



Diseño y construcción cabina de flujo laminar para la empresa servers market.

Jaime Ernesto Ochoa Zapata
Cod. 67151501

Cristian Camilo Amaya Mora
Cod. 72171524

Corporación Universitaria Unitec
Escuela de Ingeniería
Programa Ingeniería Industrial / Ingeniería de Telecomunicaciones
Bogotá D.C;
Noviembre de 2021



Agradecimientos

Primeramente, dar gracias a dios por cada momento que hemos vivido por los momentos malos y buenos cada día aprendemos más, también a las personas que estuvieron durante nuestro proceso académicos compañeros, amigos, profesores que nos apoyaron mutuamente el poder estudiar y trabajar al mismo te da muchas oportunidades de conocer gente buena para tu vida y poder crear lazos en un futuro con nuestros mismos compañeros.

También queremos agradecer a nuestras familias por el apoyo incondicional por siempre estar ahí cuando los necesitamos ser esa motivación para seguir adelante y no parar de luchar por nuestros sueños y que ellos mismos se sientan orgullosos por lo que logramos poco a poco.

Pasamos por un ciclo en el cual será una nueva etapa para nosotros y queremos siempre dar lo mejor, gracias a la universidad por la formación que nos fomentó día a día y formar buenos ingenieros. al estudiar en la jornada nocturna ahí muchas ventajas donde nos permitimos desarrollar y aplicar parte de nuestro crecimiento personal



Tabla de contenido

Introducción	7
Capítulo 1. Planteamiento del problema	8
1.1. Antecedentes	8
1.2. Formulación del problema de investigación	9
1.3. Justificación	10
1.4. Objetivos	11
1.5. Delimitación y limitaciones	11
1.6. Definiciones y términos	12
2. Marco Referencial	13
2.1. Diseño	15
2.2. Áreas limpias.....	15
2.3. Cámara de flujo vertical	15
2.4. Cámara de flujo horizontal.....	16
2.5. Etapas de ensamble	20
3. Método	21
3.1. Diseño metodológico	21
3.2. Población o muestra de la investigación.	22
3.3. Muestra	23
3.4. Instalación sistema eléctrico	23



3.5. Integridad filtros HEPA	25
3.6. Velocidad flujo de aire	26
3.7. Patrón flujo de aire	29
4. Análisis e interpretación de los resultados	30
4.1. Análisis de los instrumentos de recolección	30
4.2. Discusión de los resultados	30
5. Conclusiones y recomendaciones	31
5.1. Conclusiones	31
5.2. Recomendaciones.....	31

Índice de Figuras.

Ilustración 1: diseño cabina de flujo laminar vertical.	17
Ilustración 2: diseño cabina de flujo laminar horizontal.	18
Ilustración 3: Dimensiones motor	19
Ilustración 4: Tabla con las características del motor Abaco.....	19
Ilustración 5: Componentes de la cabina de flujo laminar.	22
Ilustración 6: Matriz DOFA cabina de flujo laminar.	27
.....	27
Ilustración 7: Dimmer regulador de velocidad,.....	31
<i>Ilustración 9: Prueba de integridad de los filtros.</i>	<i>32</i>
Ilustración 10: Flujo velocidad de aire.	34
Ilustración 11: Clasificación de aire.....	35
Ilustración 12: Patrón flujo de aire.....	37
Jaramillo-Maza, D, Michell. (2015). “ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE	42



FUNCIONAMIENTO, MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CÁMARA DE	42
Santos-Gaviria, A, Elizabeth. (2009). Diseño de una cámara de flujo laminar horizontal para	43
La producción de plantas in vitro.	43
Suárez-Castellá Miguel & Triana-Gutiérrez Robin &, Pérez-Rodríguez., Z, Mayelín. (2006).	43
Pruebas cabina de flujo laminar	45
Anexo II. Plano estructural.....	46
Anexo III. Plano sujeción del motor	47
Anexo IV. Curva de rendimiento motor.....	48
Anexo V. Caertificado equipos de medición	49
Anexo VI. Certificado de calibración	51
Anexo VII Hoja de revisión y aprobación	56



Índice de tablas

Tabla No. 1 Comparación de material para la ejecución de la cabina de flujo laminar horizontal.....	21
Tabla No. 2 Costo fabricación Cabina de flujo laminar.....	23
Tabla No.3 Diagrama de gantt de la cabina de flujo laminar.....	25

ANEXOS

Ilustración 1: diseño cabina de flujo laminar vertical.	17
Ilustración 2: diseño cabina de flujo laminar horizontal.	18
Ilustración 3: Dimensiones motor	19
Ilustración 4: Tabla con las características del motor Abaco.....	19
Ilustración 5: Componentes de la cabina de flujo laminar.	22
Ilustración 6: Matriz DOFA cabina de flujo laminar.	27
.....	27
Ilustración 7: Dimmer regulador de velocidad,.....	31
<i>Ilustración 9: Prueba de integridad de los filtros.</i>	<i>32</i>
Ilustración 10: Flujo velocidad de aire.....	34
Ilustración 11: Clasificación de aire.....	35
Ilustración 12: Patrón flujo de aire.....	37
Jaramillo-Maza, D, Michell. (2015). “ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE	42
FUNCIONAMIENTO, MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CÁMARA DE	42



Santos-Gaviria, A, Elizabeth. (2009). Diseño de una cámara de flujo laminar horizontal para	43
La producción de plantas in vitro.	43
Suárez-Castellá Miguel & Triana-Gutiérrez Robin &, Pérez-Rodríguez., Z, Mayelín. (2006).	43
Pruebas cabina de flujo laminar	45
Anexo II. Plano estructural.....	46
Anexo III. Plano sujeción del motor	47
Anexo IV. Curva de rendimiento motor.....	48
Anexo V. Caertificado equipos de medición	49
Anexo VI. Certificado de calibración	51
Anexo VII Hoja de revisión y aprobación	56



Resumen

En nuestra vida y nuestro entorno laboral, nos encontramos con adversidades que requieren soluciones basadas en las habilidades adquiridas a lo largo de nuestra formación profesional. Hoy, planteamos nuestro proyecto de grado en dar solución a una necesidad puntual que requiere una empresa dedicada a brindar soluciones tecnológicas.

Basados en el campo de acción del análisis de datos forenses, vemos la necesidad de crear un prototipo de una cabina de flujo laminar horizontal adecuada a ciertas características que puedan cubrir con unos parámetros de seguridad y fiabilidad para que dicha compañía pueda añadir algo más de valor a sus servicios actualmente ofrecidos, así mismo, buscamos que la empresa logre crecer mucho más, desde su fundación en el año 2020 se quiere mejorar y por medio de estos avances logramos aprender de un nuevo proceso y seguir implementando más herramientas que puedan mejorar su calidad de servicio.



Introducción

En nuestro entorno de vida cotidiana y laboral siempre encontramos obstáculos los cuales debemos afrontar de la mejor manera y buscar soluciones donde logremos realizar procesos de mejoras continuas en una gran cantidad de ambientes. En esta oportunidad queremos dar solución a una necesidad que presenta la empresa SERVERS MARKET, un emprendimiento que busca ampliar su portafolio comercial de tal manera que se puedan ofrecer nuevos servicios con una viabilidad integra en cuanto a garantías de los procesos a incorporar. Por tal motivo hemos decidido como proyecto de grado implementar un diseño y la construcción de una cabina de flujo laminar horizontal, la cual le va a permitir a la compañía adentrarse en la industria de la recuperación de datos con todos los estándares necesarios para estos procesos.

Según nuestro diseño buscamos fabricarla desde cero bajo lineamientos óptimos de funcionamiento según los requerimientos que busca la compañía, ahora bien, teniendo en cuenta nuestra fabricación damos como beneficio para la empresa el poder tener su propia maquinaria a un bajo costo de recursos cumpliendo los mismos estándares que tendría una cabina adquirida en un laboratorio especializado.

Este proyecto hace uso de herramientas de análisis que nos van a permitir evidenciar con pruebas de funcionamiento las medidas o requerimientos necesarios para obtener un proyecto viable respecto a resultados, el funcionamiento eléctrico de ella según nuestro diseño y el flujo de aire necesario que se necesita para lograr una pared resistente en la cual logremos aislar las partículas contaminantes de nuestra cámara de trabajo donde se realizaran desarme de discos duros para cualquier tipo de intervención.

Dentro de nuestras fases ejecutadas en esta propuesta se evidenciarán diferentes diseños, de los cuales se tomará el más determinante según la necesidad y logremos el objetivo propuesto reduciendo costos hasta donde se nos permita



Capítulo 1. Planteamiento del problema.

En este capítulo evidenciaremos el diagnóstico general de la información requerida para dar solución a este problema. Analizamos los presupuestos obtenidos respecto a la adquisición de un elemento de esta categoría y a su vez ajustamos las necesidades de la empresa de tal forma que se pueda dar viabilidad al proyecto cumpliendo con los planteamientos y requerimientos plasmados a lo largo de este documento.

1.1 Antecedentes.

Como antecedentes para esta investigación se tuvieron en cuenta diferentes opiniones literarias que tienen relación a nuestro contexto; fabricación de una cabina de flujo laminar para operaciones de mantenimiento en discos duros en la recuperación de datos'; donde realizamos un análisis y se obtienen ideas para nuestro proyecto de la investigación en mención a continuación; En el contexto académico, Diego. J (2015) en sus tesis para la obtención de su grado académico en la universidad técnica Cotopaxi de Ecuador titulado "ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE FUNCIONAMIENTO, MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CÁMARA DE FLUJO LAMINAR E INCUBACIÓN DEL LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN" nos demuestra la manera adecuada de crear un manual con todas las características de una cabina de flujo laminar, en este caso de un laboratorio de biotecnología, demostrando diferentes tipos de cabinas de flujo laminar y definición de los componentes principales en la misma.

Por otro lado, Miguel. S et al. (2006). En el artículo "Procedimiento metodológico para el cálculo de normas de trabajo de los operadores de cabinas de flujo laminar en la propagación masiva de plantas in vitro" nos habla de cómo implementar normas de



trabajo dentro de una cabina de flujo laminar por medio de técnicas de estudio y tiempos logrando determinar el método de trabajo en la línea de plantas.

Los precedentes mencionados anteriormente aportan referentes metodológicos y conceptuales importantes a la investigación ya que tienen en común como resaltar el diseño de una fabricación y aspectos necesarios a tener en cuenta para la pruebas de funcionamiento de la cabina de flujo laminar e información de la manipulación de los componentes de la cabina de flujo laminar.

1.2 Formulación del problema de investigación.

El planteamiento inicial de esta investigación surge a raíz de una necesidad que requiere la empresa SERVERS MARKET, es una empresa la cual fue fundada en diciembre del año 2020. La cual ha venido creciendo de manera satisfactoria, detalle que impulsa a implementar nuevos servicios técnicos que no van a requerir participación por parte de terceros que pueden reducir sustancialmente las ganancias de una operación, buscando así reducir tiempos de entrega y aumentar considerablemente las utilidades obtenidas en cada uno de estos procesos.

En el proceso de investigación de precios sobre la cabina de flujo laminar se obtienen cotizaciones con presupuestos muy elevados, por esta razón se decide optar por la opción de fabricar una cabina de flujo laminar adecuándola a las necesidades que requiere dicha compañía.

En relación con lo mencionado, Cienytec (2019,2020) Demuestra los elementos que debe llevar una cabina de flujo, en su caso una de bioseguridad. Teniendo en cuenta simbología y paneles de control según su requerimiento, ya que esta fue fabricada por ellos mismos entregan como información adicional un documento público donde se evidencia la información necesaria para la elaboración de una cabina de flujo laminar paso por paso. Por otro lado, Laura. T (2018-2) refiere como uno de los componentes más importantes de una cabina la utilización de un filtro



HEPA que pueda ser monitoreado con regularidad para prevenir posibles variaciones en la separación de partículas contaminantes que puedan afectar de cualquier modo la toma de muestras o la manipulación de elementos prioritarios en centros hospitalarios

Estos criterios nos permiten denotar la importancia que tiene una cabina de flujo laminar en las diferentes áreas laborales sea en laboratorios o también en los hospitales es una máquina que tiene como objetivo mantener áreas limpias de impurezas que puedan alterar de cualquier modo el buen proceder organizacional y técnico de este tipo de procesos

La empresa SERVERS MARKET quiere implementar esta herramienta de trabajo ya que como se ha mencionado anteriormente, se han manejado en áreas que no tienen nada que ver con el mantenimiento de discos duros. Actualmente son pocas empresas las que utilizan este tipo de infraestructura en la manipulación de procesos informáticos, por lo mismo se encuentra un camino con una viabilidad relevante para la empresa el diseñar y fabricar este producto para poder incursionar o adicionar dichos procesos a su portafolio.

Teniendo presente el problema planteado surgen las siguientes preguntas:

- **¿Cómo diseñar una cabina de flujo laminar para la reparación de discos duros?**
- **¿Porque realizar la fabricación de una cabina de flujo laminar para la recuperación de datos en discos duros con averías en piezas mecánicas?**

1.3 Justificación.

En la actualidad cuando nos referimos a uno de los activos más importantes de una empresa o una persona, hablamos de la información o los datos que este mismo posee para su beneficio. Para resguardar este activo hacemos uso de diferentes dispositivos de



almacenamiento que nos permiten acceder de manera rápida y segura a nuestros datos en el momento que sea requerido

Hablando del caso ideal donde todo funciona perfectamente, no nos preocuparíamos por buscar una solución cuando en un evento aleatorio pueda poner en dificultades nuestro acceso como propietarios a dicha información. En todos estos casos, cuando sucede algo inesperado, tenemos que recurrir a laboratorios especializados en este tipo de situaciones que nos pueden brindar alguna solución para obtener de nuevo el acceso a dichos datos. Dichas soluciones tienen un precio muy elevado el cual muchas veces se sale del alcance de muchas compañías o personas, esto es debido a los altos costos en la implementación de un laboratorio de recuperación de datos que tenga los estándares necesarios para realizar cualquier operación en un dispositivo de almacenamiento.

Por esta razón hemos decidido empezar con la tarea de implementar un laboratorio que nos permita realizar ciertos tipos de trabajos que puedan ser realizados en instrumentos (en este caso una cabina de flujo laminar), fabricados por nosotros como estudiantes, bajo la supervisión y el apoyo de nuestros profesores y nuestro plantel educativos su vez también con el aval de un ente que nos pueda certificar que dichos elementos cumplen con los requerimientos mínimos para dichos procesos. Esto con el propósito de presentar nuestro diseño, funcionalidad y construcción del elemento como proyecto de grado y a su vez con el mismo elemento lograr entrar en un mercado donde se pueda ofrecer un servicio competitivo y eficaz en lo anteriormente detallado.



1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivos generales.

- Desarrollar una cabina de flujo laminar de bajo costo con un funcionamiento óptimo para operaciones de mantenimiento y reparación en procesos informáticos.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Desarrollar una cabina de flujo laminar de bajo costo con un funcionamiento óptimo para operaciones de mantenimiento y reparación en procesos informáticos.
- Diseño de prototipos y análisis de factibilidad.
- Definir materiales para el desarrollo que nos permitan obtener resultados confiables en cuanto a resistencia, peso y funcionamiento
- Desarrollar configuración electrónica
- Evidenciar funcionamiento de la cabina después de estar ensamblada.
- Hacer pruebas de rendimiento y fiabilidad con instrumentos especializados.

1.5 Delimitaciones y limitaciones

1.5.1 Delimitaciones.

Las delimitaciones de este proyecto están asociadas primeramente al proceso final de la cabina de flujo laminar terminada lista para su uso con la principal función en la recuperación de información de los discos duros dado la necesidad de implementación que requiere la empresa SERVERS MARKET al implementar este nuevo servicio en su portafolio

1.5.2 Limitaciones.

Por otra parte, los obstáculos que podrían limitar la realización de la fabricación de nuestra cabina de flujo laminar es el factor de armado dada la delicadez de los



componentes y los elevados costos de los mismos. A su vez también encontramos una limitante en el proceso de invertir las fases del extractor centrifugo para obtener la dirección y el flujo de aire apropiado para atravesar la barrera de protección que ofrece el filtro y así lograr obtener los estándares requeridos para una cabina de flujo laminar en cuanto a las validaciones requeridas por la empresa encargada de este proceso.

1.6 Definición de términos.

- **Flujo laminar:** Se caracteriza porque el movimiento de las partículas del fluido se produce siguiendo trayectorias bastante regulares, separadas y perfectamente definidas dando la impresión de que se tratara de láminas o capas más o menos paralelas entre si, las cuales se deslizan suavemente unas sobre otras, sin que exista mezcla macroscópica o intercambio transversal entre ellas. Las partículas se desplazan siguiendo trayectorias paralelas, formando así en conjunto capas o láminas de ahí su nombre, el fluido se mueve sin que haya mezcla significativa de partículas de fluido vecinas. (Rossi, 1994 como se citó en Zúñiga, A & Delgado, A. 2018).

- **Filtros de alta eficiencia:** El filtro es el componente más importante de las cabinas de flujo laminar con un amplio abanico de aplicaciones en campos como la microelectrónica, investigación científica y sanidad. También conocidos como filtros “absolutos”, fueron desarrollados durante la II Guerra Mundial para la eliminación de partículas radiactivas en la industria nuclear, (Pérez, 2003 como se citó en Zúñiga, A & Delgado, A. 2018).

- **Filtro HEPA:** Los filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air), hacen parte de los equipos de protección respiratoria contra agentes biológicos en el aire. Son sistemas de filtración de partículas de aire de alta eficiencia y son usados comúnmente para reducir la emisión de



aerosoles microbianos en el aire; estos filtros presentan una eficiencia del 99.97 % frente a partículas de hasta $0.3 \mu\text{m}$ de diámetro (Wen, Yang, Li, Wuang y Hu 2014, p. 83 como se citó en Ayala, J. & Zapata, S 2016).

- **Cabinas de flujo laminar:** Las cámaras de flujo laminar proporcionan un área delimitada por superficies fáciles de limpiar y desinfectar con un flujo de aire filtrado a través de pre filtros, que retienen las partículas más grandes que están presentes en el aire, y por filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air), que son filtros de alta eficiencia capaces de retener partículas $\geq 0,3 \mu\text{m}$ con una eficiencia mínima del 99,97%. (Clavell & Rossi 1994 como se citó en Ayala, J. & Zapata, S 2016).

Capítulo 2. Marco referencial.

La presente investigación se basa en el diseño y construcción de una cabina de flujo laminar para la empresa SERVERS MARKET en la implementación de una nueva área de servicio para el mantenimiento de los discos duros y la recuperación de información, de acuerdo con a ello se presenta la base teórica necesaria para la interpretación y complementación de la investigación la cual se recreó desde cero iniciando a base de diseño en 3D.

2.1 Diseño.

A medida que avanza el tiempo las personas de hoy en día buscan la manera de mejorar los recursos de su propia empresa de manera que se logre una mejor atención a los

clientes y siempre ser la primera opción para ellos. El diseño de una maquina es indispensable desde ahí partimos para lograr saber qué es lo que queremos construir donde por medio de diseños logremos dar con la mejor opción según los requerimientos que se necesitan para la recuperación de información en los discos duros para Santos, A (2009), “El primer procedimiento es introducción de aire estéril a través de filtros absolutos , ya que estos retienen partículas desde 0.12 micras en adelante y su diseño interno obliga a las partículas a detenerse en el medio filtrante” (pag.37). En la creación de esta cabina presentamos modelos de diseño en el cual nos basamos según la necesidad que buscamos sea la más adecuada para la empresa SERVERS MARKET de manera que presentamos el modelo número 1.



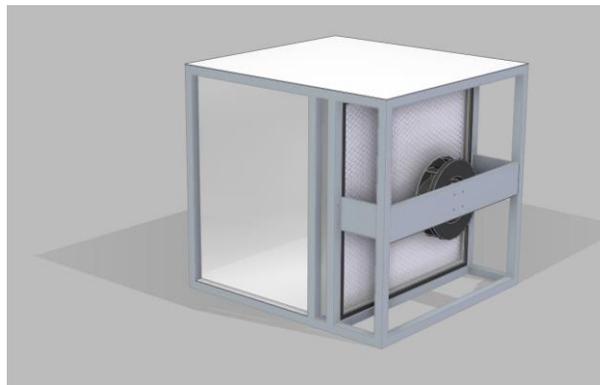
Ilustración 1: diseño cabina de flujo laminar vertical.

Nota: La figura 1 representa un diseño realizado según el funcionamiento de flujo de una cabina vertical. Elaboración propia, (2021).

En base a la necesidad de la empresa servers market se realizó el diseño de una cabina de flujo laminar vertical en materiales estructurales y motores pequeños independientes en el cual se

basa en el funcionamiento donde el flujo de aire dentro de la cabina no es viable porque la cantidad el flujo de aire los motores de 110v no dan el rendimiento necesario según las dimensiones que presentamos inicialmente y no se está aprovechando el mayor recubrimiento de área respecto al filtro (HEPA), por lo tanto planteamos el segundo diseño.

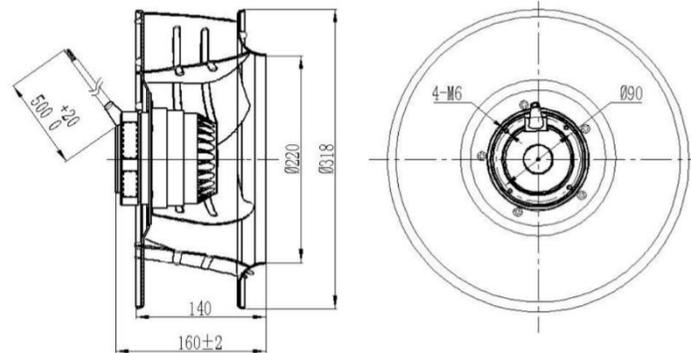
Ilustración 2: diseño cabina de flujo laminar horizontal.



Nota: La figura 2 representa un diseño realizado según el funcionamiento de flujo de una cabina horizontal. Elaboración propia, (2021).

Se presenta el diseño de una cabina de flujo horizontal cambiando el motor 110v (50Hz) marca abacol como se observa en el diseño logrando mantener un flujo más continuo desde una sola fuente donde se realizarán la calibración y posicionamiento del motor según las especificaciones y diseño del motor presentadas a continuación.

Ilustración 3: Dimensiones motor



Nota: La figura 3 representa dimensiones del motor implementado.

Dimensiones y plano del motor mediante el cual nos basaremos en la instalación y capacidad que este motor ejerce se presentan características a continuación:

Tabla de rendimiento.

Voltage[V]	Frequency[Hz]	capacitor[μ F]	Current draw [A] ($\pm 10\%$)	Power input[W] ($\pm 10\%$)	Speed[r/min] ($\pm 10\%$)	Air flow [m ³ /h] ($\pm 10\%$)	Noise level [LpdB(A)]	Insulation class
220	50	4/450V	0.54	120	1400	1780	<73	F

Ilustración 4: Tabla con las características del motor Abaco.

Observamos las características principales las cuales se tuvieron en cuenta para la elección de este motor según las dimensiones establecidas en el diseño de la cabina de flujo laminar con el voltaje, la velocidad por minuto y el flujo de aire metro cubico los cuales son los componentes de estudio principales en los cuales nos basaremos para las pruebas de funcionamiento una vez este ensamblada la cabina.



2.2 Áreas limpias.

Las áreas limpias dentro de estos procesos en las cabinas de flujo laminar son un componente importante dado su función las cámaras donde se encuentra la zona de trabajo debe mantenerse completamente limpio por medio del filtro HEPA el cual es quien mantiene esta zona limpia Triviño, L (2018) “Son aquellos filtros terminales que garantizan la retención de las partículas que pueden alterar los procedimientos realizados en las áreas limpias”. (pag.28).

2.3 Cámara de flujo vertical.

En relación con el funcionamiento de una cámara de flujo laminar se dice que “Son aquellas en las que el filtro HEPA está colocado en la parte superior de la campana, por lo que el flujo de aire unidireccional se mueve a través de líneas paralelas verticales. Tienen una pantalla protectora transparente que cubre la parte frontal superior de la misma. En este caso, aunque hay mayor protección que con la anterior, no se recomienda para productos peligrosos, ya que el aire contaminado sale al ambiente de trabajo”. (Clavel y Rossi 1994 como se citó en Zúñiga, D & Delgado, A 2018).

2.4 Cámara de flujo horizontal.

La cámara de flujo en función se dice que “Son aquellas en las que el filtro HEPA está colocado en la parte posterior de la campana, por lo que el flujo de aire unidireccional se mueve a través de líneas paralelas horizontales, es decir desde la parte posterior del equipo hacia el operador.

Este tipo de equipo no puede utilizarse para trabajar con productos peligrosos, por ejemplo, ciertos antibióticos y quimioterápicos, ya que durante la manipulación se pueden generar aerosoles que el flujo de aire llevará hasta el operador”. (Clavel y Rossi 1994 como se citó en Zúñiga, D & Delgado, A 2018).



Se realizan un cuadro de comparación de una cabina de flujo laminar donde se hace desde este punto partimos con los componentes que se tienen en el mercado en una cabina de flujo laminar horizontal y los componentes que nosotros estamos utilizando ya que no vemos como necesidad tenerlos todos dentro de nuestro diseño los cuales son.

Tabla No. 1 Comparación de material para la ejecución de la cabina de flujo laminar horizontal.

Cabina de flujo laminar horizontal del mercado		Cabina de flujo laminar horizontal diseñada para la empresa servers market	
ITEM	Descripción	ITEM	Descripción
1	Material estructural acero inoxidable	1	Material estructural A36 calibre 18
2	Vidrio templado	2	Lamina Acrílico calibre 3mm
3	Ventilador	3	Lamina poli estireno calibre 2mm
4	Filtro de alta eficiencia (HEPA)	4	Filtro de alta eficiencia (HEPA)
5	Lámpara UV	5	Motor 220v
6	Lámpara fluorescente	6	Pintura electro estática
7	Microcontrolador	7	Soporte motor A36 calibre 1/8
8	Sensor de temperatura	8	Interruptor encendido/apagado
9	Sensor de flujo	9	Potenciómetro
10	Regulador	10	Dimmer Regulador
11	LCD	11	Puente Rectificador
12	Potenciómetro		
13	Pulsador		

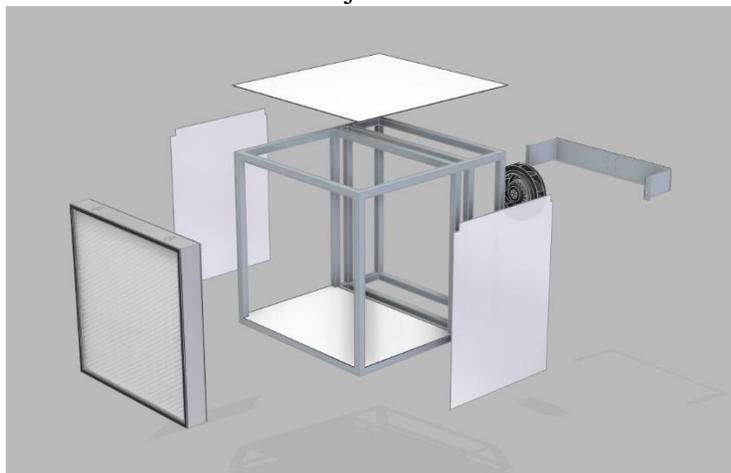
14	Transformador		
15	Puente rectificador		
16	Capacitadores		
17	Resistencias		
18	Conductores		
19	Placa		
20	Interruptor		

Nota: La figura 5 representa la comparación de componentes para el diseño de cabina horizontal. Elaboración propia, (2021).

De manera tal que logremos optimizar el mayor costo en base a los materiales como se observa en la figura 5 los componentes de una cabina de flujo laminar horizontal las cual encontramos en el mercado son bastantes, por lo cual para la necesidad de la empresa servers market no vemos por costo hacer la inversión ya que para los trabajos que se realizan en la empresa no requieren tanta programación de la máquina para la interacción del productor al cual se le hará el mantenimiento mencionado durante nuestro proyecto el cual es la recuperación de datos en los discos duros mecánicos.

Donde estamos aplicando como procesa la automatización con componentes según los requerimientos de la empresa se realiza el diseño por medio de simulaciones de funcionamiento se procede con el diseño de la figura 2.

Ilustración 5: Componentes de la cabina de flujo laminar.





Nota: La figura 6 representa los componentes para el diseño de cabina horizontal. Elaboración propia, (2021).

Los componentes mostrados en la figura 5 y 6 se representarán con el costeo donde hacemos la justificación de él porque realizar la automatización de la cabina de flujo laminar según los requerimientos de la empresa los cuales son funcionales para cualquier proceso de mantenimiento donde se requiera espacios totalmente libres de contaminantes.

Tabla No. 2 Costo fabricación Cabina de flujo laminar.

COSTEO MATERIALES DE FABRICACIÓN CABINA DE FLUJO LAMINAR				
		DESCRIPCIÓN	COSTO	TOTAL



ITEM	CANTIDAD			
1	2,5	Tubo de 1"x1" estructural A36 CALIBRE 18	\$ 36.000,00	\$ 90.000,00
2	2	Lamina acrílico espesor 4mm	\$ 40.000,00	\$ 80.000,00
3	1	Motor Abaco 220v	\$ 450.000,00	\$ 450.000,00
4	1	Filtro HEPA	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
5	1	Pintura electro estática	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
6	1	Diseño	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
7	1	Instalación eléctrica	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
8	1	Pruebas de validación	\$ 400.000,00	\$ 400.000,00
TOTAL				\$ 1.870.000,00

Nota: La figura 7 representa el coste para la fabricación de una cabina horizontal. Elaboración propia, (2021).

Damos como resultado lo viable que es realizar la fabricación de la cabina de flujo laminar con los componentes necesarios y principales los cuales nos dan como resultado la inversión que se hace para la empresa servers market a mediano plazo se logre cubrir este costo mejorando así los sus servicios y eliminar de proceso de terceros en proceso del mantenimiento de los discos duros.

2.5. Etapas del ensamble.



Según lo planificado en las etapas del armado de la cabina de flujo laminar se procederá de la siguiente manera teniendo en cuenta el cronograma el cual se expondrá a continuación por el método de Gantt.

Tabla No.3 Diagrama de gantt de la cabina de flujo laminar.

Diagrama de GANTT

Mediante el siguiente diagrama exponemos nuestro plan de trabajo. Detallando cada una de las actividades propuestas desde el inicio del proyecto en la semana del 10 de agosto del 2021, a la fecha máxima propuesta por nuestros docentes para entrega del resultado final del proyecto que es el 4 de noviembre de 2021.

Actividad / semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Definición Proyecto	✓	✓											
Alcance		✓	✓										
Documentación			✓	✓	✓								
Análisis y desarrollo de prototipos						✓							
Desarrollo de planos						✓	✓						
Compra insumos							✓	✓	✓				
Desarrollo práctico									✓	✓	✓	✓	
Pruebas y validación de funcionamiento													✓

Nota: La figura 7 representa la elaboración y ejecución del proyecto para el diseño de cabina horizontal. Elaboración propia, (2021).

Durante nuestro proyecto se planifico de manera clara y concisa el paso a paso de los procedimientos los cuales queremos proyectar en la ejecución de nuestro prototipo de la cabina de flujo laminar llegando al diseño como tal físico del armado donde se muestra el ensamble de la cabina.



Capítulo 3. Método.

En la ejecución de esta etapa se darán a conocer las diferentes herramientas que nos ayudarán a complementar la metodología previamente seleccionada de manera que logremos cumplir con nuestra interrogante que da origen a nuestra propuesta de investigación y cumpliendo nuestros objetivos.

3.1 Diseño metodológico.

Como parte inicial, fue necesario comenzar con un desarrollo y análisis de infraestructura basados en programas de edición en 3ra dimensión, los cuales nos permitieron abordar de manera gráfica cuales serían los resultados en cuanto a cada uno de los componentes a utilizar en la fabricación de la cabina por medio del método DOFA basamos la planificación y estrategias de mejoras, amenazas y oportunidades que creemos necesarias para eliminar el margen de error y futuras mejoras.

Ilustración 6: Matriz DOFA cabina de flujo laminar.

SERVERS MARKET		MATRIZ DOFA	
Fabricación cabina de flujo laminar	<p>Fortalezas (F)</p> <ul style="list-style-type: none"> - F1 La empresa servers market propone su propio diseño según los requerimientos en la implementación de mantenimiento. - F2 La cabina diseñada reducirá tiempo de logística y terceros. - F3 Se reduce costos con terceros en el mantenimiento recuperación de discos duros. 	<p>Debilidades (D)</p> <ul style="list-style-type: none"> - D1 Que nuestra cabina no cumplirá para una amplia área de comercio solo la de mantenimiento 	
<p>Oportunidades (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> - O1 Se lograra aumentar la demanda de la empresa con este nuevo proceso de mantenimiento. - O2 Servers market podrá expandir a diferentes áreas de mantenimiento como los laboratorios. 	<p>Estrategia FO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O3 Ofrecer servicios de mantenimiento en menor tiempo. - O2F2 Por medio de nuestro diseño podremos compartir nuestro prototipo para las universidades en los laboratorios. 	<p>Estrategia DO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O1D1 Hacer mejoras pensando en realizar mantenimientos de otros repuestos del mercado en cual requiera rediseño o implementación de otra cabina de flujo laminar. - D1 Para mejor cobertura para los clientes y desplazamiento de los operadores se establecera un punto de distribución de los equipos donde los recogridos sean en menor tiempo. 	
<p>Amenazas (A)</p> <ul style="list-style-type: none"> - A1 Las empresas no conzcan el tipo de proceso que se realiza con los discos duros y no quieran optar por el servicio - A2 Los precios de las empresas competitivas tenga un valor mas barato. 	<p>Estrategia FA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A1 Mejorar nuestro sistema de atención al cliente invitando a los clientes a las instalaciones de servers market y confien en nuestros procedimietos. - A2F3 Para mayor cobertura se hara inversión en publicidad por medios electronicos. 	<p>Estrategia DA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - A2 Para que los mantenimientos y procesos con los clientes sea mas agil sea hara un portafolio donde logremos vender mas nuestros servicios y seamos los su primera opción 	

Nota: La figura 6 representa la elaboración y ejecución del proyecto para el diseño de cabina horizontal. Elaboración propia, (2021).

El modelado de cada una de las piezas nos permite también tener datos aproximados respecto a las dimensiones y pesos de las diferentes estructuras.

Después de modelar cada uno de los componentes procedemos a la elaboración de los planos correspondientes para la fabricación de la estructura principal, también se exportan los planos del resto de componentes para que sean elaborados por los proveedores correspondientes.

El tipo de estudio implementado durante nuestro proyecto de investigación fue cuantitativo- experimental donde el autor Ramón. G (s. f) define que “Las investigaciones y en



particular los diseños experimentales intentan establecer básicamente relaciones causa-efecto. Más específicamente, cuando se desea estudiar como una variable independiente (causa) modifica una variable dependiente (efecto)". (p. 1). Donde relaciona los conceptos del diseño experimental y ejemplos claros de cómo realizar una investigación experimental compartiendo diferentes conceptos para la definición experimental.

Por otra parte José, S. (s. f). Dice que:

“Por experimentación se entiende la realización de experimentos para confirmar o rechazar resultados de investigaciones previas, realizadas en otras condiciones, bien sea de tiempo o de lugar”. (p. 17).

Santos. A (2009). “Aplica la observación de fenómenos, que un primer momento es sensorial con el pensamiento abstracto, se elaboran hipótesis y se diseña el experimento con el fin de reducir el objeto de estudio”. (pag. 83). Donde expone el diseño de una cabina de flujo laminar con los componentes que investiga para la producción de plantas in vitro lo que significa hacer un cultivo de plantas en frascos artificiales de manera donde nace la necesidad de diseñar una cabina de flujo laminar teniendo en cuenta todo el proceso desde el diseño y partes de una cabina como realizar su instalación y componentes necesarios para llevar a cabo su investigación.

3.2 Población o muestra de la investigación.

Dentro de nuestro estudio la población se halla contextualizada como tal en la cabina de flujo laminar donde realizaremos pruebas de funcionamiento donde se tomarán como muestras los resultados de cabinas y estándares mínimos de funcionamiento donde logramos una comparación de datos y análisis de los componentes implementados y datos de velocidad del motor y flujo que transmite el ventilador de las siguiente manera:

- Integridad de filtros
- Prueba de velocidad de flujo de aire.
- Conteo de partículas no viables.



- Clasificación del área.
- Patrón flujo de flujo de aire.

Como tal daremos el funcionamiento al 100% de la cabina de flujo laminar.

3.3 Muestra

El muestreo de la presente investigación es discrecional donde por medio de pruebas realizadas por la empresa GXP SERVICIOS TECNICOS, estamos demostrando el aval con el funcionamiento y calibración de cada componente. Se hace constatar que el medio filtrante del filtro HEPA se encuentra íntegro y correctamente instalado de modo que no tenga fugas de aire en los marcos, juntas, perforaciones o pinhole. Verificar los parámetros establecidos para velocidad de aire en la superficie de filtro HEPA para flujos unidireccionales. Verificar homogeneidad de la velocidad para filtros de flujo unidireccional. Indicar el proceso para determinar el nivel de limpieza de un área controlada teniendo como especificación las normas Federal Estándar 209E, ISO 14644-1-2015, GMP-EC.

3.4 Instalación sistema eléctrico.

Se realiza una investigación de mercado con fin de encontrar los proveedores correspondientes para cada uno de los componentes físicos que se adquieren por medio de un tercero:

- Componentes electrónicos
- Filtro
- Materiales estructura

Esto con fin de encontrar un margen de inversión sostenible que este dentro de los presupuestos iniciales.

Luego de recibir la estructura y los planos se procede a realizar los primeros pasos respecto al ensamble de la cabina, se introduce el filtro en el espacio asignado y se comienzan a perforar los orificios para los soportes dedicados al motor y a la váquela electrónica. Se posiciona el



motor de tal forma que cumpla con los requerimientos mínimos especificados por el fabricante respecto a su correcto funcionamiento.

Al momento de tener las piezas principales en su lugar se inicia con el proceso de adaptación de la parte electrónica requerida por el motor para determinar el cálculo del caudal para la cabina de flujo laminar a través de la siguiente ecuación:

$$Q = V * S \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Donde:

Q= Caudal (m³/s)

V= Velocidad promedio (m/s)

S= Área de la sección transversal (m²)

Donde Q nos ofrece un rango de operación establecido entre 0.32metros/seg A 0.48metros/seg, según lo establecido por la norma ISO5 14644-1 que establece los parámetros inamovibles para salas blancas o cuartos limpios.

Después de establecer nuestro rango para el caudal de flujo, procedemos a despejar de la ecuación el término de velocidad, ya que es el único desconocido para obtener los m/s necesarios para obtener el resultado esperado en el caudal

$$Q= 0.38\text{metros/seg} \quad V=? \quad S=0,69\text{metros}^2$$

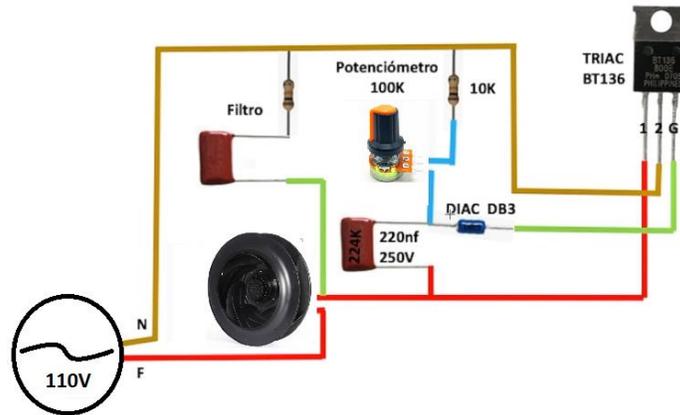
$$V=Q/S$$

$$V= (0.38\text{metros/seg}) / (0,69\text{metros}^2)$$

$$V= 0.38\text{metros/seg}$$

Valor que fue alcanzado en la cabina gracias a la graduación de giro del motor por medio de la configuración del dimmer, potenciómetro y puente rectificador, adaptaciones basadas en la siguiente gráfica.

Ilustración 7: Dimmer regulador de velocidad,



Nota: La figura 7 representa la elaboración y sistema eléctrico, (2021).

Como parte final de la integración de componentes procedemos a montar los paneles laterales, interruptores de encendido, luz ultravioleta y detalles adicionales necesarios para poder comenzar con las pruebas de validación

En esta etapa se comprueban de manera certera los parámetros establecidos por la norma ISO5 14644-1 en cuanto al correcto funcionamiento de la cabina de flujo laminar con los estándares necesarios para poder cumplir con su objetivo.

3.5 Integridad filtros HEPA.

En la prueba de los filtros se realiza en dos etapas las cuales con tiene dos ciclos de encendido durante 3 minutos en el cual en anexa la evidencia de los resultados obtenidos a escala de 10200 p/m3 donde se evidencia en buen estado de los filtros en las dos pruebas realizadas.

Prueba No.1

Ilustración 8: Prueba de integridad de los filtros.



```
Company Name = GxP  
[IS20211102164258]  
Instrument ID = Model 3905  
USER ID = LF F1 RECUPERA  
CION DE DATOS  
Ser. No. = 460372  
Calibrated on 01/07/2021  
Measured by ****  
Measured on 02/11/2021  
Start 1 = 16:42:58  
Start 2 = 16:45:05  
Sample Time = 00:01:46  
Cycles = 1  
Room Status = at-rest  
Comment = SERVERS MARKET  
Printed by ****  
Class = ISO 5  
Sizes = 0.3um  
1: Location1      154 p/m3 OK  
2: Location2      371 p/m3 OK  
  
Limit : 10200 p/m3  
Result 0.3u: OK  
Result 0.5u: OK  
Result 1.0u: OK  
  
Operated by  
  
Checked by
```

Nota: La ilustración 6 representa resultado de la prueba en los filtros hepa. Elaboración propia, (2021).

Con la especificación máximas de partículas para el parámetro de $0,3 \mu$ (micras) ya que en esta prueba se evidencia que el máximo de partículas encontradas fue de 371 partículas/metro³ o 10,5

Partículas/pie³.

Prueba No. 2

Ilustración 9: Prueba de integridad de los filtros.

```
Company Name = GxP
[IS20211102164258]
Instrument ID = Model 3905
USER ID = LF F1 RECUPERA
CION DE DATOS
Ser. No. = 460372
Calibrated on 01/07/2021
Measured by ****
Measured on 02/11/2021
Start 1 = 16:42:58
Start 2 = 16:45:05
Sample Time = 00:01:46
Cycles = 1
Room Status = at-rest
Comment = SERVERS MARKET
Printed by ****
Class = ISO 5
Sizes = 0.5um
1: Location1      1 p/m3 OK
2: Location2      1 p/m3 OK

Limit :      3520 p/m3
Result 0.3u: OK
Result 0.5u: OK
Result 1.0u: OK

Operated by

Checked by
```

Nota: La ilustración 7 representa resultado de la prueba en los filtros hepa. Elaboración propia, (2021).

Con la especificación máximas de partículas para el parámetro de $0,5 \mu$ (micras) ya que en esta prueba se evidencia que el máximo de partículas encontradas fue de 1 partículas/metro³ o 0 Partículas/pie³

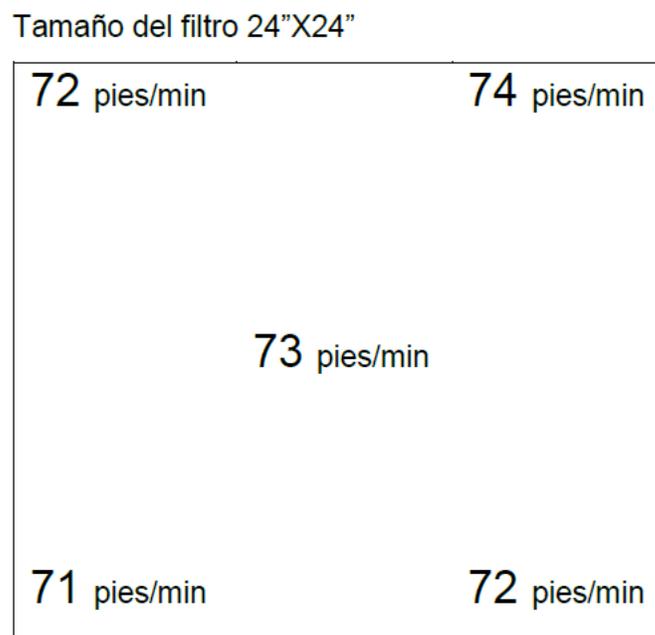
3.6 Velocidad flujo de aire.

Velocidad uniforme con unos valores mínimos de 60 pies/min. (0.3 m/seg.). **FLUJO AIRE UNIDIRECCIONAL:** es producido cuando el aire es introducido a un área de trabajo y procesos críticos uniformemente a bajas velocidades en un espacio confinado. El aire fluye en planos paralelos con una velocidad uniforme, con unas velocidades mínimas de mínima de 60 pies/min. (0.3 m/seg.) En promedio.

Parámetros de evaluación del flujo de velocidad.

- El parámetro de homogeneidad de la velocidad del filtro HEPA debe cumplir con un 20% +/- del valor promedio de la velocidad. Para esta cabina el filtro debe cumplir con estas especificaciones.
- Medio filtrante sin perforación o pinole, (micro perforaciones).
- Sellamiento de medio filtrante no más de 3% de la superficie total del filtro.

Ilustración 10: Flujo velocidad de aire.



Nota: La ilustración 8 representa resultado de la prueba del flujo de aire en los filtros hepa. Elaboración propia, (2021).

El filtro de la cabina de flujo laminar se encuentra correctamente instalado sin fugas evidentes ni

Escapes de aire en las juntas y o empaques, el alojamiento del filtro HEPA no tiene mal formaciones que impidan el acople entre el filtro y el alojamiento de este.



3.7 Clasificación del aire.

Bajo las normas ISO 14644-1. GMP-EC. Para partículas de 0.5 micras y 5.0 micras por pie³ o m³, se realizó la prueba la cual contiene.

Ilustración 11: Clasificación de aire.



```
Company Name = GxP
[IS20211102165422]
Instrument ID = Model 3905
USER ID = LF AREA RECUPE
RACION DE DATOS
Ser. No. = 460372
Calibrated on 01/07/2021
Measured by ****
Measured on 02/11/2021
Start 1 = 16:54:22
Sample Time = 00:35:18
Cycles = 1
Room Status = at-rest
Comment = SERVERS MARKET
Printed by ****
Class = ISO 5 & EU-GMP Grade A
Sizes = 0.5um
1: Location1      541 p/m3 OK

Limit :      3520 p/m3
Result 0.5u: OK

Limit :      3520 p/m3 (0.5um)
Limit :       20 p/m3 (5.0um)
Result 0.5u(GMP): OK
Result 5.0u(GMP): OK

Operated by

Checked by
```

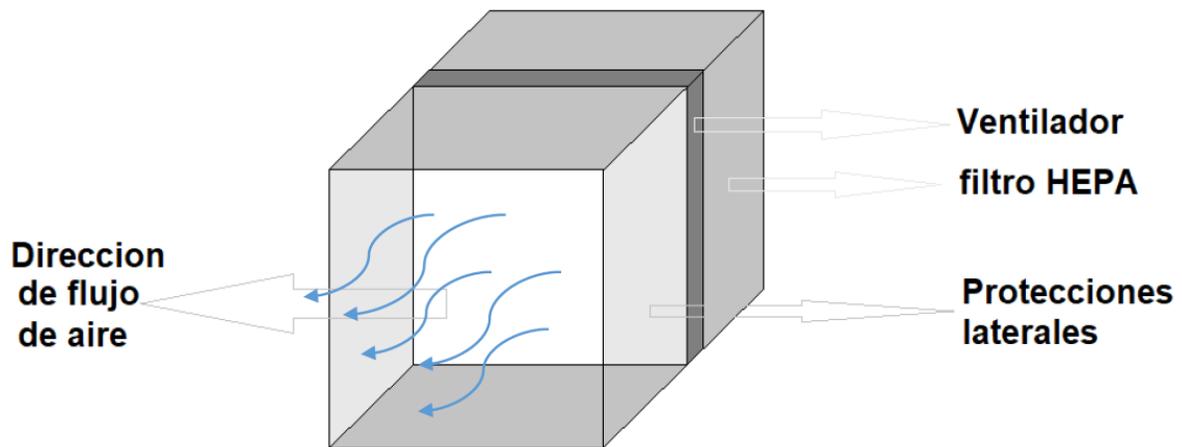
Nota: La ilustración 9 representa resultado de la prueba del flujo de aire en los filtros hepa. Elaboración propia, (2021)

El muestreo de partículas se realizó a la altura de trabajo es decir a 15 cm de la superficie de trabajo donde se evidencia el máximo de partículas dentro del área de 541 p/m³ el cual está dentro del rango permitido.

3.8 Patrón flujo del aire.

Por medio de una ilustración se evidenciará el flujo en el cual la cabina de flujo laminar estará funcionando de manera correcta.

Ilustración 12: Patrón flujo de aire.



Nota: La ilustración 10 representa el patrón del flujo de aire de la cabina de flujo laminar. Elaboración propia, (2021)

Por medio de este gráfico podemos evidenciar de manera más clara como es el funcionamiento de la cabina de flujo laminar horizontal y la dirección del aire por donde se realizarán los mantenimientos y procedimientos de la recuperación de datos.



4. Análisis e interpretación de los resultados

De acuerdo con el diseño de cabina de flujo laminar y la manera en que se elaboró vemos lo viable que es para la empresa servers market realizar todo el proceso desde el diseño y la ejecución sin importar el modelo de cabina que se tenga como referencia el prototipo ejecutado cumple con los estándares de calidad y funcionamiento que debe tener según la norma ISO 14644-1-2015, GMP-EC.

4.1. Discusión de los resultados

Nuestro prototipo de cabina de flujo laminar horizontal con los resultados obtenidos satisfactoriamente por medio de pruebas y diseños establecidos antes de iniciar la ejecución logramos que cada una de las pruebas como en la instalación del sistema eléctrico logramos una velocidad del 0.38 metro/seg gracias a las adecuaciones del dimmer (potenciador de velocidad 100w) el cual funciona para regular la energía del motor y lograr así llegar al punto de calibración y caudal del aire, por otro lado en los componentes de integridad del filtro HEPA en las pruebas el número de partículas deber ser no más de 300 partículas/pie y se obtuvieron 371 partículas dentro de la cabina.

El flujo de velocidad de la prueba con estándares mínimos de 60 pies/min según la gráfica se toman cinco puntos de medición donde el mínimo fue de 71 pies/min situado en la parte inferior izquierda teniendo en cuenta la posición del motor y distancia con el filtro lo cual se adecua de manera satisfactoria. Creemos En futuros ajustes se piensa hacer más ajuste para que la cabina tenga un mejor rendimiento, respecto a los mantenimientos al ser el primer prototipo se requiere hacer los mantenimientos preventivos cada 2 meses para así



mismo poder adecuar componentes más resistentes en la parte eléctrica como también en la parte estructural.

5. Conclusiones y recomendaciones.

5.1. Conclusiones.

Se obtienen los resultados esperados respecto a las pruebas de validación en cuanto al funcionamiento de la cabina de flujo laminar. Bajo estos resultados se concluye que el prototipo diseñado cumple con los requerimientos necesarios para operar de manera óptima en los procesos que sea requerida.

Bajo los lineamientos recreados por los programas de edición en tercera dimensión fue posible descartar los diseños que no cumplían con los estándares necesarios para el desarrollo del prototipo. A su vez la integración con diferentes áreas de conocimiento nos permitió descartar de forma precisa cada uno de los componentes que no cumplían o podían generar algún tipo de retraso en la construcción del prototipo.



En el desarrollo de la cabina de flujo laminar fue necesario contar con opiniones de expertos en áreas de salubridad y colegas enfocados en desarrollos similares a los procesos a desarrollar en el prototipo para de esta forma optimizar tiempos y recursos respecto a las investigaciones previas realizadas en la documentación del proyecto.

Sin la validación de componentes y resultados entregados por la empresa GXP servicios técnicos no hubiese sido posible la entrega de los reportes necesarios ante los docentes para obtener un resultado que confirme la viabilidad del proyecto ante los jurados.

Los componentes utilizados cumplen a cabalidad con los datos entregados por fabricantes respecto a tolerancias mínimas y máximas en calidad de operación.

El desarrollo de proyectos de este tipo nos puede permitir abarcar campos desconocidos e implementar nuevas modalidades de investigación que permitan incrementar nuestras fortalezas como estudiantes y futuros profesionales.

5.2. Recomendaciones.

Debido a los trabajos realizados en la cabina de flujo laminar se recomienda generar controles de integridad en el filtro HEPA cada 2 meses, esto con fin de poder validar el funcionamiento del mismo y prever algún tipo de irregularidad que pueda afectar alguno de los procesos o intervenciones para los que fue construida.

La manipulación de la cabina siempre debe iniciar con el encendido de la luz ultravioleta y esperar un aproximado de 10 minutos para que cumpla con su función de desinfección, y así proceder nuevamente con el apagado de la luz. Nunca se debe manipular de forma directa ya que la exposición directa a este tipo de radiación puede generar problemas de salud a largo plazo.



Evitar el contacto del filtro HEPA con elementos que puedan causar cualquier tipo de deterioro en cuanto a su integridad y funcionamiento

Mantener la cabina de flujo laminar fuera de ambientes que puedan ensuciar e infectar de cualquier manera el área de trabajo disponible (polvo, líquidos y corrientes magnéticas).



Referencias

Ayala-Ramírez, Juan Esteban, (2016). DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN PARA UNA CABINA DE SEGURIDAD BIOLÓGICA.
https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/2097/Rep_Itm_pre_Zapata.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cienytec. (2020). MANUAL DE USUARIO AÑO 2019-2020 CABINA DE BIOSEGURIDAD.

<https://www.cienytec.com/PDF/jpinglobal-manual-usuario-cabinas-bioseguridad.pdf>

Gatti-ventilación (s,f) MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO VENTILADOR CENTRÍFUGOS

<https://www.gattisa.com.ar/assets/archivos/MANUAL%20DE%20OPERACION%20Y%20MANTENIMIENTO%20CENTRIFUGOS.pdf>

Hernández-Ana. (2002). Cabinas de seguridad biológica.

https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_233.pdf/75da9925-4f91-4bf3-877f-e2c9c39ecbd1

Jaramillo-Maza, D, Michell. (2015). “ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE FUNCIONAMIENTO, MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS CÁMARA DE FLUJO LAMINAR E INCUBACIÓN DEL LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN”

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2776/1/T-UTC-00313.pdf>

José S. (s. f) METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia_investigacion.pdf;jsessionid=3F06B28F5445A36469C0D5636439BC4D?sequence=1



Santos-Gaviria, A, Elizabeth. (2009). Diseño de una cámara de flujo laminar horizontal para

La producción de plantas in vitro.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/250/1/96T00117.pdf>

Suárez-Castellá Miguel & Triana-Gutiérrez Robin & Pérez-Rodríguez., Z, Mayelín. (2006).

Procedimiento metodológico para el cálculo de normas de trabajo de

Los operadores de cabinas de flujo laminar en la propagación masiva

De plantas *in vitro*.

<https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/418/386>

Torres-Pantoja J, Luis. (2019). Diseño e Implementación de un Sistema de

Control Electrónico para Filtros Hepa en una Cabina de Bioseguridad Clase II para el

Laboratorio Bermanlab de Trujillo.

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3306/Jaime%20Torres_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Triviño-Mogollón, L, Camila. (2018). ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE

INFLUYEN EN EL ESTADO DEL FILTRADO HEPA PARA ÁREA LIMPIAS.

<https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1312/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>



Ramón s. Gustavo. (s.f). Diseños experimentales
Apuntes de clase del curso Seminario Investigativo VI.

http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac37-diseno_experiment.pdf

Zúñiga-Díaz, Alejandra & Delgado- Salinas, Alejandra. (2018). DISEÑO, CONSTRUCCION, INSTALACION Y FUNCIONAMIENTO DE UNA CAMARA DE FLUJO LAMINAR PARA EL CULTIVO DE MICROORGANISMOS EN EL FUNDO “LA BANDA” HUASACACHE DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA.

<https://core.ac.uk/download/pdf/233005672.pdf>



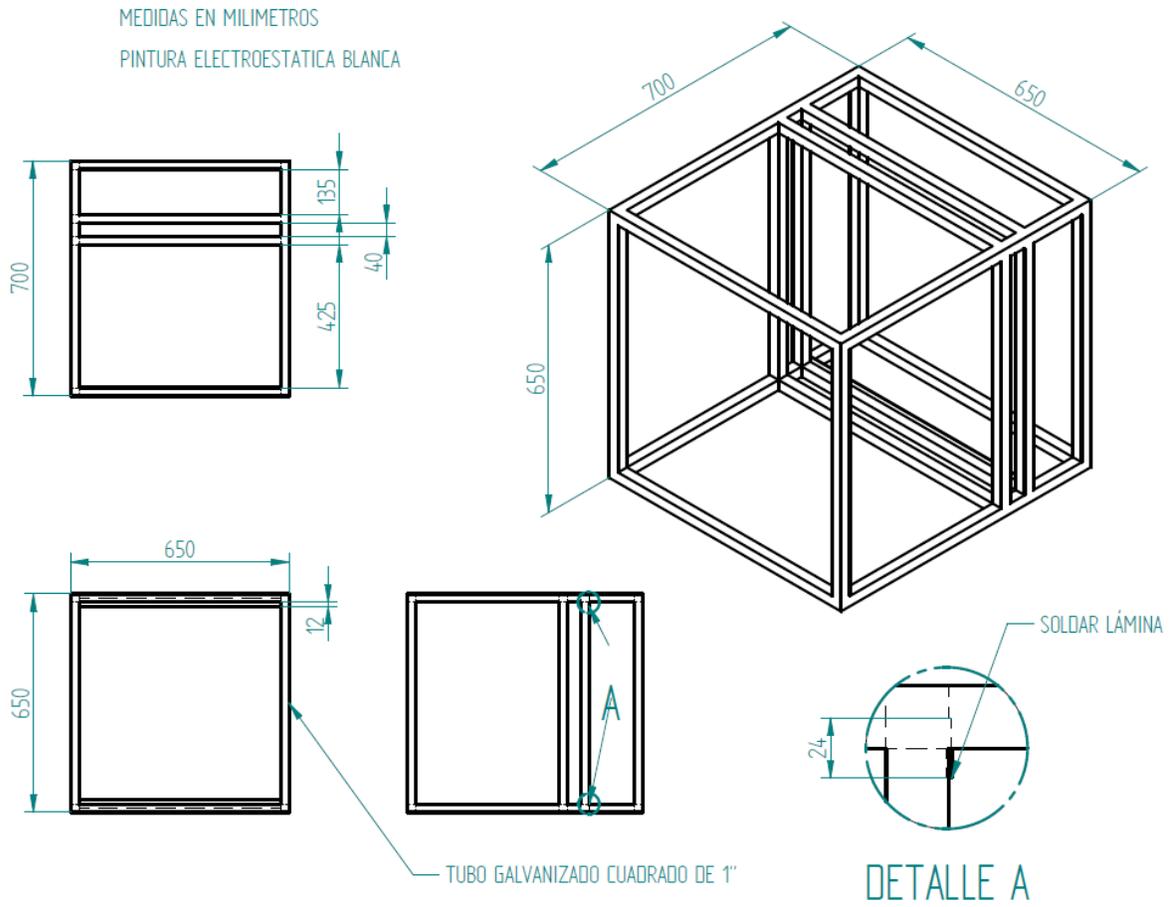
Anexo I

Pruebas cabina de flujo laminar



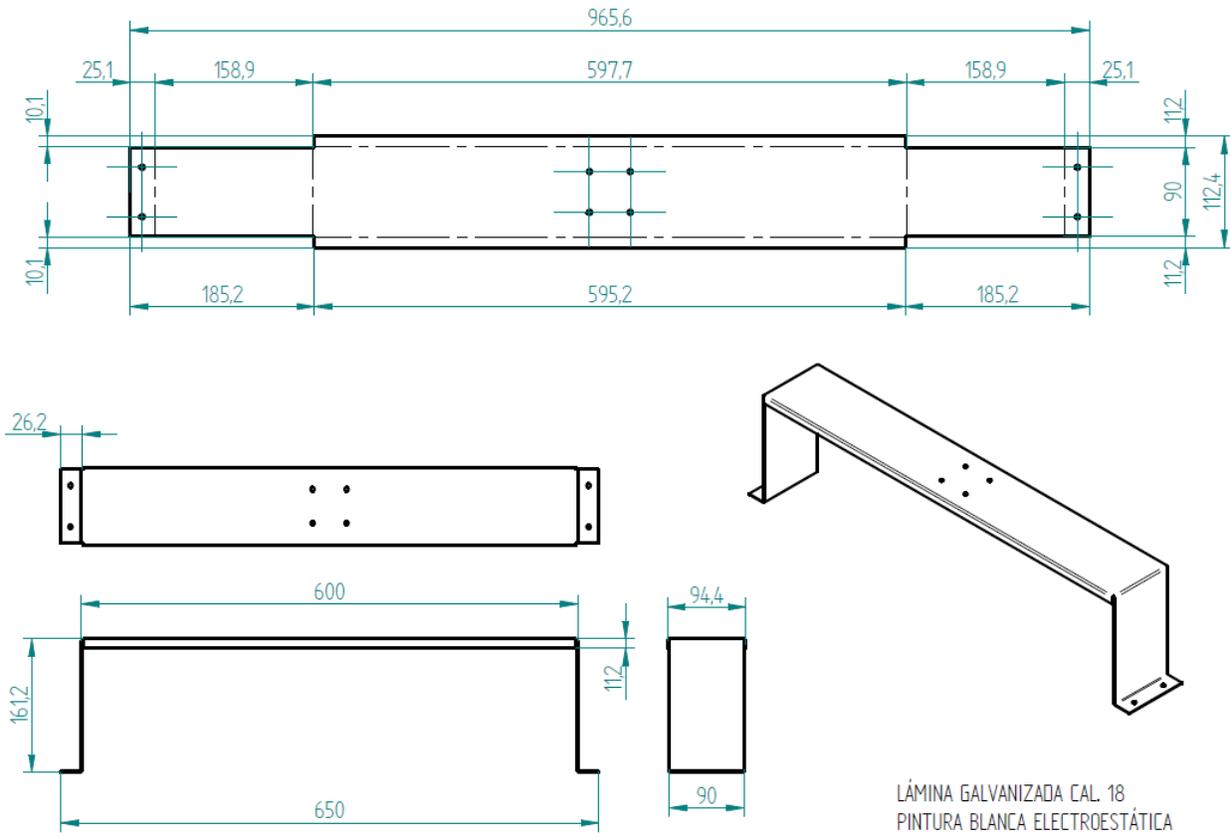


Anexo II. Plano estructural.





Anexo III. Plano sujeción del motor.





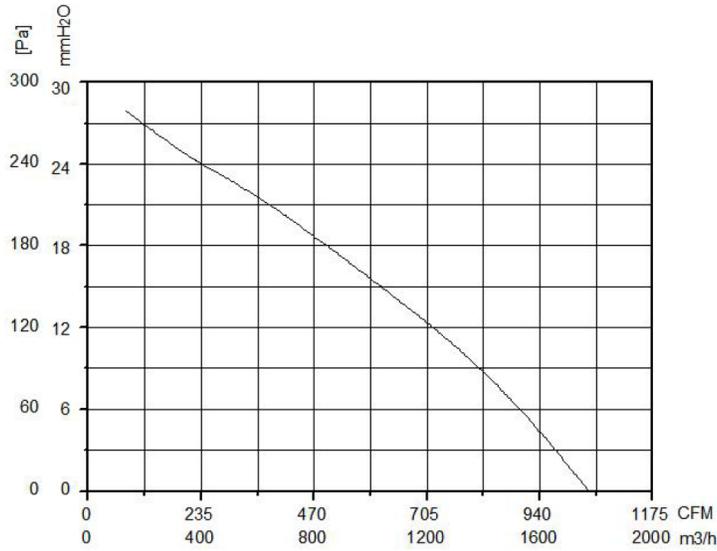
Anexo IV. Curva de rendimiento motor.



Product specification

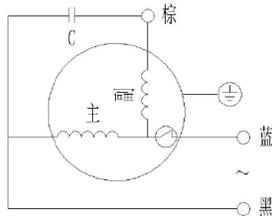


5.2 Performance curve (Rating voltage 220V/50Hz)



6.0 Electrical performance

6.1 View lead connection



6.2 Voltage range

The fan is designed to operate at a nominal voltage of 220V but can be operated in the DC supply voltage range of 176 to 242 V.

6. Protection

This motor with heat protection, cut off temperature: 150—160°C, replacement temperature 95—125°C

6.4 Insulation resistance

After the motor stator and winding get heated, or after the temperature rise test, its motor housing insulation resistance is not less than 50MΩ. And motor insulation resistance is not less than 2MΩ after humidity heat test.



Anexo V. Caertificado equipos de medición



KANOMAX USA, INC.
219 Route 206, PO Box 372
Andover, NJ 07821
Tel (973) 786-6386

TEST SHEET**As Found**

ISSUED TO	GXP Servicios Tecnicos	FILE NUMBER	RMA-2257
DATE	7/1/2021	CONDITION AS FOUND	Out-of-Tolerance
CERTIFICATE NUMBER	70121.01	AMBIENT CONDITION	22.8 °C
MANUFACTURER	KANOMAX		48.0 %RH
MODEL NUMBER	3905	ATMOSPHERIC PRESSURE	989 hPa
SERIAL NUMBER	460372		

Item	Procedure/Standard	Result	Judge
Sampling Airflow Rate	The flowrate should be within 28.3 litter per minute (LPM) ±5	28.28 LPM	OK
False Count Rate	Draw clean air in through the inlet, warm up the instrument for 30 minutes, and then perform a measurement for 30 minutes. The result shall show that the 95% upper confidence limit calculated using the Poisson distribution is 7 particles/m ³ or less.	0.00 COUNTS	OK
Threshold Voltage	The threshold voltage for each particle size of Standard Polystyrene Latex (PSL) particles should be less than 10V respectively.	V _{0.3} = 0.890 V V _{0.5} = 0.675 V V _{1.0} = 1.430 V V _{3.0} = 4.264 V V _{5.0} = 6.000 V V _{10.0} = 6.020 V	OK
Counting Efficiency	For the 0.3µm PSL standard and 0.5µm PSL standard, the particle counts in the 0.3µm range of the instrument to be calibrated shall be within 50±20% of the standard unit and within 100±10% for the 0.5µm range.	0.3µmPSL 47.1% 0.5µmPSL 99.0%	OK
Particle Resolution	In the 0.3µm PSL standard particles, its value should be below 15%	5.2%	OK

*The above procedure and the standard for this LPC are suit the ISO21501-4 and JIS B 9921.

*Note: 5 and 10µm Channel Out of Tolerance

AUTHORIZED SIGNATURE FOR CERTIFICATION

Brian Wilk
BRIAN WILK - SERVICE TECHNICIAN





Anexo VI. Certificado de calibración

**Elgama Sistemas de Colombia S.A.S.
ElgSis S.A.S.**

Calle 161 A No. 19 A - 43 Barrio Orquídeas
Tel: (57+) 672 4804
Bogotá, C. - Colombia
e-mail: info@elgsis.com.co
Web: www.elgsis.com.co



NIT. 830.508.419-5

ISO/IEC 17025:2017
10-LAC-047**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No.**CC 210104-12213

MP-F-31 R9-2012

Instrumento: LUXÓMETRO
Modelo: HHEM-SD1
Numero de serie: R.026352
Fabricante: OMEGA
Solicitante: GXP SERVICIOS TÉCNICOS
Dirección: CR 95 A 26 85 SUR - Bogotá
Fecha de Calibración: 2021-01-04 **Fecha de emisión:** 2021-01-04
Fecha de Recepción: 2020-12-29
Numero de paginas incluyendo anexos: 2

Resultados: Los resultados se indican en el reporte de calibración No. CC 210104-12213

Aprobó:

Nombre: Omar Bohórquez
Cargo: Jefe Laboratorio
Código: JL-OB01

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y al ítem descrito en el presente sometido a calibración y/o ensayo. El laboratorio de metrología que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente excepto cuando se hayan obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.



ISO/IEC 17025:2005
15-LAC-047

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

HX-CC-AN-19748

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN HIGIELECTRONIX SAS. - Calibration Laboratory

Página 2 de 2

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN. - Results of the calibration

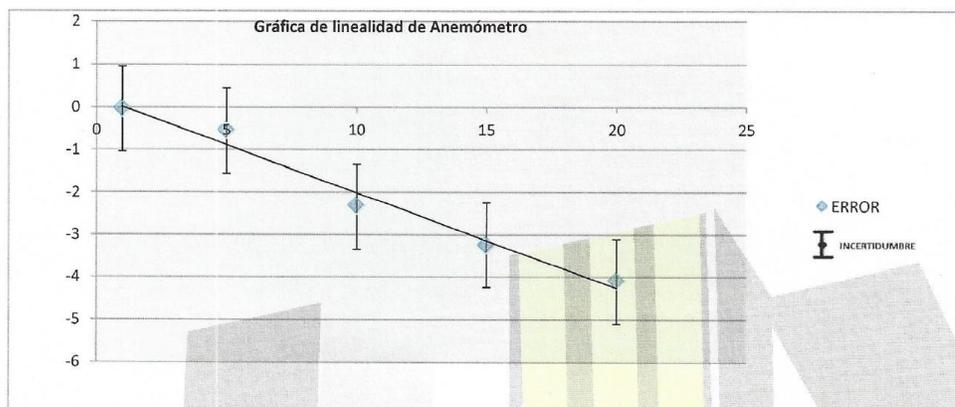
VERIFICACIÓN INICIAL

En la siguiente se expresa los datos del instrumento antes de la calibración

INDICACIÓN	PATRÓN	PRUEBA	ERROR
	1	0,96	-0,04
20	15,9	-4,10	

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de la calibración del instrumento.

Valor de referencia(m/s)	Lectura 1 (m/s)	Lectura 2 (m/s)	Lectura 3 (m/s)	Lectura 4 (m/s)	Promedio (m/s)	Error (m/s)	Incertidumbre U
1	0,95	0,96	0,95	0,97	0,96	0,0	0,58 m/s
5	4,46	4,46	4,43	4,44	4,45	-0,55	0,58 m/s
10	7,68	7,67	7,66	7,66	7,67	-2,33	0,59 m/s
15	11,7	11,8	11,8	11,7	11,8	-3,25	0,63 m/s
20	16,0	15,9	15,9	15,8	15,9	-4,10	0,70 m/s



Pendiente (b)	0,774482236	Intersección del punto E	0,244781196
r Correlación	0,999074415	Incertidumbre de la Recta	0,038503988



OBSERVACIONES - Comments

- 1- El usuario, con base en el historial del equipo, es el que debe definir el programa de calibración. El presente certificado solo ampara las mediciones reportadas en el momento, condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta calibración. La validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del elemento certificado como de las prácticas de su manejo y uso.
2. El certificado sin las firmas autorizadas no tiene validez.

F-GLOS-04
Versión 3

-Fin del Certificado-

"Somos su mejor aliado al momento de exigir calidad de servicio"
Calle 25 Sur No. 69C - 61 - Barrio Carvajal - Bogotá, D.C. - PBX: (57 - 1) 745 02 75 - 77





ISO/IEC 17025:2005
15-LAC-047

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN HIGIELECTRONIX SAS. - Calibration Laboratory

DATOS DEL CLIENTE - Information Customer

NUMERO DE CERTIFICADO - Certificate number: HX-CC-AN-19748
 NUMERO ORDEN SERVICIO - Service Order Number: HX-L-14183
 NOMBRE - Name: TECNOLOGIA EN PROCESOS DE CONTROL S.A.S.
 DIRECCION - Address: CALLE 65C N° 83-36 PISO 1 BOGOTÁ

DATOS DEL INSTRUMENTO A CALIBRAR - Information Instrument to calibrate

TIPO DE INSTRUMENTO - Type or instrument: ANEMOMETRO DE HILO CALIENTE
 FABRICANTE - Manufacturer: KANOMAX
 NUMERO DE SERIE - Serial Number: 458877
 MODELO - Model: 6006-0E
 INVENTARIO/CODIGO - Inventory/Code: EQ-007
 RESOLUCIÓN - Resolution: 0,01-9,99 m/s = 0,01 m/s 10,0-20,0 = 0,1 m/s

CONDICIONES AMBIENTALES - Environmental conditions

Las condiciones ambientales se refieren al sitio y al momento de la calibración del instrumento.

temperatura en °C	21,80
Humedad Relativa en %	54,35
presión barométrica en hPa	752,30

FECHA DE RECEPCIÓN - Date of Receipt: 2021-05-05
 FECHA DE CALIBRACIÓN - Calibration Date: 2021-05-06
 LUGAR DE CALIBRACIÓN - place of Calibration: LABORATORIO HIGIELECTRONIX SAS CALLE 25 SUR N° 69C-61 BOGOTÁ D.C.

PROCEDIMIENTO / METODO UTILIZADO - procedure / Method Used

Para llevar a cabo la calibración del Instrumento, se utilizo un tunel de viento con un medidor de presión diferencial, según lo estipulado en el procedimiento interno P-GL04 para la calibración de anemómetros de veleta e hilo caliente, mediante la comparación directa se realizo 4 lecturas consecutivas creciente y decreciente para cada punto de calibración.

PATRONES UTILIZADOS - Standard Used

Para la operación de calibración se utiliza Tunel de Viento y un medidor de presión diferencial calibrado por Instituto Nacional De metrologia según certificado de calibración NO. 4636
 Las mediciones relacionadas son trazables al sistema internacional de unidades según se evidencia en el certificado de calibración anteriormente mencionado.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN - Uncertainty of Measurement.

La incertidumbre combinada que se reporta es una función del valor a medir según documento GTC-51 ; 1997 Guia para la expresión de incertidumbre en las mediciones y para ello se ha tenido en cuenta factores como la incertidumbre del patron, incertidumbre del Temperatura, Presión diferencial, Presión Atmosferica, Desviación estándar prueba, División de escala prueba, La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura K=2 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized Signatures

Higelectronix S.A.S.
 Laboratorio de Metrologia

Calibró:
 Calibrated by
 ING. MELIZA BENJUMEA
 METROLOGO

Higelectronix S.A.S.
 Laboratorio de Metrologia

Aprobó:
 Approved by:
 Ing. DIANA SANTAMARIA
 COORDINADOR DE CALIDAD Y LABORATORIO
 Fecha de Emisión - date Issued 2021-05-06



Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin autorización escrita del laboratorio que lo emite, los resultados, consignados en este certificado se refieren únicamente al objeto sometido a calibración, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones, el laboratorio no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos calibrados o de este certificado.

This certificate of calibration could not be reproduced partially without written authorization of the issuing laboratory; the result of this certificate is for the object of calibration, at the conditions in which the measurements were made, the Laboratory does not take responsibility from the inadequate use of the calibrated objects of this certificate.

F-GL06-04
 Version 2

"Somos su mejor aliado al momento de exigir calidad de servicio"
 Calle 25 Sur No. 69C - 61 - Barrio Carvaial - Bogotá D.C. - PRX. (57) 11 745 02 75 77



Anexo VII Hoja de revisión y aprobación



8. HOJA DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

PREPARADO POR:

Cargo	Nombre	Firma	Fecha
Ingeniero de Validaciones GxP Servicios Técnicos	Cesar camilo silva	<i>Cesar Camilo Silva</i>	02/11/2021

REVISADO POR:

Cargo	Nombre	Firma	Fecha

APROBADO POR:

Cargo	Nombre	Firma	Fecha



Por intermedio del presente documento en mi calidad de autor o titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra que adjunto, titulada **Diseño y construcción cabina de flujo laminar para la empresa servers market**, autorizo a la Corporación universitaria Unitec para que utilice en todas sus formas, los derechos patrimoniales de reproducción, comunicación pública, transformación y distribución (alquiler, préstamo público e importación) que me corresponden como creador o titular de la obra objeto del presente documento.

La presente autorización se da sin restricción de tiempo, ni territorio y de manera gratuita. Entiendo que puedo solicitar a la Corporación universitaria Unitec retirar mi obra en cualquier momento tanto de los repositorios como del catálogo si así lo decido.

La presente autorización se otorga de manera no exclusiva, y la misma no implica transferencia de mis derechos patrimoniales en favor de la Corporación universitaria Unitec, por lo que podré utilizar y explotar la obra de la manera que mejor considere. La presente autorización no implica la cesión de los derechos morales y la Corporación universitaria Unitec los reconocerá y velará por el respeto a los mismos.

La presente autorización se hace extensiva no sólo a las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, sino también para formato electrónico, y en general para cualquier formato conocido o por conocer. Manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y la realicé sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es de mi exclusiva autoría o tengo la titularidad sobre la misma. En caso de presentarse cualquier reclamación o por acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados para todos los efectos la Corporación universitaria Unitec actúa como un tercero de buena fe. La sesión otorgada se ajusta a lo que establece la ley 23 de 1982.

Para constancia de lo expresado anteriormente firmo, como aparece a continuación.

Firma

Nombre Erickson Camilo Araya Mora
CC. 1016 107 256

Firma

Nombre Jaime Ernesto Ochoa Zapata
CC. 1014 234063