



# Cubiertas Flotantes para la Gestión Hídrica en Proyectos Mineros

Proyectos de Desarrollo Tecnológico

**ECOMEX®**



# Dirigida a:

**Dirección, Gerencia y Superintendentes**

- **Operaciones Mineras**
- **Planta y Procesos Hidrometalúrgicos**
- **Ingenieros Ambientales y de Gestión del Agua**
- **Unidades de Innovación y Desarrollo Tecnológico**

# 1.0 Introducción



**“El agua se ha convertido en un recurso  
tan estratégico como el mineral mismo”**



**“Eficiencia hídrica, estabilidad y desempeño operativo”**



## 2.0 Fundamentos teóricos de la evaporación y cobertura flotante



- Temperatura ambiente y radiación solar
- Velocidad del viento
- Área expuesta del espejo de agua

# ¿Se puede calcular la evaporación del agua?



- **Método aerodinámico:** Este método considera la velocidad del viento y el gradiente de humedad del aire
- **Método del balance de energía:** Este método se enfoca en la energía radiante que llega a la superficie del agua.
- **Ecuación de Thornthwaite-Holzman:** Es una versión simplificada de la ley de Dalton, que combina la aerodinámica y el balance de energía
- **Fórmula de Penman-Monteith:** Esta es una de las fórmulas más utilizadas para calcular la evaporación potencial y tiene en cuenta varios factores como la temperatura, el viento, la humedad y la radiación solar.



#### SIMULATION PARAMETERS - PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN

Location - Ubicación

Latitude, longitude, height - Latitud, longitud, altura

Pond Area - Área del Reservorio

Cover Solution - Solución de cubierta

Auxiliary Heating Power - Potencia máxima Auxiliar

Mean Air Temperature - Temperatura ambiente promedio

Mean Relative Humidity - Humedad Relativa promedio

Mean Wind Velocity - Velocidad viento promedio

Global Horizontal Radiation - Radiación Global Horizontal

#### SIMULATION RESULTS - RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Mean/Min/Max Pool Temperature - Temperatura piscina promedio/Min/Max.

Congelation Risk - Riesgo de Congelación

**Max Evaporation Rate** - Tasa de Evaporación máxima

Mean Annual Evaporation Rate - Tasa de Evaporación promedio anual

Total Thermal Losses - Total Pérdidas Térmicas

Total Gains - Total Ganancias

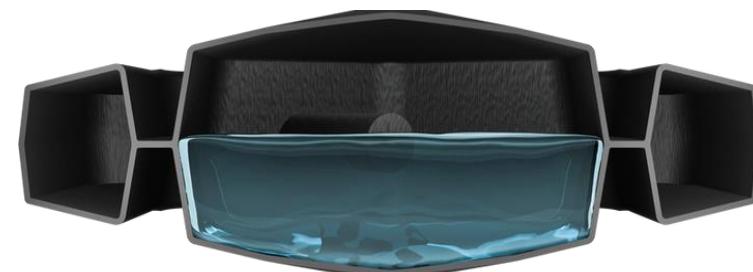
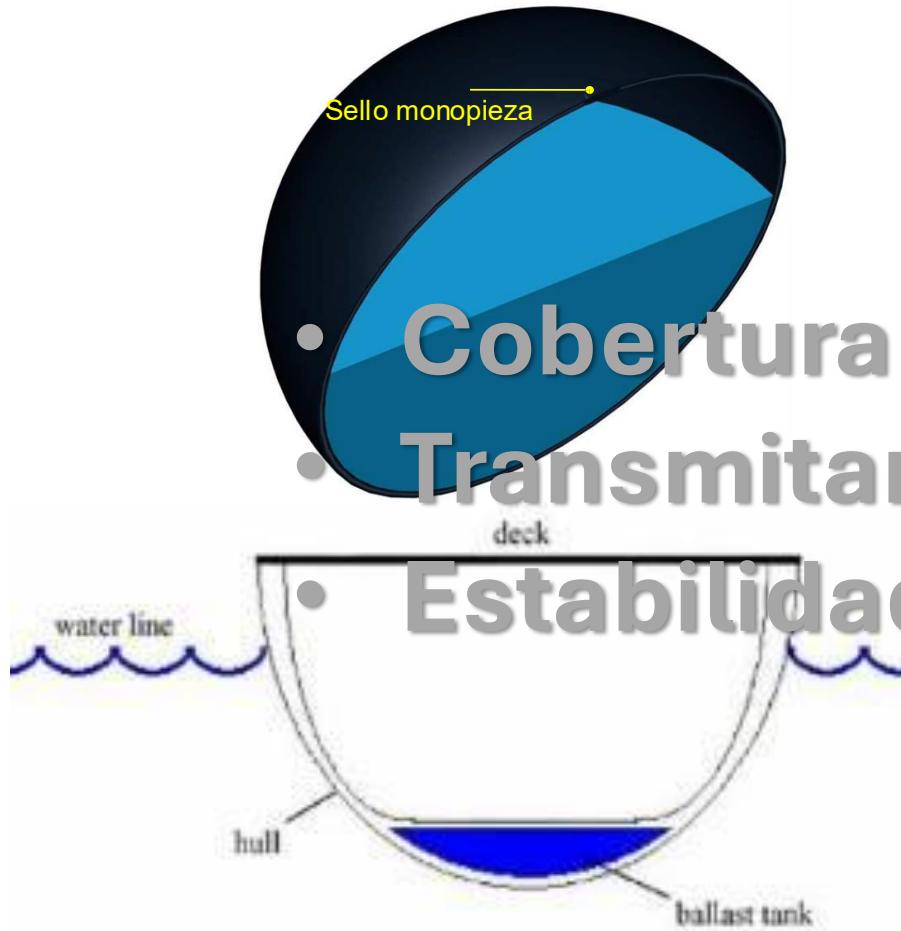
Total Auxiliary Energy - Total Aportación Auxiliar

Total Auxiliary Energy Consumption - Total Consumo Auxiliar

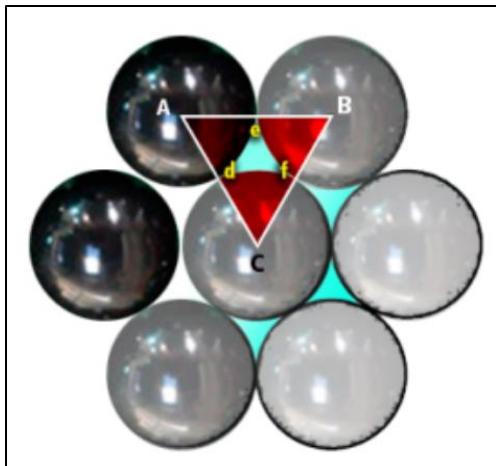
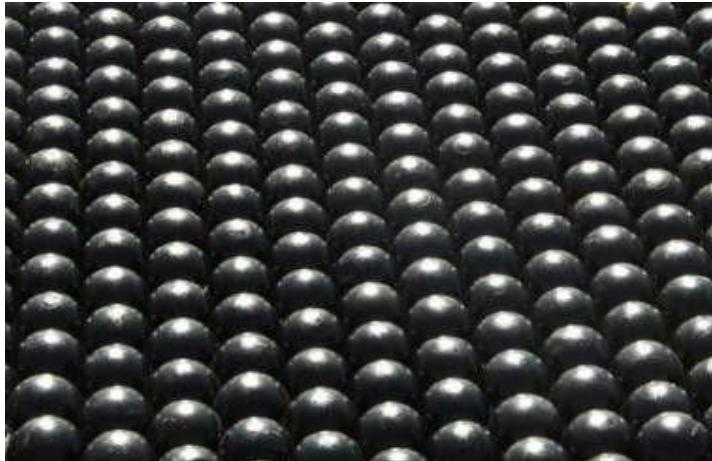
Total CO2 Emissions - Emisiones totales de CO<sub>2</sub>

	Ta °C	HRa %	Wind m/s	Gth kWh/m <sup>2</sup>	TSky °C	Tpond °C	MEvap m <sup>3</sup>
Enero	13.1	57	2.8	127.8	-3.2	13.8	1
Febrero	14.9	56	3.3	137.0	-1.8	15.4	2
Marzo	18.5	51	3.6	179.2	3.2	18.5	3
Abril	21.7	49	3.9	184.7	9.5	20.6	4
Mayo	23.8	50	3.9	195.8	12.0	21.0	4
Junio	24.6	55	3.8	191.3	13.6	21.6	5
Julio	24.1	58	3.7	176.9	15.1	21.5	5
Agosto	24.1	59	3.5	180.8	14.4	21.5	4
Septiembre	21.6	67	3.1	161.8	11.7	21.3	3
Octubre	19.8	65	2.9	156.9	6.9	20.7	3
Noviembre	16.3	61	2.8	142.1	-0.5	18.0	2
Diciembre	14.0	57	2.7	119.2	-2.2	14.8	2
<b>PROMEDIO</b>	<b>19.7</b>	<b>57</b>	<b>3.3</b>		<b>6.6</b>	<b>19.1</b>	
<b>TOTAL</b>				1,953			<b>37</b>
	°C	%	m/s	kWh/m <sup>2</sup>	°C	°C	m <sup>3</sup>

# Principio de funcionamiento de una cubierta flotante



# 3.0 Descripción geométrica y material de los sistemas (esferas y hexágonos)



## 4. Discusión técnica y análisis comparativo

- **Comportamiento frente a la evaporación**
- **Estabilidad estructural y respuesta aerodinámica**
- **Comportamiento térmico y radiativo**
- **Durabilidad**



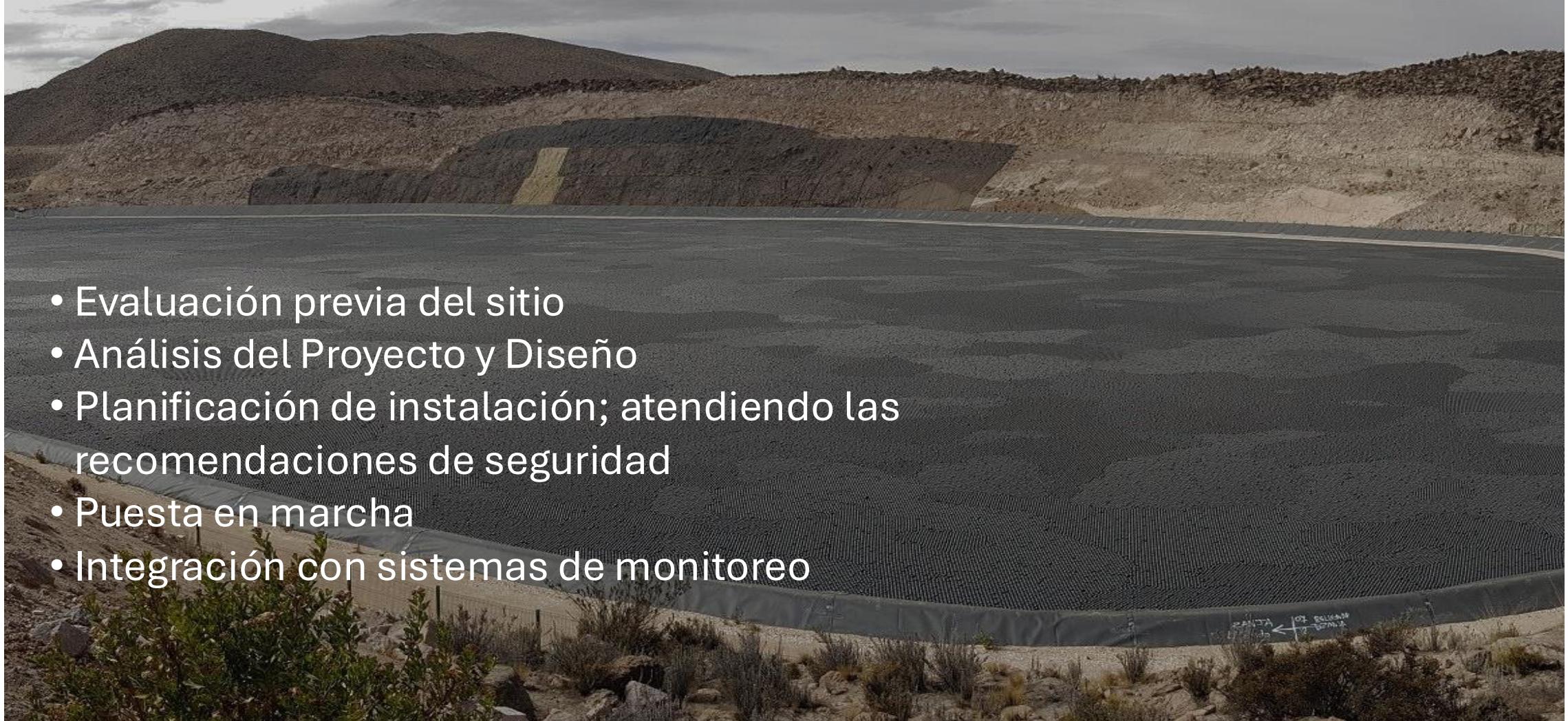
# 5.0 Conclusiones y rendimiento esperado



El desempeño esperado es:

- Lograr una mayor cobertura y estabilidad estructural de hasta el 98%
- Lograr una reducción de evaporación superior al 90%
- Obtener un comportamiento térmico más estable
- Obtener una durabilidad de hasta 25.0 años bajo condiciones del entorno minero

# 6.0 Recomendaciones para implementación en campo



- Evaluación previa del sitio
- Análisis del Proyecto y Diseño
- Planificación de instalación; atendiendo las recomendaciones de seguridad
- Puesta en marcha
- Integración con sistemas de monitoreo





# Top - FAQ´s

- ¿De que están fabricadas las piezas?
- ¿Cuál es la cobertura total que ofrecen ambos sistemas?
- ¿Cuánto dura la vida útil y son reciclables?
- ¿La cubierta afecta la calidad del agua o lixivia químicos?
- ¿El sistema sirve para reducir la mortandad de aves?
- ¿El sistema previene reacciones químicas adversas causadas por la luz solar?
- ¿Precio aproximado por m<sup>2</sup> de solución?



¡Gracias!

Ing. NORBERTO PADRON

Líder Comercial Minería

STAND #6107

npadron@ecomex.com.mx

Cel. 811 801 0590