

## SANITIZACIÓN CON OZONO.

### 1.- Introducción

Los ambientes públicos, cerrados, son sitios especialmente susceptibles a la concentración de agentes nocivos como Bacterias, Virus y Hongos, además de estar propensos a las emanaciones de malos olores.

¿El Por qué? Es muy sencillo. En los lugares públicos, se da cita todo tipo de personas, y por lo general algunas de ellas pueden estar padeciendo enfermedades contagiosas, o simplemente expeler olores desagradables.

Por sus características, es muy difícil que los ambientes públicos estén exentos de riesgos para la salud y que cuenten con las condiciones ideales de higiene.

Se ha intentado de muchas maneras atacar este problema, utilizando distintos métodos, como son el empleo de renovador, aire acondicionado, ambientadores, etc. El renovador de aire, a pesar de que la renovación del aire es constante, no logran la total eliminación de malos olores y no hay certeza de la calidad del “nuevo” aire. En cuanto al aire acondicionado, este tampoco consigue erradicarlos, y sólo se limita a la regulación de la temperatura, además de inyectar residuales de gas cuando estos equipos funcionan de esa forma; y nada que aportar respecto a los ambientadores, que únicamente disfrazan los malos olores, con productos tóxicos.

Utilizado como desinfectante, el **OZONO** tiene una acción muy rápida a bajas concentraciones (tanto en agua como en aire), siendo muy eficaz en la eliminación de hongos, bacterias, virus y protozoos, así como en la degradación de compuestos químicos como los COV (compuestos orgánicos volátiles) y aquellos responsables de los malos olores, por lo que un beneficio adicional de la desinfección con ozono es la desodorización. Además, se descompone muy rápidamente (es una molécula muy inestable, su vida media es de 20-60 minutos) por lo que no deja residual.



## 2. Producción de Ozono.

El ozono (O<sub>3</sub>) es una sustancia cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno, formada al disociarse los dos átomos que componen normalmente el gas de oxígeno.

Cuando el oxígeno del aire es sometido a un pulso de alta energía, como un rayo, el doble enlace O=O del oxígeno se rompe, entregando dos átomos, los cuales luego se recombinan con otras moléculas de este elemento. Estas moléculas recombinadas contienen tres átomos de oxígeno en vez de dos, lo que da lugar al ozono.

Debido a la inestabilidad del compuesto, el ozono debe ser producido en el sitio de aplicación mediante generadores. El funcionamiento de éstos aparatos es sencillo: Pasan un flujo de oxígeno a través de dos electrodos. De ésta manera, al aplicar un voltaje determinado, se provoca una corriente de electrones en el espacio delimitado por los electrodos, que es por el cual pasa el gas. Estos electrones provocarán la disociación de las moléculas de oxígeno que posteriormente formarán el ozono.



### 3.- Inconvenientes de los químicos.

La base de la acción bactericida de cualquier agente suele ser la oxidación de componentes fundamentales para la supervivencia de los microorganismos. La capacidad de oxidar con mayor o menor facilidad dichas estructuras marca la diferencia, en cuanto a eficacia, de los distintos compuestos utilizados normalmente en la desinfección.

El ozono es uno de los compuestos con mayor capacidad oxidante, muy superior al cloro, lo que quiere decir que tiene mayor eficiencia biosida. De hecho, el ozono es por lo menos diez veces más potente que el cloro como desinfectante.

Además, aunque tradicionalmente el producto desinfectante de más amplio uso es el cloro, este presenta graves desventajas, no sólo en lo que a su eficacia o al medio concierne, sino también en lo que respecta a cuestiones de salud pública. Así, si el agua a desinfectar con cloro o sus derivados contiene materia orgánica o contaminantes químicos, se pueden originar compuestos tóxicos o que dan mal sabor al agua:

Cloraminas: comunican al agua olores y están consideradas como posibles agentes cancerígenos

Clorofenoles: confieren al agua olores y sabores medicamentosos

Trihalometanos: constituyen un problema recurrente en los procesos de potabilización convencionales al aparecer en el agua de consumo, y se han relacionado con la aparición de distintos tipos de cáncer.

PCBs: de probado carácter cancerígeno

En el caso de la industria vitivinícola, la presencia de cloro combinada con determinadas condiciones y microorganismos presentes en bodegas, es el origen de los temidos anisoles, un peligro real para la calidad de los vinos.

En una comparativa entre la eficacia desinfectante del ozono y el cloro, basada en un 99.99% de microbios eliminados en un mismo tiempo de contacto y a concentraciones iguales, se comprueba que el ozono es:

25 veces más efectivo que el HClO (Ácido Hipocloroso)

2.500 veces más efectivo que el OCl (Hipoclorito)

5.000 veces más efectivo que NH<sub>2</sub>Cl (Cloramina)



## 4.- Ozono en el agua

Al igual que los químicos, el ozono se puede diluir en agua. El agua con ozono diluido (en las concentraciones adecuadas), puede ser aplicado o pulverizado en pisos, paredes, desagües, estanques, racks, maquinaria, utensilios, mesas, etc.

Durante la sanitización con ozono, generalmente dos pasos son requeridos. Las superficies se lavan con agua caliente para remover suciedad pegada en las superficies y luego se aplica el agua con ozono para sanitizar y destruir bacterias, hongos, virus y esporas.

Una vez aplicada el agua con ozono, no se requiere ningún paso adicional o enjuague, ya que el ozono decae en oxígeno al cabo de unos 30 minutos (dependiendo de la temperatura ambiente), por lo que no queda ningún tipo de traza, salvo H<sub>2</sub>O. Esto ahorra tiempo en el proceso de limpieza y agua.

En pruebas realizadas en la Universidad de California, con concentraciones de ozono en agua, del orden de 2 ppm y sin utilizar ningún otro elemento de limpieza, se obtuvieron los siguientes resultados en diferentes tipos de superficies y elementos:

**Effectiveness of Ozone**

Surface	% Reduction in Plate Count
Stainless Steel Kettle	89.7-98.2
Stainless Steel Tabletop	98.9-99.7
Stainless Shroud	63.1-99.9
High-Traffic Floor	67.0-95.6
Low-Traffic Floor	84.3-99.9
Floor Drain	--
Floor Drain 2nd Attempt	77.5
Plastic Shipping Containers	96.9-97.2



## **5.- Proceso eliminación virus y bacterias.**

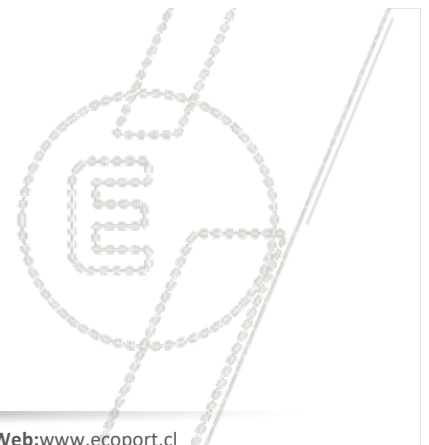
La pared es una envoltura rígida y fuerte que da forma a la célula bacteriana. Ésta estructura mantiene la forma de las bacterias frente a variaciones de la presión osmótica. También actúa como una membrana semipermeable regulando el paso de iones. Ésta envoltura, una vez formada, puede ser resistente a la acción de los antibióticos, ya que éstos actúan sobre las enzimas que regulan la formación de la pared.

Cualquier sustancia que rompa la cápsula o la pared bacteriana, conseguirá su destrucción total o parcial, dependiendo del nivel de daño que origine esa sustancia.

El ozono interfiere con el metabolismo de las células bacterianas, muy probablemente a través de la inhibición y bloqueo del funcionamiento del sistema de control enzimático. Una cantidad suficiente de ozono daña la membrana celular, y esto conduce a la destrucción de la bacteria.

En cuanto a los virus, son agentes infecciosos que constan de un solo ácido nucleico (ADN o ARN), rodeado por una cubierta formada por una o varias proteínas, capaces de transmitir su genoma de una célula a otra, utilizando la maquinaria enzimática del hospedador para su multiplicación intracelular. El ozono destruye con facilidad estas moléculas a dosis más bajas que las necesarias para destruir las bacterias.

El efecto del ozono por debajo de cierta concentración es pequeño o ninguno. Por encima de este nivel todos los patógenos son finalmente destruidos. Este efecto se conoce como “respuesta de todo o nada”, y el nivel crítico como “valor umbral”.



## 6.- Eliminación de Patógenos.

La siguiente tabla, muestra los patógenos más comunes y las diluciones y tiempos involucrados en su eliminación con ozono:

PATHOGEN	DOSAGE
Aspergillus Niger (Black Mount)	Destroyed by 1.5 to 2 mg/l
Bacillus Bacteria	Destroyed by 0.2 m/l within 30 seconds
Bacillus Anthracis	Ozone susceptible
Bacillus Cereus	99% destruction after 5-min at 0.12 mg/l in water
B. Cereus (Spores)	99% destruction after 5-min at 2.3 mg/l in water
Bacillus Subtilis	90% reduction at 0.10-PPM for 33 minutes
Bacteriophage F2	99.99% destruction at 0.41 mg/l for 10-seconds in water
Botrytis Cinerea	3.8 mg/l for 2 minutes
Candida Bacteria	Ozone susceptible
Clavibacter Michiganense	99.99% destruction at 1.1 mg/l for 5 minutes
Cladosporium	90% reduction at 0.10-PPM for 12.1 minutes
Clostridium Bacteria	Ozone susceptible
Clostridium Botulinum (Spores)	0.4 to 0.5 mg/l threshold value
Coxsackie Virus A9	95% destruction at 0.035 mg/l for 10-seconds in water
Coxsackie Virus B5	99.99% destruction at 4.1 mg/l for 2.5-minutes in sludge effluent
Diphtheria Pathogen	Destroyed by 1.5 to 2 mg/l
Eberth Bacillus Typhus Abdomanalis)	Destroyed by 1.5 to 2 mg/l
Echo Virus 29: The virus most sensitive to ozone	After a contact time of 1 minute at 1 mg/l of ozone, 99.999% killed
Enteric Virus	95% destruction at 4.1 mg/l for 29 minutes in raw wastewater
Escherichia Coli Bacteria (from feces)	Destroyed by 0.2 mg/l within 30 seconds in air
E-coli (in clean water)	99.99% destruction at 0.25 mg/l for 1.6 minutes
Encephalomyocarditis Virus	Destroyed to zero level in less than 30 seconds with 0.1 to 0.8 mg/l
Endamoebic Cysts Bacteria	Ozone susceptible
Enterovirus	Destroyed to zero level in less than 30 seconds with 0.1 to 0.8 mg/l
Fusarium Oxysporium S Sp. Lycopersici	1.1 mg/l for 10 minutes
Fusarium Oxysporium F Sp. Melonogea	99.99% destruction at 1.1 mg/l for 20 minutes
GDVII Virus	Destroyed to zero level in less than 30 seconds with 0.1 to 0.8 mg/l
Hepatitis A Virus	99.5% reduction at 0.25 mg/l for 2-seconds in a phosphate buffer
Herpes Virus	Destroyed to zero level in less than 30 seconds with 0.1 to 0.8 mg/l
Influenza Virus	0.4 to 0.5 mg/l threshold value
Klebs-Loffler Bacillus	Destroyed by 1.5 to 2 mg/l
Legionella Pneumophila	99.99% destruction at 0.32 mg/l for 20 minutes in distilled water
Luminescent Basidiomycetes	Destroyed in 10 minutes at 100-PPM
Mucor Piriformis	3.8 mg/l for 2 minutes
Mycobacterium Avium	99.9 with a CT value of 0.17 in water
Mycobacterium Foruitum	90% destruction at 0.25 mg/l for 1.6 minutes in water
Penicillium Bacteria	Ozone susceptible
Phytophthora Parasitica	3.8 mg/l for 2 minutes
Poliomyelitis Virus	99.99% kill with 0.3 to 0.4 mg/l in 3-4 minutes
Poliovirus Type 1	99.5% destruction at 0.25 mg/l for 1.6 minutes in water
Proteus Bacteria	Very susceptible
Pseudomonas Bacteria	Very susceptible
Rhabdovirus Virus	Destroyed to zero level in less than 30 seconds with 0.1 to 0.8 mg/l
Salmonella Bacteria	Very susceptible
Salmonella Typhimurium	99.99% destruction at 0.25 mg/l for 1.67 minutes in water
Schistosoma Bacteria	Very susceptible
Staph Epidermidis	90% reduction at 0.1-PPM for 1.7 minutes
Staphylococci	Destroyed by 1.5 to 2.0 mg/l
Stomatitis Virus	Destroyed to zero level in less than 30 seconds with 0.1 to 0.8 mg/l
Streptococcus Bacteria	Destroyed by 0.2 mg/l within 30 seconds
Verticillium Dahliae	99.99% destruction at 1.1 mg/l for 20 minutes
Vesicular Virus	Destroyed to zero level in less than 30 seconds with 0.1 to 0.8 mg/l
Virbio Cholera Bacteria	Very susceptible
Vicia Faba Progeny	Ozone causes chromosome aberration and its effect is twice that observed by the action of X-rays
<b>KEY:</b>	<b>Bacteria</b> <b>Virus</b> <b>Mold</b>

## 7.- Eliminación de Olores.

El Ozono es un poderoso desinfectante natural. Es 3.000 veces más poderoso que el cloro y actúa 300 veces más rápido, decayendo en cerca de 30 minutos a Oxígeno, por lo que no deja absolutamente ningún residuo.

Ésta es una de razones por la cual tiene innumerables aplicaciones en la industria.

Una de las aplicaciones más conocidas del ozono, es el control y eliminación de olores. El ozono puede en forma segura y en tiempo real, eliminar los olores generados en procesos industriales, de alimentación, basura y otros

La siguiente tabla muestra la descomposición que genera el ozono en algunos compuestos orgánicos (olores), típicos:

<b>Table 1. Breakdowns of organics using ozone</b>	
Sulphur compounds	To CO <sub>2</sub> , water, and oxygen
Ammonia	To nitrogen and water vapor
Ammonia hydroxide	To CO <sub>2</sub> and water
Aromatic compounds	To CO <sub>2</sub> , water vapor, and oxygen
Aliphatic compounds	To CO <sub>2</sub> , water vapor, and oxygen
Cyanide	To cyanate to nitrogen and CO <sub>2</sub>
Ferrous iron	To ferric hydroxide
Formaldehyde	To carbonic acid-CO <sub>2</sub> and water
Formic acid	To CO <sub>2</sub> and water
Carbonic acid	To CO <sub>2</sub>
Ethylene	To CO <sub>2</sub> and water
Manganese	To manganese dioxide to permanganate
Methane	To CO <sub>2</sub> and water
Nitrite	To nitrate
Organic acids	To CO <sub>2</sub> , water vapor, and oxygen
Smoke	To CO <sub>2</sub> and water
Trichloroethylene	To CO <sub>2</sub> , water, and hydrogen chloride
<i>Note: CO<sub>2</sub> = carbon dioxide.</i>	

## **8.- Ozono en la piel (Ozonoterapia)**

Otra de las bondades del ozono, es su utilización en el tratamiento con ozono, denominado ozonoterapia, este es utilizado para tratar determinadas patologías, sobre todo en traumatología y reumatología. Pero en el campo de la dermatología y de la estética, también tiene sus aplicaciones. La principal cualidad del ozono sobre la piel es que es un potente antiséptico, por lo que en dermatología se utiliza principalmente *“en desinfección de heridas y úlceras cutáneas, sobre todo asociadas a problemas vasculares”*, explica para BIEN, M<sup>a</sup> Paz Cerdá, dermatóloga y vocal de la Academia Española de Dermatología y Venereología (AEDV). “

La aplicación de esta molécula se puede realizar de forma tópica, en heridas e infecciones cutáneas; y por vía venosa, para oxigenar y mejorar la piel. La tópica se aplica con los aparatos que generan ozono, mediante unos terminales que logran que se concentre mucho ozono por centímetro cuadrado en zonas determinadas de la piel. Así se consigue oxigenar la piel y sobre todo provocar un microclima poco adecuado para la proliferación de bacterias, hongos e incluso de virus, por lo que se utiliza en lesiones infecciosas de piel”, afirma la especialista.

### **Estudios Incluidos**

-Martínez-Sánchez G, Al-Dalain SM, Menéndez S, Re L, Giuliani A, Jalil EC, Alvarez H, Fernández Montequín JI, León OS. Therapeutic efficacy of ozone in patients with diabetic foot. European Journal of Pharmacology 2005; 532: 151-61. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

-Di Paolo N, Bocci V, Salvo DP, Palasciano F, Biagioli M, Meini S, Galli F, Ciari I, Maccari F, Cappelletti F, Di Paolo M, Gaggiotti E. Extracorporeal blood oxygenation and ozonation (EBBO): A controlled trial in patients with peripheral artery disease. Int J Artif Organs 2005; 28:1039-50. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16288443>

Martínez Rosales FJ, Trujillo Hernández B, Vásquez Jiménez C, Higareda Almaraz E. Ozono en el tratamiento de la infección y cicatrización de úlceras en pie diabético.

Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas. Instituto Mexicano del Seguro Social. Delegación Estatal Colima. Hospital general de zona y medicina familiar no. 1. México.

[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:U-ULKCB9QH8J:digeset.uco.mx/tesis\\_posgrado/busquedaindice2.php%3Fpadre%3Dindice%26Desde%3D1%26Cantidad%3D5%26db%3DBASE%26letraT%3DO+&cd=1&hl=es&ct=clnk](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:U-ULKCB9QH8J:digeset.uco.mx/tesis_posgrado/busquedaindice2.php%3Fpadre%3Dindice%26Desde%3D1%26Cantidad%3D5%26db%3DBASE%26letraT%3DO+&cd=1&hl=es&ct=clnk)



## 9. Ozono y COVID-19.

El ozono es eficaz, en la eliminación de bacterias, virus, protozoos, nematodos, hongos, agregados celulares, esporas y quistes.

Por otra parte, actúa a menor concentración y con menor tiempo de contacto que otros desinfectantes. **Según la OMS, el ozono es el desinfectante más eficiente para todo tipo de microorganismos.** En el [documento de la OMS](#) al que nos referimos, se detalla que, con concentraciones de ozono de 0,1-0,2 mg/l. min, se consigue una inactivación del 99% de rotavirus y polio virus, entre otros patógenos estudiados, pertenecientes al mismo Grupo IV de los Coronavirus.

Está demostrado que **el ozono es al menos diez veces más potente que el cloro como desinfectante.**

Según la OMS, el ozono es el desinfectante más eficiente para todo tipo de microorganismos.

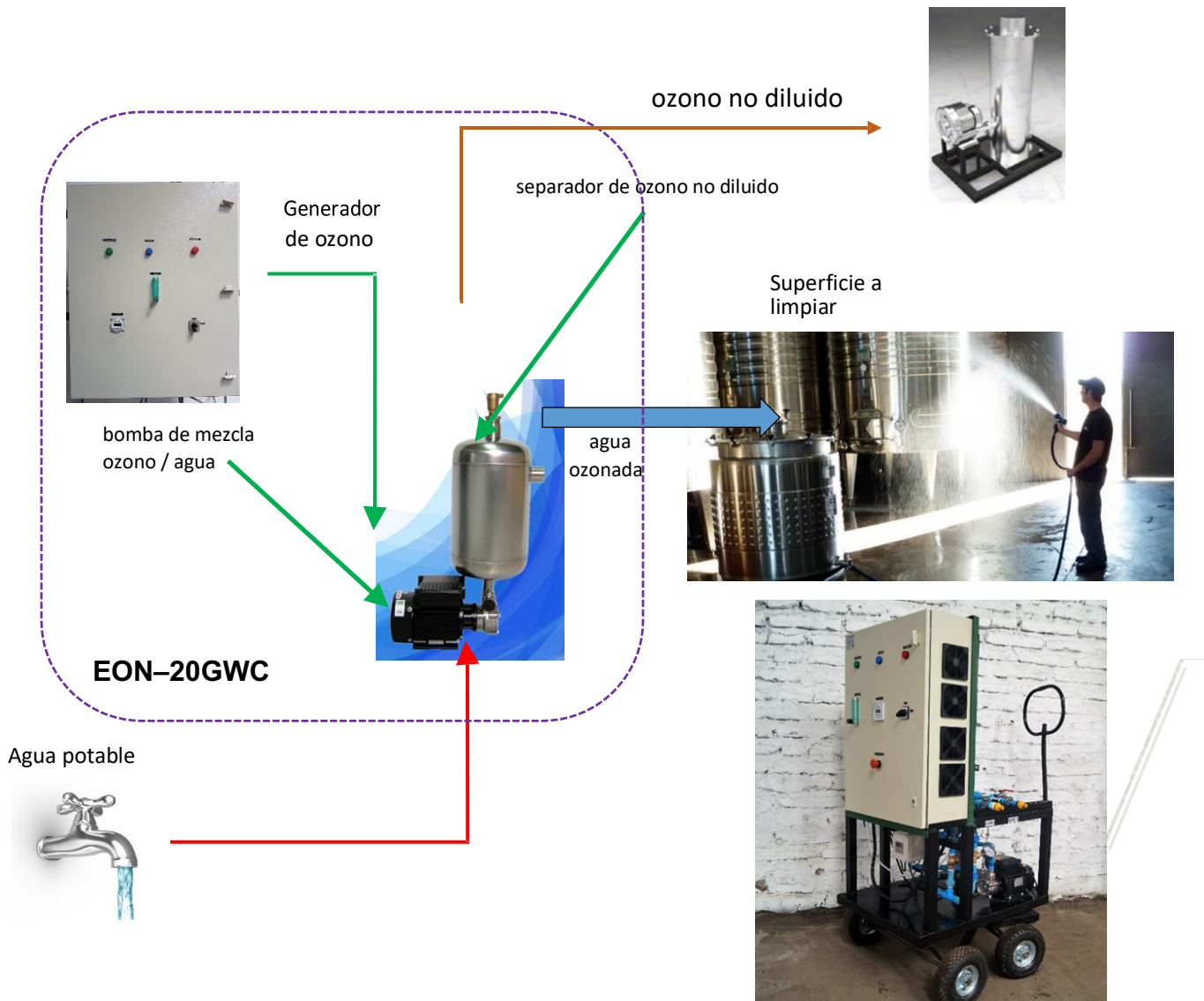
Por lo tanto, **el empleo de ozono, para la desinfección de aire y superficies resulta mucho más recomendable, que el uso de otros desinfectantes,** por su eficacia, por su rápida descomposición, pues no deja residuales peligrosos.



## 10.- Equipo de Sanitización.

Para el servicio de sanitación se utilizará el sistema de control de patógenos y eliminación de olores, equipo modelo **AMBEON-20GWC**, que se compone de los siguientes elementos:

- Un generador de ozono
- Una bomba de mezcla de ozono/agua
- Un estanque de contacto y separación de ozono no diluido de 8 lts.
- Un carro de transporte
- Eliminador de ozono gaseoso



## 11.- Aplicación Túnel Sanitización.

El sistema de control de patógenos y eliminación de olores que proponemos es el equipo modelo **AMBEON-15GWC**, se compone de los siguientes elementos:

- Un generador de ozono
- Estanque gasificador
- Sensores de nivel
- Sensor de movimiento alimentación de agua ON/OFF
- Tubos para canalizar y válvulas de no retorno neumáticas
- Estanque de desgasificación y contacto
- Eliminador de ozono gaseoso
- Gabinete de montaje en pared o carro de transporte
- Túnel de policarbonato 3 m. de largo x 2,1 de altura x 1,5 de ancho
- Acometida para agua potable ½ “
- Acometida para conexión 220 V
- 1 Sistema de atomización 6 boquillas

