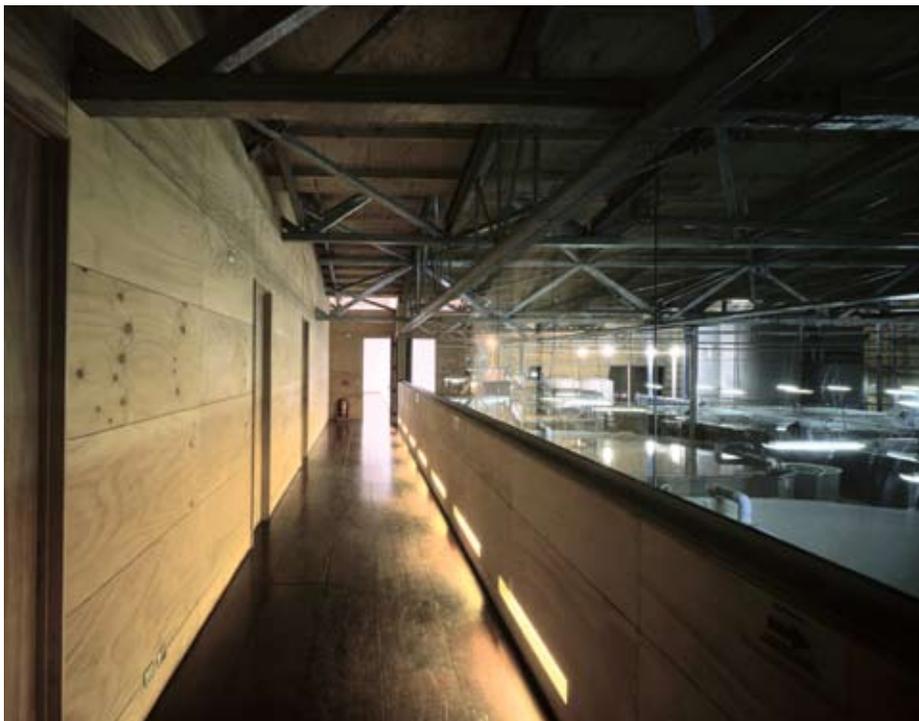
climáticas bastante desfavorables. Para el izaje, sin embargo, se esperó que la lluvia y los vientos disminuyeran su intensidad”, relata Ivan Matesic, presidente de Maestranza Joma, empresa a cargo de fabricar, despachar y montar la estructura metálica. A esto se suman la toma de decisiones complejas en segundos. “En algunas oportunidades tuvimos que hacer croquis y resolver la unión de elementos con soldaduras, pese a que todo estaba calculado para que fuera apertado”, señala Juan Pedro Sabbagh.

### La materialidad

Por su funcionalidad, el edificio de piscicultura presenta características específicas. En primer lugar se requerían de alturas diferentes para contener los estanques de recirculación de agua, sistema fundamental para realizar un cultivo eficiente a partir del control de variables como temperatura, calidad del agua y saturación de oxígeno, entre otros parámetros. Así, se administran mejor los tiempos en el cultivo y se minimizan los gastos en energía. En segundo término se requería de una

ventilación natural para evitar la condensación y finalmente de luz en penumbra, como condición ambiental para el proceso. Todas estas condiciones las cumplía la cubierta, desplegada en dos niveles que acusan las diferentes alturas, acentuado por un encuentro en un eje longitudinal. Cada plano de cubiertas se desarrolla a su vez en planos inclinados traslapados, lo que genera las aberturas para ventilación e iluminación. “Se diseñaron tanto lateralmente, como sobre la cubierta, endentados tipo Schell que contenían celosías de madera de pino que permitía la renovación de aire para evitar la condensación propia de la evaporación de agua de los estanques”, comenta Ruperto Pineda, gerente general de la Constructora Lahuen, empresa a cargo de las obras.

En todos los recintos las estructuras se dejaron a la vista, revistiendo el cerramiento con placa de madera de pino con refuerzos de envigado de madera. El 100% del encamisado de las áreas productivas se realizó con terciado estructural clasificado y protegido mediante el empleo de vitrificante con fungicida. Dada la fuerte condición de viento imperante en la zona, se empleó una envolvente en base a Tyvar corcheteado firmemente al encamisado. Sobre ésta, se montó un panel que se fijó mediante un clip ome-



ga, material que según el fabricante, asegura la estanqueidad y hermeticidad del sistema. En esta faena destacan unos anclajes especiales que se instalaron en la etapa de obra gruesa para fijar los andamios a los muros y de esta manera poder sortear la angularidad que provocaban los muros inclinados.

Los recintos destinados al personal y a los visitantes se ubicaron en dos niveles. Los trabajadores ingresan al edificio a través de un hall vidriado de doble altura. A partir de éste, en el segundo nivel, se desarrolla un balcón que permite observar todo el proceso y recorrer las instalaciones.

El montaje de los vidrios tuvo elementos interesantes, comentan especialistas de Glasstech, empresa a cargo de esta faena. Se trata de grandes paños fijos de cristal de 4x2 m

y de 12 mm de espesor, que debieron ser instalados gracias a una grúa pluma con ventosa (sistema que adhiere superficies). El montaje, realizado por 8 personas que viajaron de Santiago, se extendió aproximadamente por 45 días, tiempo que excede al habitual debido a las lluvias y a la dificultad de los accesos.

No hay losas, siendo el único sustento la estructura metálica. Los pavimentos se realizaron con placa de terciado marino, cortado en franjas de 40 cm instalado traslapado y vitrificado. Los pisos de las áreas secas del segundo nivel se realizaron con terciados en base a madera nativa roja pulida y teñida. Los pavimentos del área de proceso se alisaron mecánicamente y se sellaron con vitrificado transparente mate.

**Mantener permanentemente la luz en penumbra era uno de los requisitos para resguardar la condición ambiental del proceso.**

## El revestimiento

¿Y las escamas? Una de las faenas más destacadas corresponde al revestimiento de la volumetría exterior. Alrededor de 100.000 unidades de tejas de piedra pizarra de formato 17x12 cm y con 3 milímetros de espesor, fueron cortadas con tijera y fijadas, por profesionales especializados, en forma flotante mediante el empleo de ganchos de acero. El corte en diagonal permitió que al instalarse en los 2.200 m<sup>2</sup>, tomaran una geometría ligeramente diagonal, que semeja la piel escamada de los salmones. El color grafito de estas tejas otorga una apariencia tornasolada, que cambia de gris a verde según la luz.

El repaso de los principales componentes del proyecto, permiten reafirmar la idea original: Una obra tipo salmón, 100% salmón. ■

[www.sabbagharquitectos.cl](http://www.sabbagharquitectos.cl)

[www.constructoralahuen.cl](http://www.constructoralahuen.cl) / [www.joma.cl](http://www.joma.cl)

[www.sergiocontreras.cl](http://www.sergiocontreras.cl)

[www.multiexportfoods.com](http://www.multiexportfoods.com)

## EN SÍNTESIS

**El reemplazo del edificio de piscicultura ubicado en Puerto Fonck, en la X región, resultó todo un desafío. Debido al escaso tiempo con que se contaba, los planos se desarrollaron en paralelo. Una vez en el lugar, se realizó un mejoramiento de suelo y posteriormente se instaló, en condiciones climáticas bastante desfavorables, una estructura metálica galvanizada en caliente. En los revestimientos interiores se privilegió el uso de madera y para la volumetría exterior se revistió con teja de piedra pizarra a modo de escamas.**

BIT 62 SEPTIEMBRE 2008 ■ 123



**PILOTES  
TERRATEST**

**Líderes en fundaciones especiales**

Av. Alonso de Córdova 5151, oficina 1401, Las Condes  
Teléfono 4372900



**Muro Pantalla  
Seawater Intake**  
*GNL Quintero*

Representantes exclusivos de:

**ISCHEBECK  
TITAN**

[www.terratest.cl](http://www.terratest.cl)

Construyamos ese proyecto  
que tienes en mente

Comercio



Minería



Industria



Transporte



Ahora Varco Pruden es



[www.vpchile.cl](http://www.vpchile.cl)

# Presec®

## T-25 Estuco Térmico

MORTEROS

**LAFARGE**

damos vida a los materiales

## Presec® T-25 Estuco Térmico

### Preparado para la Reglamentación Térmica

- Permite construir una vivienda con menor pérdida de energía.
- Reduce la formación de humedad interna por condensación.
- Fácil y rápido de aplicar.
- Terminación equivalente a la de un estuco tradicional.
- Bajo peso por metro cuadrado construido.

Para mayor información técnica de nuestros productos, contactarse al:  
Fono: 490 9000  
[presec@lafarge.cl](mailto:presec@lafarge.cl)  
[www.lafarge.cl](http://www.lafarge.cl)



