

## **Sistema de ventilación mecánica para control de ambiente en recintos con piscinas atemperadas**

**John Calle-Siguencia<sup>1</sup>, Cesar Vizhñay-Tuza<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Grupo de investigación en Transición Energética GITE, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Email: jcalles@ups.edu.ec

<sup>2</sup>Carrera de Ingeniería Mecánica, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. cvizhnayt@est.ups.edu.ec

### **Resumen**

Este estudio se enfoca en el diseño de un sistema de ventilación mecánica para recintos que albergan piscinas, destacando la importancia de la calidad del aire en entornos cerrados. Las piscinas atemperadas generan altos niveles de condensación, lo que puede llevar a problemas respiratorios y deterioro estructural debido a la humedad y la acumulación de sustancias químicas. El trabajo aborda de manera integral la optimización de las condiciones ambientales mediante un análisis exhaustivo de la situación actual del recinto y el diseño de soluciones conforme a normativas como ASHRAE y la NEC. Utilizando herramientas de ingeniería y software especializado, se realizan cálculos y modelados del sistema, incluyendo simulaciones con ANSYS Discovery. Estos procedimientos aseguran la eficiencia del sistema en términos de confort para los usuarios y protección de la estructura contra la corrosión. La principal contribución del estudio es la garantía de un flujo de aire laminar que se mantiene dentro de las condiciones de confort, evitando la presencia de condensado y protegiendo la salud de los usuarios y la integridad de las estructura civil y arquitectónica. El método empleado es cuantitativo y descriptivo, fundamentado en datos numéricos como el volumen de la piscina, área del recinto y temperaturas, y validado mediante modelado y análisis.

**Palabras clave:** Ventilación mecánica; ductos; condiciones de confort; corrosión

### **Abstract**

This study focuses on the design of a mechanical ventilation system for facilities housing swimming pools, emphasizing the importance of air quality in enclosed environments. Tempered pools generate high levels of condensation, which can lead to respiratory problems and structural deterioration due to humidity and the accumulation of chemical substances. The work comprehensively addresses the optimization of environmental conditions through an exhaustive analysis of the current situation of the facility and the design of solutions in accordance with ASHRAE and NEC standards. Utilizing engineering tools and specialized software, system calculations and modeling are performed, including simulations with ANSYS Discovery. These procedures ensure the system's efficiency in terms of user comfort and structural protection against corrosion. The main contribution of the study is the assurance of laminar airflow that remains within comfort conditions, preventing the presence of condensation and protecting the health of users and the integrity of the civil and architectural structures. The method employed is quantitative and descriptive, based on numerical data such as pool volume, facility area, and temperatures, and validated through modeling and analysis.

**Keywords:** Mechanical ventilation; Ducts; Comfort conditions; corrosion.

## 1. Introducción

Este artículo científico se enfoca en la metodología desarrollada para el diseño de un sistema de ventilación mecánica para el control ambiental en recintos con piscinas atemperadas. Es crucial considerar tanto las normativas nacionales como las internacionales. En el ámbito nacional, se debe cumplir con las normativas del Ministerio de Salud Pública y la Norma Ecuatoriano de la Construcción (NEC). Internacionalmente, es importante adherirse a los estándares de la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), específicamente las normas ASHRAE 62.1 y 62.2 que tratan sobre la calidad del aire interior y la ventilación en espacios cerrados. Además, se deben considerar las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en relación con la calidad del aire y la prevención de enfermedades. La correcta implementación de estos criterios asegura un ambiente saludable y seguro para los usuarios, garantizando una adecuada renovación del aire, control de la humedad y eliminación de contaminantes.

### 1.1 Calidad del aire ambiental.

Según datos del Observatorio Mundial de la Salud de la OMS, la contaminación del aire causó al menos 380,000 muertes prematuras en las Américas en 2019. Además de estos efectos, la contaminación ambiental, tanto interior como exterior, puede alterar las características naturales de la atmósfera mediante agentes químicos, físicos o biológicos, afectando negativamente el calentamiento global y la salud [1].

#### 1.1.1 Calidad del aire en ambientes interiores.

Un estudio de PHS Serkonten revela que el aire en espacios cerrados es cinco veces más contaminado que el exterior, especialmente en primavera. Esta contaminación puede reducir la productividad y aumentar el riesgo de contagio de ciertas enfermedades [2].

#### 1.1.2 Renovación de aire en ambientes interiores.

En función de los factores que influyen en la ventilación, se puede calcular la cantidad de renovaciones de aire por hora que necesita un espacio específico. Esto se conoce como R/H (renovaciones por hora necesarias). Las normas ASHRAE 62.1 y 62.2 recomiendan el número adecuado de renovaciones para distintos tipos de locales, como se detalla en la tabla 1 [3].

**Tabla 1.** Número de renovaciones para diferentes tipos de recintos. [3]

Tipo de recinto	Número de renovaciones de aire por hora (R/H)
Piscinas cubiertas	3-6
Vestuarios	6-8
Áreas de espectadores (tribunas)	4-6
Oficinas administrativas	3-5
Salas de máquinas (equipos)	6-10
Áreas de almacenamiento químico	8-12

Fuente: Tomado de [3]

#### 1.1.3 Filtros de ventilación para ambientes cerrados.

La clasificación de filtros MERV (Minimum Efficiency Reporting Value) es un estándar definido por ASHRAE para medir la eficiencia de los filtros de aire. La normativa ASHRAE 52.2 establece esta clasificación, que varía de MERV 1 a MERV 16, y se utiliza para evaluar la capacidad de un filtro para capturar partículas de diferentes tamaños, desde grandes partículas de polvo hasta partículas microscópicas. Los filtros con una clasificación MERV más alta son más eficientes para eliminar partículas más pequeñas. En el caso de recintos que albergan piscinas, es fundamental seleccionar filtros con una clasificación adecuada para garantizar una calidad del aire óptima, eliminando cloro, humedad y otros contaminantes. Se recomienda utilizar filtros de al menos MERV 8 para aplicaciones básicas y MERV 13 o superior para control avanzado de contaminantes.[4]

**Tabla 2.** Eficiencia de filtros según clasificación MERV [4]

Clasificación MERV	Eficiencia en la captura de partículas (µm)	Aplicaciones recomendadas
1-4	3.0 - 10.0	Filtros básicos para polvo y polen
5-8	1.0 - 3.0	Filtración básica para recintos
9-12	0.3 - 1.0	Filtración intermedia, captura de partículas más pequeñas
13-16	0.3 y menores	Alta eficiencia, captura de partículas muy pequeñas, adecuada para control avanzado de contaminantes

Fuente: Tomado de [4]

## 1.2 Ventilación.

La ventilación en ambientes cerrados es crucial para mantener la calidad del aire interior, reducir la concentración de contaminantes y garantizar la salud y el bienestar de los ocupantes. En espacios como recintos para piscinas, la ventilación adecuada es

esencial no solo para controlar la humedad y el olor a cloro, sino también para prevenir problemas de salud respiratoria y el deterioro de las instalaciones. La normativa ASHRAE proporciona directrices específicas para estos entornos, asegurando que se mantenga un flujo de aire constante y efectivo para remover contaminantes [5,6,7].

### 1.2.1 Ventiladores

los ventiladores juegan un papel fundamental en la ventilación de ambientes cerrados, incluyendo recintos de piscinas. Los ventiladores deben seleccionarse y dimensionarse correctamente para asegurar una circulación de aire adecuada. Los tipos de ventiladores más utilizados en estos recintos incluyen ventiladores centrífugos y axiales, cada uno con características particulares que los hacen adecuados para diferentes aplicaciones. La normativa ASHRAE también recomienda el uso de sistemas de ventilación mecánica que puedan adaptarse a las variaciones en la carga de contaminantes y humedad, garantizando así un ambiente saludable y seguro para los usuarios del recinto [6,7].

### 1.3 Sistemas de ductos para ambientes húmedos y corrosivos

Los ductos utilizados para sistemas de ventilación en recintos que albergan piscinas deben cumplir con estrictos criterios de diseño y mantenimiento debido a las condiciones específicas de humedad y corrosión presentes en estos ambientes. Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción, los materiales utilizados en estos ductos deben ser resistentes a la corrosión y tener una durabilidad adecuada para soportar la alta humedad. Además, la normativa ASHRAE 62.1-2019 especifica que los sistemas de ventilación deben proporcionar una adecuada renovación de aire para controlar los niveles de humedad y mantener una buena calidad del aire interior. Es crucial que estos sistemas estén diseñados para manejar grandes volúmenes de aire y sean capaces de prevenir la acumulación de moho y otros contaminantes [8,9,10]. Estudios adicionales sugieren que el uso de revestimientos especiales y materiales como acero inoxidable o aluminio con tratamientos anticorrosivos puede aumentar significativamente la vida útil de los ductos en estos entornos exigentes [11,12].

### 1.4 Normativa para la ventilación industrial

La Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) establece lineamientos detallados para garantizar la seguridad, durabilidad y calidad de las construcciones en el país. En el contexto de recintos que albergan piscinas, la NEC enfatiza la necesidad de utilizar

materiales resistentes a la humedad y a la corrosión, así como la implementación de sistemas de ventilación eficientes que aseguren la renovación constante del aire para evitar la acumulación de moho y otros contaminantes [8]. Complementando estas disposiciones, la normativa ASHRAE 62.1 y 62.2 proporciona estándares específicos para la ventilación y la calidad del aire interior. La ASHRAE 62.1 se enfoca en garantizar niveles aceptables de calidad del aire en edificaciones comerciales e institucionales, mientras que la ASHRAE 62.2 se centra en edificaciones residenciales. Ambas normativas recomiendan tasas de ventilación adecuadas y el control de humedad como elementos cruciales para mantener un ambiente saludable y seguro en instalaciones con piscinas [13].

El estudio tiene como objetivo general diseñar un sistema de ventilación mecánica para una edificación que alberga piscinas atemperadas, con el propósito de asegurar el cumplimiento de la normativa NEC, ASHRAE y preservar tanto la salud de los usuarios como la integridad de la infraestructura. Parte de definir variables con un análisis de la normativa, como de las condiciones actuales en la que se encuentra la edificación que alberga las piscinas, posteriormente se establece una serie de pasos y cálculos cuyo orden permite garantizar una adecuada selección de equipos y distribución de ductos y rejillas, garantizando la funcionalidad a través de un análisis con software de ingeniería.

## 2. Materiales y métodos



**Figura 1.** Metodología del diseño. Fuente: elaboración propia.

La investigación utiliza un enfoque cuantitativo para analizar datos como el volumen de la piscina, el área del recinto y las temperaturas del agua y ambiente. Este método permite obtener resultados precisos y medibles. Es una investigación aplicada, centrada en ofrecer soluciones prácticas para el personal de las piscinas. El alcance del estudio es exploratorio y descriptivo y aplica teorías de transferencia de calor, mecánica de fluidos e ingeniería estructural para

resolver problemas específicos en el contexto de la piscina y proponer una solución práctica (figura 1). Para aplicar el proceso se considera un recinto piloto ubicado en la ciudad de Cuenca Ecuador en la Unidad educativa Técnico Salesiano. [14].

## 2.1 Identificación de la necesidad

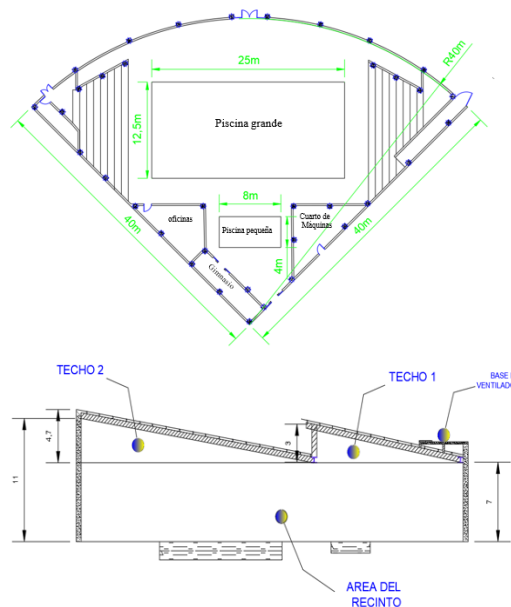
En primer lugar, se identifican las características de la edificación las mismas que se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Características de la edificación.

Dimensiones de la edificación	Volumen del recinto	10076 m <sup>3</sup>
	Altura	7m en una esquina y 13m en la otra
Dimensiones de las piscinas	Piscina pequeña	8m x 4m
	Profundidad	1m
	Piscina grande	25m x 12,5m
	Profundidad	160m - 180m
Temperatura.	Piscina pequeña	28°C - 30°C
	Piscina grande	26°C - 28°C
Periodo de uso	Mañana y tarde.	7:00am a 12am y 13:00pm a 16:00pm
N° de personas	Graderíos	350 personas
	Piscinas	En la grande 26 y en la pequeña 10

Fuente: Tomado de [13]

Posteriormente se procede al levantamiento de planos de la situación actual del recinto, como se muestra en la figura 2.



**Figura 2.** Estado actual del recinto. Fuente: Tomado de [13]

## 2.2 Definición de variables

Para dar soporte al diseño del sistema de ventilación es necesario definir las variables que servirán como una lista de chequeo en el cumplimiento a los requerimientos. Las variables más significativas que en

este caso son el tipo de sistema de ventilación y el tipo de ventilador se definen mediante proceso de ponderación como se muestran en la tabla 4 y 5

**Tabla 4.** Selección del sistema de ventilación.

Aspectos	Ponderación	Ventilación mecánica en admisión y extracción de doble flujo con renovación de aire		Ventilación mecánica en admisión y extracción	
		$V_A C_A$	Clasificación $C_A$	$V_E C_E$	Clasificación $C_E$
Materiales de calidad.	40	38	4	40	5
Alta eficiencia	35	32	4.5	34	5
Fácil implementación	25	20	3	24	3.5
Fácil mantenimiento	30	25	4	28	5
Mejor rendimiento energético	30	27	3	26	3
Bajo costo	30	23	3	28	3.5
Disponibilidad en el mercado	10	7	3	10	4
Total	200		172		190

Fuente: Tomado de [13]

**Tabla 5.** Selección del tipo de ventilador.

Aspectos	Ponderación	Ventilador axial		Ventilador centrífugo		Ventilador tangencial	
		$V_A C_A$	Clasificación $C_A$	$V_E C_E$	Clasificación $C_E$	$V_T C_T$	Clasificación $C_T$
Materiales de calidad.	30	25	4	30	5	25	4
Alta eficiencia	40	30	3	40	5	32	3.5
Fácil implementación	20	18	3.5	20	4	18	3
Fácil mantenimiento	20	18	3.5	20	4	18	3
Mejor rendimiento energético	30	20	3	26	4	23	3
Bajo costo	20	17	3	19	3.5	18	3.5
Disponibilidad en el mercado	20	17	3.5	20	5	16	3
Total	180		145		175		150

Fuente. Tomado de [13]

Una vez seleccionado el sistema y el tipo de ventilador las variables a considerar se presentan en la tabla 6:

**Tabla 6.** Variables de diseño

Variable	Parámetro
Tipo de sistema	Ventilación Mecánica en admisión y extracción
Tipo de ventilador	Ventilador centrífugo
Tasas de renovación de aire recomendadas por ASHRAE	4 R/H
Materiales de los ductos	Resistente a la corrosión
Requerimientos de mantenimiento y limpieza de los sistemas de ventilación	Compuertas de revisión

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3 Diseño de concepto.

El diseño de concepto considera en primer lugar el cálculo del caudal de aire requerido y posteriormente la definición de posición de ventiladores, ductos y rejillas

### 2.3.1 Determinación del caudal

En el diseño del sistema de extracción y suministro, es crucial calcular el caudal según normativas vigentes. Para piscinas cubiertas con entornos cerrados, se selecciona 3 renovaciones de aire por hora, [3].

Para determinar el caudal se aplicará la ecuación 1

ecuación (1)

$$Q = V * N$$

$$Q = (10076.795 \text{ m}^3) \left( \frac{3}{h} \right)$$

$$Q = 30.230,385 \text{ m}^3/h$$

Considerando la magnitud de caudal y el tamaño de ventilador para dar soporte al mismo se define utilizar 2 ventiladores tanto para suministro como para extracción

$$Qv = 15115.6 \text{ m}^3/h$$

Definido el caudal teórico se revisa la disponibilidad de ventiladores en este caso en la empresa Soler Palau y se establece la capacidad comercial que en este caso es de 15209 m<sup>3</sup>/h [15]

### 2.3.2 Definición del número de rejillas

Para determinar el numero de rejillas se considera el área de suministro de flujo tomando como referencia el catalogo de Air Guide [16]. Aplicando una inclinación de alabes de 45° con una rejilla de 508x508 mm (20"x20") se consigue un diámetro de flujo de aire al piso de 7,50m; con este criterio se define utilizar 15 rejillas de suministro y 12 de extracción.

### 2.3.3 Posición de ventiladores ductos y rejillas

Considerando que se van a utilizar 2 ventiladores de suministro, 2 de extracción, 15 rejillas para suministro y 12 para extracción, que los ventiladores se van a colocar en la parte exterior de la cubierta se define la distribución como se muestra en la figura 3.

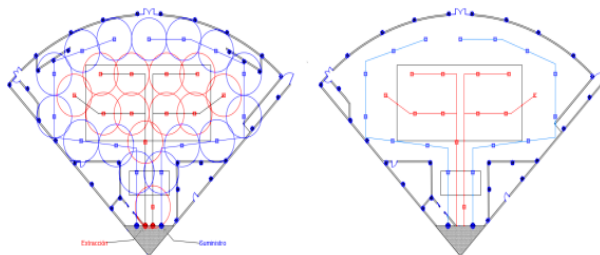


Figura 3. Distribución de rejilla y ductos. Fuente: [12]

## 2.4 Cálculo de Ductos

Para garantizar y establecer datos precisos en el dimensionamiento de ductos, lo cual es crucial debido a su impacto significativo en el costo y la instalación, se emplean dos sistemas de cálculo: un software comercial – Instawin [17] y un software libre - Duct Sizer [18]. Además, para este análisis, tanto el sistema de suministro como el de extracción se dividen en dos

partes. Esto permite obtener dimensiones de ductos adecuadas para su construcción e implementación.

### 2.4.1 Dimensionamiento de ductos con software especializado.

En primer lugar, se utiliza el software Instawin, se coloca como restricción el ancho del ducto en 600mm, el caudal que es de 15209 m<sup>3</sup>/h, se escoge chapa galvanizada que es resistente a la corrosión, se determina para el un tramo 7 bocas de salida y para el otro 8 en lo que corresponde a suministro, y 6 para cada tramo de extracción. La tabla 7 muestra un ejemplo de cálculo.

Tabla 7. Cálculo de ductos con software instawin.

Conductos											Referencias
Proyecto: SUMINISTRO-1		Chapa Galvanizada									Fecha: 12/01/2024
Conductos: KOLUAR		INTERMEDIO									
Marca: KOLUAR		Caudal (m³/h): 15209.00									
Tipo: INTERMEDIO		Nº de Curvas: 6									
Velocidad (m/s): 10.00		Pérdida de Carga Total: 15.03 m.m.c.a									
Altura Acotada (cm): 60.00		Superficie Total de Conductos: 137.17 m²									
Superficie desperdiciada: 27.43 m²		Potencia ventilador centrifugo: 2.95 CV ≈ 1.80 Kw									
Superficie Total de Material: 164.61 m²											
Conducto	Carga	Caudal m³/h	Velocidad m/s	Longitud m	Sección m²	Diámetro mm	Diámetro Comercial	L x L	Alt x Anch	Rejilla	
B1	0.00	1889.45	5.41	0.00	0.0786	316	355	28 x 28	60 x 13	300 x 600	
B2	0.00	1889.45	5.41	0.00	0.0786	316	355	28 x 28	60 x 13	300 x 600	
B3	0.00	1889.45	5.41	0.00	0.0786	316	355	28 x 28	60 x 13	300 x 600	
B4	0.00	1889.45	5.41	0.00	0.0786	316	355	28 x 28	60 x 13	300 x 600	
B5	0.00	1889.45	5.41	0.00	0.0786	316	355	28 x 28	60 x 13	300 x 600	
B6	0.00	1889.45	5.41	0.00	0.0786	316	355	28 x 28	60 x 13	300 x 600	
B7	0.00	1889.45	5.41	0.00	0.0786	316	355	28 x 28	60 x 13	300 x 600	
B8	0.00	1889.45	5.41	0.00	0.0786	316	355	28 x 28	60 x 13	300 x 600	
A-0	0.00	15115.70	10.00	3.40	0.4199	731	900	65 x 65	60 x 70	600 x 800	
A-8	0.00	15115.65	10.00	8.83	0.4199	731	900	65 x 65	60 x 70	600 x 800	
B-C	0.00	11206.15	9.64	8.14	0.3912	697	710	62 x 62	60 x 64	600 x 800	
C-D	0.00	11206.79	9.35	7.02	0.3367	655	710	58 x 58	60 x 56	600 x 600	
D-E	0.00	9447.25	9.03	8.85	0.2907	608	710	54 x 54	60 x 48	500 x 600	
E-F	0.00	7557.80	8.65	7.04	0.2428	556	560	49 x 49	60 x 40	500 x 600	
F-G	0.00	5668.35	8.18	7.63	0.1924	495	560	44 x 44	60 x 32	400 x 600	
G-H	0.00	3778.50	7.58	6.80	0.1285	420	450	37 x 37	60 x 22	250 x 600	
H-I	0.00	1889.45	6.68	6.93	0.0786	316	355	28 x 28	60 x 13	150 x 600	

Fuente: tomado de [13]

Para el uso del software DuctSizer el proceso es diferente y se realiza por cada tramo de ducto. La tabla 8 muestra un ejemplo de cálculo.

Tabla 8. Cálculo de ductos con software instawin.

DesignTools DuctSizer...	
Exit	Print Clear Units About
20°C Air STP	
Fluid density	1.2014 kg/m³
Fluid viscosity	0.0643 kg/m·h
Specific Heat	1.0048 kJ/kg°C
Energy factor	1.21 W/°C·L/s
<input checked="" type="checkbox"/> Flow rate	524.86 L/s
<input checked="" type="checkbox"/> Head loss	2.505 Pa/m
<input type="checkbox"/> Velocity	7.732 m/s
<input type="checkbox"/> Equivalent diameter	294 mm
Duct size	600 mm X 125 mm
Equivalent Diameter	279.11 mm
Flow Area	0.0679 m²
Fluid velocity	7.730 m/s
Reynolds Number	152.806
Friction factor	0.02033
Velocity Pressure	35.9016 Pa
Head Loss	2.485 Pa/m

Fuente: tomado de [13]

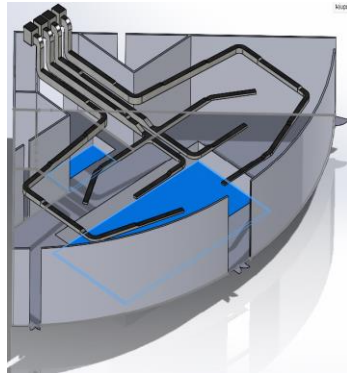
## 2.5 Selección del tipo de filtrado.

Para la selección del sistema de filtrado, se utilizarán dos tipos de filtros: un prefiltro lavable y un filtro desechable, que se colocarán al inicio del ducto de ventilación (tabla 8). Es importante destacar que estos filtros serán instalados únicamente en el sistema de



suministro, ya que es fundamental introducir aire limpio en el recinto. Según Soler & Palau [19], se deben considerar el nivel de partículas contaminantes, el tipo de ambiente donde se encuentra el recinto y los tipos de polvo presentes en el lugar.

**Tabla 8.** Características principales de filtros.



**Figura 4.** Montaje del sistema de ventilación. Fuente: Elaboración propia

Modelo	Medidas cm	Perdida de presión mmca	Cantidad
Prefiltro, corrugado Merv-3	61x61x5	25	2
Filtro de fibra sintético desechable MERV-7	61x61x5	45.88	2

Fuente: elaboración propia.

## 2.6 Selección de ventiladores.

Para la correcta selección de ventiladores se deberá tomar principalmente la pérdida de presión que provoca los ductos, valor que fue obtenido mediante los dos softwares antes mencionados, y adicional a pérdidas de carga por accesorios, como filtros [16,17], obteniendo una pérdida total descrita en la tabla 9.

**Tabla 9.** Determinación de la pérdida de presión del sistema de ventilación.

Sistema	Pérdida en mmca			
	Ducto	Filtro	Rejilla	Total
Extracción	15	71	15	101
Suministro	11		16	26

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenidos el caudal y la pérdida de presión, se consulta el catálogo de Soler y Palau [14], para seleccionar un valor, priorizando la pérdida de presión. El valor elegido debe ser igual o superior a la pérdida calculada. Finalmente, estos datos se representarán en la curva característica, donde el eje horizontal muestra un caudal de 15,209 m<sup>3</sup>/h y el eje vertical indica 101.6 mmca.

Siendo la mejor opción para el sistema de suministro el ventilador centrífugo de doble aspiración alabes atrasados BDB 630 [14], siendo el mismo para el

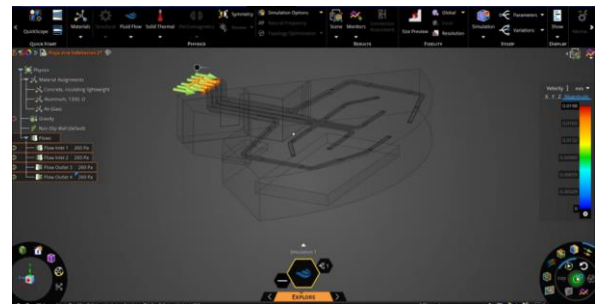
sistema de extracción con la única diferencia que la presión será distinta.

## 2.7 Diseño a detalle

Una vez realizados los cálculos y la selección correspondiente se definen en los planos las posiciones y los detalles para que se puede generar la implementación [13]; en la figura 4 se presenta un detalle del sistema montado en el recinto.

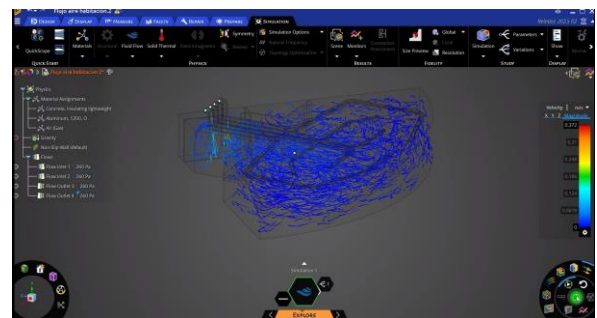
## 3. Resultados y Discusión

Para verificar y garantizar el buen funcionamiento del sistema se realiza un análisis utilizando el software SolidWorks [19] para modelar la infraestructura del establecimiento y sus respectivos sistemas de ductos. Posteriormente, los datos se exportan al software ANSYS Discovery [20] (figura 5), donde se establecen los parámetros de entrada para los ductos, incluyendo la pérdida de presión en pascales (Pa) tanto para el sistema de suministro como para el de extracción. Es importante destacar que, para esta simulación, no se consideran los filtros.



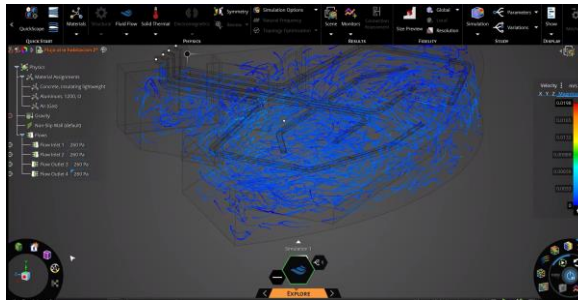
**Figura 5.** Ingreso de datos para la simulación en ANSYS Discovery. Fuente: elaboración propia.

Una vez que se ingresa el flujo de aire, se puede observar en la figura 6 que inicialmente presenta un comportamiento turbulento.



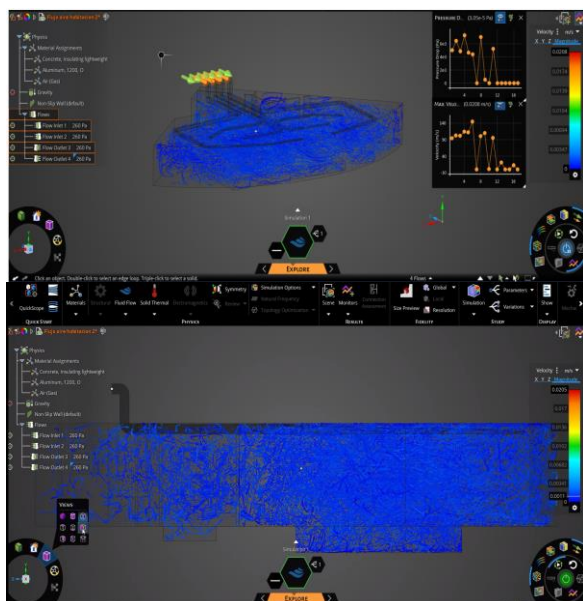
**Figura 6.** Flujo de aire inicial turbulento en el recinto. Fuente: elaboración propia.

Después de aproximadamente 30 segundos, el sistema se estabiliza y el flujo se transforma en laminar (figura 7). De manera similar, se observa que el flujo de aire se distribuye uniformemente por todo el recinto, alcanzando incluso los espacios más distantes, esto garantiza una renovación adecuada y sobre todo que partículas de condensación no queden depositada sobre la estructura metálica del recinto que provocarían corrosión.



**Figura 7.** Estabilización del flujo de aire lamina.  
Fuente: elaboración propia

Como resultado, tanto el suministro como la extracción del sistema son estables y constantes (figura 8), lo que indica que ambos sistemas funcionan de manera equilibrada, sin acumular aire en ninguna zona. Esto se traduce en un ambiente con aire continuamente renovado.



**Figura 8.** Renovación de aire en todo el recinto.  
Fuente: elaboración propia.

### 3.1. Conclusiones

Es fundamental conocer y aplicar la normativa nacional e internacional para determinar adecuadamente las variables de entrada en el diseño de sistemas de ventilación en recintos que albergan piscinas. Estas normativas proporcionan guías precisas sobre los requisitos de ventilación y control de humedad, que son esenciales para manejar las condiciones específicas de los recintos de piscinas, como la alta humedad y la presencia de productos químicos. Además, es crucial considerar las particularidades del recinto, como su tamaño, uso y ocupación, para diseñar un sistema eficiente y seguro.

El proceso de diseño de un sistema de ventilación debe enfocarse en la selección de equipos adecuados, basados en cálculos precisos que consideren las características del recinto. Es vital una correcta distribución de los puntos de salida y retorno de aire, lo cual depende de la capacidad del diseñador para definir estos puntos considerando las características de las rejillas de distribución. Además, la selección adecuada de ventiladores requiere establecer las pérdidas de presión causadas por ductos, filtros y accesorios del sistema, asegurando así un funcionamiento óptimo y eficiente del sistema de ventilación.

La utilización de software como ANSYS Discovery o similares en el proceso de diseño es crucial para entender el comportamiento del flujo de aire tanto de suministro como de extracción. Este modelado permite visualizar y optimizar la distribución del aire, asegurando que los cálculos y el diseño resulten en un sistema eficiente. La simulación del flujo de aire ayuda a identificar posibles problemas antes de la implementación, garantizando que el sistema diseñado cumpla con los estándares de eficiencia y confort requeridos.

Contar con un sistema de ventilación eficiente en recintos con piscinas ofrece múltiples beneficios, como el cuidado de la salud de los ocupantes al evitar enfermedades relacionadas con la alta concentración de cloro en el aire. Un sistema bien diseñado previene la corrosión de la estructura, evitando la acumulación de partículas de condensado con alto contenido de cloro. Esto no solo disminuye los costos de mantenimiento, sino que también fortalece la vida útil de la estructura civil y arquitectónica del recinto, asegurando un ambiente seguro y saludable para los usuarios.

### Agradecimientos

A la unidad Educativa Técnico Salesiano por permitir el acceso a las instalaciones y a la información requerida para el desarrollo del proyecto.

#### 4. Referencias

- [1] OPS, "Calidad del Aire," [en línea]. disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire#:~:text=En%202019%2C%20el%2099%25%20de,a%20la%20contaminaci%C3%B3n%20del%20aire.>
- [2] Serlim.net, El ambiente en espacios cerrados., Barcelona, 2024.
- [3] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality," ASHRAE Standard 62.1-2019, and "Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings," ASHRAE Standard 62.2-2019, 2019..
- [4] Air Quality de México, "¿Qué es MERV?," [en línea]. disponible en: <https://www.aqdemexico.com/que-es-merv/>, junio 15, 2021. [Accedido: julio 11, 2024].
- [5] EMOV, "Calidad del Aire 2017," 2017. [Online]. [en línea]. disponible en: <https://www.emov.gob.ec/sites/default/files/CALIDAD%20DEL%20AIRE%202017.pdf>.
- [6] Airtècnics , CORTINAS DE AIRE - VENTILACIÓN INDUSTRIAL, 2024. [en línea]. disponible en: <https://www.airtecnics.com/es>
- [7] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality," ASHRAE Standard 62.1-2019, 2019.
- [8] "Norma Ecuatoriana de la Construcción, Capítulo 5: Ventilación de Ambientes Interiores," Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2015.
- [9] "ASHRAE Standard 62.1-2019: Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality," American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2019.
- [10] Smith, J. (2020). "Advances in Ventilation Duct Materials for High-Humidity Environments," Journal of Building Engineering, vol. 25, pp. 12-24.
- [11] Johnson, R. (2019). "Corrosion-Resistant Duct Systems for Indoor Pools," HVAC&R Research, vol. 16, no. 4, pp. 289-301.
- [12] "ASHRAE Standard 62.2-2019: Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings," American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2019.
- [13] P. Vizhñay, "Diseño de un sistema de ventilación mecánica para la edificación de las piscinas de la Unidad Educativa Técnico Salesiano," Trabajo de titulación de Ingeniería Mecánica, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2024.
- [14] Soler & Palau, "Guía de productos y soluciones de ventilación," 2021. [en línea]. disponible en: <https://www.solerpalau.mx/ASW/recursos/prod/bdb%20s&p%20ago%202021.pdf>.
- [15] Air Guide Manufacturing, "Test Data for V and VH Series Louvers," [en línea]. disponible en: <https://www.airguidemfg.com/pdf/testdata/V,%20VH.pdf>.
- [16] IMB Vista, "Instawin 2," [en línea]. disponible en: <https://imbvista.com/instawin-2/>.
- [17] Daikin Applied, "Design Software Tools," [en línea]. disponible en: <https://www.daikinapplied.com/resources/design-software-tools>.
- [18] Soler & Palau, "Hojas Técnicas de Depuración del Aire - Filtros," [en línea]. disponible en: <https://www.solerpalau.com/es-es/hojas-tecnicas-depuracion-del-aire-filtros/>.
- [19] SolidWorks, "SolidWorks," [en línea]. disponible en: <https://www.solidworks.com/es>.
- [20] Ansys, "Ansys Discovery," [en línea]. disponible en: <https://www.ansys.com/products/3d-design/ansys-discovery>.