

Diseño de una Cabina de Desinfección como Medida de Bioseguridad Frente al COVID-19

Diego Andrés Quezada Romero

**Trabajo de grado
para optar para el título Ingeniero Civil**

**Dirigido por:
Ing. Ferney Oswaldo Peña Rey
Magíster en Estructuras**

**Universidad Santo Tomás
Ingeniería Civil
Bogotá D.C**

2021

Resumen

Dada la emergencia sanitaria generada por el virus del SARS-CoV-2 se ha diseñado una cabina de desinfección con una estructura en aluminio y láminas de policarbonato de 6 mm que enmarcan un sistema de tubería en PVC, estas conducen un desinfectante compuesto de agua y jabón en concentración de 3g/L desde un tanque de almacenamiento hacia unas boquillas que permiten pulverizar el fluido y así esparcirlo de manera uniforme sobre la persona que se encuentre en su interior. Se ha establecido mediante modelación que el sistema requiere de una electrobomba periférica de $\frac{1}{2}$ hp y mediante experimentación se ha determinado que el sistema al final de la boquilla trabaja con una presión de 40 PSI y caudal de 0,224 L/min. Sin embargo, dado que el sistema dura cerca de 290 segundos en liberar la presión cuando el mecanismo de bombeo ha sido desactivado, se ha optado por crear una red de liberación de presión que involucra una válvula de bola que permite la regulación de la presión, estableciendo que la presión óptima de funcionamiento del sistema es en 30 PSI, lo que permite una liberación inmediata de la presión y el retorno al tanque de almacenamiento del desinfectante.

Palabras Claves: Cabina de desinfección, Sars-CoV-2, Covid-19, Caudal, Línea de energía

Abstract

Given the health emergency generated by the SARS-CoV-2 virus, a disinfection cabin has been designed with an aluminum structure and 6 mm polycarbonate sheets that frame a PVC pipe system, these conduct a disinfectant composed of water and soap in a concentration of 3g / L from a storage tank to some nozzles that allow the fluid to be sprayed and thus spread it evenly over the person inside. It has been established through modeling that the system requires a $\frac{1}{2}$ hp peripheral electric pump and through experimentation it has been determined that the system at the end of the nozzle works with a pressure of 40 PSI and a flow rate of 0.224 L / min. However, since the system takes about 290 seconds to release the pressure when the pumping mechanism has been deactivated, it has been decided to create a pressure release network that involves a ball valve that allows pressure regulation, establishing that the optimum operating pressure of the system is at 30 PSI, which allows an immediate release of the pressure and the return to the storage tank of the disinfectant.

KeyWords: Disinfection cabinet, Sars-CoV-2, Covid-19, Flow, Power line

Tabla de Contenido

Resumen	2
Abstract	3
Tabla de Contenido	4
Lista de Tablas	7
Lista de Figuras	8
Introducción	11
Formulación del Problema	12
Objetivos	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
Justificación	14
Marco Referencial	15
Marco Teórico	15
Ecuación de Bernoulli	15
Ecuación de Continuidad	16
Pérdidas de Carga en Tubería	17
Perdidas Continuas-Ecuación de Darcy-Weisbach.	18
Perdidas de Carga en Accesorios	20
Bombas Hidráulicas	21
Bomba Periférica	24
El COVID-19	26
El Jabón y el SARS-CoV-2	29

Diseño Cabina de Desinfección	5
Marco Conceptual	29
Cabina de Desinfección	29
Covid-19	30
Desinfectante	30
Bioseguridad	30
Estado del Arte	30
Cabina de desinfección de personas para reducir la transmisión de COVID-19 en la comunidad	30
Desinfectantes y métodos de desinfección frente al SARS-CoV-2	32
Lista N: Desinfectantes para usar contra SARS-Cov-2	32
Metodología	33
Flujograma	35
Cronograma	36
Recursos	36
Resultados	38
Características Generales de la Cabina de Desinfección	38
Materiales a Utilizar	38
Requisitos Generales de los Materiales	40
Uso de la Cabina	48
Diseño Hidráulico	48
Consideraciones de Diseño	49

Diseño Cabina de Desinfección	6
Resultados del Programa	51
Pérdidas por Accesorios	56
Proceso Constructivo de la Cabina	57
Instalación Sensor de Movimiento	62
Variación del caudal con Respecto a la Presión	63
Conclusiones	67
Referencias	70
Anexos	74
Anexo 1. Planos de Cabina de Desinfección	74

Lista de Tablas

Tabla 1. Rugosidades absolutas para diferentes materiales	19
Tabla 2. Coeficientes de pérdidas menores para accesorios	20
Tabla 3. Cuadro de actividades	34
Tabla 4 Presupuesto para construcción de la cabina de desinfección	37
Tabla 5. Materiales usados en la cabina de desinfección	38
Tabla 6. Características de los materiales usados en la cabina de desinfección	40
Tabla 7. Datos obtenido de Epanet para cada nudo	52
Tabla 8. Datos obtenido de Epanet para cada tramo de tubería	54
Tabla 9. Perdidas menores en la red de tubería	56
Tabla 10. Toma de datos de caudal para diferentes presiones	63
Tabla 11. Presión vs Caudal	64
Tabla 12. Variación de la presión manométrica en función del tiempo	66

Lista de Figuras

Figura 1. Línea de energía y línea de gradiente hidráulico en una tubería horizontal	16
Figura 2. Funcionamiento de la ley de continuidad al interior de una tubería	17
Figura 3. Representación gráfica de pérdida de energía en una tramo de tubería	18
Figura 4. Pérdida de carga local	20
Figura 5. Curva característica de una bomba	23
Figura 6. Partes de bomba centrífuga	24
Figura 7. Despiece de una bomba periférica	25
Figura 8. Instalación bomba de agua	25
Figura 9. Guía para purga de bomba de agua	26
Figura 10. Estructura del SARS-CoV-2	28
Figura 11. Electrobomba Karson KSN-30560	40
Figura 12. Boquilla Albuz ATR 80°	40
Figura 13. Tubería PVC	40
Figura 14. Tee PVC 1/2"	41
Figura 15. Codo PVC	41
Figura 16. Válvula de Pie 1"	41
Figura 17. Adaptador Macho en PVC	42
Figura 18. Unión Universal 1" en PVC	42
Figura 19. Tapón roscado 1/2" en PVC	42
Figura 20. Reductor de presión en PVC	43
Figura 21. Válvula de Check en bronce	43
Figura 22. Válvula Humboldt en PVC de unión lisa	43

Diseño Cabina de Desinfección	9
Figura 23. Base para cabina de desinfección	44
Figura 24. Sensor de movimiento Infrarrojo	44
Figura 25. Estructura cabina de desinfección	44
Figura 26. Soldadura PVC	45
Figura 27. Cinta teflón	45
Figura 28. Lámina de madera RH	45
Figura 29. Perfil angular	46
Figura 30. Cortina plástica	46
Figura 31. Pie de amigo	46
Figura 32. Remache 5-4	46
Figura 33. Tornillo TMGCM04050	47
Figura 34. Tornillo DS600050TN	47
Figura 35. Tornillo TMGCM04040	47
Figura 36. Broca 5/32 in	47
Figura 37. Cable 3x14	47
Figura 38. Cinta aislante	48
Figura 39. Curva característica de la Bomba	50
Figura 40. Distribución del caudal en modelo de Epanet	51
Figura 41. ID de los nudos (Negro) y valores de presión (Cian)	53
Figura 42. ID de líneas de tubería (Negro) y caudal (Azul)	55
Figura 43. Vista general de la cabina de desinfección	61
Figura 44. Diagrama de conexión eléctrica entre sensor y la electrobomba	62
Figura 45. Conexión eléctrica entre la electrobomba y sensor	62

Diseño Cabina de Desinfección	10
Figura 46. Gráfica de Caudal vs Presión	65
Figura 47. Variación de presión manométrica en función del tiempo	66

Introducción

Dada la situación actual que enfrenta el mundo debido al problema de salud pública generado por el SARS-Cov-2 y que ha causado la pandemia del Covid-19, se hace necesaria la búsqueda de distintas formas que permitan salvaguardar la salud y el bienestar de la población en general. Teniendo en cuenta lo anterior, se han creado normas y requerimientos específicos para el control de la propagación del virus.

Debido a que la enfermedad se puede presentar de manera asintomática en la población, esto dificulta las posibilidades de contención del contagio, obligando a las autoridades de salud y al gobierno en general a trabajar en protocolos de limpieza y desinfección, además de impulsar el autocuidado responsable en los habitantes.

De acuerdo a lo anterior, se ideó una cabina de desinfección con características que facilitan su transporte, instalación, manejo y adecuación de la misma en cualquier lugar. Es un sistema importante y necesario que permite facilitar la prevención del contagio de enfermedades virales que se propagan por medio de diferentes objetos ya que pueden permanecer latentes y ser transportados en objetos inertes como los son las prendas de vestir.

Estos elementos de desinfección se han implementado en los lugares donde se da paso a un volumen alto de personas como centros comerciales, hospitales, obras e instituciones educativas con el fin de eliminar el virus del SARS-CoV-2 y así reducir los problemas económicos y de salud pública del país.

Formulación del Problema

¿Qué componentes y característica debe tener una cabina de desinfección que elimine el virus del SARS-CoV-2?

La economía colombiana había presentado una tasa de crecimiento del 3,3% en el año 2019 y se pronosticaba que en el año 2020 se presentara un crecimiento cercano al 3,5% (Bonet et al, 2020). Sin embargo, la pandemia del Covid-19 ha generado que todos los departamentos del país pongan en marcha planes de mitigación que eviten la propagación del virus. Entre las múltiples medidas se encuentra el uso obligatorio de tapabocas, restricción en la ocupación de sitios públicos, distanciamiento social etc. Sin embargo, estas medidas no han sido suficientes y el gobierno nacional ha optado incluso por restringir la movilidad mediante el pico y cédula, pico y género o toques de queda ya sean parciales o totales.

No obstante, estas medidas han generado una contracción en la actividad económica del país, donde en el primer trimestre del año la economía tuvo un crecimiento de apenas 1,1% cuando apenas se habían presentado dos semanas de confinamiento, pero ya en el segundo trimestre la economía colombiana presentó un decrecimiento del 15,7%, niveles que nunca se habían visto, por lo que el gobierno nacional tomó la decisión de levantar de manera gradual las restricciones durante el tercer trimestre, pero frente a los múltiples inconvenientes y restricciones que aún se mantenían, la economía siguió tendencias negativas y tuvo un decrecimiento de 9% y se espera que para el último trimestre del año 2020, la economía se recupere producto de las medidas de reactivación tomadas por el gobierno (Guevara, 2021) .

Estas medidas de reactivación económicas se han visto limitadas por el alto número de contagios que ya superan los dos millones en el país producto de las concentraciones de personas

en espacios cerrados y el poco autocuidado. y a pesar del uso de tapabocas y la aplicación de gel antibacterial a la entrada de los recintos, estas medidas resultan insuficiente dado que las gotículas respiratorias procedentes de la nariz o boca cuando una persona tose pueden albergarse en superficies como la ropa hasta por 3 días, esto implica que el proceso de desinfección debe ser más exhaustivo y no limitarse únicamente a la aplicación de gel antibacterial en las manos.

Por tal razón, es necesario la búsqueda de métodos de desinfección mucho más extensivos que permitan una reanudación económica completa sin poner en riesgo la salud pública.

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un prototipo de cabina de desinfección de bajo costo para la eliminación del SARS-CoV-2.

Objetivos Específicos

- Identificar los requerimientos para la protección contra el SARS-CoV-2 que deben considerarse para diseñar una cabina de desinfección.
- Diseñar una cabina de desinfección a partir de los requerimientos hidráulicos y de salubridad identificados.
- Construir la cabina de desinfección a partir de los planos de armado y ensamblaje diseñados.

Justificación

La pandemia generada por el SARS-CoV-2 ha cobrado hasta el momento la vida de más de 50.000 personas en Colombia y ha contagiado a por lo menos 2.000.000 de personas en el territorio nacional (ELTIEMPO.COM, 2021), imposibilitando la reactivación económica al no poder encontrar un equilibrio entre economía y salud pública. El problema recae en que la actividad económica reside en gran parte en la interacción personal, por lo que el grado de propagación del virus es mucho mayor a medida que la economía prospera.

Por consiguiente, se requiere de un proceso de desinfección general en la entrada a los establecimientos comerciales y recintos cerrados que permita la sinergia entre bienestar económico y salud. Para ello se construirá una cabina que contará con un sistema de tuberías que permitirán esparcir una sustancia jabonosa de forma controlada como medida de desinfección. El uso de jabón está justificado dado que las moléculas de jabón que presentan forma de alfiler cuentan con una cabeza hidrofílica, es decir, que se enlaza fácilmente con moléculas de agua, y una cola hidrofóbica que tiene tendencia a enlazarse con moléculas diferentes al agua. Por otro lado, el COVID-19 tiene membranas lipídicas con dos bandas de colas hidrofóbicas intercaladas entre anillos de cabezas hidrofílicas y esta capa a su vez está cubierta con proteínas que permiten al virus desempeñar tareas vitales, por tal razón, cuando se rocía jabón, las colas hidrofóbicas del jabón que flotan libremente se introducen en las estructuras lipídicas del virus frente a la repulsión que éstas tienen en contacto con el agua, por lo que terminan abriendo y desintegrando el virus (Jabr, 2020).

Marco Referencial

Marco Teórico

Ecuación de Bernoulli

La ecuación de Bernoulli es una relación aproximada entre presión, velocidad y elevación en que los efectos viscosos son pequeños en comparación con los efectos inerciales, gravitacionales y de presión. Y representa que a lo largo de una línea de corriente la energía total de una partícula es constante cuando los efectos de la compresibilidad y de la fricción son despreciables, indicando así la conservación de la energía mecánica (Cengel & Cimbala, 2006).

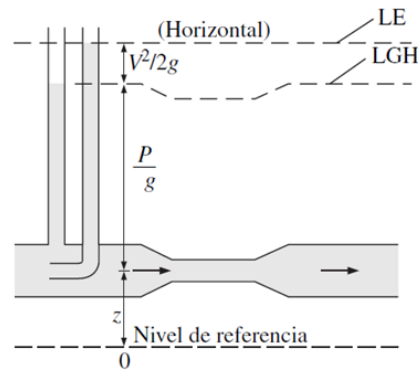
La forma más habitual de la ecuación de Bernoulli relaciona la carga de elevación Z que representa la energía potencial de un fluido respecto a un eje de referencia, la carga de presión P/γ que representa la altura de una columna de fluido con peso específico γ que produce una carga de presión estática P y la carga de velocidad $V^2/2g$, entendida como la altura desde la que debe caer un fluido sobre la que actúa la gravedad g para alcanzar una velocidad V (Cengel & Cimbala, 2006).

$$Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} = H = Cte \quad (1)$$

Generalmente en tuberías se suele trabajar con la línea de gradiente hidráulico (LGH) o línea piezométrica que representa la suma de la carga de elevación y la carga de presión debido a que en un sistema de tuberías la carga de velocidad suele ser mínima respecto a la línea de gradiente hidráulico, por lo que se entiende que la línea de energía y la línea de gradiente hidráulico tienden a converger entre menor es la velocidad. Sin embargo, cuando se tiene en cuenta la carga de velocidad en el sistema, a esta línea se le denomina línea de energía LE.

Figura 1.

Línea de energía y línea de gradiente hidráulico en una tubería horizontal



Nota. Se observa que el primer tubo de izquierda a derecha conectado a la tubería es denominado piezómetro e indica el nivel de la línea piezométrica, el segundo tubo que se encuentra ubicado en el eje de la tubería es denominado tubo de Pilot y tiene en cuenta la carga de velocidad, por lo que indica el nivel de la línea de energía. Imagen tomada de (Cengel & Cimbala, 2006).

Ecuación de Continuidad

La ecuación de continuidad indica que, si no hay pérdidas de fluido dentro de un tubo uniforme, la masa del fluido que entra es igual a la que sale en un periodo de tiempo dado (Jiménez Carballo, 2021).

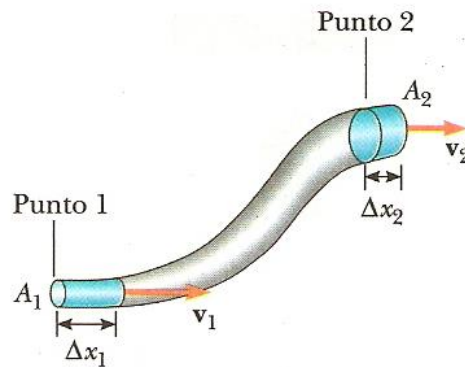
La ecuación de continuidad fue desarrollada a partir de suposiciones simplificadoras que conllevan a considerar un fluido ideal, el cual cuenta con las siguientes propiedades:

- Fluido no viscoso, es decir, se desprecia la fricción interna, por lo que no hay fuerza viscosa
- Fluido estable: Indica que el flujo presenta un comportamiento laminar, por lo que presenta velocidad constante siempre y cuando no haya variaciones en la sección transversal.
- Fluido incompresible: Se considera que el fluido presenta densidad constante.

- Fluido no rotacional: No hay momento angular, por lo que no hay rotación del fluido alrededor de algún punto.

Figura 2.

Funcionamiento de la ley de continuidad al interior de una tubería



Nota. Se observa que Δx_1 es mayor que Δx_2 para asegurar que la cantidad de volumen de fluido por unidad de tiempo Δt sea el mismo. Tomado de:

<http://3.bp.blogspot.com/-h-oCTnAyQso/UfATaJkSzuI/AAAAAAAAALM/T2r6jLJ3LLM/s320/Picture+2.png> .

A partir de estas suposiciones, se pudo establecer que la cantidad de masa que atraviesa un área A_1 en un periodo de tiempo Δt es igual a la que sale en ese mismo intervalo de tiempo, pero en un área A_2 . Por lo tanto, el producto entre el área transversal A y la velocidad del fluido V es constante, este producto es normalmente conocido como caudal.

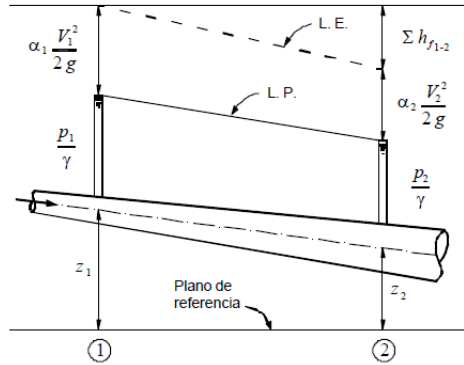
$$A * \vec{V} = Q = Cte \quad (2)$$

Pérdidas de Carga en Tubería

La circulación de un fluido a través de una tubería lleva consigo una pérdida de energía cinética que no se transforma en energía de presión, velocidad o elevación producto de la fricción ejercida entre las paredes de la tubería y el líquido, esta pérdida de energía es directamente proporcional a la velocidad y suele denotarse como h_f (Rocha Felices, 2007).

Figura 3.

Representación gráfica de pérdida de energía en una tramo de tubería



Nota. Se observa como la línea de energía (L.E.) presenta una inclinación producto de la pérdida de energía por fricción, así mismo, dado que la sección de tubería presenta sección variable, se observa como la carga de velocidad en el tramo 1 es mayor que en tramo 2, esto producto de la disminución de la velocidad debida al aumento de la sección al final de la tubería. Tomado de (Rocha Felices, 2007) .

Por lo tanto, la ecuación de Bernoulli presenta una ligera variación dado que para conservar la energía en el sistema se debe tener en cuenta la carga perdida por la fricción de la tubería.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g} + \sum h_{f1-2} \quad (3)$$

La sumatoria de pérdidas entre el tramo 1-2 pueden ser de dos tipos: continuas y locales, estas primeras son debidas a la fricción entre un tramo de tubería, y las segundas suelen ser pequeñas en comparación, por lo que también se les suele llamar pérdidas menores. Estas pérdidas ocurren cuando hay variación en la dirección del flujo, o cuando el flujo se encuentra obstruido (Ponce Victoria, 2006).

Perdidas Continuas-Ecuación de Darcy-Weisbach.

La ecuación de Darcy-Weisbach es la fórmula usada para determinar las pérdidas en un tramo de tubería producto de la fricción y establece una relación entre la longitud (L) y el diámetro de la tubería (D), así como la carga de velocidad del sistema ($V^2/2g$) (Ponce Victoria,

2006). Además, tiene en cuenta el factor adimensional f , denominado coeficiente de fricción de Darcy dependiente del número de Reynolds y la rugosidad de la tubería.

$$hf = f * \left(\frac{L}{D}\right) * \left(\frac{V^2}{2 * g}\right) \quad (4)$$

El factor de Darcy es dependiente del número de Reynolds, es decir, que para flujos laminares ($Re < 2000$), el factor va a depender únicamente del número de Reynolds. Sin embargo, para flujos turbulentos ($Re > 4000$), el factor de fricción dependerá además de la rugosidad absoluta (ϵ) y el diámetro interno de la tubería (D).

$$f = \frac{64}{Re} = \frac{64 * \mu}{D * V * \rho} \quad (5)$$

$$f = \frac{1,325}{\left\{ -\ln \left[\frac{\epsilon}{3,7 * D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right] \right\}} \quad (6)$$

La ecuación (5) que involucra la viscosidad dinámica μ , el diámetro D , la velocidad V y la densidad del fluido ρ , aplica únicamente para flujos laminares, por lo tanto, la ecuación (6) aplica únicamente para flujos turbulentos. Sin embargo, cuando el número de Reynolds está entre 2000 y 4000, se considera un flujo transicional y su comportamiento es incierto.

Tabla 1.
Rugosidades absolutas para diferentes materiales

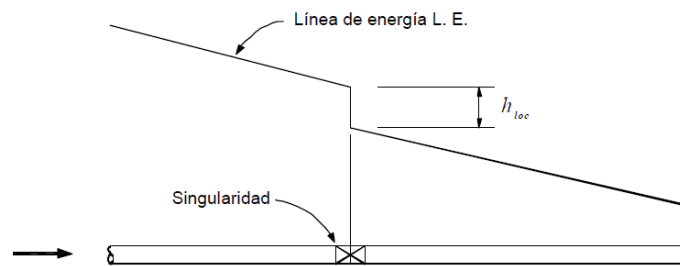
Material	Rugosidad Absoluta ϵ , (mm)
Acero Comercial	0,450
CCP	0,120
Hierro Dúctil	0,250
GRP	0,030
Polietileno	0,007
PVC	0,0015

Nota: CCP (Concrete Cylinder Pipe), GRP (Glass Reinforced Pipe) y PVC (PolyVinyl Chloride). Tomado de (EPM, 2009)

Pérdidas de Carga en Accesorios

Las pérdidas de cargas locales ocurren en zonas puntuales de la tubería por la presencia de una singularidad que generan cambios en la dirección de las líneas de flujo de un fluido, estas singularidades suelen ser accesorios de tuberías como codos, tees, estrechamientos, etc. Y generan caídas súbitas en la línea de energía (Rocha Felices, 2007).

Figura 4.
Pérdida de carga local



Nota. La línea de energía presenta un pendiente producto de las pérdidas continuas o de fricción, sin embargo, al momento de llegar a la singularidad, se presenta una caída de la línea de energía denominada pérdida local y que se expresa como h_{loc} . Tomado de (Rocha Felices, 2007).

La pérdida local se calcula con la ecuación (7) y se expresa en función de la carga de velocidad, donde K es un factor adimensional que está ligado al tipo de accesorio. Generalmente los fabricantes de accesorios proporcionan el coeficiente K para cada una de estas singularidades.

$$h_{loc} = K * \frac{V^2}{2g} \quad (7)$$

Tabla 2.
Coeficientes de pérdidas menores para accesorios

Accesorios	K
Válvula de globo, completamente abierta	10
Válvula de mariposa, completamente abierta	5
Válvula de cheque, completamente abierta	2,5

Válvula de compuerta, completamente abierta	0,2
Codo de radio corto	0,9
Codo de radio medio	0,8
Codo de gran radio	0,6
Codo de 45°	0,4
Te, en sentido recto	0,3
Te, a través de la salida lateral	1,8
Unión	0,3
Ye de 45°, en sentido recto	0,3
Ye de 45°, salida lateral	0,8
Entrada recta a tope	0,5
Entada con boca acampanada	0,1
Entrada con tubo entrante	0,9
Salida	1,0
Adaptador macho	0,197
Unión Universal	0,6
Válvula de pie	1,08
Reductor	0,3

Nota. Tomado de (EPM, 2009)

Bombas Hidráulicas

Una bomba hidráulica es una máquina que trabaja con fluidos incompresibles con el objetivo de transformar energía mecánica en hidráulica. Esta transformación tiene la misión de transportar líquido en una instalación desde una zona de menor presión a una de mayor presión, lo que conlleva al aumento de la presión, velocidad o altura al interior del sistema (De las Heras, 2011).

La transferencia de energía del motor se da a partir del aumento del momento cinético del fluido sin un cambio apreciable de densidad, lo que se traduce en un incremento de la energía cinética, estática o de presión (De las Heras, 2011).

Cuando se involucra una bomba hidráulica a un sistema de tuberías, la ecuación de Bernoulli varía, dado que se incluye la carga hidráulica h_{bomba} de la bomba dando como resultado la ecuación (8).

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho * g} + \frac{V_1^2}{2 * g} + h_{bomba} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho * g} + \frac{V_2^2}{2 * g} + \sum h_{f_{1-2}} \quad (8)$$

Para sistemas de tuberías con depósitos que se encuentran en superficies libres, la carga útil de la bomba está determinada por la ecuación (9), esto debido a que las velocidades en la superficie son nulas y la carga por presión es cero debido a que en ambos depósitos actúa únicamente la presión atmosférica.

$$h_{bomba} = (Z_2 - Z_1) + \sum h_{f_{1-2}} \quad (9)$$

Sin embargo, en el mercado las bombas se suelen encontrar en función de la potencia mecánica de la bomba acoplada con un motor eléctrico, por lo que dicha potencia se determina con la ecuación (10).

$$P_{bomba} = \frac{Q * \rho * g * h_{bomba}}{\eta_{bomba-motor}} \quad (10)$$

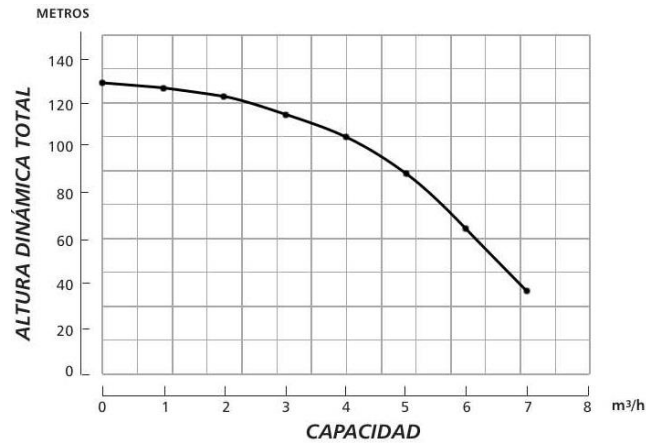
Donde $\eta_{bomba-motor}$ es la eficiencia de acoplamiento de la bomba con el motor, y que especifica la energía efectiva entregada por la bomba al fluido, dicho valor varía entre 50 y 85 por ciento.

Las bombas hidráulicas cuentan con una curva característica que detalla la variación del caudal respecto a la carga proporcionada por la bomba, esta variación es inversamente proporcional, lo que indica que, a mayor caudal proporcionado por la bomba, menor es la presión. Así mismo, la curva característica de la bomba cuenta con una carga máxima que es la

intersección de la curva con el eje vertical, mientras que el punto de intersección con el eje horizontal es denominado razón de flujo máxima (Cengel & Cimbala, 2006).

Figura 5.

Curva característica de una bomba

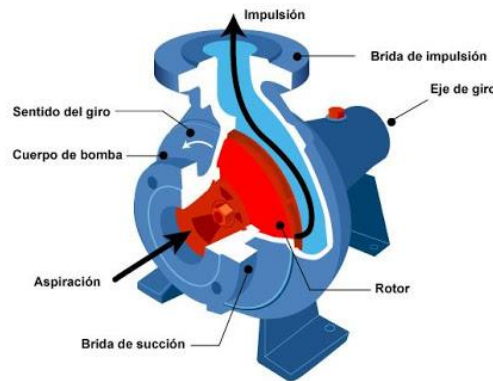


Nota. Tomado de <https://areamecanica.wordpress.com/2011/05/25/ingenieria-mecanica-curvas-caracteristicas-de-una-bomba-centrifuga-i/>

En el mercado podemos encontrar distintos tipos de bombas, entre las más utilizadas se encuentran las bombas periféricas o tipo turbina y las bombas centrífugas. En las primeras se producen remolinos gracias a álabes que giran a gran velocidad, estas bombas tienen la particularidad de generar grandes presiones de descarga con motores de baja potencia, así mismo, estas bombas presentan varias particularidades como lo son bajos caudales, alta resistencia a la intemperie, bajo costo, bajo consumo de energía y turbina de pequeña dimensión. Estas bombas se suelen encontrar en potencias de 0,5 HP; 0,8 HP; 1 HP; 1,5 HP y 3 HP y dependiendo de la potencia, el caudal de descarga puede variar entre 30 a 100 litros por minuto, mientras que las bombas centrífugas tienen la capacidad de movilizar grandes cantidades de fluido. Estas bombas cuentan con un impulsor que cuenta con unas paletas que se encuentran inmersas en agua, por lo que al rotar las paletas el líquido que lo rodea también rota, impartiendo fuerza centrífuga a las partículas de agua, haciendo que la energía cinética y de presión

aumenten, en consecuencia, en el lado de succión de la bomba, el fluido es desplazado y la energía negativa es inducida en el ojo del impulsor, por lo que la presión negativa actúa haciendo subir el fluido a través de la red de succión. Estas bombas cuentan con un conducto llamado voluta que aumenta de sección en la dirección del flujo, esto con el fin de disminuir la carga de velocidad y aumentar la carga de presión para superar la presión del sistema. Estas bombas suelen manejar caudales de entre 120 a 156 litros por minuto, pero a baja presión (Sodimac Colombia, 2020).

Figura 6.
Partes de bomba centrífuga

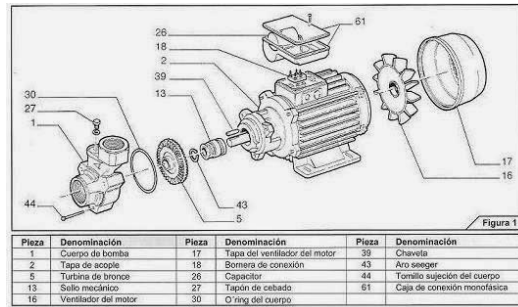


Nota. Tomado de <https://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2013/12/24/Como-seleccionar-el-mejor-equipode-bombeo-para-una-aplicacion-agricola.aspx?disp=1>

Bomba Periférica

Las bombas periféricas son usadas en actividades de riego por mini aspersión o pulverización aérea donde se requiere altas presiones ya sea por la altura de los aspersores, o bien, porque los pulverizadores requieren de altas cargas de presión para su correcto funcionamiento. Estas bombas están diseñadas para el transporte de líquidos que no cuenten con partículas en suspensión, ni temperaturas mayores a 40 °C.

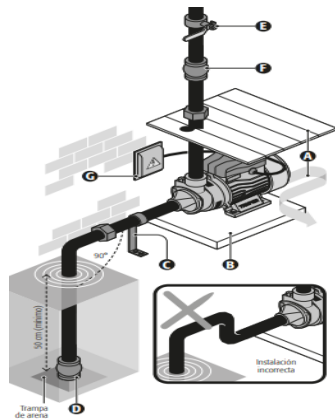
Figura 7.
Despiece de una bomba periférica



Nota: Tomado de <http://www.yubasolar.net/2015/04/bombas-de-agua.html>

La línea de succión de la bomba periférica debe estar sumergida por lo menos 50 cm y debe contar con una válvula de pie (D) que sirva como filtro, esto con el fin de evitar la entrada de material abrasivo que puedan dañar los álabes. Además, la línea de succión debe doblar a 90° con la toma de fluido, de lo contrario, se pueden formar cierres de aire y burbujas que pueden dañar la bomba. En cuanto a la línea de descarga, se recomienda la instalación de una válvula (E) que permita regular la velocidad de flujo y presión, así como la instalación de una válvula sin retorno (F) que evite el regreso inesperado de columnas de aguas mayores a 20 metros (Truper, 2019).

Figura 8.
Instalación bomba de agua

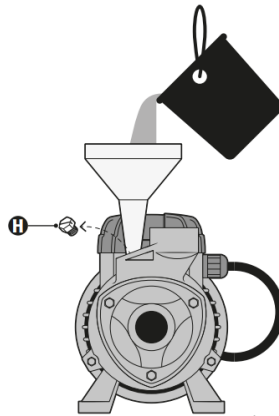


Nota. La motobomba debe ser anclada a alguna superficie que evite la vibración del equipo, así mismo, antes y después de la entrada y salida de la bomba es aconsejable instalar uniones universales por si se requiere retirar la bomba. Tomado de (Truper, 2019)

La bomba debe ser purgada cada vez que hayan pasado largos periodos de tiempo sin ser usada, para ello, se requiere de quitar el tapón de purga (**H**) para posteriormente llenar la bomba de agua hasta que un espejo de agua esté a nivel con el orificio de purga (Truper, 2019).

Figura 9.

Guía para purga de bomba de agua



Nota. Tomado de (Truper, 2019)

El COVID-19

La pandemia del Covid-19 tiene su origen en Wuhan cuando el 31 de diciembre de 2019 se reportaron 27 casos de neumonía asociados a un nuevo tipo de virus de la familia Coronaviridae y cuyos portadores habían tenido los primeros síntomas el 8 de diciembre de 2019. Posteriormente, la Organización Mundial de la Salud declaró el día 11 de marzo de 2020 como pandemia mundial el brote del virus SARS-CoV-2 causante del Covid-19, alcanzando hasta el 15 de enero de 2021 90 millones de casos (Ministerio de Sanidad de España, 2021).

El virus denominado como SARS-CoV-2 causa infección en seres humanos y en animales, generalmente los vertebrados. Este virus tiene la propiedad de transmitirse de animales a humanos, por lo que se le conoce como una enfermedad zoonótica y puede generar en las personas desde resfriados comunes hasta Síndrome Respiratorio Agudo Grave (SARS por sus siglas en inglés) (Ministerio de Sanidad de España, 2021).

El origen del virus puede estar ligado a un origen animal, y aunque no se ha establecido con claridad su origen ancestral, se maneja la hipótesis de que haya sido a través del murciélago, dada la proximidad del virus con el Bat Cov RATG13, aislado desde el murciélago de herradura en Yunnan en china. Sin embargo, el proceso de evolución del virus hasta humanos requiere de un huésped y se cree que dicho huésped pudo haber sido el pangolín dado el hallazgo de coronavirus en especies decomisadas en provincias chinas (Ministerio de Sanidad de España, 2021).

El proceso de transmisión del SARS-CoV-2 de humano a humano se da por diferentes mecanismos, el más común es mediante la inhalación de gotículas respiratorias emitidas por una persona infectada o también de manera indirecta a través del contacto de superficies infectadas y el posterior contacto con las vías respiratorias.

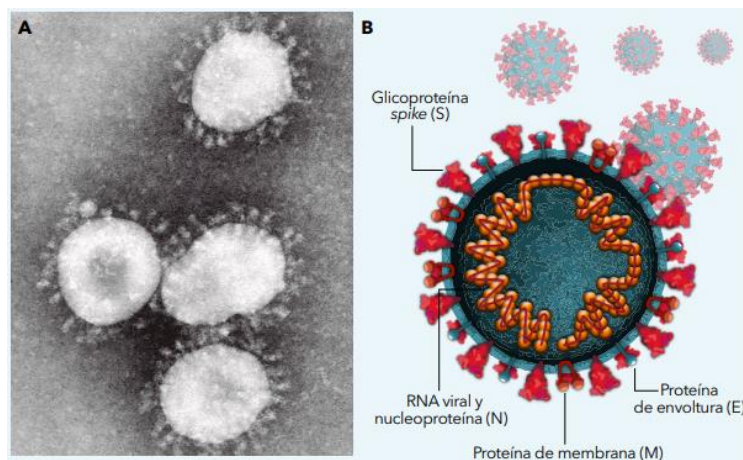
El SARS-CoV-2 es el séptimo coronavirus aislado y caracterizado capaz de provocar infecciones en humanos, este virus es esférico de entre 100-160 nm de diámetro, con envuelta y ARN monocatenario de polaridad positiva en su interior. El genoma del virus codifica 4 proteínas estructurales como lo son la proteína S (proteína espigas o espigas), la proteína E (proteína de envoltura), la proteína M (proteína integral o de matriz) y la proteína N (Nucleoproteína) (Ministerio de Sanidad de España, 2021).

La proteína S permite la unión del virus con la célula receptora, posibilitando la unión de la membrana viral con la membrana celular, favoreciendo el ingreso del material genético del virus hacia el citoplasma del receptor. Por otro lado, la proteína M es la más abundante del virus y es la causante de su forma y estructura, así como de anclar el material genético al interior del virus, sus funciones son la de procesamiento, ensamble y forma del virus, mientras que la proteína E es la más escasa con características hidrofóbicas, esta proteína ayuda en las

actividades de producción, maduración y salida del virus y juntas forman la estructura lipídica del virus (Díaz Castrillón & Toro Montoya, 2020).

Por otro lado, se encuentra la proteína N, ubicada al interior del virus y que está unida a la membrana y al ARN, esta proteína se relaciona con la proteína M para anclarse a la membrana y al unirse con el ARN forman la nucleocápside. Esta proteína ayuda a anclar, empaquetar y proteger el ARN del virus del ataque de proteínas antivirales sintetizadas por la célula receptora, evitando así la desintegración del genoma (Díaz Castrillón & Toro Montoya, 2020).

Figura 10.
Estructura del SARS-CoV-2



Nota: (A) Microfotografía del virus. (B) Esquema de la estructura del SARS-CoV-2, se observa al interior la nucleocápside que incluye el ARN envuelto en proteína N. Tomado de: (Díaz Castrillón & Toro Montoya, 2020)

El proceso de infección del virus a las células del cuerpo inicia con la aspiración de gotículas respiratorias infectadas con el SARS-CoV-2, las cuales mediante las proteínas S se enlazan con la proteína ACE2 de la célula humana y que el virus usa como puerta de acceso. Una vez enlazados, la membrana celular y del virus se combinan y el ARN es liberado al interior de la célula, generando gran cantidad de copias de ARN del coronavirus y la posterior creación de nuevas proteínas virales, para finalmente fusionarse con la membrana celular y liberar los virus al exterior de la célula (Díaz Castrillón & Toro Montoya, 2020).

El Jabón y el SARS-CoV-2

El jabón ha demostrado ser un aliado contra la prevención de enfermedades dada la capacidad de desintegrar la estructura de los patógenos, el proceso se da gracias a que el jabón está compuesto de moléculas en forma de alfiler que cuenta con una cabeza hidrofílica, es decir, que tiene tendencia a enlazarse con las moléculas de agua, y una cola hidrofóbica, que evade el agua. Estas moléculas cuando se encuentran en agua flotan como unidades solitarias que tienden a enlazarse en pequeñas burbujas llamadas micelas, con la cabeza hacia afuera (Jabr, 2020).

El SARS-CoV-2 por su parte, cuentan con una membrana cubierta de proteínas que permiten efectuar tareas vitales al virus, como son el caso de las proteínas S, M, y E, por lo que al momento del lavado de manos con agua y jabón, este último rodea cualquier microorganismo presente en la piel, y en el proceso, las colas hidrofóbicas en su intento por evadir las moléculas de agua se introducen en las envolturas lipídicas del coronavirus, desintegrando el virus y haciendo que las proteínas esenciales se derraman en el agua que las rodea, por lo que nuevamente las moléculas de jabón se agrupan en micelas, encerrando las partes del virus desintegrado para que durante un nuevo proceso de lavado estas micelas sean evacuadas (Jabr, 2020).

Marco Conceptual

Cabina de Desinfección

Es una estructura proyectada para ofrecer protección al usuario y al ambiente de los riesgos asociados al manejo de material infeccioso y otros materiales biológicos peligrosos, excluyendo materiales radiactivos, tóxicos y corrosivos (Hernandez & Mendaza, 2007).

Covid-19

El COVID-19 es una nueva forma de la enfermedad del Coronavirus la cual se debe al nuevo virus SARS-CoV-2 que causa una infección aguda con síntomas respiratorios (American Thoracic Society, 2020).

Desinfectante

Sustancia que destruye los gérmenes o microorganismos presentes, a excepción de las esporas bacterianas. Se utiliza este término en sustancias aplicadas sobre objetos inanimados (Juárez Eyzaguirre, 2010).

Bioseguridad

Se define como el conjunto de medidas preventivas, destinadas a mantener el control de factores de riesgos procedentes de agentes biológicos, físicos o químicos, logrando la prevención de impactos nocivos, asegurando que el desarrollo o producto final de dichos procedimientos no atentes contra la salud y seguridad humana (Ministerio de Salud, 1997).

Estado del Arte***Cabina de desinfección de personas para reducir la transmisión de COVID-19 en la comunidad***

El estudio realiza una búsqueda exhaustiva que permita evaluar la efectividad y seguridad de las cabinas de desinfección usadas en personas. Durante la búsqueda encuentran cuatro documentos técnicos los cuales son: uno de respuesta rápida del gobierno de Malasia, otro de la Organización Mundial de la Salud, una guía técnica del Ministerio de Salud y Protección Social

de Colombia y un reporte breve del Seguro Social de Salud del Perú (Calderón, Gutierrez , Cabezas, Reyes, & Caballero, 2020).

El documento del gobierno de Malasia sostiene que no hay evidencia científica respecto a esta tecnología y el grado de efectividad recae en el tipo de desinfectante, los cuales se encuentran listados en la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Así mismo, recalca que el tiempo para que el virus sea desactivado es de entre 5 a 10 minutos y advierte que rociar alcohol o cloro no mata el virus dentro del cuerpo y puede ser dañino para las membranas mucosas (Ministerio de Salud de Malasia, 2020).

Por su parte, la OMS hace énfasis en que los desinfectantes pueden afectar tanto las mucosas de los ojos y boca, por lo que su uso está limitado solo a superficies (Organización Mundial de la Salud, 2020).

Así mismo, el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia dicta que no se cuenta con evidencia científica que avale la seguridad de las cabinas de desinfección ni tampoco que respalden la efectividad de la no transmisión del virus, por lo que concluye que no es recomendable como estrategia de prevención del contagio del COVID-19 (Ministerio de Salud de Colombia, 2020).

Igualmente, el Seguro Social de Salud del Perú no recomienda el uso de cabinas de desinfección al no contar con evidencia científica sobre su efectividad para disminuir la propagación del COVID-19 y puede ser perjudicial para la salud al generar irritación de los ojos y vías respiratorias (EsSalud & IETSI, 2020).

Por último, el estudio concluye que no hay evidencia científica respecto a la efectividad, seguridad o costo-efectividad de las cabinas de desinfección de personas en la comunidad (Calderón et al, 2020).

Desinfectantes y métodos de desinfección frente al SARS-CoV-2

Dada la apertura económica registrada en España, surge la necesidad de que en dicho país se cuente con medidas de bioseguridad óptimas para la reactivación económica, por tal razón, y atendiendo a dicha necesidad, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo se centra en métodos de desinfección eficaces sobre superficies porosas o textiles por la inminente apertura de las tiendas de ropa. Sin embargo, la búsqueda fue ampliada para múltiples campos de uso.

En la extensión de los campos de uso se encuentran los desinfectantes para la piel, en él se recomienda el uso del jabón corriente de manos ya sea sólido o líquido dado que el Covid-19 cuenta con una envoltura lipídica que es desactivada con las sustancias surfactantes de los jabones. Así mismo, se recomienda el uso de una solución hidroalcohólica, sin embargo, su efectividad se puede ver reducida si la piel se encuentra sucia (INSST & CNNT, 2020).

Lista N: Desinfectantes para usar contra SARS-Cov-2

La agencia de Protección Ambiental de los EE. UU (EPA, por sus siglas en inglés) ha aprobado más de 500 productos desinfectantes de superficies contra el SARS-CoV-2 con el fin de ayudar a los múltiples sectores con la reapertura económica sin poner en riesgo la salud pública. Dentro de la lista se enmarcan una serie de instrucciones y recomendaciones entre las que se encuentran:

- Fijarse en cumplir el tiempo de contacto del desinfectante con la superficie.

- Solo usar nebulizado, fumigación y rociado electrostático si el producto está etiquetado para usarse de este modo.
- No aplicar desinfectantes sobre la piel, alimentos ni la mascarilla de tela. Además de no mezclar desinfectantes con otros productos químicos.

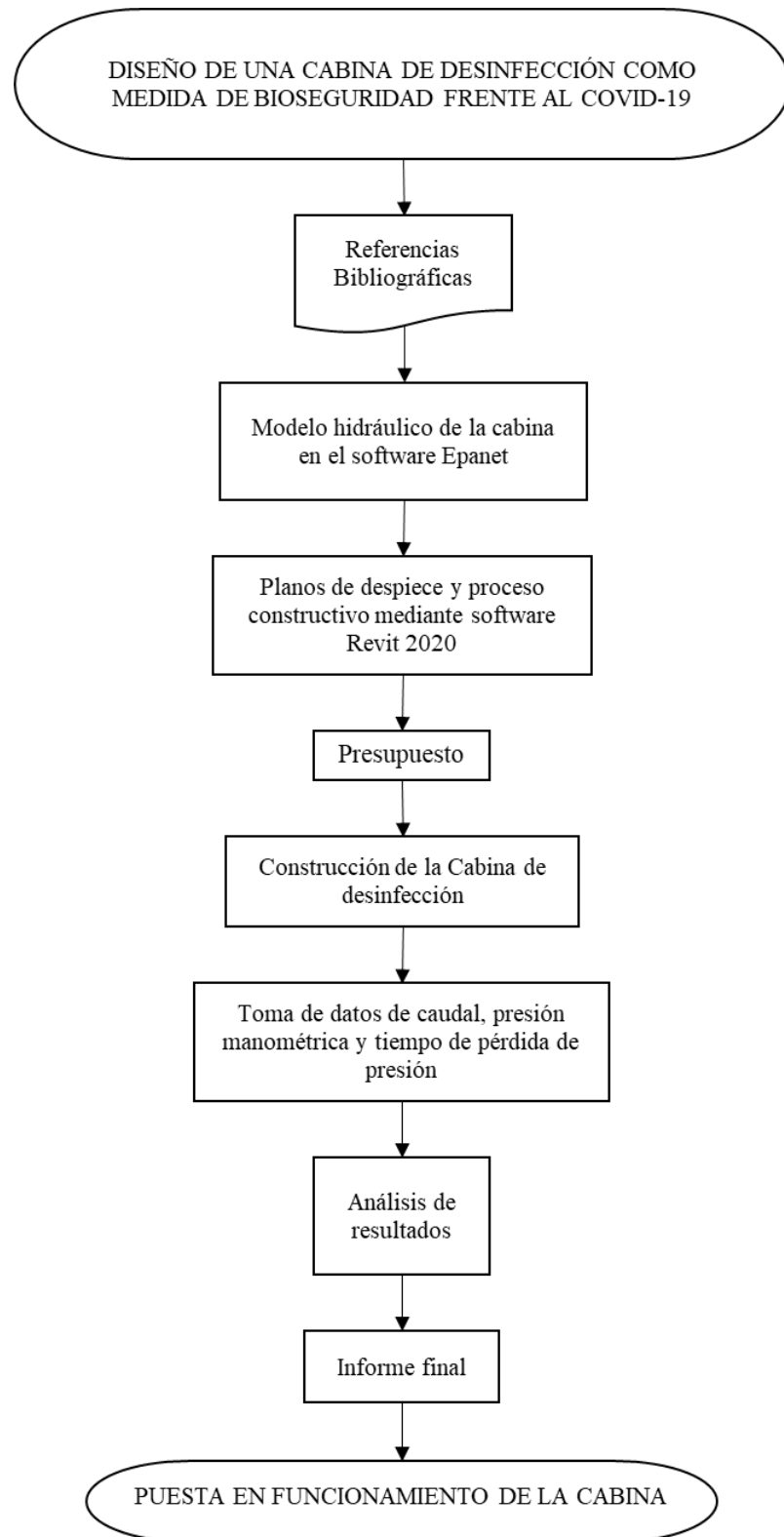
La lista N está orientada únicamente para el uso sobre superficies y se restringe a usarse sobre la piel dado que puede causar irritación y puede ser perjudicial para las membranas mucosas (EPA, 2020).

Metodología

El tipo de investigación implementado en el proyecto es cuantitativo dado que se realizará toma de presión manométrica del sistema de tubería mediante la instalación de un manómetro en una de las salidas que sirve como adaptador de boquillas, la toma de datos de presión se realiza en el mismo instante que se hace registro del caudal, este proceso se llevará a cabo colocando una bolsa ziploc a la salida de la boquilla, recolectando el fluido que va desde el tanque de almacenamiento hasta la boquilla impulsado por una electrobomba durante un minuto para posteriormente pesarlo en la balanza, este proceso se repite para distintas presiones en el sistema (10 Psi, 20 Psi, 30 Psi y 40 Psi) , el cuál será regulado mediante una válvula de bola. Además, se medirá el tiempo que tarda el sistema en perder presión una vez la electrobomba haya sido desactivada, con ello se realizará una tabulación de Análisis Multivariante que permita comparar los datos obtenidos por experimentación y los obtenidos mediante un modelo creado en el Software Epanet.

Tabla 3.
Cuadro de actividades

Objetivo	Actividad	Descripción	Actores
Identificar los requerimientos para la protección contra el SARS-CoV-2 que deben considerarse para diseñar una cabina de desinfección	Recolección de información	Abarca la búsqueda de información en bases de datos para establecer el funcionamiento del virus para así determinar una forma efectiva de eliminar el Covid-19 sin generar daños a quien ingrese a la cabina.	Diego Andrés Quezada Romero
Diseñar una cabina de desinfección a partir de los requerimientos hidráulicos y de salubridad identificados.	Modelo hidráulico de la red de tubería	Comprende la realización de un modelo hidráulico equivalente de la cabina de desinfección mediante el software Epanet para determinar las condiciones de la tubería y la electrobomba.	Diego Andrés Quezada Romero
Construir la cabina de desinfección a partir de los planos de armado y ensamblaje diseñados	Construcción de la cabina de desinfección a partir de los planos diseñados	Engloba la ejecución de planos hidráulicos, de detalle y armado de la cabina mediante el software Revit 2020 y la posterior construcción de la cabina de desinfección	Diego Andrés Quezada Romero

Flujograma

Cronograma

Cronograma	Meses								
Actividades	20/06/ 2020	10/07/ 2020	10/08/ 2020	25/08/ 2020	15/09/ 2020	15/10/ 2020	10/11/ 2020	10/11/ 2020	20/12/ 2020
Referencias Bibliográficas: En esta etapa se consultarán los equipos necesarios para llevar a cabo la desinfección, así como la indagación respecto a protocolos de bioseguridad.									
Modelo hidráulico de la cabina: Durante esta etapa se realizará el modelado del sistema hidráulico de la cabina en el software Epanet para determinar las propiedades de la red de tubería y la electrobomba.									
Planos de despiece y proceso constructivo: Comprende la realización de planos de despiece y proceso constructivo de la cabina usando el software Revit 2020.									
Presupuesto para la construcción de la cabina: Abarca la cotización y adquisición de materiales y equipos.									
Construcción de la cabina de desinfección: Comprende el ensamblaje de los materiales y equipos adquiridos.									
Toma de datos de caudal, presión manométrica y tiempo de pérdida de presión.									
Análisis de resultados: Comprende la relación entre caudal y presión dentro del sistema, así como la variación entre los datos obtenidos por modelación y experimentación.									
Informe final: Da cuenta de los resultados de la investigación.									
Puesta en funcionamiento de la Cabina									

Recursos

Este proyecto hace parte de la decimocuarta convocatoria interna de semilleros de investigación 2020 denominada TRANSFORMACIONES EN TIEMPOS DE CRISIS

GLOBAL: APUESTAS POR EL BIEN COMÚN el cual cuenta con el centro de costos No.

AC10103035 y código interno N° 2041004.

Tabla 4

Presupuesto para construcción de la cabina de desinfección

ÍTEM	Unidad Compra	Descripción	Valor Unitario	Cantidad	Total	Total sin IVA
1	m	Tubo agua potable PVC 1/2" RDE-9	\$ 1.983	12,8	\$ 25.382	\$ 21.330
2	m	Tubo agua potable PVC 3/4" RDE-21	\$ 3.500	1,8	\$ 6.300	\$ 5.294
3	m	Tubo agua potable PVC 1" RDE-21	\$ 4.500	1	\$ 4.500	\$ 3.782
4	Und	Codo 90° PVC 1" presión	\$ 1.600	1	\$ 1.600	\$ 1.345
5	Und	Codo 90° PVC 3/4" presión	\$ 800	1	\$ 800	\$ 672
6	Und	Codo 90° PVC 1/2" presión	\$ 700	8	\$ 5.600	\$ 4.706
7	Und	Tee PVC 3/4" presión	\$ 1.100	1	\$ 1.100	\$ 924
8	Und	Tee PVC 1/2" presión	\$ 950	17	\$ 16.150	\$ 13.571
9	Und	Adaptador macho PVC 1"	\$ 1.300	3	\$ 3.900	\$ 3.277
10	Und	Adaptador macho PVC 3/4"	\$ 700	2	\$ 1.400	\$ 1.176
11	Und	Reductor PVC presión 1"-3/4"	\$ 500	1	\$ 500	\$ 420
12	Und	Reductor PVC presión 3/4"-1/2"	\$ 800	1	\$ 800	\$ 672
13	Und	Válvula de pie PVC 1"	\$ 10.400	1	\$ 10.400	\$ 8.739
14	Und	Válvula check 3/4" vertical-horizontal	\$ 10.149	1	\$ 10.149	\$ 8.529
15	Und	Válvula de bola PVC 3/4 lisa 235 psi	\$ 7.800	2	\$ 15.600	\$ 13.109
16	Und	Unión universal PVC 1" presión lisa	\$ 5.800	2	\$ 11.600	\$ 9.748
17	Und	Boquilla Albuz ATR-80	\$ 25.000	8	\$ 200.000	\$ 168.067
18	Und	Electrobomba periférica Karson de 1/2 HP	\$ 105.000	1	\$ 105.000	\$ 88.235
19	Und	Tanque de agua de 0,72 m de altura y radio 0,18 m	\$ 123.000	1	\$ 123.000	\$ 103.361
20	Und	Soldadura PVC 60 cm3	\$ 7.000	1	\$ 7.000	\$ 5.882
21	Und	Cinta teflónx10 m	\$ 2.000	1	\$ 2.000	\$ 1.681
22	Und	Base para cabina de acero inoxidable de 0,75mx0,75mx0,20m	\$ 250.000	1	\$ 250.000	\$ 210.084
23	Und	Panel cabina de 2mx0,75 m con marco en aluminio de 40x40x2 mm y láminas en policarbonato transparente de 6 mm ajustado con pisavidrio.	\$ 560.000	1	\$ 560.000	\$ 470.588
24	Und	Lámina de madera de 75x40x1,5 cm	\$ 25.000	1	\$ 25.000	\$ 21.008
25	Und	Perfil angular en acero de 4cmx4cmx4mm de 50 cm de largo	\$ 6.000	4	\$ 24.000	\$ 20.168
26	Und	Sensor de movimiento infrarrojo	\$ 20.000	1	\$ 20.000	\$ 16.807
27	Und	Cortinas plásticas de 2x0,75 m	\$ 30.000	1	\$ 30.000	\$ 25.210
28	Und	Pie de Amigo	\$ 3.000	2	\$ 6.000	\$ 5.042
29	Und	Remaches 5-4	\$ 100	25	\$ 2.500	\$ 2.101
30	Und	Tornillos TMGCM04050 con tuerca galvanizada	\$ 200	6	\$ 1.200	\$ 1.008

31	Und	Tornillos DS600050TN en acero negro	\$ 100	4	\$ 400	\$ 336
32	Und	Tornillos TMGCM04040 con arandela de 2 cm y tuerca galvanizada	\$ 100	4	\$ 400	\$ 336
33	Und	Broca de tungsteno 5/32	\$ 3.446	1	\$ 3.446	\$ 2.896
34	Und	Clavija polo a tierra	\$ 7.000	1	\$ 7.000	\$ 5.882
35	m	Cable 3x14	\$ 6.000	2	\$ 12.000	\$ 10.084
36	Und	Cinta aislante	\$ 2.500	1	\$ 2.500	\$ 2.101
					\$ 1.497.227	\$ 1.258.174

Resultados

Características Generales de la Cabina de Desinfección

Los túneles de aspersión, también conocidos como cabinas de desinfección, son un sistema que permite realizar la limpieza y desinfección superficial a las personas mediante el esparcimiento de un agente desinfectante en forma de pequeñas gotas. Es una estructura modular conformada por tubería, tanque de suministro, bomba de agua, aspersores, reguladores de presión, soporte metálico, paneles y una base.

Materiales a Utilizar

Tabla 5.
Materiales usados en la cabina de desinfección

Elemento	Descripción
Tanque	Es un recipiente o depósito de gran tamaño que se utiliza para contener líquidos o gases, este puede variar de tamaño dependiendo del uso que se le quiera dar (RAE, 2020).
Bomba	Es una máquina capaz de impulsar un fluido (RAE, 2020). Genera la transformación de la energía con la que es accionada (generalmente energía mecánica) en energía del fluido incompresible que se encuentra en movimiento.
Aspersores	Mecanismo utilizado para convertir un fluido en rocío con el objetivo de realizar un riego (RAE, 2020), funciona mediante las capacidades de presión que se generan y los tipos de boquillas que se tengan para hacer una expulsión de fluido en forma de abanico.

Tubería	Conductos que cumplen la función de transportar distintos fluidos a determinadas direcciones, lo anterior, dependiendo del tipo de conducción que se quiera realizar, el alcance y los materiales que sean más convenientes (Guerrero Murcia, 2010).
Tee	Accesorio en forma de T que permite realizar conexiones por tres bandas. Y cada una de sus salidas puede tener diámetro variable (Guerrero Murcia, 2010).
Codo	Accesorio de tubería con curvatura variable, generalmente de 90°, empleada para desviar la dirección recta de una tubería (Guerrero Murcia, 2010).
Válvula de Pie	Son un tipo de válvula de retención que permite la filtración de suciedad en las instalaciones, evitando las posibles obstrucciones del sistema y facilitando la llegada de fluido sin material abrasivo, así mismo, permite mantener a la bomba de agua llena de fluido (Guerrero Murcia, 2010).
Adaptador Macho	Accesorio usado para unir tubería con un accesorio que tenga rosca, como un filtro o una válvula de aire, la diferencia con un adaptador hembra es que el macho tiene la rosca por fuera y la hembra tiene la rosca por dentro (Briceño, Álvarez, & Barahona, 2021).
Unión Universal	Accesorio con dos extremos lisos que lleva una rosca en la parte media del accesorio, esta se puede roscar y desenroscar. Se utiliza en sistemas cuando queremos retirar la bomba, filtros u otros componentes de la tubería instalados (Briceño, Álvarez, & Barahona, 2021).
Tapones	Accesorios utilizados para bloquear el pase o salida de fluidos en un momento determinado. Mayormente utilizados en líneas de diámetros menores (Guerrero Murcia, 2010).
Reductor	Accesorio de forma cónica que permite reducir el diámetro de las tuberías según las necesidades de cada tramo. Estas reducciones se pueden encontrar de tipo concéntricas y excéntricas (Guerrero Murcia, 2010).
Válvula Check	Son válvulas usadas como medida de seguridad para evitar que el flujo retroceda en la tubería, también se usan para mantener la tubería llena cuando la bomba no está funcionando automáticamente (Guerrero Murcia, 2010).
Válvula de Bola	Las válvulas de bola permiten la regulación del flujo de un fluido. Permiten la regulación de fluido desde un goteo hasta el sellado hermético, estas válvulas poseen un macho esférico que controla la circulación del líquido (Guerrero Murcia, 2010).

Sensor de Movimiento	Dispositivo electrónico equipado de sensores que ponen en funcionamiento un sistema y que generalmente se basan en la detección de ondas infrarrojas, este mecanismo detecta cuando un cuerpo corta un haz de luz que es proyectado por el sensor o a través de la variación de la temperatura en el ambiente.
-----------------------------	--

Requisitos Generales de los Materiales

Para el diseño de la cabina hidráulica se proponen condiciones mínimas para los materiales que se van a utilizar. Cada uno de estos está sujeto a especificaciones técnicas tales como: presiones máximas de trabajo y capacidad.

Tabla 6.

Características de los materiales usados en la cabina de desinfección

Elemento	Características	Figura
Bomba	En el diseño se usó una electrobomba periférica Karson modelo KSN-30560 con voltaje de alimentación 110 VAC y potencia de ½ hp. Con distancia máxima de succión igual a 8 m y empuje máximo de 18 m con capacidad de caudal de 28 L/min con diámetro de 1" tanto de succión como de impulsión.	Figura 11. Electrobomba Karson KSN-30560  Nota. Tomado de https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/229872/electrobomba-1-2-hp-periferica
Aspersores	El sistema de riego cuenta con boquilla de cono hueco Albuz ATR 80° con diámetro de entrada de ½" que permite trabajar altas presiones sin deformaciones y con caudal entre 0,20 L/min a 0,58 L/min.	Figura 12. Boquilla Albuz ATR 80°  Nota. Tomado de: Fuente propia
Tubería PVC	Tubería en diámetro de 1" RDE-21, Tubería de agua potable de ¾" RDE-21, Tubería de agua potable de ½" RDE-9.	Figura 13. Tubería PVC 

Nota. Tomado de:

<https://paii.com.co/construcci%C3%B3n/200-tubo-pvc-presi%C3%B3n-1-2-rde-500-psi-x-6-metros-pavco.html>

Figura 14.
Tee PVC 1/2"

Tee

Tee en PVC de 1/2" y 3/4" de presión con vida útil de 50 años.



Nota. Tomado de

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/04727/?cid=494566&=INTERNA>

Figura 15.
Codo PVC

Codo

Codo a presión en PVC de 1", 3/4" y 1/2" con vida útil de 50 años y presión de rotura de 13 Mpa.



Nota. Tomado de

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/04755/codo-90-x-1-presion>

Figura 16.
Válvula de Pie 1"

Válvula de pie

Válvula de pie Humboldt en PVC con diámetro 1" usado como sistema de drenaje.



Nota. Tomado de:

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/230229/valvula-pie-1-pvc>

Figura 17.
Adaptador Macho en PVC

Adaptador macho

Adaptador macho a presión en PVC de $\frac{3}{4}$ " en RDE 11 con vida útil de 50 años, adaptador macho a presión en PVC de 1" en RDE 21.



Nota. Tomado de
<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/117580/adaptador-macho-3-4-presion>

Figura 18.
Unión Universal 1" en PVC

Unión universal

Unión universal a presión de 1" en PVC con unión lisa, para instalar a la entrada y a la salida de la bomba para fácil desmonte de la electrobomba.



Nota. Tomado de
<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/363710/?cid=494566&=INTERNA>

Figura 19.
Tapón roscado 1/2" en PVC

Tapón

Tapón roscado de presión de $\frac{1}{2}$ " en PVC con presión mínima de rotura de 4,34 Mpa.



Nota. Tomado de:
<https://sites.google.com/a/correo.udistrital.edu.co/manualviendas/3-especificaciones-de-materiales/tuberia-hidraulica-y-sanitaria/tapon-roscado-presion-1-2>

Figura 20.
Reductor de presión en PVC

Reductor

Reductor de presión en PVC de 1"-3/4" y 3/4"-1/2"



Nota. Tomado de:

<https://www.homedepot.com.mx/plomeria/tuberias-y-conexiones/para-gas/reduccion-bushing-pvc-25x13-mm-1-x-1-2-333005>

Figura 21.
Válvula de Check en bronce

Válvula de check

Válvula de check de 3/4" en bronce de 12 Bar para evitar golpe de ariete sobre la bomba.



Nota. Tomado de:

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/310202/valvula-de-check-vertical-horizontal-con-resorte>

Figura 22.
Válvula Humboldt en PVC de unión lisa

Válvula de bola

Válvula de bola Humboldt en PVC 3/4" lisa de 235 psi de alta resistencia a temperatura, alta presión, ácidos y alcalinos.



Nota. Tomado de:

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/120951/valvula-pvc-3-4-pulg-lisa-235psi>

**Base para
cabina de
desinfección**

Base en acero inoxidable de 0,75x0,75x0,20 m con rejilla plástica que permite la recolección del fluido evacuado por las boquillas para su posterior evacuación a través de un ducto de $\frac{3}{4}$ “.

Figura 23.
Base para cabina de desinfección



Nota. Tomado de: Fuente Propia

**Sensor de
movimiento**

Sensor de movimiento infrarrojo 360° marca Aura con fuente de alimentación 110 V, velocidad de detección del movimiento de entre 0,6-1,5 m/s, distancia máxima de detección de 6 m.

Figura 24.
Sensor de movimiento Infrarrojo



Nota. Tomado de <https://ilumec.com/producto/sensor-infrarrojo-techo-ref-asr02/>

**Estructura
para
Cabina**

Estructura realizada en perfil de aluminio de 40x40x2 mm, la estructura tiene dimensiones de 2,0x0,75x0,75 m y cuenta con dos paneles laterales y un panel en la parte superior en lámina de policarbonato transparente de 6 mm de espesor.

Figura 25.
Estructura cabina de desinfección



Nota. Los paneles de policarbonato están ajustados con pisavidrio. Tomado de: Fuente propia.

Figura 26.
Soldadura PVC

**Soldadura
PVC**

Soldadura PVC de 60 ml, de consistencia regular, con aplicador y tapa roscada.



Nota. Tomado de:

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/117688/soldadura-pvc-1-64-galon>

Figura 27.
Cinta teflón

**Cinta
Teflón**

Cinta teflón sellante, aislante y resistente a la oxidación de ½"x10m.



Nota. Tomado de

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/135320/cinta-teflon-ptfe-basic-1-2-pulgada-x-10-metros>

Figura 28.
Lámina de madera RH

**Lámina de
madera**

Lámina de madera RH de 75x40x1,5 cm.



Nota. Tomado de:

<https://www.madecentro.com/maderas/maderas-aglomerado/aglomerado-estandar-rh-melamina-rovere.html>

Figura 29.
Perfil angular

**Perfil
angular**

Perfil angular en acero de 4cmx4cmx4mm de 50 cm de largo.



Nota. Tomado de: <https://www.randrade.com/angulo-inoxidable/383-angulo-inox-aisi-304.html>

Figura 30.
Cortina plástica

Cortinas

Cortina plástica de 2,0mx0,75m.



Nota. Tomado de <https://www.frigopack.com/Articulo~x~Cortina-corredera-de-lamas-de-pvc-de-2-sentidos-lc03-2s-200x-3mm~IDArticulo~39597.html>

Figura 31.
Pie de amigo

**Pie de
amigo**

Pie de amigo de 25x30 cm en acero de 0,8 mm con pintura epóxica con terminación brillante.



Nota. Tomado de: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/72915/?cid=494566&=INTERNA>

Figura 32.
Remache 5-4

Remache

Remache 5-4 de 5/32" en acero.



Nota. Tomado de: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/156438/remache-pop-5-4-5-32x3-8-100un>

**Tornillo
TMGCM04
050**

Tornillo en metal galvanizado de 4 mm de diámetro y 50 mm de longitud.

Figura 33.
Tornillo TMGCM04050



Nota. Tomado de:

http://www.soyoda.com/webpages/cat/Cata%CC%81logo_Tornilleri%CC%81a_Soyoda17.pdf

**Tornillo
DS600050T
N**

Tornillo de acero negro para madera calibre 6 de ½”.

Figura 34.
Tornillo DS600050TN



Nota. Tomado de:

http://www.soyoda.com/webpages/cat/Cata%CC%81logo_Tornilleri%CC%81a_Soyoda17.pdf

**Tornillos
TMGCM04
040**

Tornillo en metal galvanizado de 4 mm de diámetro y 40 mm de longitud.

Figura 35.
Tornillo TMGCM04040



Nota. Tomado de:

http://www.soyoda.com/webpages/cat/Cata%CC%81logo_Tornilleri%CC%81a_Soyoda17.pdf

**Broca de
Tungsteno
5/32**

Broca de tungsteno de 5/32in con punta de 180° ideal para perforación en acero.

Figura 36.
Broca 5/32 in



Nota. Tomado de:

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/82034/broca-hss-5-32-pulgadas-ref-dw130532c>

Cable 3x14

Cable negro 3x14 encauchetado para tensión de 600 V, calibre 14, amperaje 25 y diámetro de 8,61 mm.

Figura 37.
Cable 3x14



Nota. Tomado de

<https://www.grupodebiase.com/cables/1530-cables-cable-3x14-st-cu-sigma-condulac-rollo.html>

Figura 38.
Cinta aislante

**Cinta
aislante**

Cinta aislante eléctrica negra de 28 metros de largo y ancho de 18 mm con temperatura máxima de operación de 650 °C



Nota. Tomado de:
<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/352967/Cinta-Aislante-Elctrica-Negra/352967>

Uso de la Cabina

Para desarrollar este método de desinfección superficial, se toma en cuenta el ingreso de una sola persona, la cual dará un giro de 360° permaneciendo dentro de la cabina entre 5 a 10 segundos. La aplicación del producto químico se realizará de forma automática, esto mediante un sensor de movimiento que estará instalado entre la conexión de la bomba y la toma de energía. cabe resaltar que la cabina es de fácil transporte y manejo. Solo se utilizará a la entrada del sitio de trabajo o el lugar de destino.

Diseño Hidráulico

Para poder hacer el diseño hidráulico de la cabina se hizo uso de la herramienta tecnológica EPANET, la cual permite realizar un análisis de la red. El método utilizado para conocer el comportamiento hidráulico fue en base a la ecuación de Darcy-Weisbach que relaciona la rugosidad del material de la tubería con las características geométricas dadas con anterioridad.

Consideraciones de Diseño

La tubería usada en el modelo de Epanet fue PVC, por lo que el coeficiente de rugosidad fue de 0,0015 mm, así mismo, se insertaron 3 diámetro de tubería, de 25,4 mm; 19,5 mm y 12,7 mm, cada una de estas representan los diámetros de 1", 3/4" y 1/2" respectivamente. En el modelo, se insertó únicamente una boquilla con una demanda base de 0,224 LPM y una bomba que proporciona un caudal de 28 LPM a una altura de 26 m tomando en cuenta que la bomba Karson tiene una altura de succión máxima de 8 m y de descarga de 18 m. Por lo que, a partir del caudal y la altura, Epanet permite la realización de la curva característica mediante un solo punto, por lo que la carga máxima de la bomba la calcula como un 133% de la altura indicada al programa, y la razón de flujo máximo como un 200% del caudal, por lo tanto, para el programa la carga máxima es 34,67 m.c.a y el caudal es 56 LPM.

Para determinar la ecuación parabólica calculada por EPANET, se requiere de 3 puntos que son (0;34,67); (28;26); (56;0), esto teniendo en cuenta que el programa ubica en el eje Y la carga de presión y en el eje X el caudal, por lo que partiendo de la ecuación de la parábola descrita por la ecuación (11):

$$y = ax^2 + bx + c \quad (11)$$

Se obtienen las ecuaciones que describen cada punto:

$$\text{Punto 1} \rightarrow 34,67 = a(0^2) + b(0) + c \rightarrow 34,67 = c \quad (12)$$

$$\text{Punto 2} \rightarrow 26 = a(28^2) + b(28) + c \rightarrow 26 = 784a + 28b + c \quad (13)$$

$$\text{Punto 3} \rightarrow 0 = a(56^2) + b(56) + c \rightarrow 0 = 3136a + 56b + c \quad (14)$$

Por lo que para encontrar los coeficientes a, b y c, se parte de despejar b de la ecuación (13) para posteriormente insertarla en la ecuación (14) y así poder encontrar a, y con a se logra despejar b.

$$26 = 784a + 28b + 34,67 \rightarrow b = \frac{-8,67 - 784a}{28}$$

$$0 = 3136a + 56\left(\frac{-8,67 - 784a}{28}\right) + 34,67 \rightarrow 0 = 3136a - 17,34 - 1568a + 34,67$$

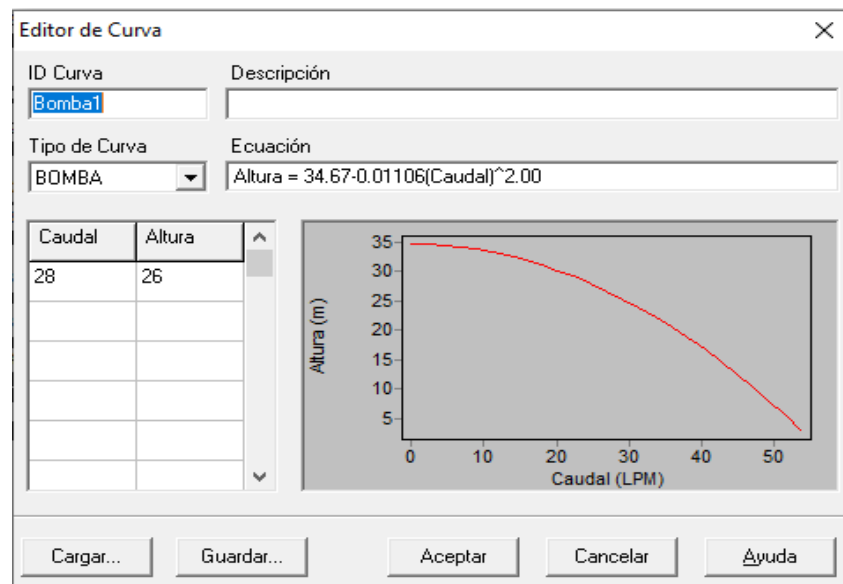
$$-17,33 = 1568a \rightarrow a = -0,01106$$

$$b = \frac{-8,67 - 784(-0,0115)}{28} \rightarrow b = 0$$

Por lo tanto, la ecuación que describe la curva de comportamiento de la bomba es:

$$Altura = -0,01106Q^2 + 34,67 \quad (15)$$

Figura 39.
Curva característica de la Bomba

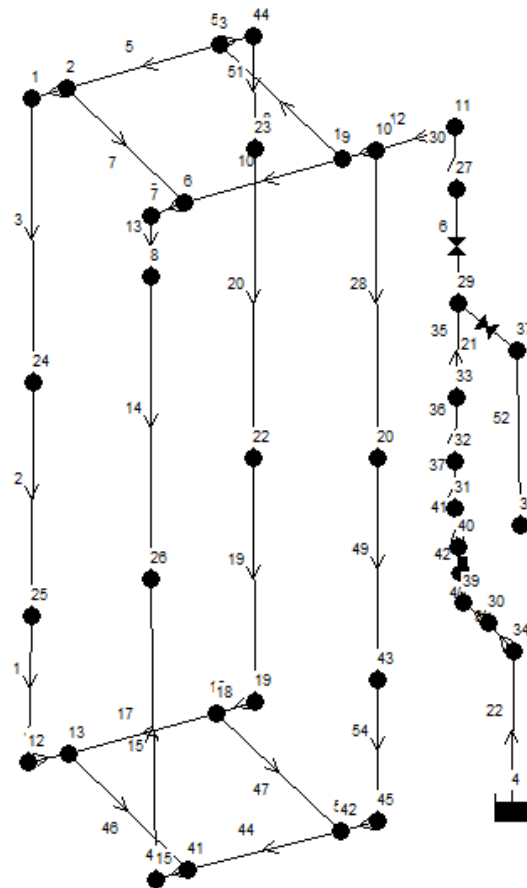


Nota. Tomado de: Fuente Propia

Una vez insertada la curva al programa EPANET, se procede a modelar la tubería, indicando a esta la rugosidad absoluta, diámetro, longitud de la tubería, ubicación del embalse,

que para este caso es el tanque de almacenamiento de desinfectante y la altura de los nudos. Por último, se debe colocar la bomba, indicando el ID de la curva que la describe, así como la ubicación de la boquilla que será modelada como un nudo y al cual se le debe indicar la demanda, que para este caso es de 0,224 LPM.

Figura 40.
Distribución del caudal en modelo de Epanet



Nota. Las flechas muestran la dirección del flujo, la cual parte desde el embalse 4 hasta el nodo 26, lugar donde se encuentra la boquilla. Tomado de: Fuente Propia.

Resultados del Programa

Una vez realizado el modelo, se obtuvieron los siguientes datos para los nudos *Tabla 7*, en los cuales la primera columna representa el ID del nudo en el software, la segunda la cota

respecto a un eje de referencia, la tercera la demanda en LPM, donde únicamente el nudo 26 tiene un valor de 0,22 LMP, la cuarta la altura piezométrica en m.ca. y la última representa la carga de presión en m.c.a, que representa la altura piezométrica menos la cota.

Tabla 7.

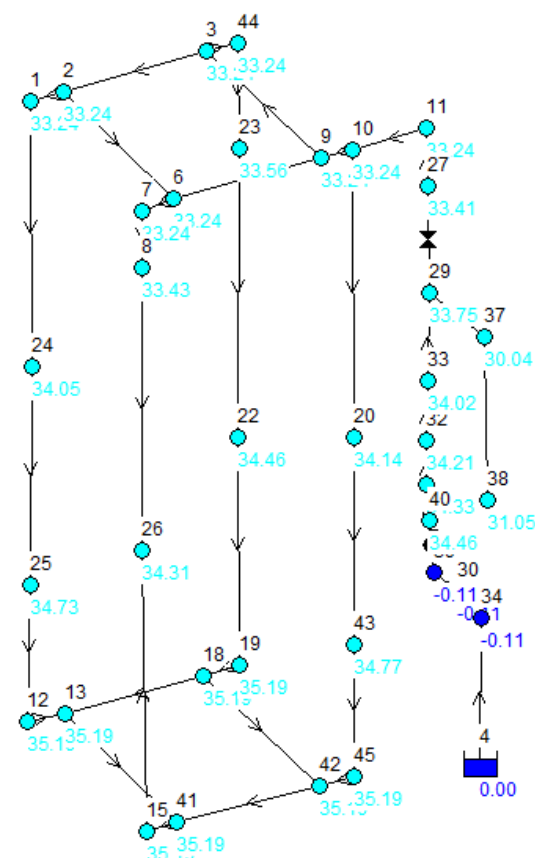
Datos obtenido de Epanet para cada nudo

Nudo	Cota (m)	Demanda (LPM)	Altura (m.c.a)	Presión (mca)
1	1,946	0	35,19	33,24
2	1,946	0	35,19	33,24
3	1,946	0	35,19	33,24
6	1,946	0	35,19	33,24
7	1,946	0	35,19	33,24
8	1,76	0	35,19	33,43
9	1,946	0	35,19	33,24
10	1,946	0	35,19	33,24
11	1,946	0	35,19	33,24
12	0	0	35,19	35,19
13	0	0	35,19	35,19
15	0	0	35,19	35,19
18	0	0	35,19	35,19
19	0	0	35,19	35,19
20	1,05	0	35,19	34,14
22	0,73	0	35,19	34,46
23	1,63	0	35,19	33,56
24	1,14	0	35,19	34,05
25	0,46	0	35,19	34,73
26	0,88	0,22	35,19	34,31
27	1,78	0	35,19	33,41
29	1,44	0	35,19	33,75
30	0,63	0	0,52	-0,11
31	0,86	0	35,19	34,33
32	0,98	0	35,19	34,21
33	1,17	0	35,19	34,02
34	0,63	0	0,52	-0,11
37	1,44	0	35,19	33,75
38	0,43	0	35,19	34,76
39	0,63	0	0,52	-0,11
40	0,73	0	35,19	34,46
41	0	0	35,19	35,19
42	0	0	35,19	35,19

43	0,42	0	35,19	34,77
44	1,946	0	35,19	33,24
45	0	0	35,19	35,19
Embalse 4	0,52	0	0,52	0,00

Nota. Tomado de: Fuente propia

Figura 41.
ID de los nudos (Negro) y valores de presión (Cian)



Nota. Tomado de: Fuente propia

Así mismo, se obtuvieron los datos para cada uno de los tramos de tubería del sistema *Tabla 8*, donde la primera columna representa el ID de cada tramo de tubería, seguida de la longitud y el diámetro, la cuarta columna representa el caudal, donde el signo negativo representa la dirección del flujo, la quinta columna es la velocidad que ha sido calculada a partir de la ecuación de continuidad dado que Epanet da un valor de cero en algunos tramos debido al número de decimales que maneja, la siguiente columna es el número de Reynolds, la columna 7

representa el factor de fricción de Darcy que fue calculado con la ecuación (5) y la columna de perdidas fue calculada con la ecuación (4), y la columna de pérdida Unitaria representa las perdidas dividida por la longitud de cada tramo y multiplicado por 1000 para obtener la pérdida unitaria en unidades de m/Km, por lo que la sumatoria de las perdidas por fricción es de 1,95 mm.

Tabla 8.
Datos obtenido de Epanet para cada tramo de tubería

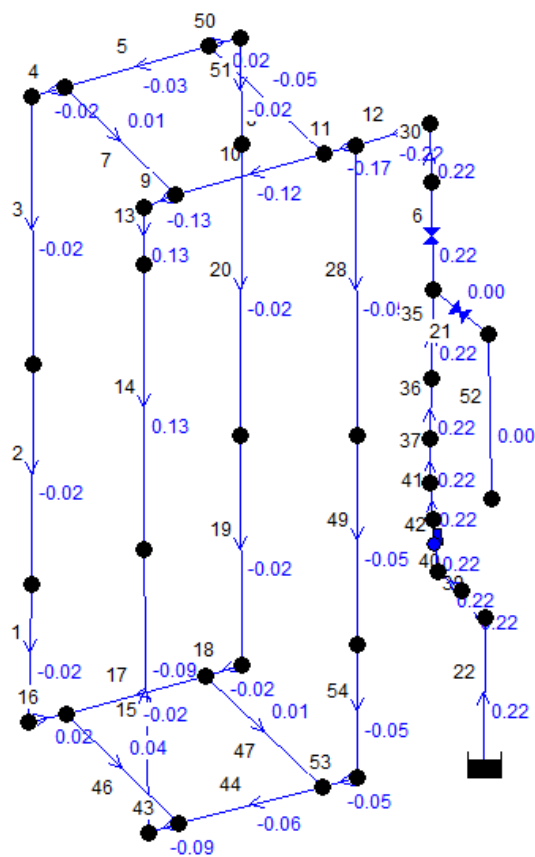
ID Línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Caudal (LPM)	Velocidad (m/s)	Re	Factor de Fricción f	Pérdida (mm)	Pérdida Unitaria (m/KM)
1	0,460	12,7	-0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0246	0,06
2	0,680	12,7	-0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0364	0,06
3	0,806	12,7	-0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0431	0,06
4	0,100	12,7	-0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0053	0,05
5	0,443	12,7	-0,03	0,0039	49,88	1,28	0,0355	0,08
7	0,643	12,7	0,01	0,0013	16,63	3,85	0,0172	0,03
8	0,643	12,7	-0,05	0,0066	83,13	0,77	0,0860	0,13
9	0,100	12,7	-0,13	0,0171	216,14	0,30	0,0348	0,37
10	0,443	12,7	-0,12	0,0158	199,51	0,32	0,1422	0,32
11	0,100	12,7	-0,17	0,0224	282,64	0,23	0,0455	0,45
12	0,223	12,7	-0,22	0,0289	365,77	0,17	0,1312	0,60
13	0,186	12,7	0,13	0,0171	216,14	0,30	0,0647	0,35
14	0,880	12,7	0,13	0,0171	216,14	0,30	0,3059	0,35
15	0,880	12,7	-0,09	0,0118	149,63	0,43	0,2118	0,24
16	0,100	12,7	0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0053	0,05
17	0,443	12,7	-0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0237	0,07
18	0,100	12,7	-0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0053	0,05
19	0,730	12,7	-0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0390	0,05
20	0,900	12,7	-0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0481	0,05
28	0,896	12,7	-0,05	0,0066	83,13	0,77	0,1198	0,13
30	0,166	12,7	0,22	0,0289	365,77	0,17	0,0977	0,58
35	0,270	19,5	0,22	0,0123	238,22	0,27	0,0286	0,11
36	0,190	19,5	0,22	0,0123	238,22	0,27	0,0201	0,11
37	0,120	25,4	0,22	0,0072	182,89	0,35	0,0044	0,04
39	0,140	25,4	0,22	0,0072	182,89	0,35	0,0051	0,04
40	0,132	25,4	0,22	0,0072	182,89	0,35	0,0049	0,04
41	0,130	25,4	0,22	0,0072	182,89	0,35	0,0048	0,03
43	0,100	12,7	-0,09	0,0118	149,63	0,43	0,0241	0,24
44	0,443	12,7	-0,06	0,0079	99,76	0,64	0,0711	0,17

46	0,643	12,7	0,04	0,0053	66,50	0,96	0,0688	0,12
47	0,643	12,7	0,01	0,0013	16,63	3,85	0,0172	0,04
49	0,630	12,7	-0,05	0,0066	83,13	0,77	0,0842	0,13
50	0,100	12,7	0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0053	0,04
51	0,316	12,7	-0,02	0,0026	33,25	1,92	0,0169	0,05
52	1,010	19,5	0,00	0,0000	0,00	No Disponible	No Disponible	0,00
53	0,100	12,7	-0,05	0,0066	83,13	0,77	0,0134	0,13
54	0,420	12,7	-0,05	0,0066	83,13	0,77	0,0562	0,13
22	0,110	25,4	0,22	0,0072	182,89	0,35	0,0040	0,04
Bomba	No	No	0,22	No	No	No	No	No
42	Disponible	Disponible		Disponible	Disponible	Disponible	Disponible	Disponible
Válvula	No	19,5	0,22	0,0123	238,22	0,27	No Disponible	No Disponible
6	Disponible						No Disponible	No Disponible
Válvula	No	19,5	0,00	0,0000	0,00	No Disponible	No Disponible	No Disponible
21	Disponible						Disponible	Disponible
Total							1,9522	

Nota. Se observa que el flujo es de tipo laminar dado que ningún valor para el número de Reynolds Re supera el límite de 2000.

Figura 42.

ID de líneas de tubería (Negro) y caudal (Azul)



Nota. Tomado de: Fuente Propia

Pérdidas por Accesorios

Las pérdidas de carga debidas a accesorios son despreciables dada la baja velocidad al interior del sistema, sin embargo, se calcularán con el fin de dimensionar su poca influencia en la línea de energía.

Para las pérdidas menores se requiere de determinar la cantidad de accesorios y la velocidad con la que llega el fluido a cada una de las singularidades, una vez determinado, se puede usar la ecuación (7) para determinar las perdidas menores.

Para la línea de succión se obtiene que la pérdida de carga por accesorios es de 0,0079 mm, mientras que para la línea de descarga en el tramo de 1" las pérdidas son de 0,0034 mm, para el tramo de ¾" es de 0,1 mm, y para toda la red de ½" las pérdidas son de 0,14 mm, por lo que la pérdida combinada por todos los tramos es de 0,26 mm, que comparado con la línea piezométrica a la salida de la boquilla de 35, 19 m es insignificante.

Tabla 9.

Perdidas menores en la red de tubería

Línea Succión 1"						
Accesorio	Cantidad	K	Kt	V (m/s)	hf (m)	hf (mm)
Adaptador Macho	2	0,197	0,394	0,0072	1,04E-06	0,0010
Codo 90°	1	0,900	0,900	0,0072	2,38E-06	0,0024
Unión Universal	1	0,600	0,600	0,0072	1,59E-06	0,0016
Válvula Pie	1	1,080	1,080	0,0072	2,85E-06	0,0029
Sub-Total						0,0079
Línea Descarga 1"						
Accesorio	Cantidad	K	Kt	V (m/s)	hf (m)	hf (mm)
Adaptador Macho	2	0,197	0,394	0,0072	1,04E-06	0,0010
Unión Universal	1	0,600	0,600	0,0072	1,59E-06	0,0016
Reductor 1"-3/4"	1	0,300	0,300	0,0072	7,93E-07	0,0008
Sub-Total						0,0034
Línea Descarga 3/4"						
Accesorio	Cantidad	K	Kt	V (m/s)	hf (m)	hf (mm)

Adaptador Macho	2	0,197	0,394	0,0123	3,04E-06	0,0030
Válvula Check	1	2,500	2,500	0,0123	1,93E-05	0,0193
Tee	1	0,600	0,600	0,0123	4,63E-06	0,0046
Válvula Bola	1	10,000	10,000	0,0123	7,71E-05	0,0771
Reductor 3/4"-1/2"	1	0,300	0,300	0,0123	2,31E-06	0,0023
Sub-Total						0,1064
Línea Descarga 1/2"						
Accesorio	Cantidad	K	Kt	V (m/s)	hf (m)	hf (mm)
Codo	1	0,900	0,900	0,0289	3,83E-05	0,0383
Tee	1	0,600	0,600	0,0289	2,55E-05	0,0255
Tee	1	0,600	0,600	0,0224	1,53E-05	0,0153
Tee	1	0,600	0,600	0,0158	7,63E-06	0,0076
Codo	1	0,900	0,900	0,0171	1,34E-05	0,0134
Tee	1	0,600	0,600	0,0066	1,33E-06	0,0013
Codo	1	0,900	0,900	0,0026	3,10E-07	0,0003
Tee	1	0,600	0,600	0,0039	4,65E-07	0,0005
Codo	1	0,900	0,900	0,0026	3,10E-07	0,0003
Tee	1	0,600	0,600	0,0066	1,33E-06	0,0013
Tee	1	0,600	0,600	0,0066	1,33E-06	0,0013
Tee	1	0,600	0,600	0,0171	8,94E-06	0,0089
Tee	1	0,600	0,600	0,0171	8,94E-06	0,0089
Tee	1	0,600	0,600	0,0026	2,07E-07	0,0002
Tee	1	0,600	0,600	0,0026	2,07E-07	0,0002
Tee	1	0,600	0,600	0,0026	2,07E-07	0,0002
Tee	1	0,600	0,600	0,0026	2,07E-07	0,0002
Codo	1	0,900	0,900	0,0066	2,00E-06	0,0020
Codo	1	0,900	0,900	0,0118	6,39E-06	0,0064
Codo	1	0,900	0,900	0,0026	3,10E-07	0,0003
Codo	1	0,900	0,900	0,0026	3,10E-07	0,0003
Tee	1	0,600	0,600	0,0079	1,91E-06	0,0019
Tee	1	0,600	0,600	0,0132	5,33E-06	0,0053
Tee	1	0,600	0,600	0,0026	2,07E-07	0,0002
Tee	1	0,600	0,600	0,0053	8,59E-07	0,0009
Sub-Total						0,1413
Total						0,2590

Proceso Constructivo de la Cabina

El proceso constructivo es detallado de forma gráfica en los planos de fases constructivos

(Ver Anexo 1. Planos de Cabina de Desinfección) y que se describe a continuación:

Fase	Descripción
Fase 1	Ubicación de la base de acero inoxidable de 75cmx75cmx20cm es un lugar nivelado para la posterior instalación de los demás accesorios.
Fase 2	Instalación de perfil angular en acero de 4cmx4cmx4mm de 50 cm de largo en cada una de las esquinas de la base de la cabina. Se realizan dos perforaciones por perfil a 5 cm y 15 cm con broca en tungsteno 5/32 in para posteriormente instalar remaches 5-4 que permitan unir la basa con los perfiles. Se procede con la instalación de la estructura metálica en perfil de aluminio de 40x40x2 mm, la unión de los perfiles verticales con los horizontales se realiza mediante remache 5-4.
Fase 3	Una vez armada la estructura se procede a encajarla en la base, la unión se realiza mediante 2 remaches 5-4 por cada perfil angular 4cmx4cmx4mm, los remaches deben estar ubicados a una altura de 30 y 40 cm.
Fase 4	La instalación de los paneles de policarbonato laterales y superior se unen a los perfiles de aluminio mediante pisavidrio, por lo que los paneles son ajustados por presión.
Fase 5	Los pies de amigos se ubican a 0,73 m del nivel del suelo, para ello, se utilizan 4 tornillos TMGCM04050, que representan tornillos galvanizados de 4mm de diámetro y 50 mm de longitud, este tornillo logra traspasar el perfil de aluminio de 4 cm, por lo que se requiere del uso de tuerca. Se ubica una lámina de madera de 75x40x1,5 cm sobre los pies de amigos, esta unión se
Fase 6	realiza instalando 4 tornillos DS600050TN, es decir, tornillo en acero negro de 1/2" para madera.

-
- Se procede con la instalación de la red de tubería inferior en diámetro de $\frac{1}{2}$ ", esta red consta
- Fase 7** de 4 tees de $\frac{1}{2}$ " y 4 codos de $\frac{1}{2}$ " que sirven de acople para la tubería vertical. La unión de los accesorios con la tubería en PVC se realiza mediante soldadura de PVC.
- Posteriormente se ubica la tubería vertical de $\frac{1}{2}$ " que consta de 4 verticales, cada una con 3
- Fase 8** tramos de tubería unidos con 2 tees que sirven como acople para boquillas. Cada vertical de PVC se encaja en los codos de la red de tubería inferior mediante soldadura PVC.
- Se procede con la instalación de la red de tubería superior de $\frac{1}{2}$ ", esta red consta de 5 Tees de $\frac{1}{2}$ " y 3 codos de $\frac{1}{2}$ ", esta red presenta un tramo que sobresale del panel de policarbonato, por lo que este debe ser perforado haciendo un orificio de la medida del diámetro de la tubería.
- Fase 9**
- Se procede con la ubicación de las boquillas Albuz ATR-80 en cada una de las adaptaciones de la red de tubería.
- Fase 10**
- Se ubica la electrobomba periférica Karson de 1/2 HP sobre la lámina de madera instalada con anterioridad. La bomba debe ser sujeta con 4 tornillos TMGCM04040 en cada una de
- Fase 11** las perforaciones que la bomba tiene en la base, cada tornillo debe ser acompañado de arandela de 2 cm de diámetro en la parte superior y tuerca para tornillo de 4 mm de diámetro en la parte inferior de la tabla.
- Se procede con la ubicación de un adaptador macho de 1" tanto en el punto de succión y de descarga de la bomba, cada rosca de los adaptadores debe ir acompañada de cinta teflón.
- Fase 12**
- Se instala un tramo de tubería de 0,11 m de 1" tanto en la línea de succión como de
- Fase 13** descarga. En cada uno de los extremos se instala una unión universal de 1" y dado que cada una de las uniones es lisa, se requiere de la unión por soldadura PVC.
-

-
- En la línea de descarga se instala un tramo de tubería de 0,1 m de 1" que va desde la unión
- Fase 14** universal de 1" hasta una reducción de 1"-3/4", la unión de los accesorios se realiza mediante soldadura PVC.
- Se instala un tramo de tubería de 0,16 m de 3/4" desde la reducción de 1"-3/4" hasta un
- Fase 15** adaptador macho de 3/4", posteriormente una válvula de check de 3/4" y luego otro adaptador macho de 3/4". La unión de la red de tubería con el adaptador se realiza con soldadura de PVC, y la unión de la válvula de check con los adaptadores se da mediante cinta teflón.
- Se instala un tramo de tubería de 0,22 m de 3/4" en el adaptador macho de 3/4" con soldadura
- Fase 16** PVC y posteriormente se instala una tee de 3/4" con unión soldada.
- Se instala un tramo de tubería de 0,185 m de 3/4" que va desde la tee de 3/4" hasta una válvula
- Fase 17** de bola soldada de 3/4".
- Se instala un tramo de tubería de 0,08 m de 3/4" seguido de una reducción soldada de 3/4"-
- Fase 18** 1/2".
- Se instala un tramo de tubería de 0,15 m de 1/2" desde la reducción de 3/4"-1/2" hasta un codo
- Fase 19** de 1/2" que conecta con la red de tubería superior.
- En la tee de 3/4" instalada en la fase 17 se ubica un tramo de tubería de 0,09 m y se procede
- Fase 20** con la instalación de una válvula de bola de 3/4" con unión soldada.
- Seguido de la válvula de bola, se instala un tramo de tubería de 0,05 m de 3/4" seguido de un
- Fase 21** codo del mismo diámetro para después unir un tramo de tubería vertical de 1,0 m.
- Fase 22** Se instala un tanque de agua de 0,72 m de altura y radio de 0,18 m.
- En la línea de succión se instala un tramo de tubería de 0,11 m de 1" que conecta la unión
- Fase 23** universal con un codo de 1" de unión soldada.
-

Fase 24

Unido al codo de 1", se instala un tramo de tubería vertical de 0,55 m de 1" mediante soldadura PVC.

Fase 25

Al inicio de la línea de succión se instala un adaptador macho de 1", esto para posteriormente instalar una válvula de pie de 1".

Fase 26

Se instalan cortinas plásticas de 2x0,75 m, las cortinas se sujetan del perfil de aluminio superior por medio de 7 remache 5-4 espaciados cada 10 cm.

Fase 27

Se instala un detector infrarrojo en el centro del perfil de aluminio superior. La unión se realiza mediante 2 tornillos TMGCM04050.

Fase 28

Se instala un tramo de tubería flexible que conecte la salida de la base de la cabina de desinfección con el sistema de desagüe.

Figura 43.

Vista general de la cabina de desinfección



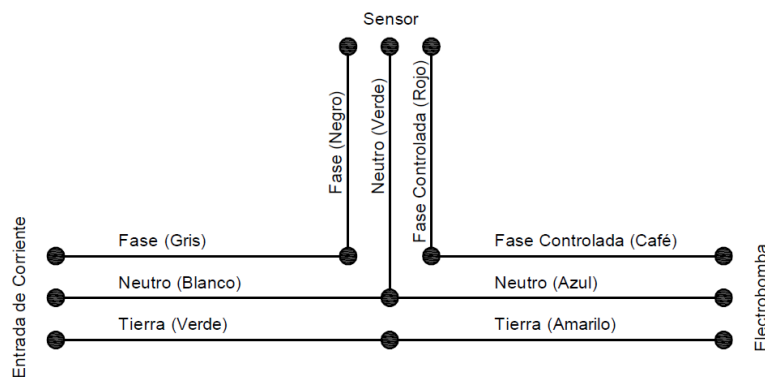
Nota. Tomado de: Fuente Propia

Instalación Sensor de Movimiento

La instalación del sensor de movimiento requiere de cable 3x14 encauchado con capacidad de amperaje 25 A y tensión de 600 V. Este cable presenta 3 conductores de calibre 14, de colores gris, blanco y verde. Así mismo, la electrobomba presenta 3 conductores de colores café, azul y amarillo, este último es el polo a tierra según lo indica el fabricante. El sensor infrarrojo marca Aura presenta 3 puertos de colores negro (fase), verde (neutro) y Rojo (fase controlada), en la *Figura 44* se detalla la conexión entre el sensor y la electrobomba.

Figura 44.

Diagrama de conexión eléctrica entre sensor y la electrobomba



Nota. Tomado de: Fuente Propia

Figura 45.

Conexión eléctrica entre la electrobomba y sensor



Nota. Tomado de: Fuente Propia

Variación del caudal con Respecto a la Presión

La toma de caudales se realizó para presiones de 40 psi, 30 psi, 20 psi y 10 psi. La presión era controlada mediante la instalación de un manómetro en una de las adaptaciones para instalar boquillas. Para la presión de 40 PSI, se dejaba la válvula de bola azul cerrada y para las presiones de 30, 20 y 10 PSI se iba abriendo la válvula hasta que el manómetro indicara la presión deseada. Luego en una bolsa ziploc se recolectaba el fluido expulsado por la boquilla durante un minuto para posteriormente pesarlo y así determinar el caudal. Para cada presión se tomaron 6 datos para posteriormente obtener el promedio.

Tabla 10.

Toma de datos de caudal para diferentes presiones

Boquilla a 40 PSI				
Dato	P.Recipiente (g)	Fluido+Recipiente (g)	Flujo (g/min)	Caudal (L/min)
1	7,07	234,35	227,28	0,2273
2		231,92	224,85	0,2249
3		231,55	224,48	0,2245
4		229,08	222,01	0,2220
5		229,33	222,26	0,2223
6		228,7	221,63	0,2216
Promedio		230,82	223,75	0,2238
Boquilla a 30 PSI				
Dato	P.Recipiente (g)	Fluido+Recipiente (g)	Flujo (g/min)	Caudal (L/min)
1	7,07	207,64	200,57	0,2006
2		210,25	203,18	0,2032
3		208,87	201,8	0,2018
4		206,36	199,29	0,1993
5		205,19	198,12	0,1981
6		207,22	200,15	0,2002
Promedio		207,59	200,52	0,2005
Boquilla a 20 PSI				
Dato	P.Recipiente (g)	Fluido+Recipiente (g)	Flujo (g/min)	Caudal (L/min)
1	7,07	174,76	167,69	0,1677
2		167,34	160,27	0,1603
3		175,46	168,39	0,1684

4		169,6	162,53	0,1625
5		169,64	162,57	0,1626
6		169,87	162,8	0,1628
Promedio		171,11	164,04	0,1640
Boquilla a 10 PSI				
Dato	P.Recipiente (g)	Fluido+Recipiente (g)	Flujo (g/min)	Caudal (L/min)
1		131,21	124,14	0,1241
2		132,23	125,16	0,1252
3	7,07	132,5	125,43	0,1254
4		131,22	124,15	0,1242
5		134,03	126,96	0,1270
6		129,28	122,21	0,1222
Promedio		131,75	124,68	0,1247

A partir de los caudales tomados, se puede establecer la ecuación potencial de tipo $y=ax^n$ que describe la variación del caudal con respecto a la presión. Para obtener la presión en m.c.a se multiplicó la presión en psi por un factor de 0,704 y para obtener la presión en Bar, se dividió la presión en PSI entre 14,5.

Tabla 11.
Presión vs Caudal

Presion (PSI)	Presión (mca)	Presión (Bar)	Caudal (L/min)	Manómetro
40	28,16	2,76	0,224	
30	21,12	2,07	0,201	

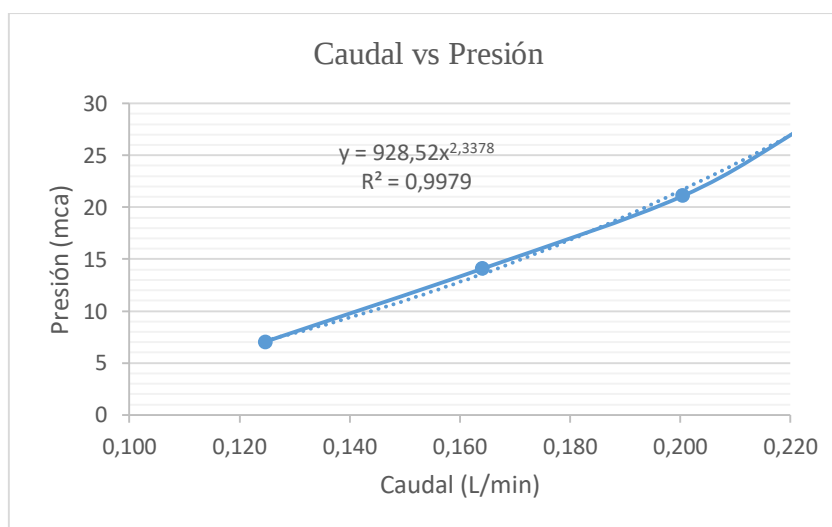
20	14,08	1,38	0,164
----	-------	------	-------



10	7,04	0,69	0,125
----	------	------	-------



Figura 46.
Gráfica de Caudal vs Presión



Nota. Tomado de: Fuente Propia

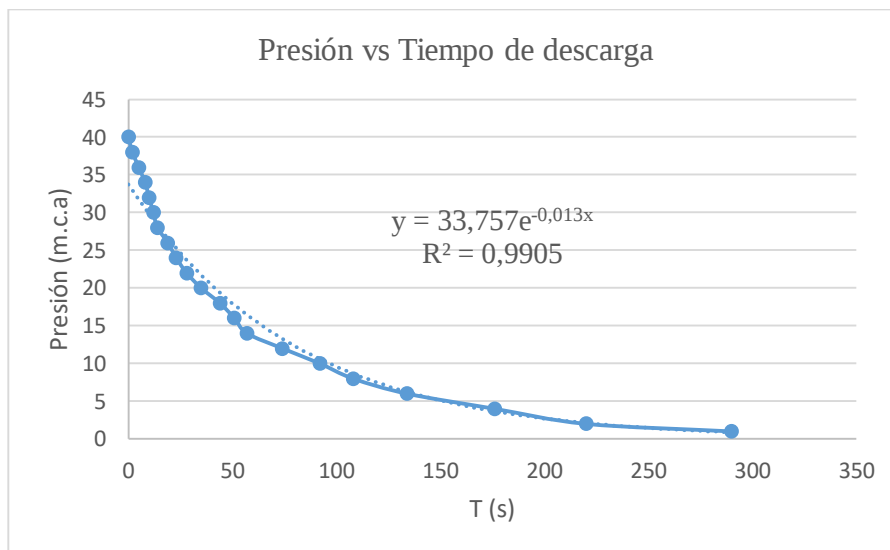
Así mismo, se realizó toma de tiempo de descarga de presión cuando la válvula de bola azul está cerrada (Ver *Figura 43*), es decir, cuándo el sistema durante su funcionamiento indica 40 PSI. A partir de los resultados, se obtuvo que una vez desactivado el sistema de bombeo, la tubería tardaba cerca de 4,8 minutos en liberar la presión, lo que indicaba una pérdida de fluido, razón por la cual se instaló esta segunda válvula de bola (azul), para poder controlar la pérdida de fluido y permitir que una vez desactivada la bomba, la descarga de presión sea inmediata.

Tabla 12.

Variación de la presión manométrica en función del tiempo

Dato	T (s)	Presión (PSI)
1	0	40
2	2	38
3	5	36
4	8	34
5	10	32
6	12	30
7	14	28
8	19	26
9	23	24
10	28	22
11	35	20
12	44	18
13	51	16
14	57	14
15	74	12
16	92	10
17	108	8
18	134	6
19	176	4
20	220	2
21	290	1

Figura 47.

Variación de presión manométrica en función del tiempo*Nota.* Tomado de: Fuente Propia

Conclusiones

-El diseño de la cabina de desinfección debe incluir una red que permita la liberación de presión, para este caso se implementó una red de $\frac{3}{4}$ " que retorna el fluido al tanque de almacenamiento de desinfectante una vez el sistema de bombeo es desactivado, esta red incluye una válvula de globo que permite la regulación de la presión. La válvula se debe abrir de manera parcial a tal punto que el manómetro indique una presión de 30 PSI, con lo que se logra un caudal de 0,201 L/min y permite una liberación inmediata de la presión al momento de desactivar la bomba.

-En base a los resultados arrojados por EPANET, se dedujo que las presiones que se encuentran en el modelo de la cabina están dentro del rango de cumplimiento, dado que, según el modelo, la máxima presión en el sistema es de 35,19 m.c.a o 50 PSI y la tubería de PVC tiene capacidad para hasta 500 PSI, sin embargo, una reducción de tubería de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{8}$ " se dificulta por la poca disponibilidad en el mercado de accesorios para este diámetro.

-El gasto de desinfectante por persona será de 0,017 L cuando el sistema funciona a 30 PSI, esto tomando en cuenta que cada persona estará en la cabina por cerca de 5 segundos. Así mismos, cada 330 personas el tanque de almacenamiento de desinfectante debe ser llenado, esto con el fin de cumplir con las recomendaciones del fabricante de la bomba que indica que la línea de succión debe estar sumergida 50 cm y si el flujo de personas es continuo, indicaría que cada 27 min el tanque debe ser llenado.

-El jabón utilizado como desinfectante debe ser en polvo en dosis de 3 g por L de agua, por lo que la cantidad de jabón en polvo utilizada en el tanque de almacenamiento de 19 L debe ser de 57 g.

-Dado que el jabón puede causar irritación en las membranas mucosas, al ingreso de la cámara de desinfección es recomendable la utilización de careta con el fin de evitar posibles problemas de salud.

-La implementación de varios aspersores en la cámara de desinfección puede generar una caída en la presión con la que cada boquilla va a funcionar, esto genera que el diámetro de las partículas de desinfectante expulsado sea mayor dado que la relación diámetro de cada gota vs presión es inversamente proporcional, razón por la cual la cabina se trabaja con una sola boquilla.

-El modelo de Epanet permite establecer que, para un caudal de 0,224 L/min la presión es de 34,31 m.c.a que equivale a 48,78 PSI, mientras que mediante experimentación se determinó que la presión era de 40 PSI. Dando un error para la presión de 21,95%. La diferencia entre la presión teórica y la real puede ser causada por una variación en la eficiencia del sistema de bombeo.

-Las pérdidas por fricción en el sistema son de 1,95 mm y por accesorios de 0,26 mm, dando una pérdida general de 2,21 mm, lo que indica que comparado con la línea piezométrica de 35,19 m, la influencia de las pérdidas es poca, esto debido a las bajas velocidades en el sistema.

-Se ha establecido que la presión al interior de la boquilla proporcional al caudal, esta relación es descrita mediante la siguiente ecuación potencial.

$$Presión = 928,52Q^{2,338}$$

-Para una presión en el sistema de 40 PSI se ha determinado que el tiempo de liberación de la presión es de 290 s o 4 min con 50 segundo, esta relación es descrita mediante la siguiente ecuación exponencial.

$$Presión = 33,76 * e^{-0,013t}$$

Referencias

American Thoracic Society. (2020). *¿Qué es el COVID-19?* New York: American Thoracic Society.

Bonet et al. (2020). *Impacto económico regional del Covid-19 en Colombia: Un análisis insumo-producto*. Bogotá: Banco de la República. Obtenido de https://investiga.banrep.gov.co/es/dtser_288

Briceño, M., Álvarez, F., & Barahona, U. (22 de 02 de 2021). *bdigital.zamorano*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. Obtenido de [bdigital.zamorano: https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1338/3/03.pdf](https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1338/3/03.pdf)

Calderón, M., Gutierrez , E., Cabezas, C., Reyes, N., & Caballero, P. (2020). Cabina de desinfección de personas para reducir la transmisión de Covid-19 en la comunidad. *Anales de la Facultad de Medicina*, 205-210. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/18409/15462>

Cengel, Y., & Cimbala, J. (2006). *Mecánica de Fluidos Fundamentos y Aplicaciones*. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana.

De las Heras, S. J. (2011). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.3/36653/9788476538937.pdf>

Díaz Castrillón, F. J., & Toro Montoya, A. I. (2020). SARS-CoV-2/ COVID-19: El virus, la enfermedad y la pandemia. *Editora Médica Colombiana*, 183-205.

- ELTIEMPO.COM. (25 de Enero de 2021). Colombia reporta 12.261 contagios y 373 muertes más por covid-19. *ELTIEMPO*, pág. 1. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/salud/coronavirus-en-colombia-contagios-muertes-y-recuperados-de-hoy-25-de-enero-de-2021-562654>
- EPA. (21 de Octubre de 2020). *Oficina de Prensa de la Epa*. Obtenido de Oficina de Prensa de la Epa: <https://www.epa.gov/newsreleases/la-lista-de-la-epa-de-productos-desinfectantes-aprobados-contr-el-sars-cov-2-supera>
- EPM. (2009). *Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM*. Medellín: Empresas Públicas de Medellín.
- EsSalud & IETSI. (2020). *Túneles de desinfección peatonal pulverizadores de ozono y otros desinfectantes para disminuir la propagación del SARS-CoV-2*. Lima: EsSalud & IETSI. Obtenido de http://www.essalud.gob.pe/ietsi/pdfs/covid_19/RB_21_Tunel_Ozono_v27Abril_editado.pdf
- Guerrero Murcia, S. (2010). *Catalogación de válvulas manuales, tubería y accesorios en una planta papelera*. Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente.
- Guevara, D. (2021). *La economía colombiana en 2020-2021: Una tragedia que no concluye*. Bogotá: Razónpública.com. Obtenido de <https://razonpublica.com/la-economia-colombiana-2020-2021-una-tragedia-no-concluye/>
- Hernandez , A., & Mendaza, P. L. (2007). *NTP 233-Cabinas de seguridad biológica*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

INSST & CNNT. (2020). *Desinfectantes y métodos de desinfección frente al SARS-CoV-2*.

Madrid: Gobierno de España. Obtenido de

https://www.insst.es/documents/94886/712877/Desinfectantes++y+m%C3%A9todos+de+desinfecci%C3%B3n+frente+al+SARS-Cov-2+%2802_07_20%29.pdf/a9fda6b8-8348-4307-ae1b-80fa6c8131cf

Jabr, F. (16 de Marzo de 2020). ¿Por qué el jabón funciona? *The New York Times*, pág. 1.

Obtenido de <https://www.nytimes.com/es/2020/03/16/espanol/ciencia-y-tecnologia/jabon-mata-coronavirus-lavado-manos.html#:~:text=A%20nivel%20molecular%2C%20el%20jab%C3%B3n,ayuda%20a%20mantener%20todo%20unido.&text=Reg%C3%ADstrate%20para%20recibir%20nuestro%20bolet%C3%93n>

Jiménez Carballo, C. A. (19 de 02 de 2021). *Mecánica de Fluidos: Dinámica de Fluidos*.

Cartago, Provincia de Cartago, Costa Rica. Obtenido de

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10195/Dinamica%20de%20fluidos%20ideales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Juárez Eyzaguirre, J. (2010). *Antisépticos y desinfectantes de uso hospitalario*. Lima: Dirección

General de Medicamentos, insumos y Drogas.

Ministerio de Salud. (1997). *Conductas Básicas en Bioseguridad: Manejo Integral*. Bogotá D.C:

Ministerio de Salud de Colombia.

Ministerio de Salud de Colombia. (2020). *Guía para la recomendación de no uso de sistemas de aspersión de productos desinfectantes sobre personas para la prevención de la*

transmisión de Covid-19. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social. Obtenido de

<https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GIPG20.pdf>

Ministerio de Salud de Malasia. (2020). *Desinfection box/ chamber/ tunnel/ booth/ partition/ gate to reduce transmission of covid-19*. Kuala Lumpur: Ministerio de Salud de Malasia. Obtenido de http://desinfeccionesgenerales.com.ar/wp-content/uploads/2020/04/Disinfection_Box__Chamber__Tunnel__Booth_Partition_Gate_To_Reduce_Transmission_Of_COVID-19.pdf

Ministerio de Sanidad de España. (2021). *Enfermedad por Coronavirus, COVID-19*. Madrid: Gobierno de España.

Organización Mundial de la Salud. (23 de Noviembre de 2020). *Consejos para el público sobre la enfermedad del Coronavirus (COVID-19): Cazadores de mitos*. Obtenido de Consejos para el público: <https://www.who.int/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters>

Ponce Victoria, F. (2006). *Manual para Ensayo de Pérdidas de Energía en Accesorios de Tubería del Laboratorio de Hidráulica*. Ciudad de Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

RAE. (22 de Febrero de 2020). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Español: <https://dle.rae.es>

Rocha Felices, A. (2007). *Hidráulica de Tuberías y Canales*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

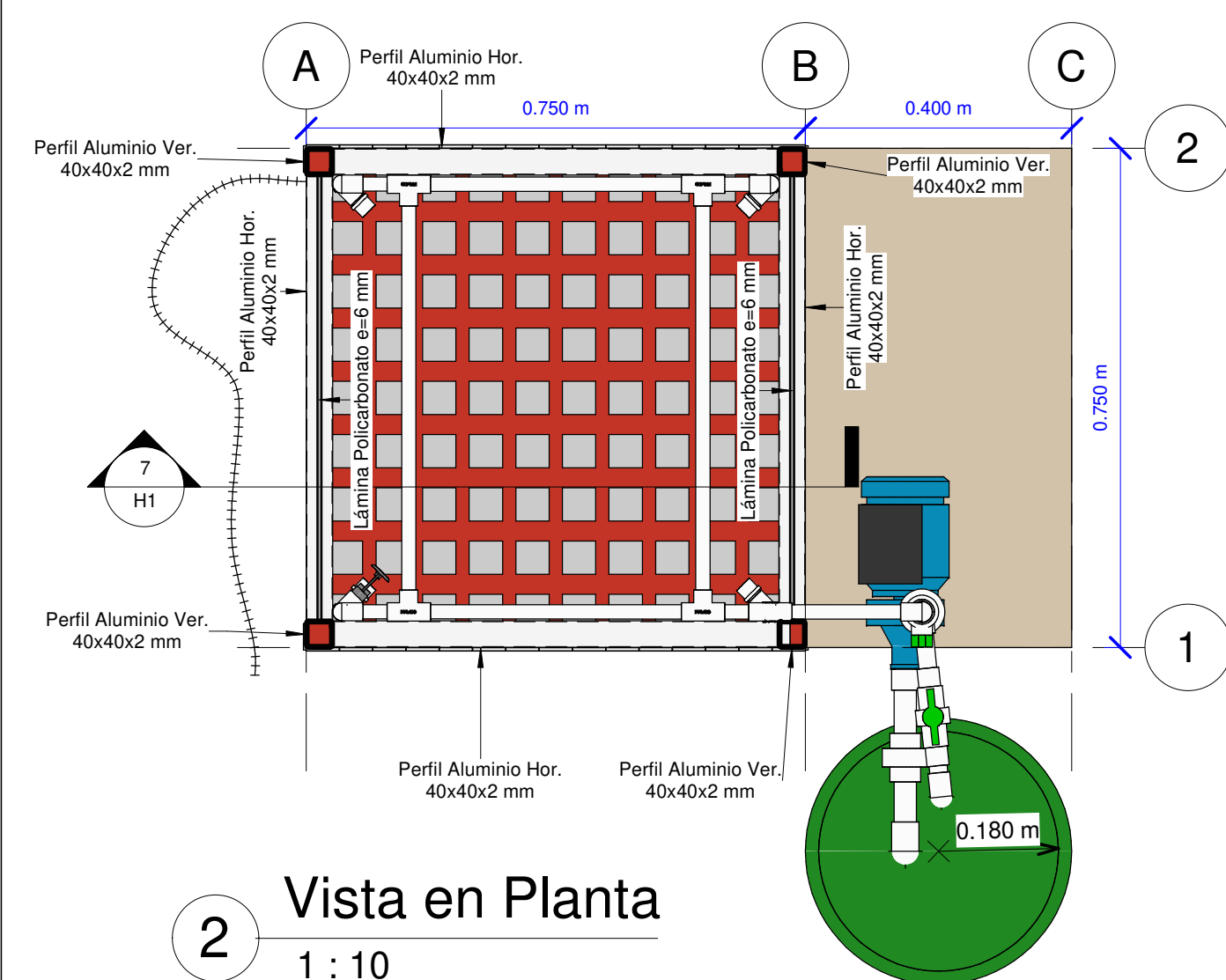
Sodimac Colombia. (09 de Junio de 2020). *Homecenter.com*. Obtenido de Homecenter.com:

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/guias-de-compra/potencia-para-sistemas-hidraulicos-con-bombas-perifericas/>

Truper. (2019). *Instructivo de bomba periférica para agua*. Bogotá: Truper.

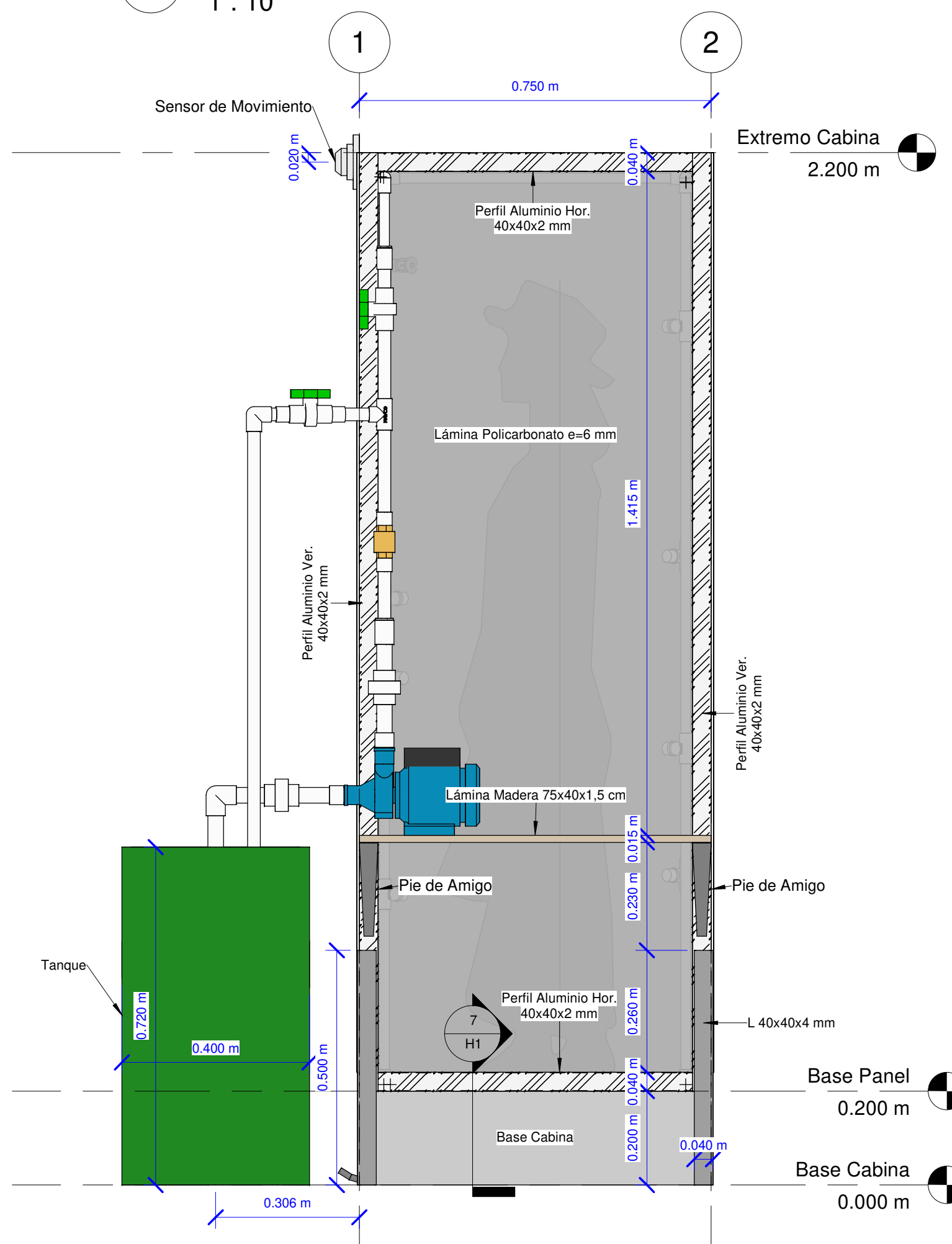
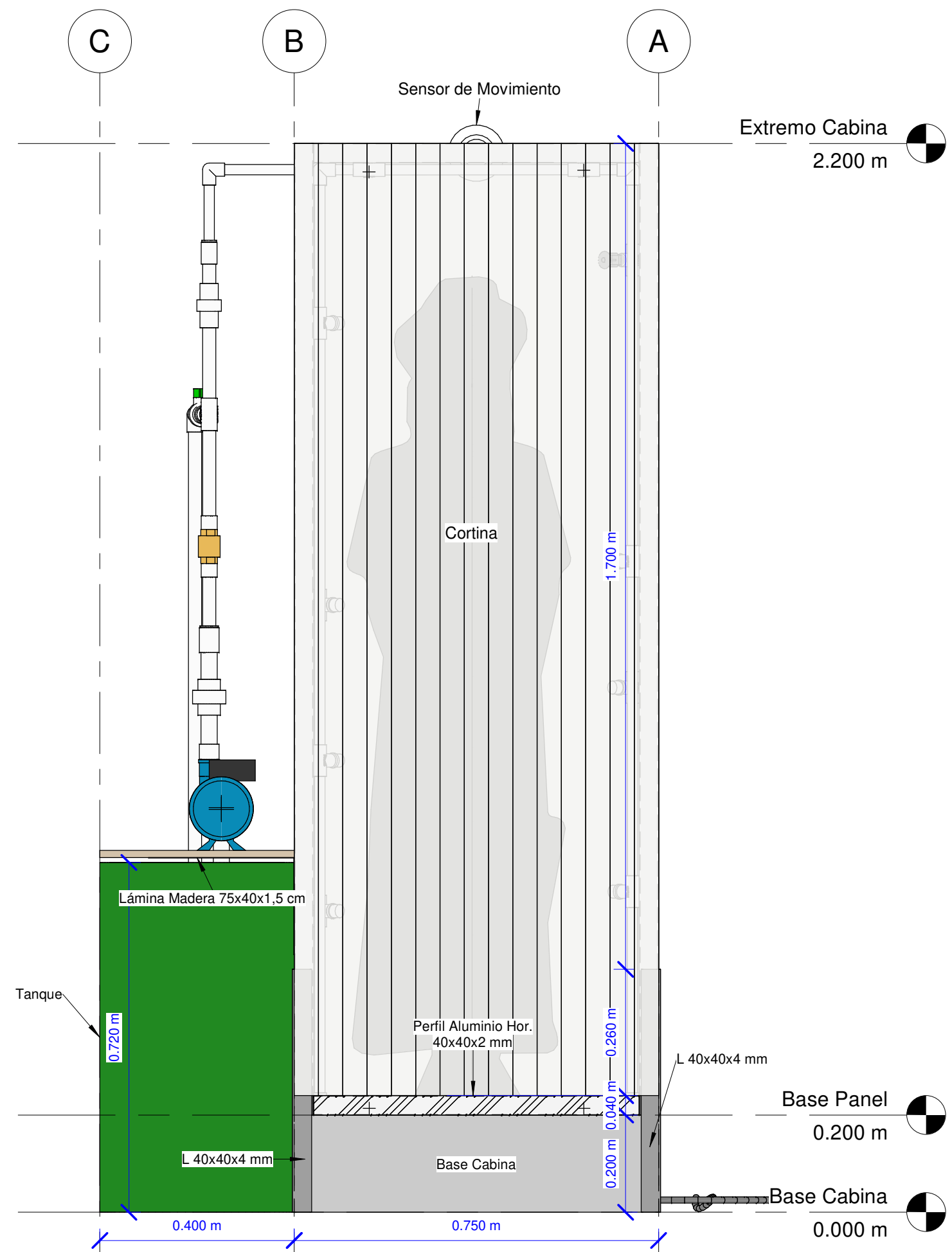
Anexos

Anexo 1. Planos de Cabina de Desinfección

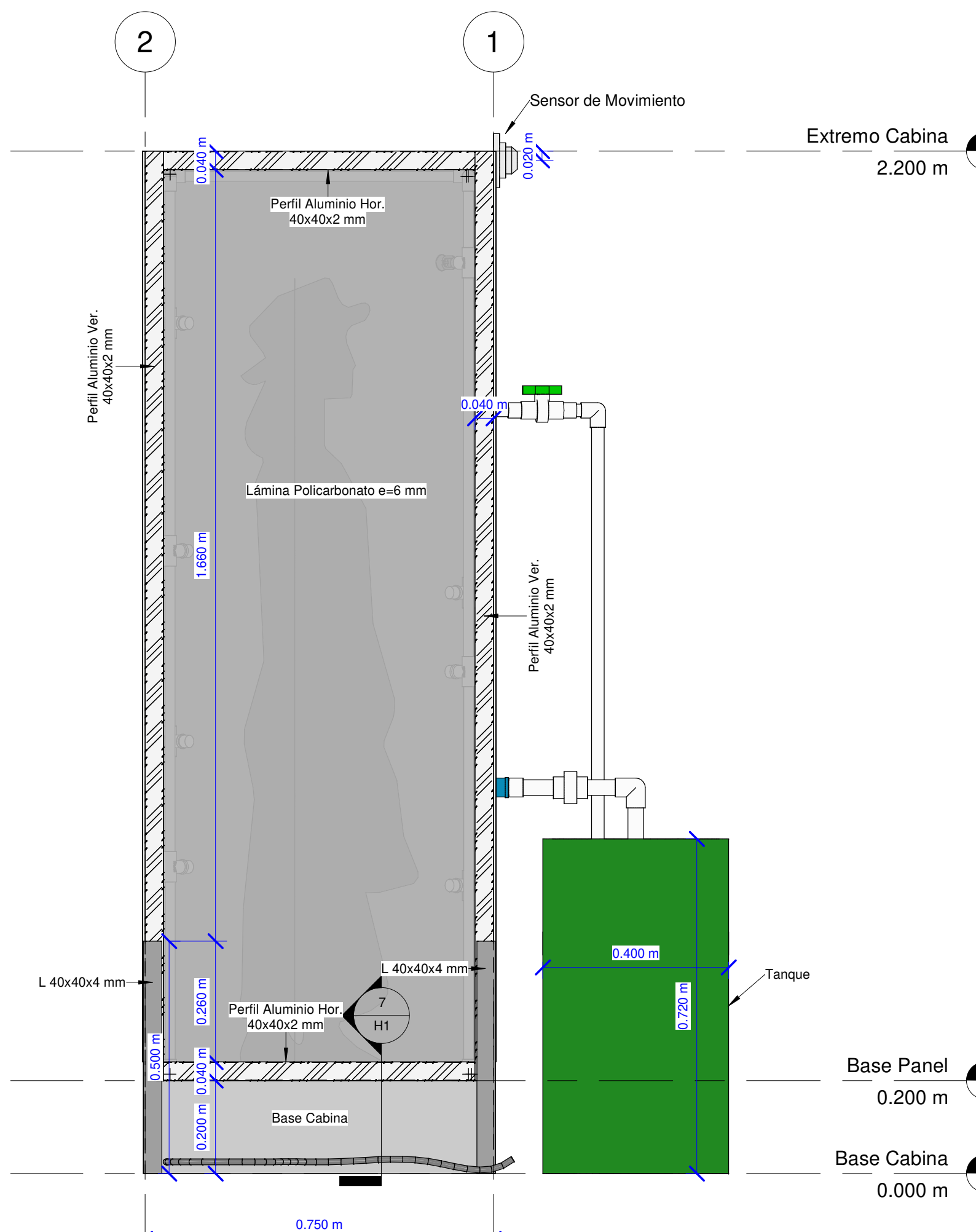
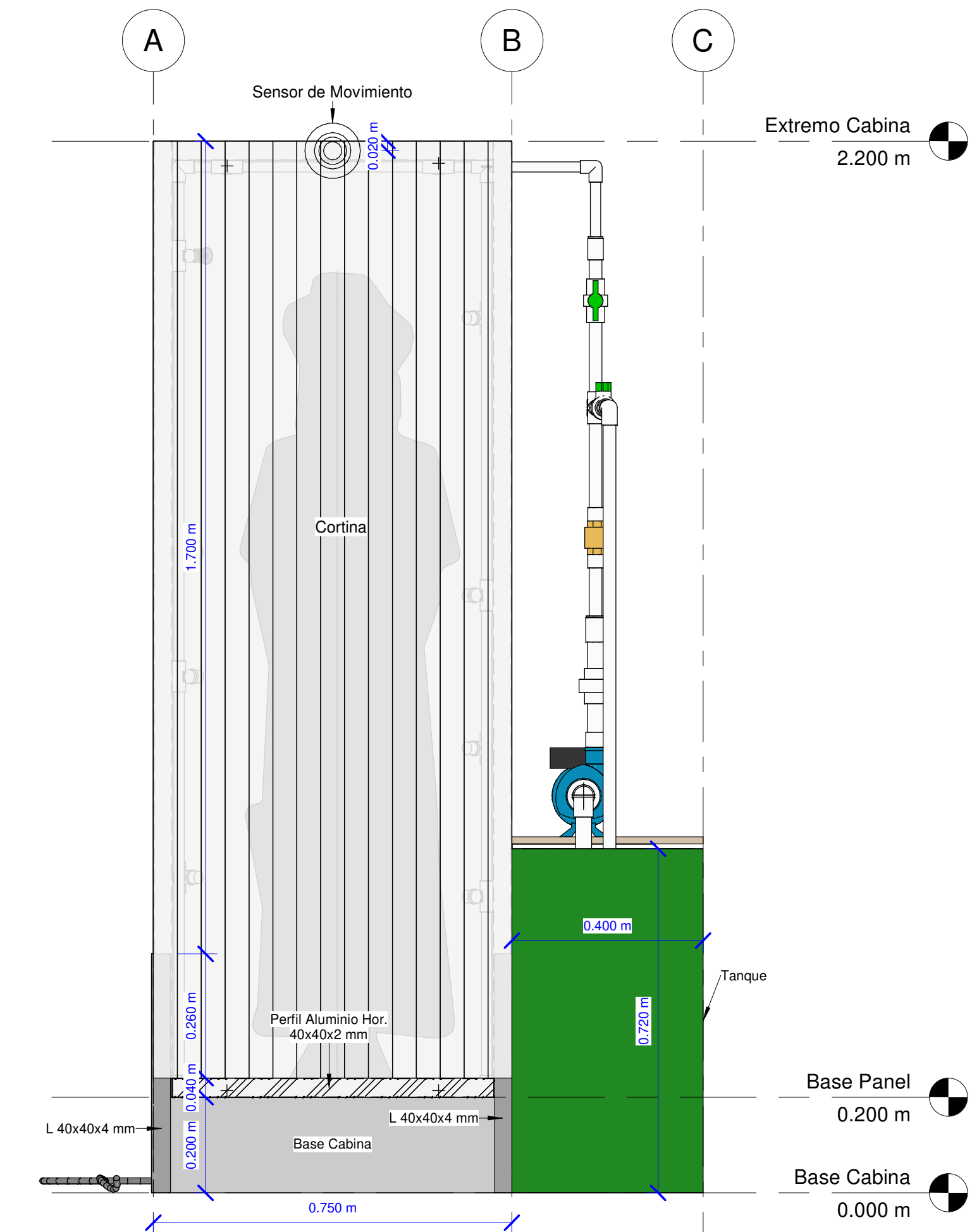


CANTIDAD PERFIL METÁLICO VERTICAL	
Tipo	Longitud
L 40x40x4 mm	0.5 m
L 40x40x4 mm	0.5 m
L 40x40x4 mm	0.5 m
L 40x40x4 mm	0.5 m
L 40x40x4 mm: 4	2 m
Perfil Aluminio Ver. 40x40x2 mm	2 m
Perfil Aluminio Ver. 40x40x2 mm	2 m
Perfil Aluminio Ver. 40x40x2 mm	2 m
Perfil Aluminio Ver. 40x40x2 mm	2 m
Perfil Aluminio Ver. 40x40x2 mm: 4	8 m

CANTIDAD PERFIL METÁLICO HORIZONTAL	
Tipo	Longitud
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	0.67 m
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	0.67 m
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	0.67 m
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	0.67 m
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	0.67 m
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	0.67 m
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	0.67 m
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	0.67 m
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	0.67 m
Perfil Aluminio Hor. 40x40x2 mm	5.36 m



CANTIDADES PÁNELES CABINA				
Tipo	Altura	Longitud	Espesor	Área
Lámina Policarbonato e=6 mm	1.92 m	0.67 m	0.006 m	1.286 m²
Lámina Policarbonato e=6 mm	1.92 m	0.67 m	0.006 m	1.286 m²
Lámina Policarbonato e=6 mm: 2				



CANTIDAD DE LÁMINAS		
Tipo	Área	Espesor
Lámina Madera 75x40x1.5 cm	0.3 m²	0.015 m
Lámina Policarbonato 67x67x0.6 cm	0.449 m²	0.006 m

ACCESORIOS	
Tipo	Cantidad
Cortina	2
Pie de Amigo	2
Sensor de Movimiento	1



NOMBRE DEL PROYECTO:

Cabina de Desinfección

CLIENTE:

Universidad Santo Tomás

LOCALIZACIÓN:

Cra.9 #51-11,
Bogotá, Colombia

CONTIENE:

-Vista 3D
-Vistas de Alzado Norte, Sur, Este y Oeste
-Planos en Planta
-Cuadro de Cantidades de Perfiles Metálicos, Paneles de Cabina, Láminas y Accesorios

OBSERVACIONES:

PLANO COORDINACIÓN

Diseñado por: Diego Andrés Quezada Romero

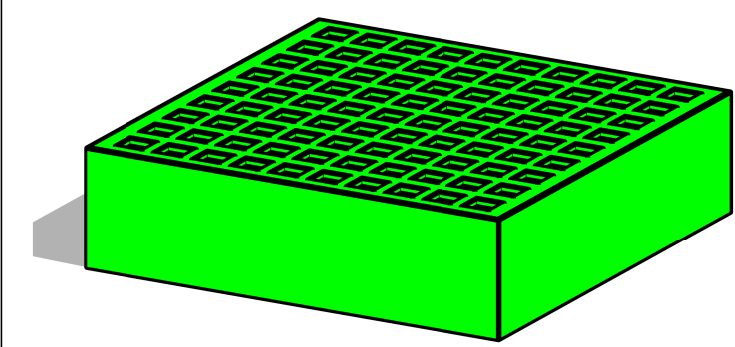
Dibujado por: Diego Andrés Quezada Romero

Fecha: 17/12/2020

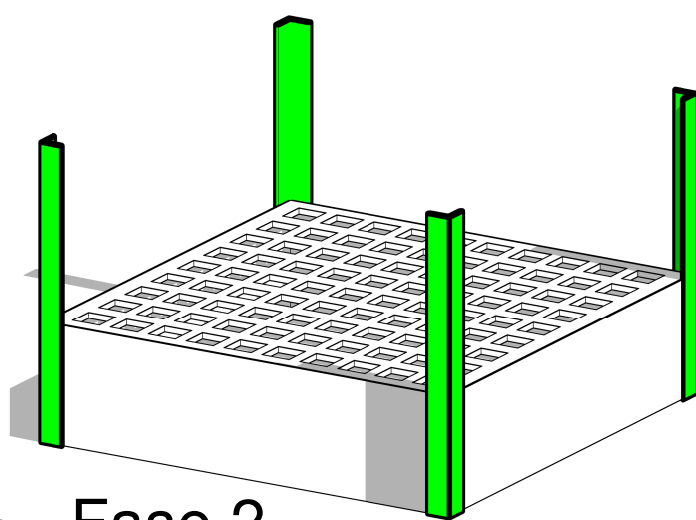
Escala 1 : 10

A1

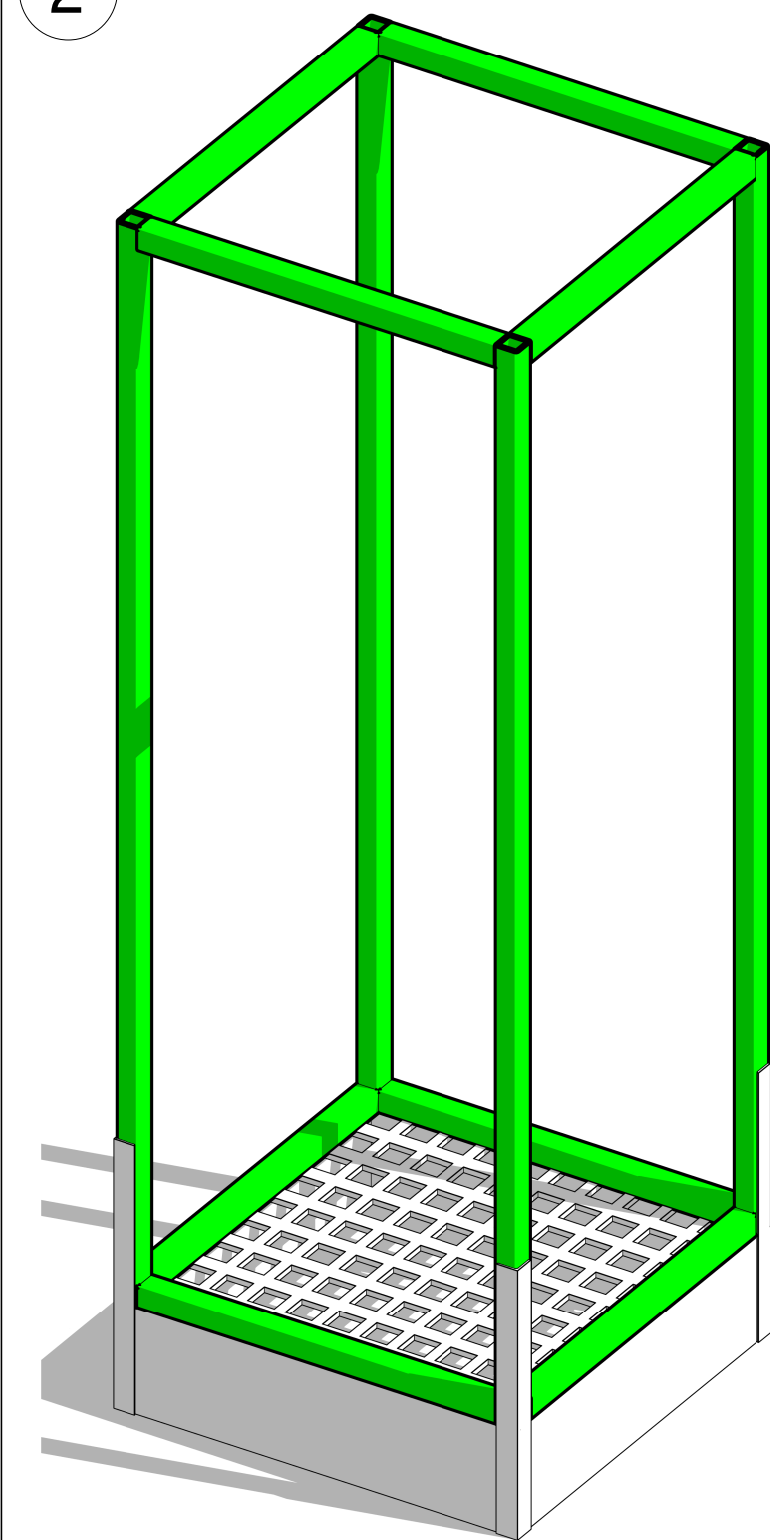
A1



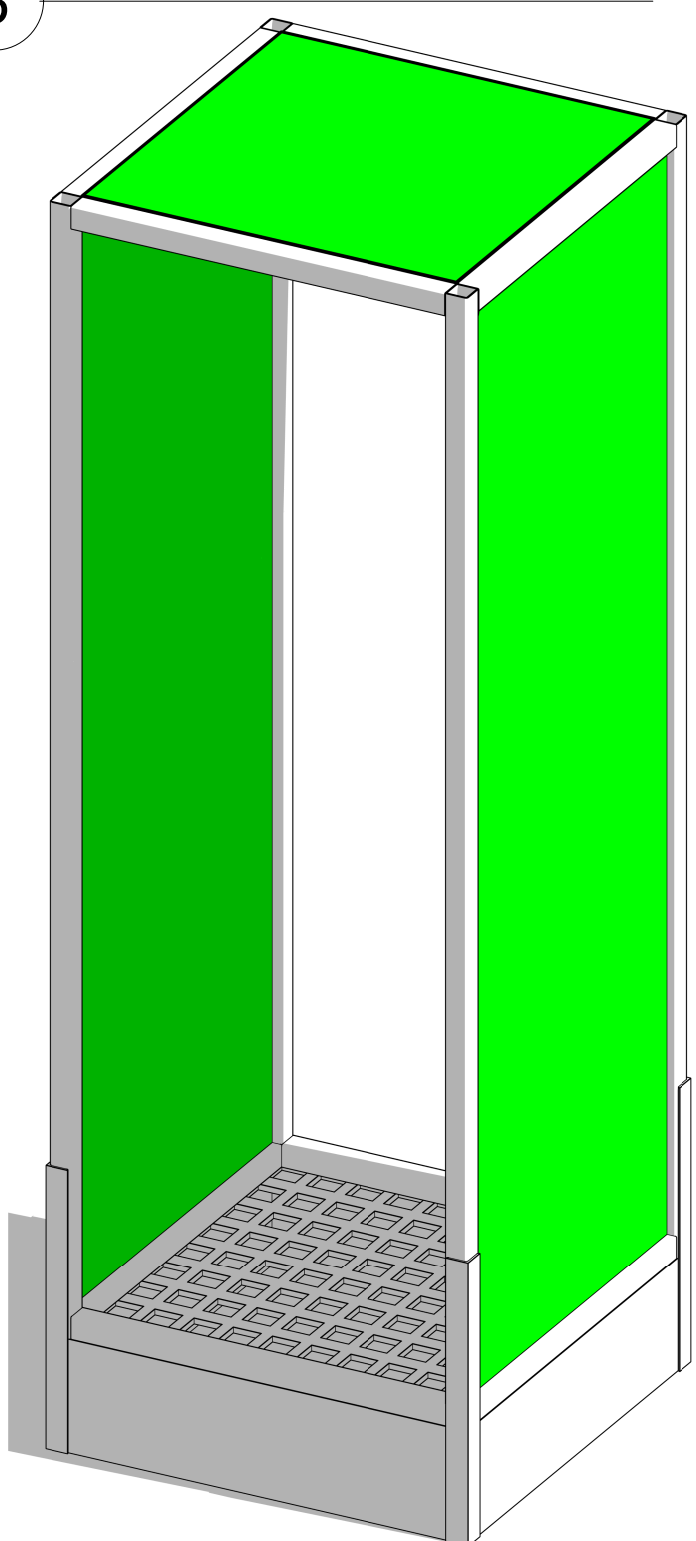
1 Fase 1



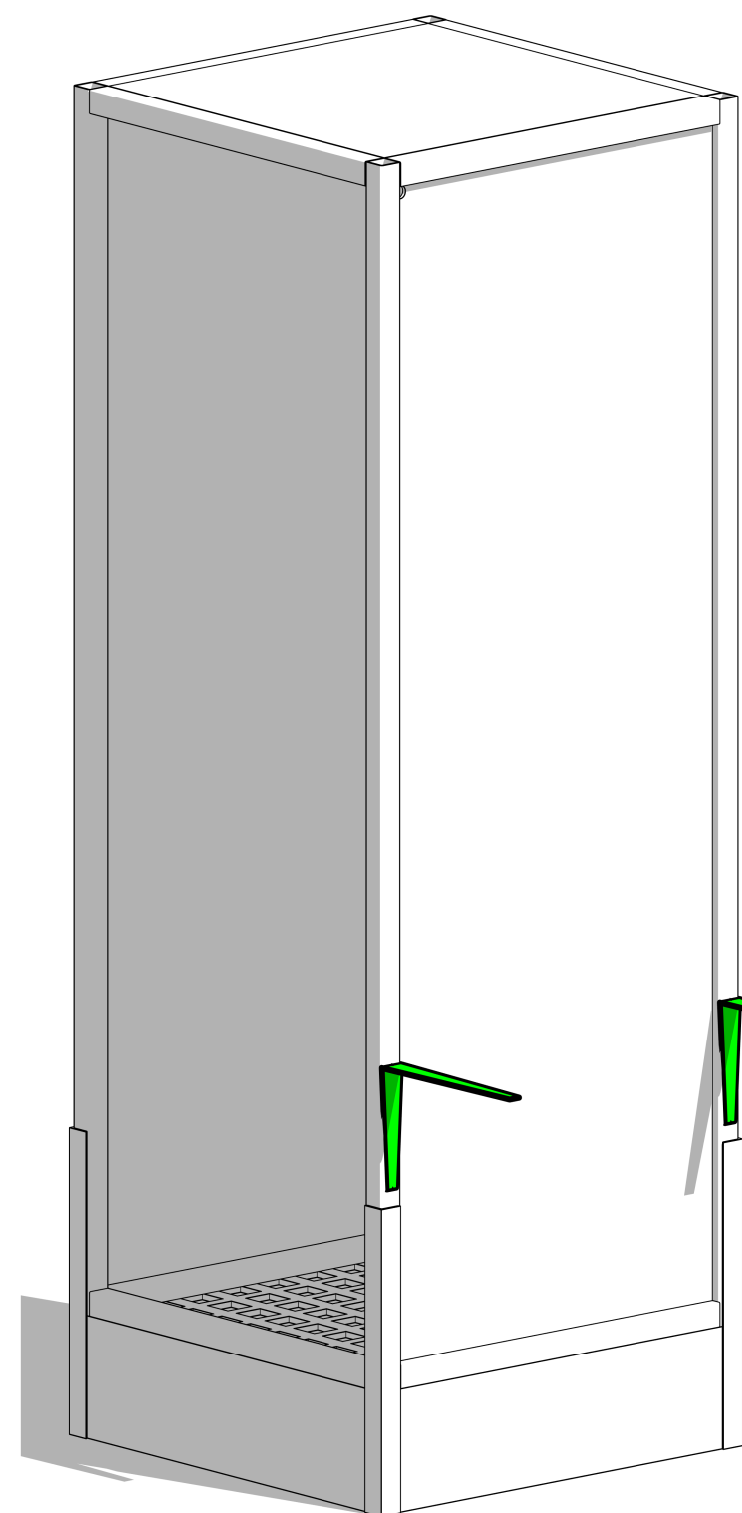
2 Fase 2



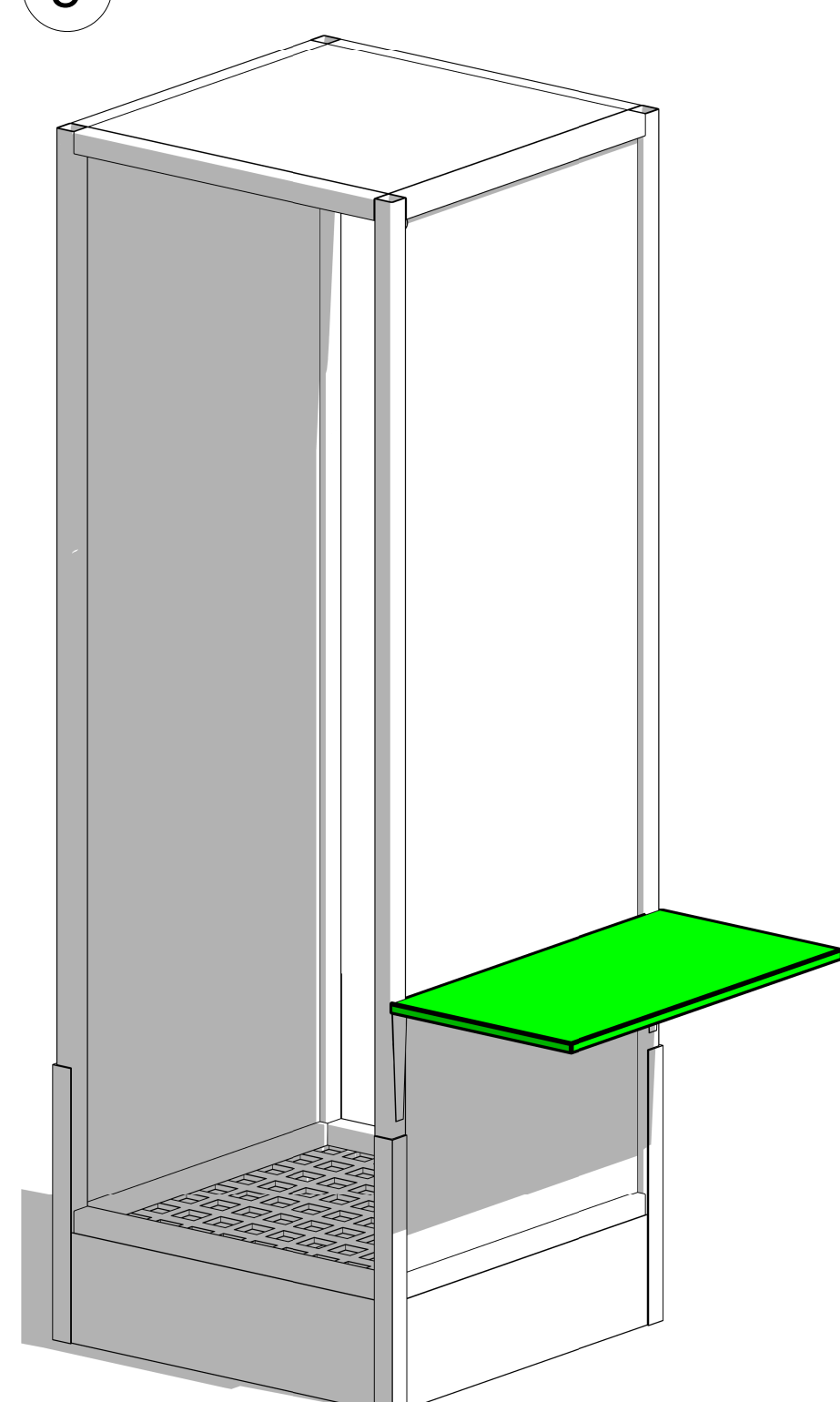
3 Fase 3



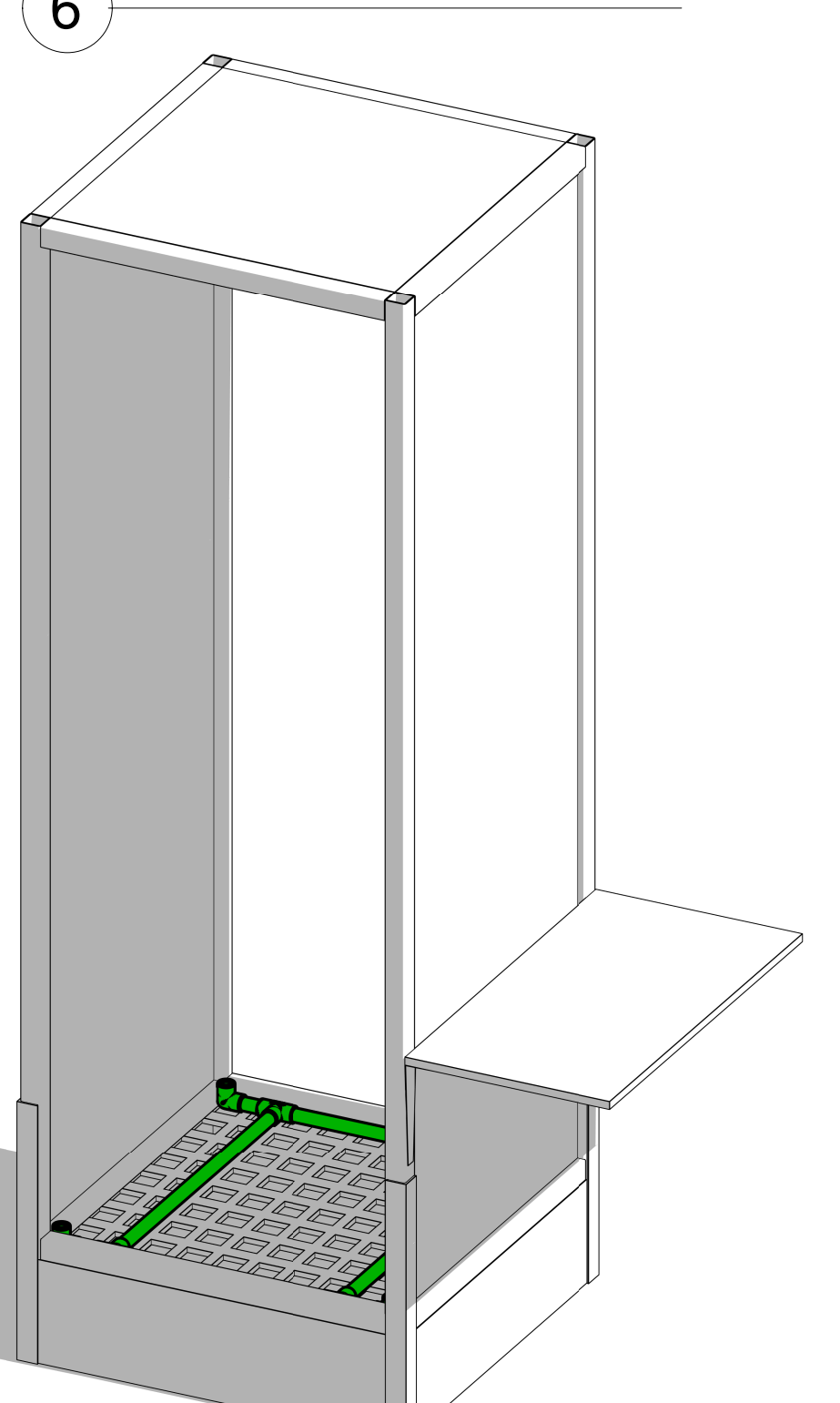
4 Fase 4



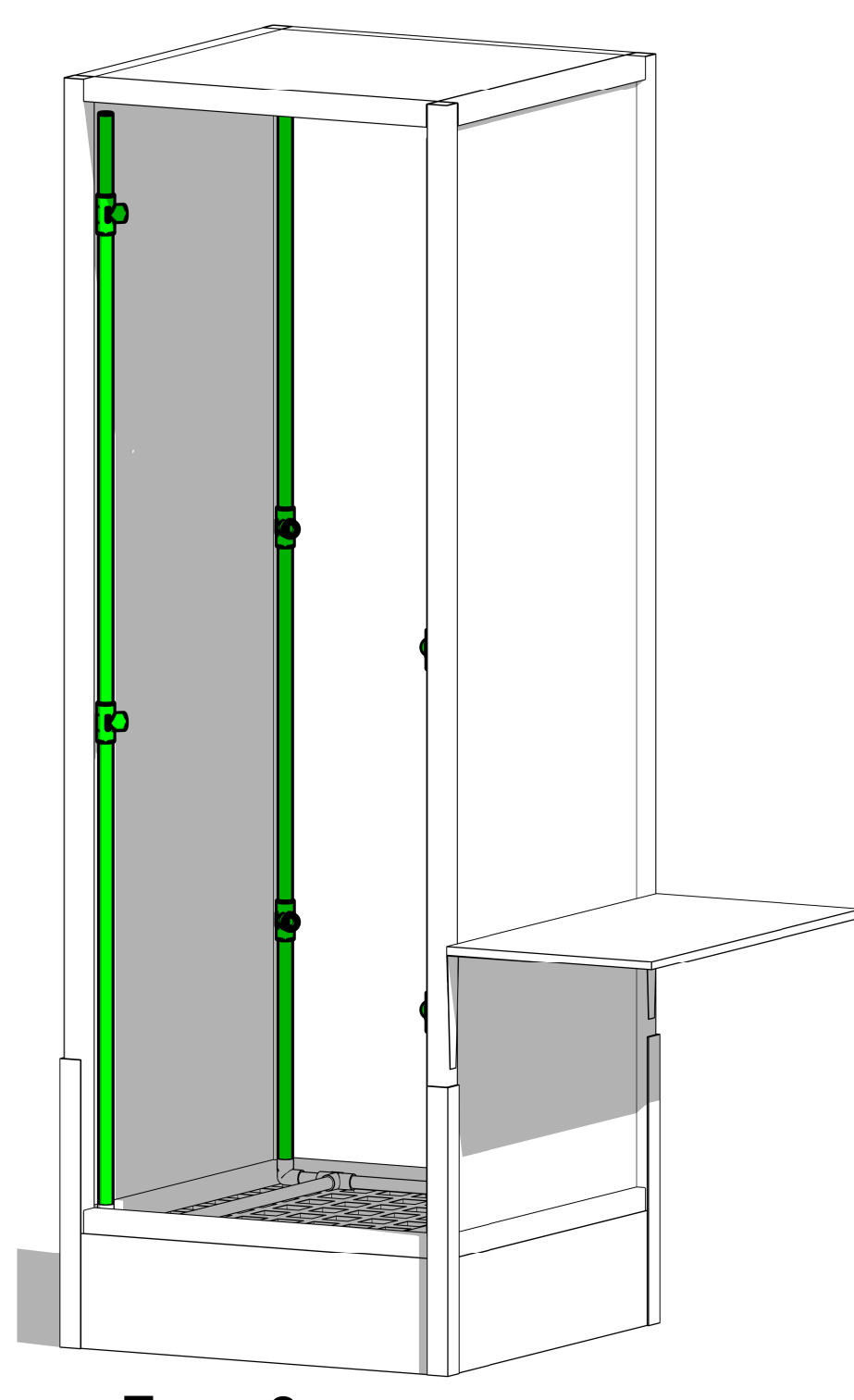
5 Fase 5



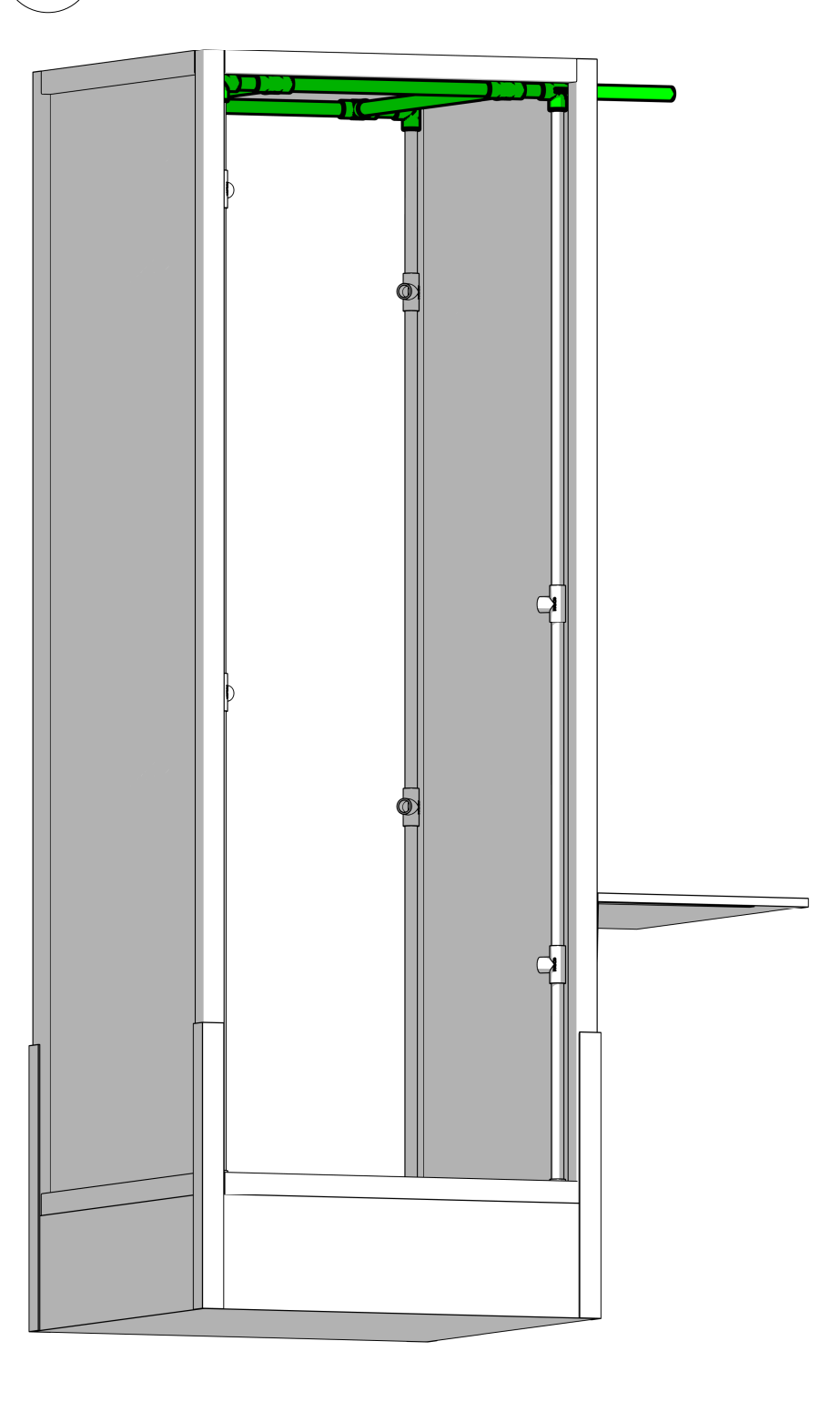
6 Fase 6



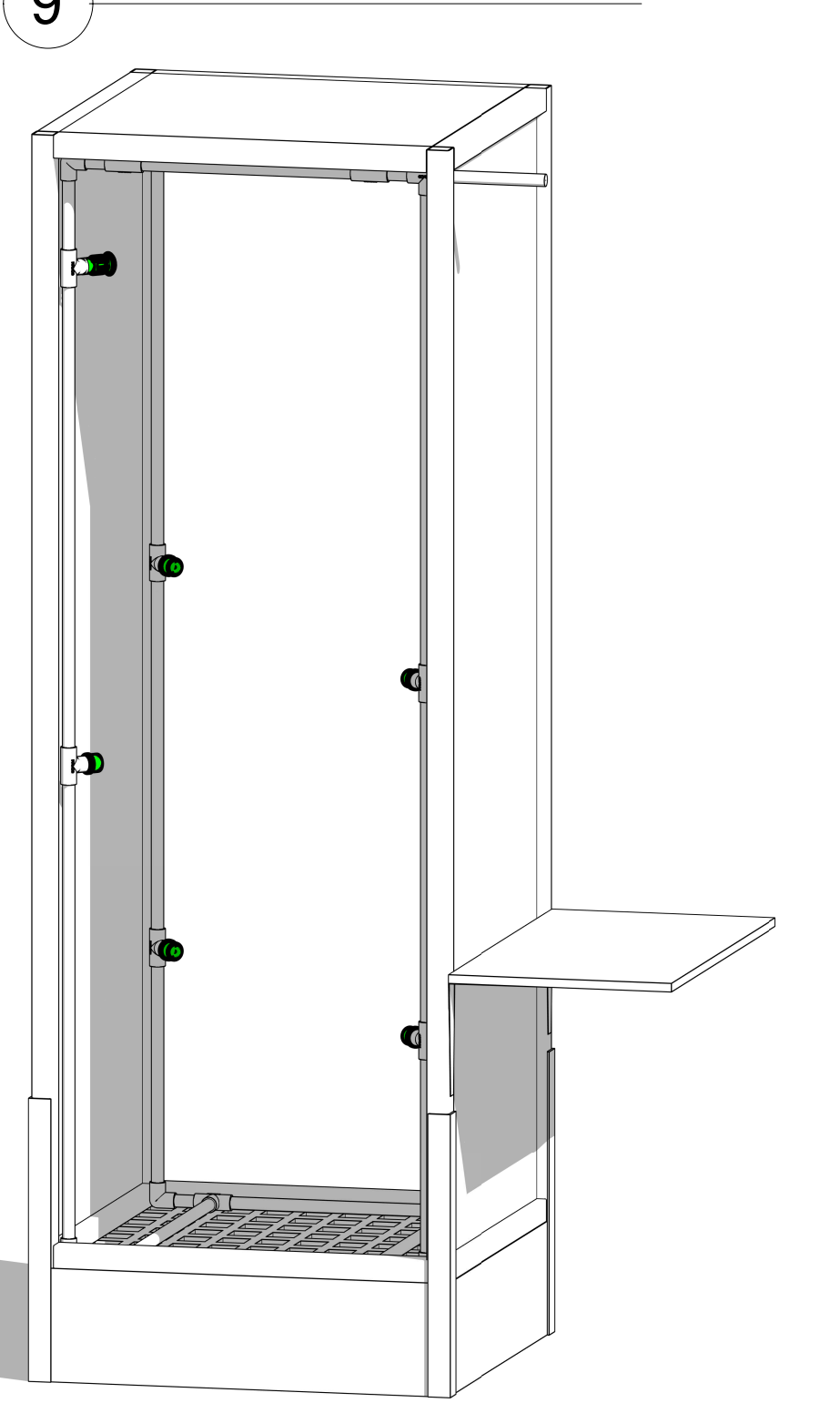
7 Fase 7



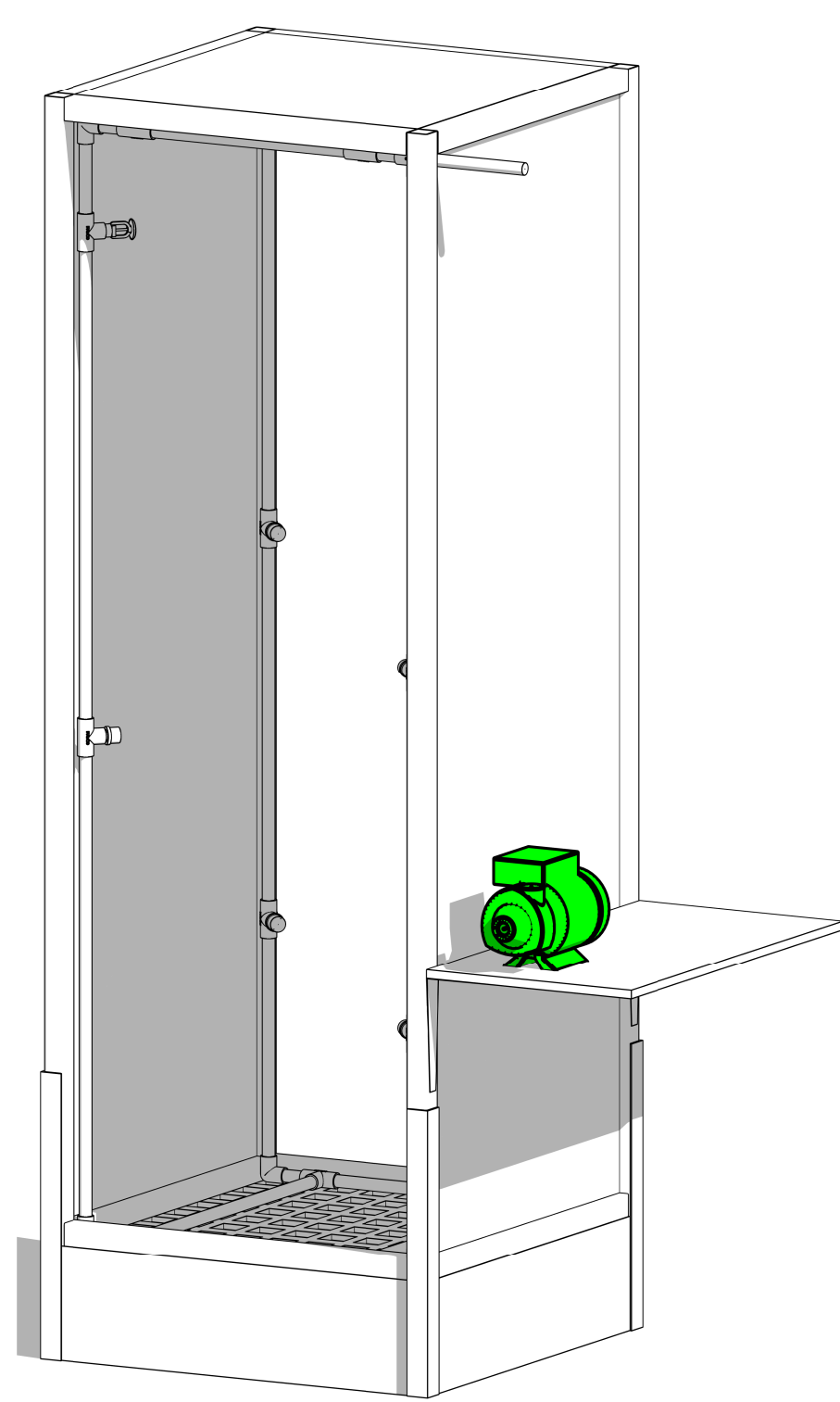
8 Fase 8



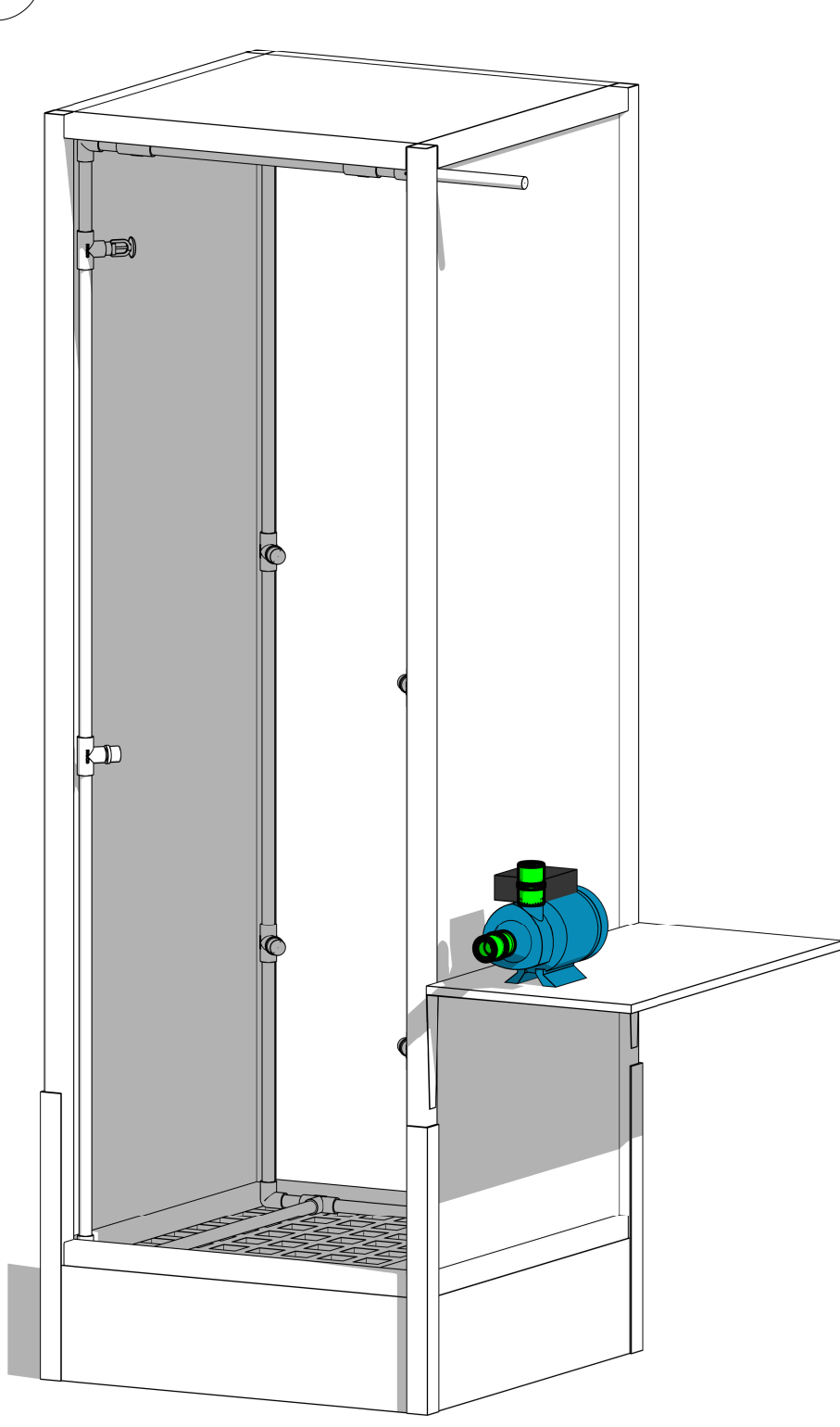
9 Fase 9



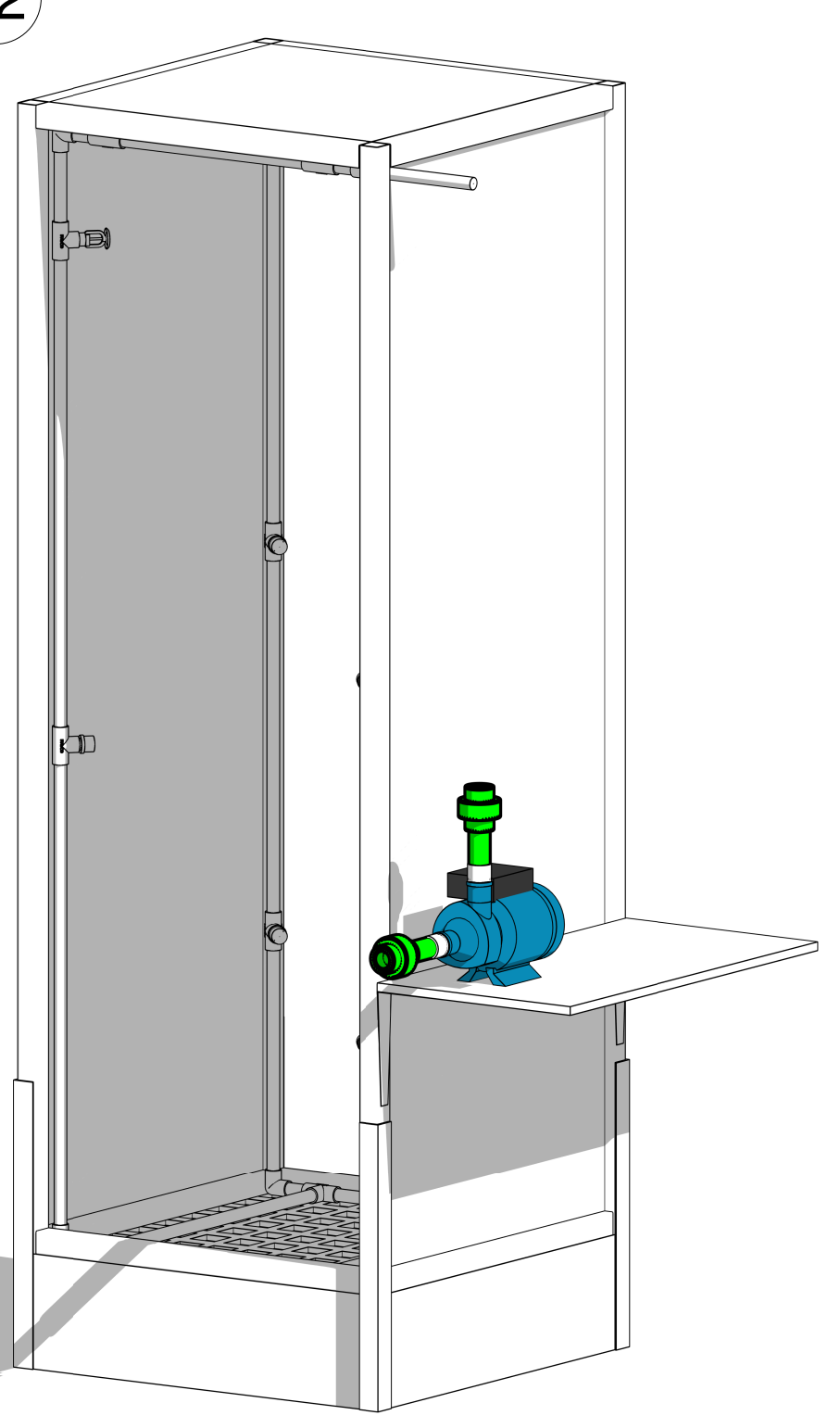
10 Fase 10



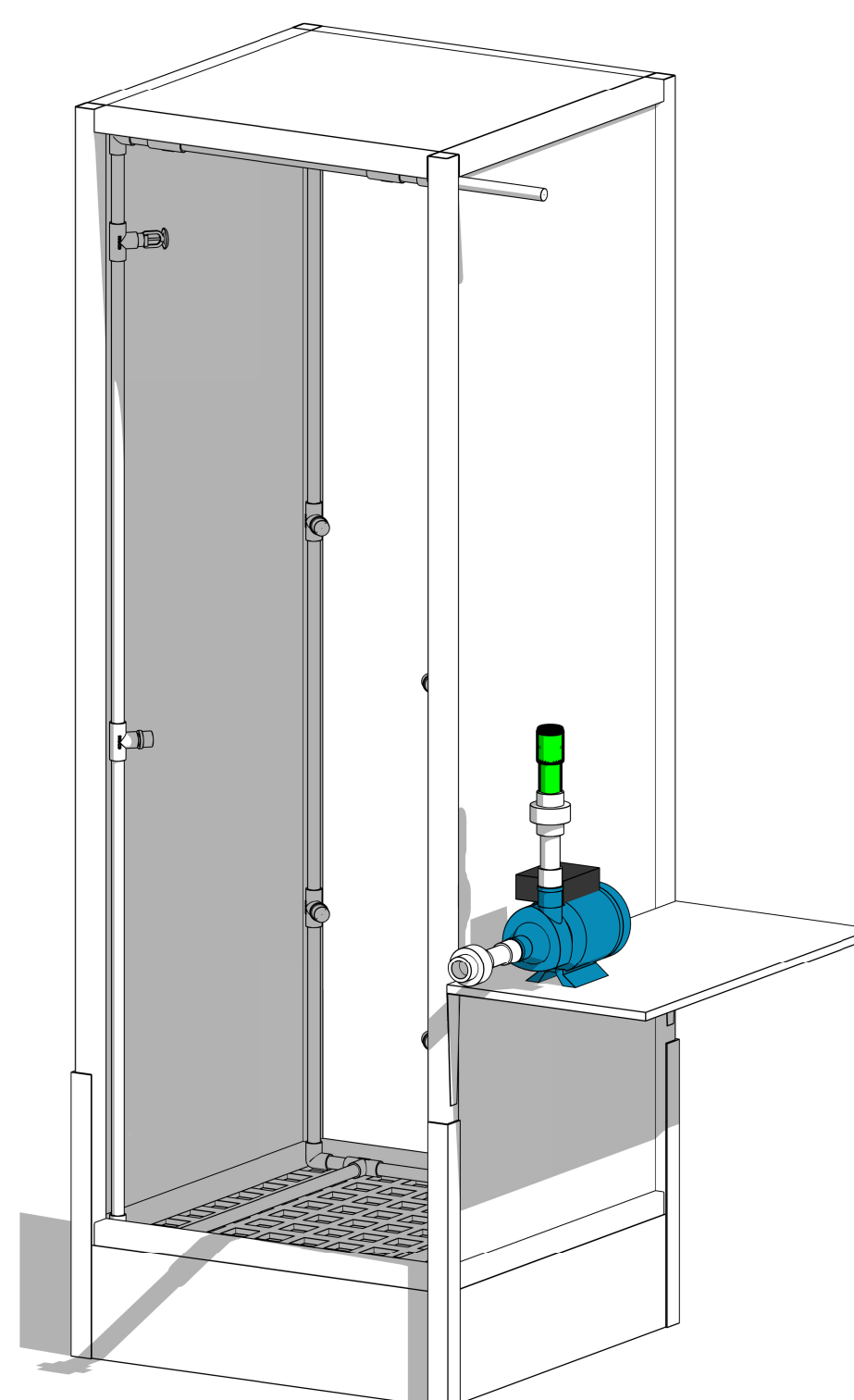
11 Fase 11



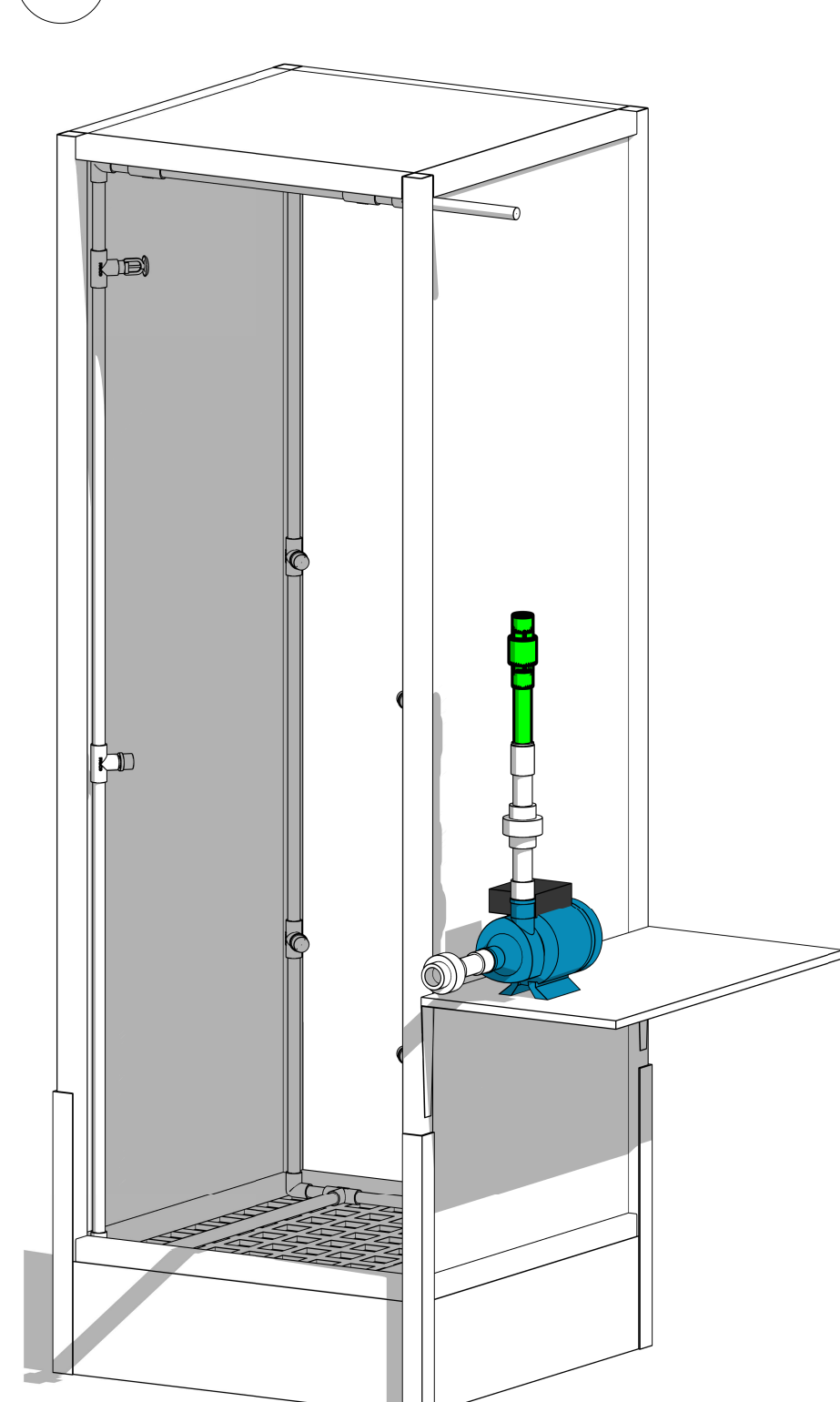
12 Fase 12



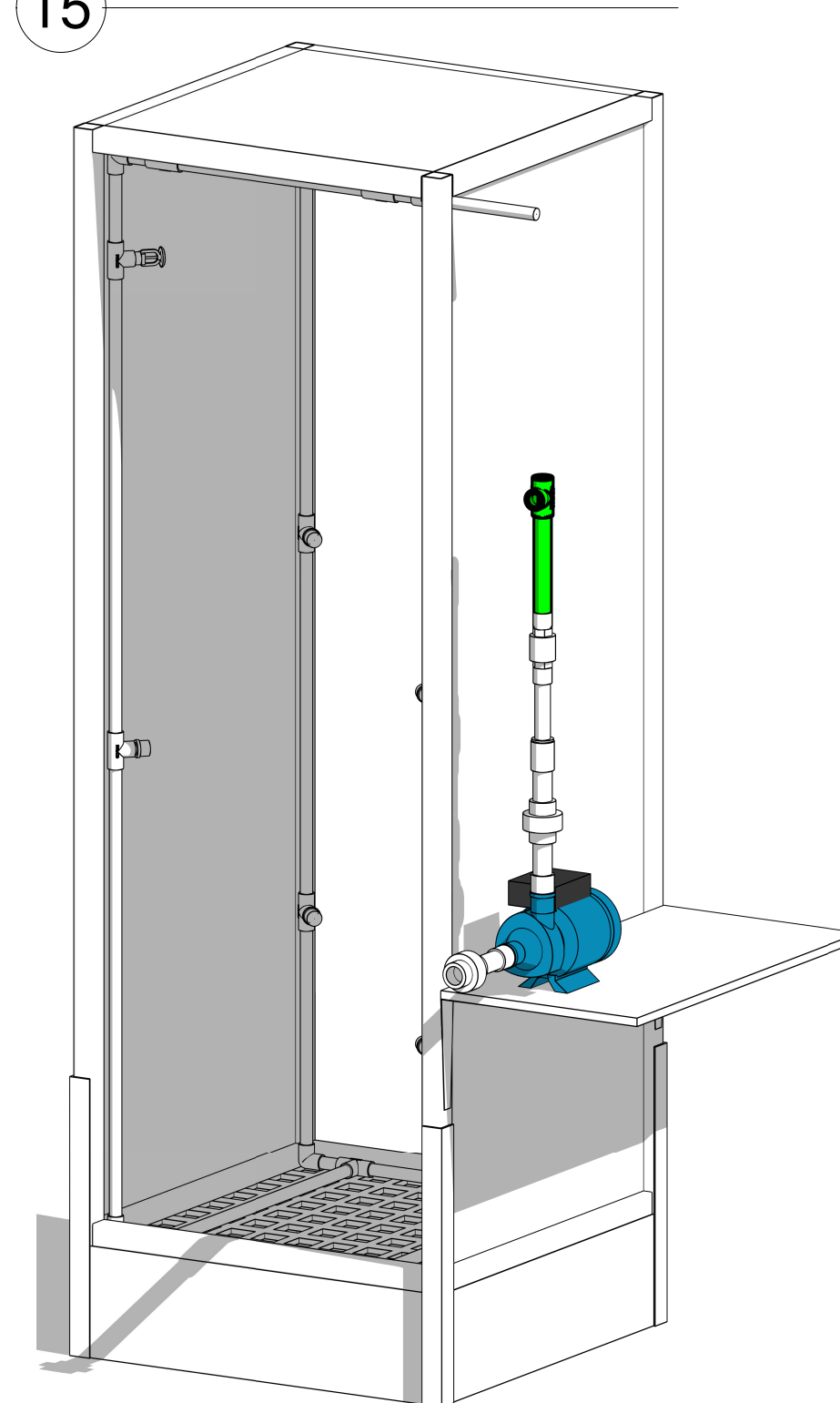
13 Fase 13



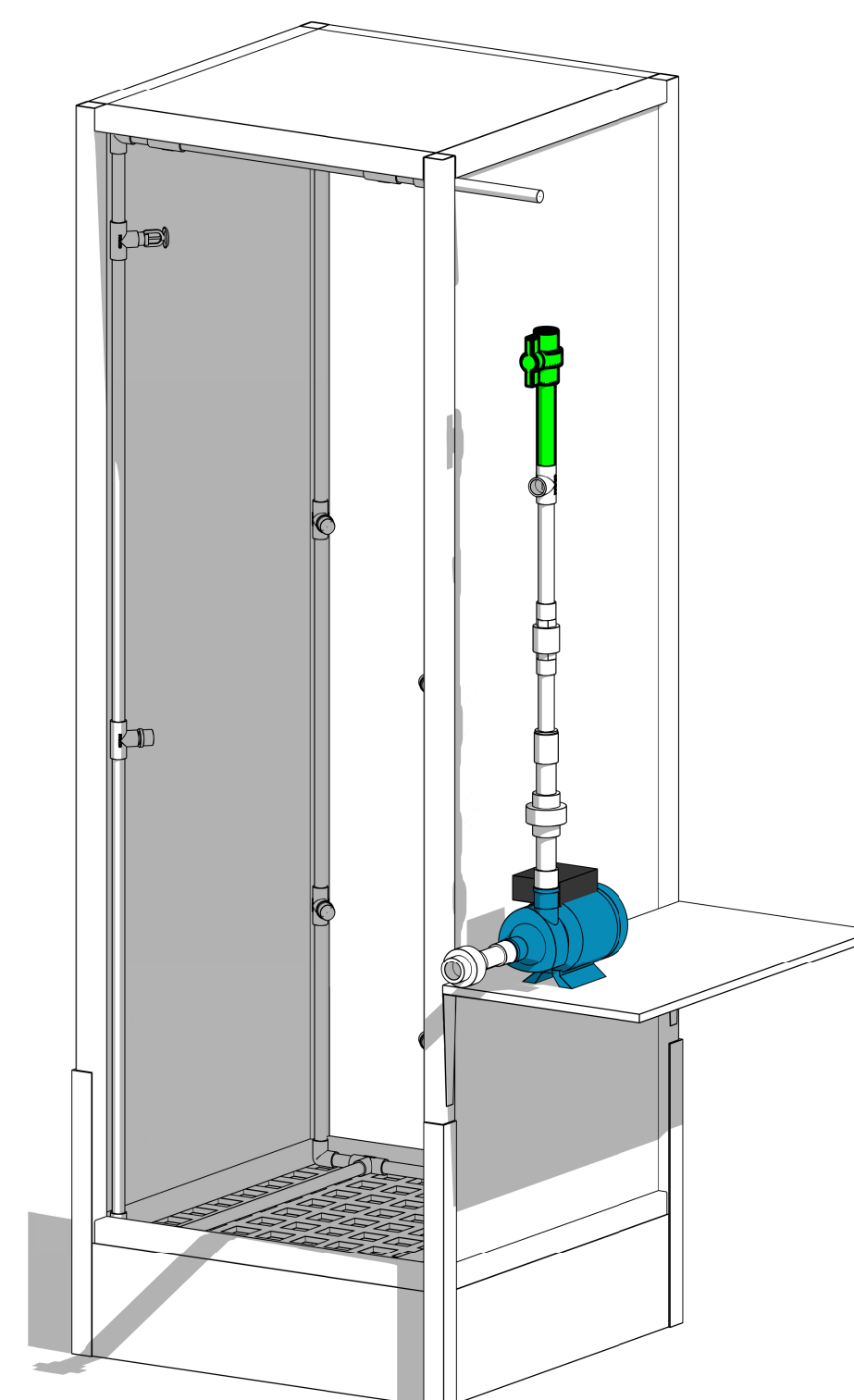
14 Fase 14



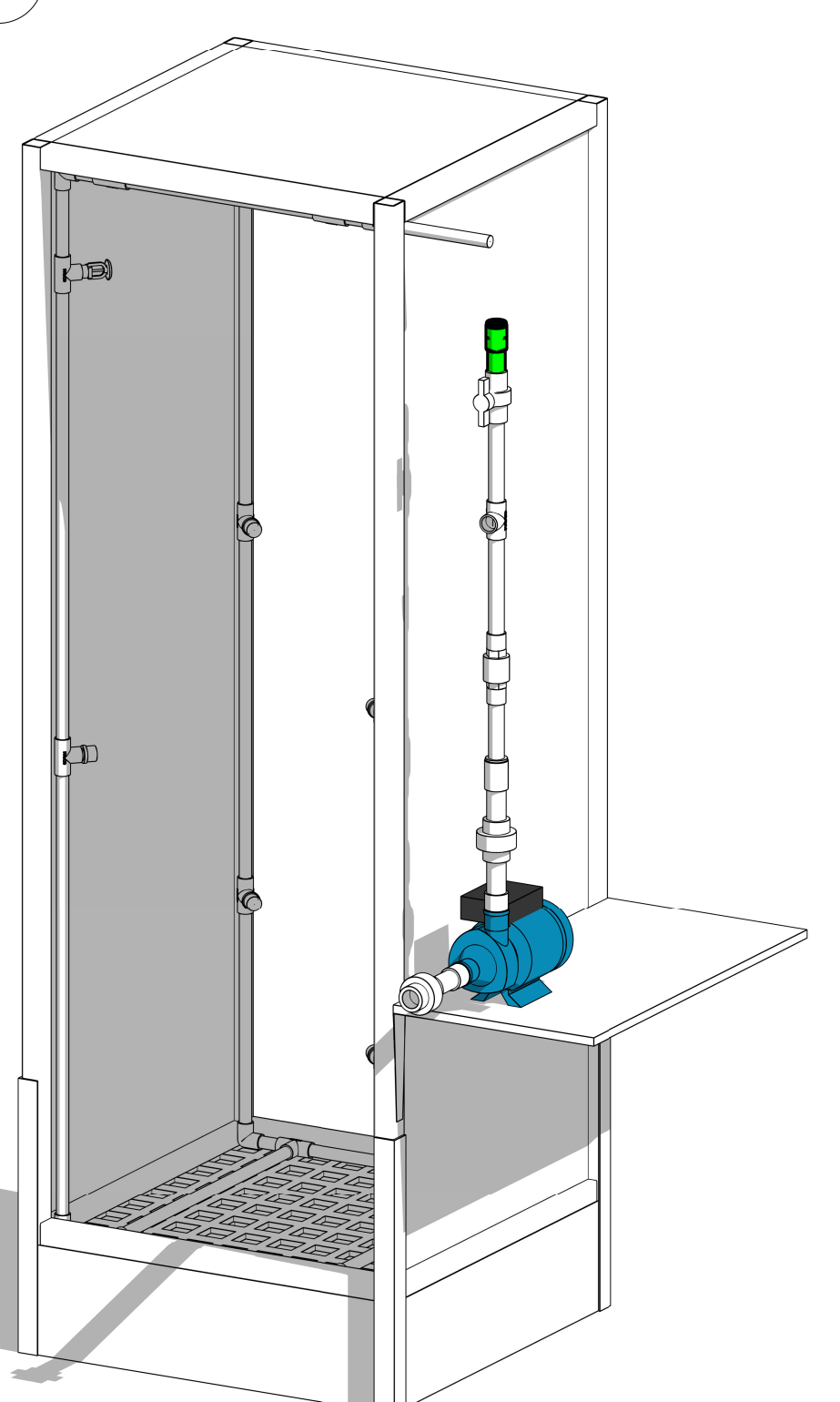
15 Fase 15



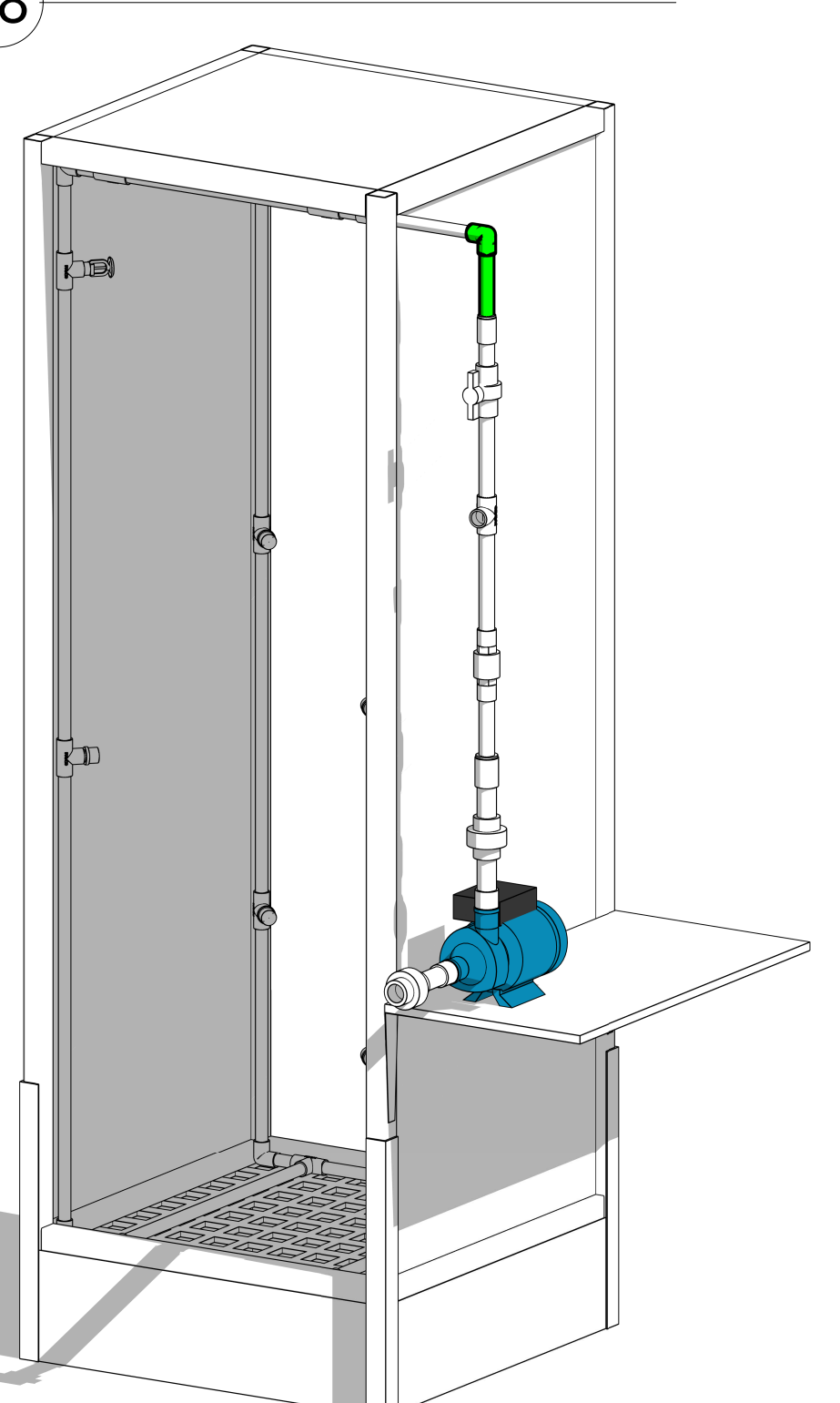
16 Fase 16



17 Fase 17



18 Fase 18



19 Fase 19



NOMBRE DEL PROYECTO:

Cabina de Desinfección

CLIENTE:

Universidad Santo Tomás

LOCALIZACIÓN:

Cra.9 #51-11,
Bogotá, Colombia

CONTIENE:

Fases Constructivas de la 1-19

OBSERVACIONES:

FASES CONSTRUCTIVAS

Diseñado por: Diego Andrés Quezada Romero

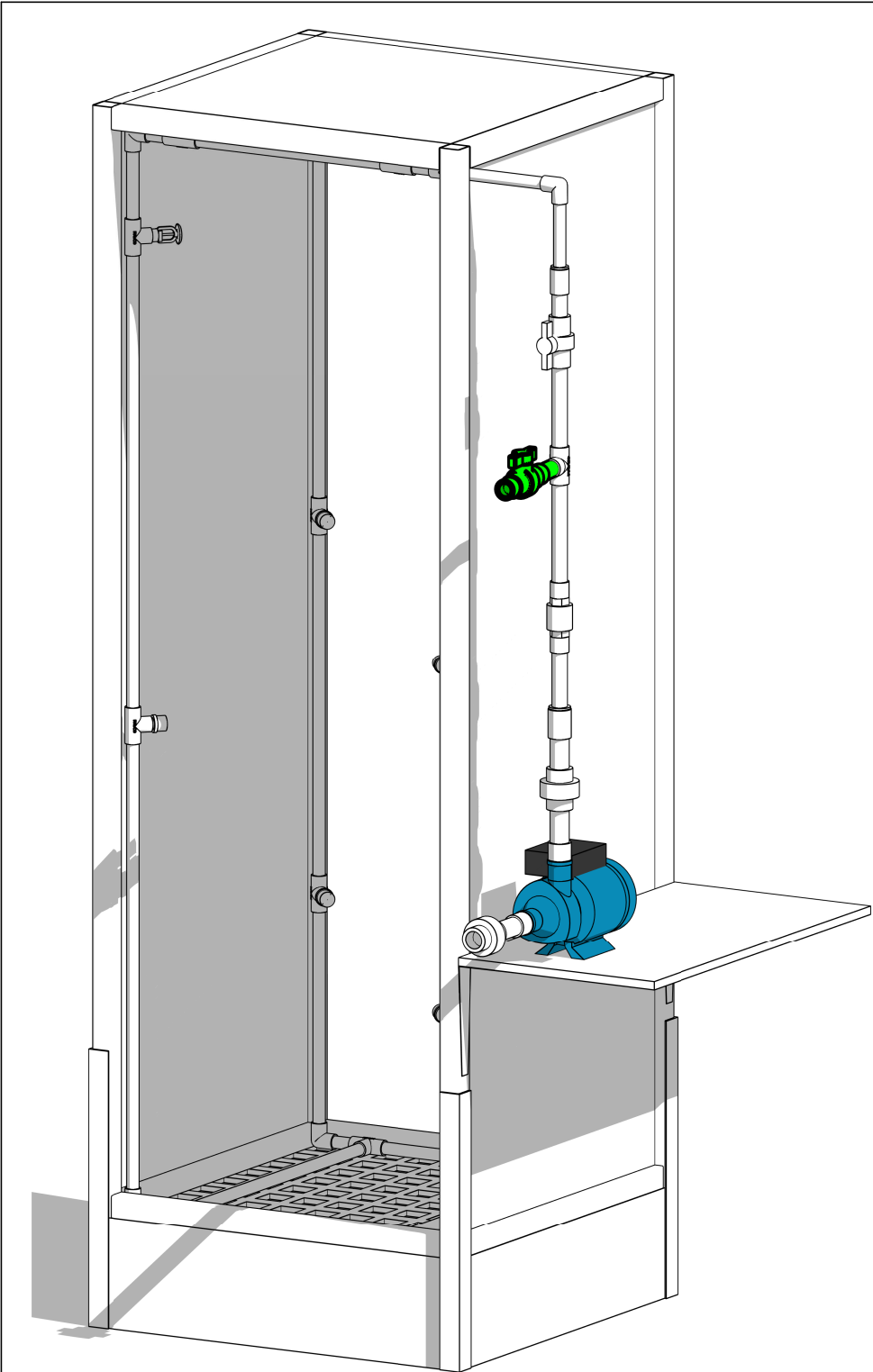
Dibujado por: Diego Andrés Quezada Romero

Fecha: 17/12/2020

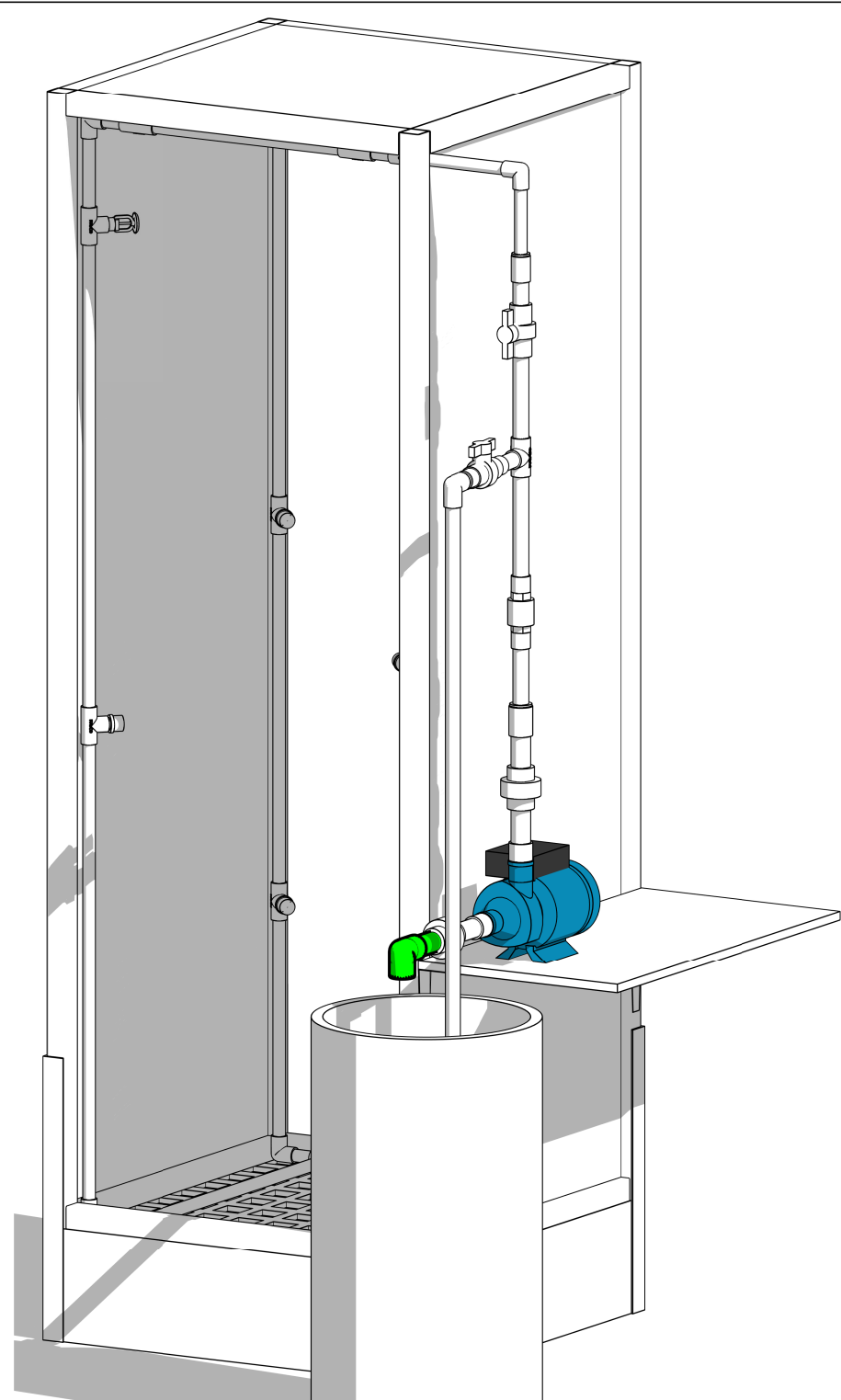
Escala

F1

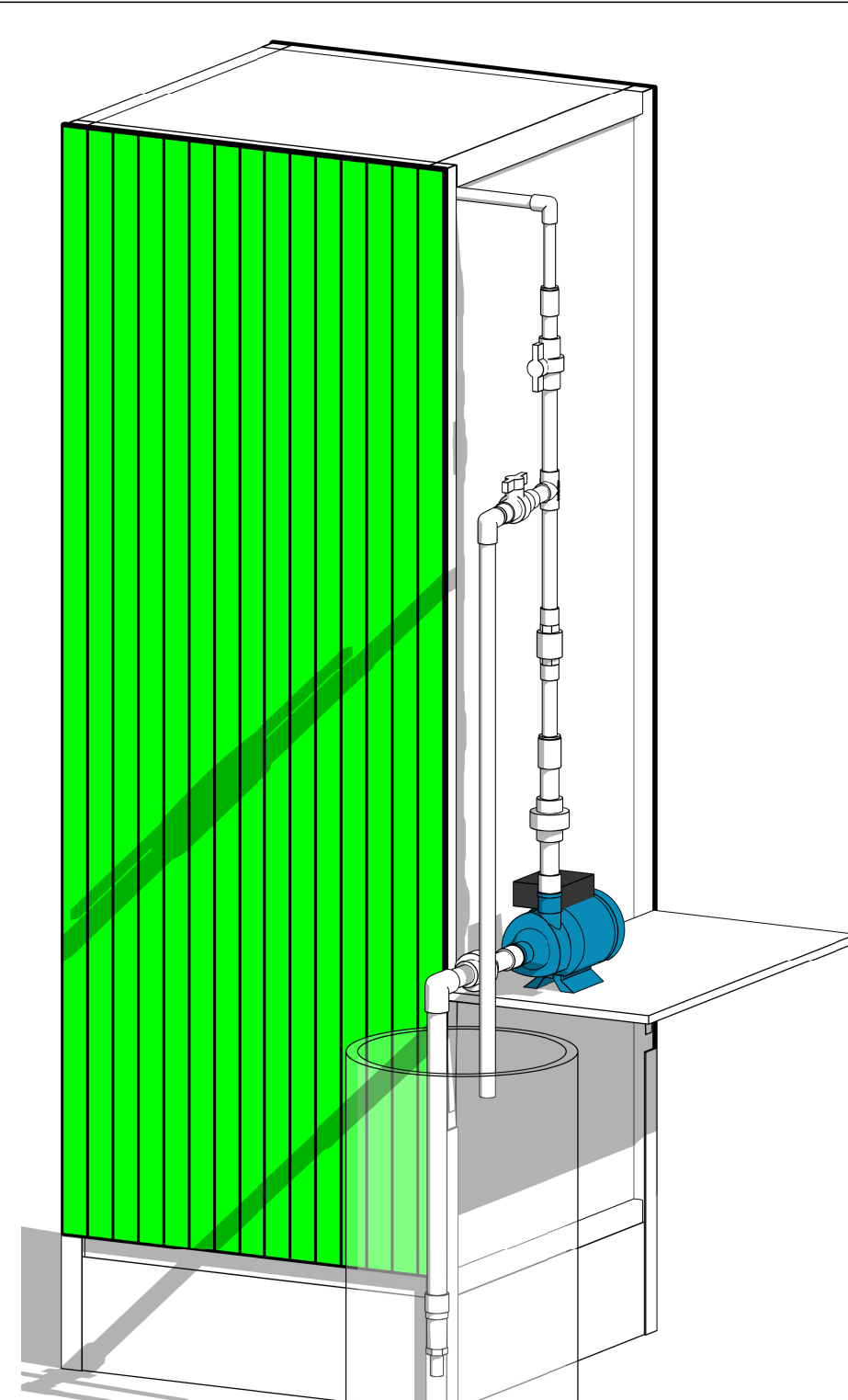
F2



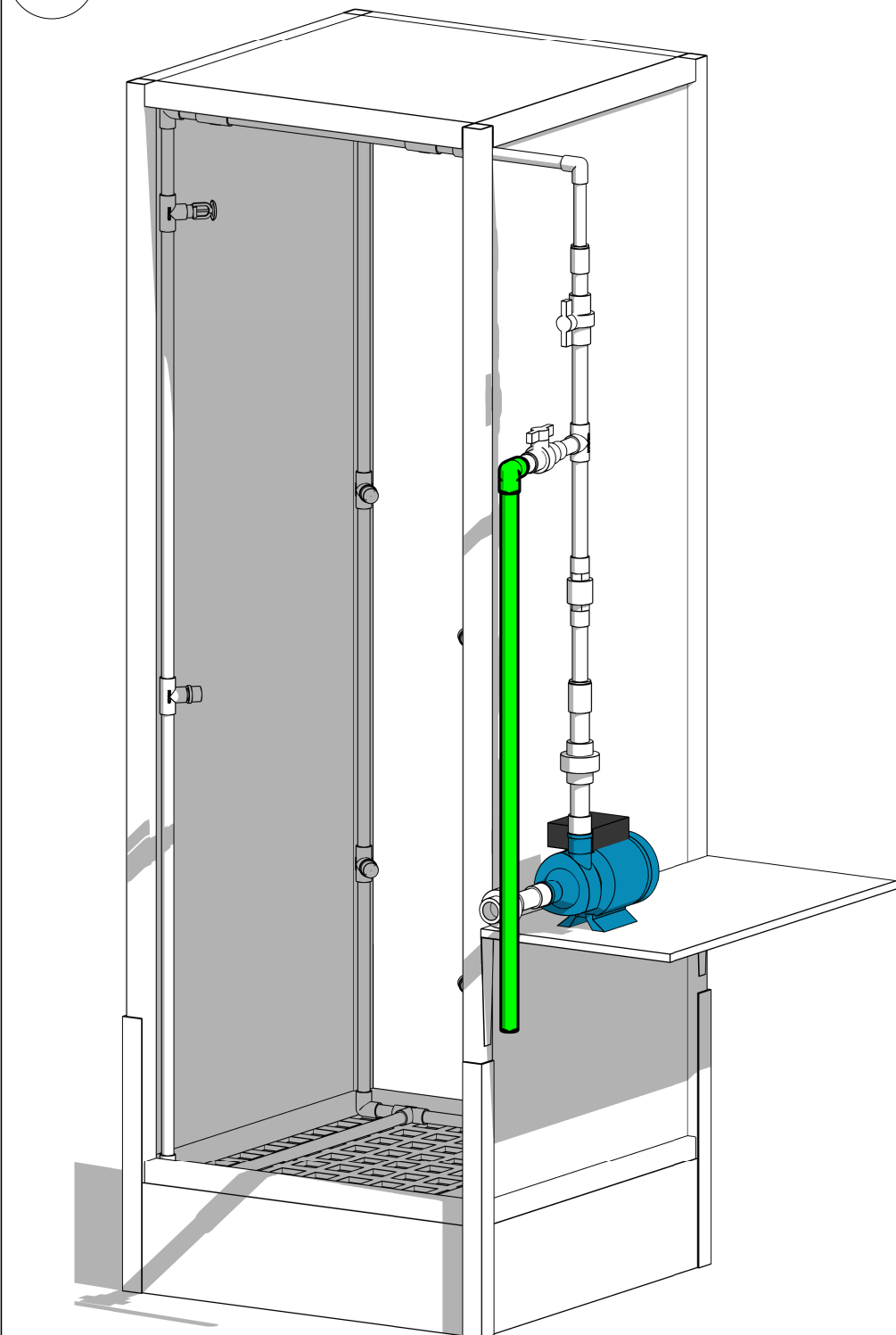
20 Fase 20



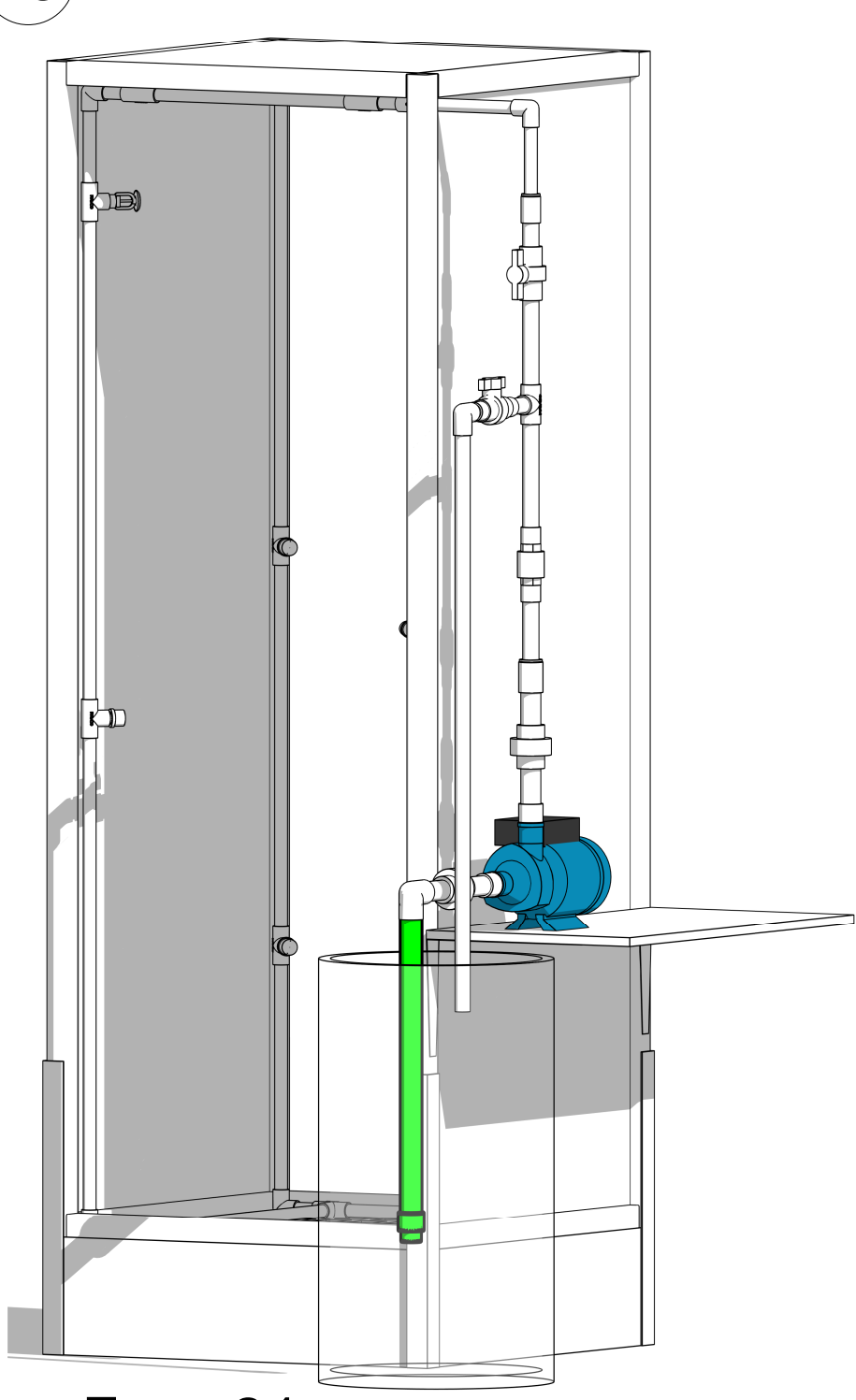
23 Fase 23



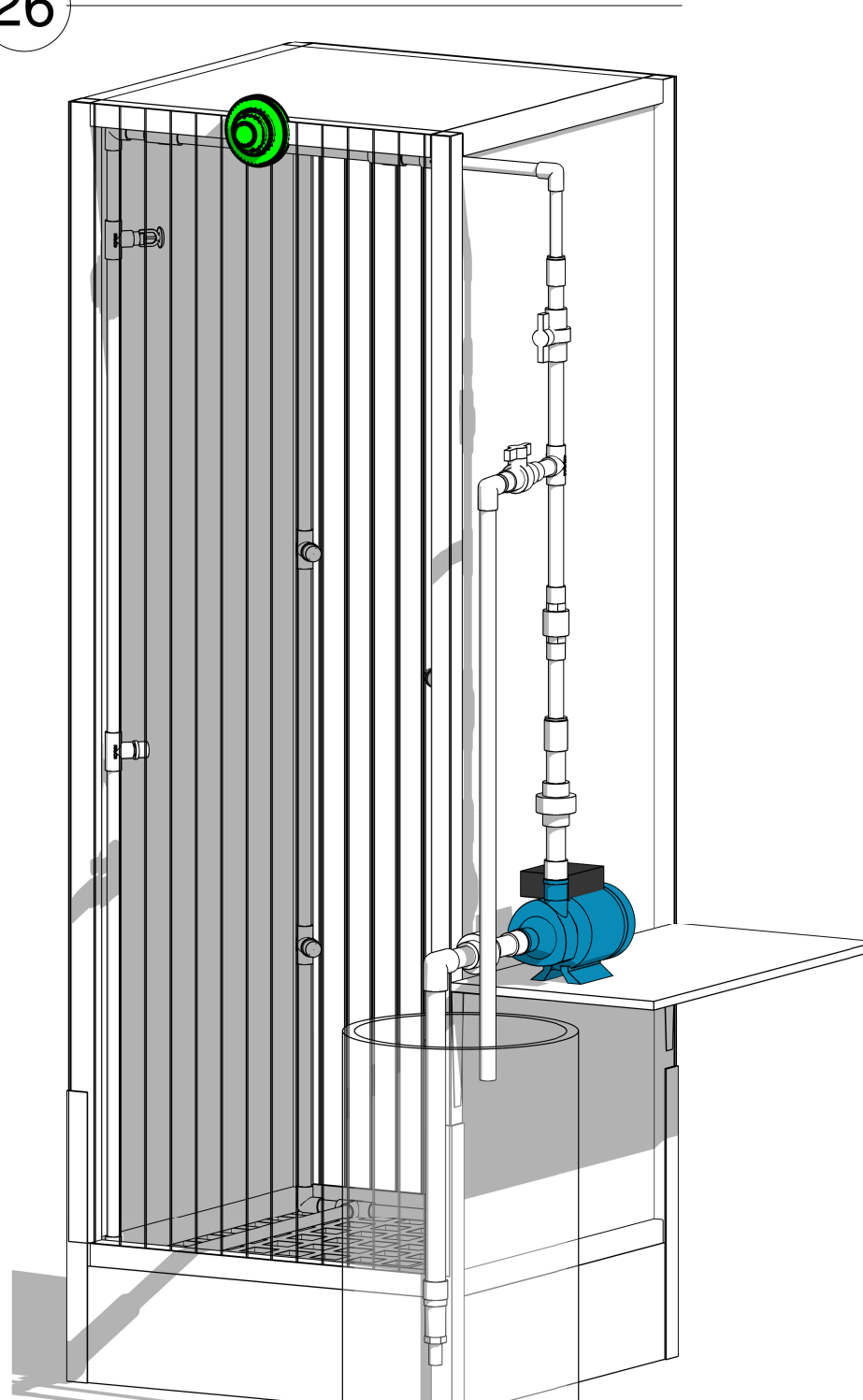
26 Fase 26



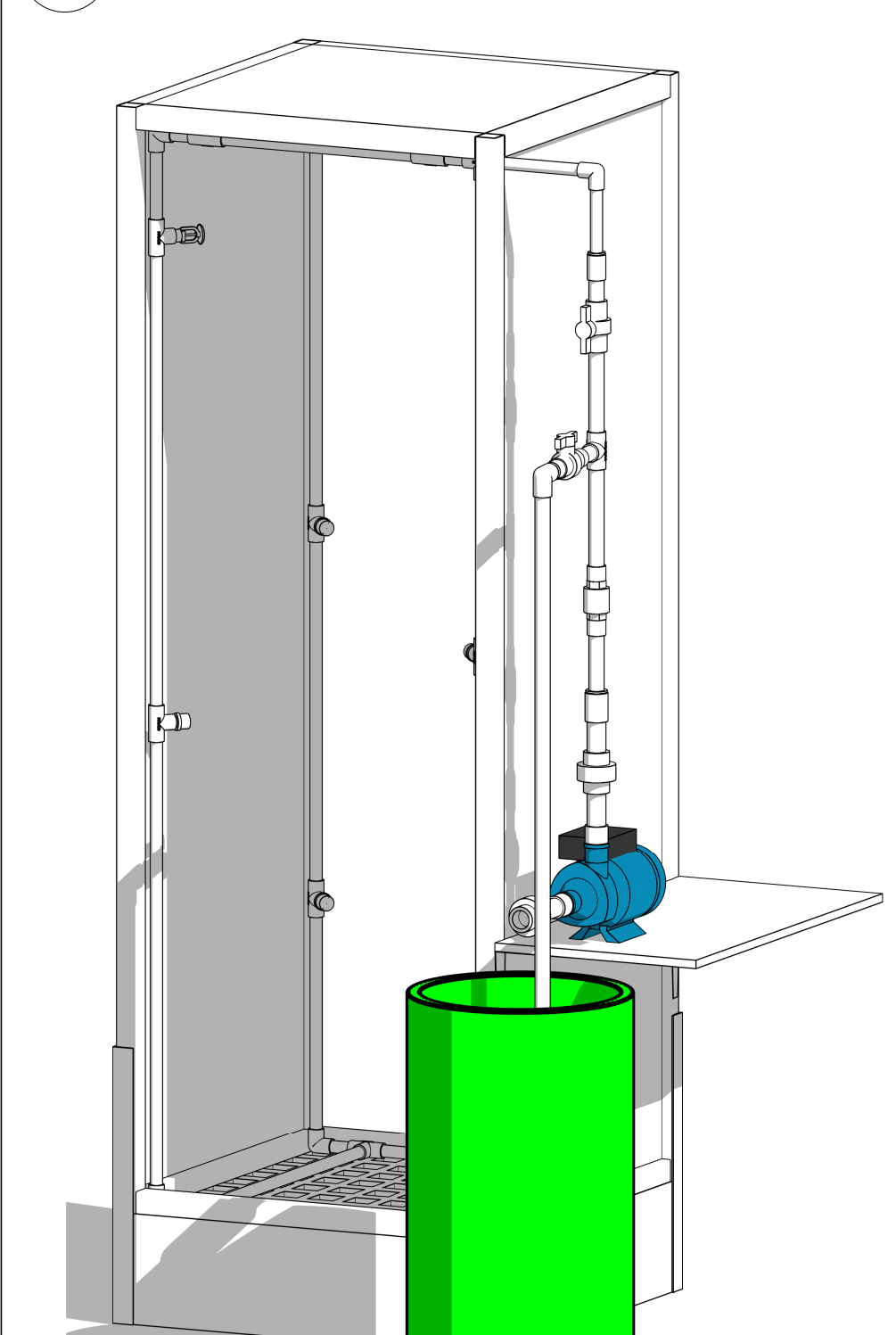
21 Fase 21



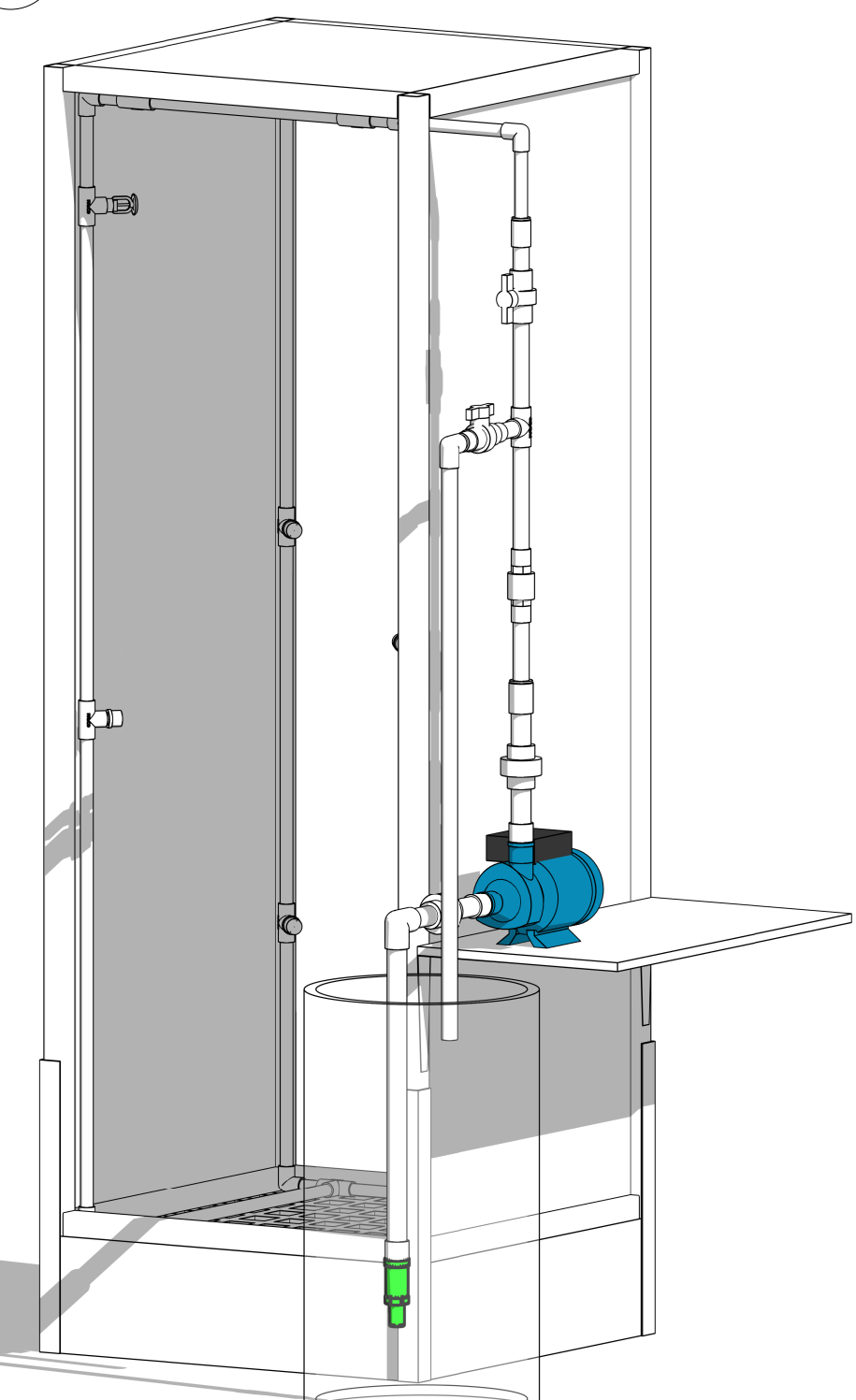
24 Fase 24



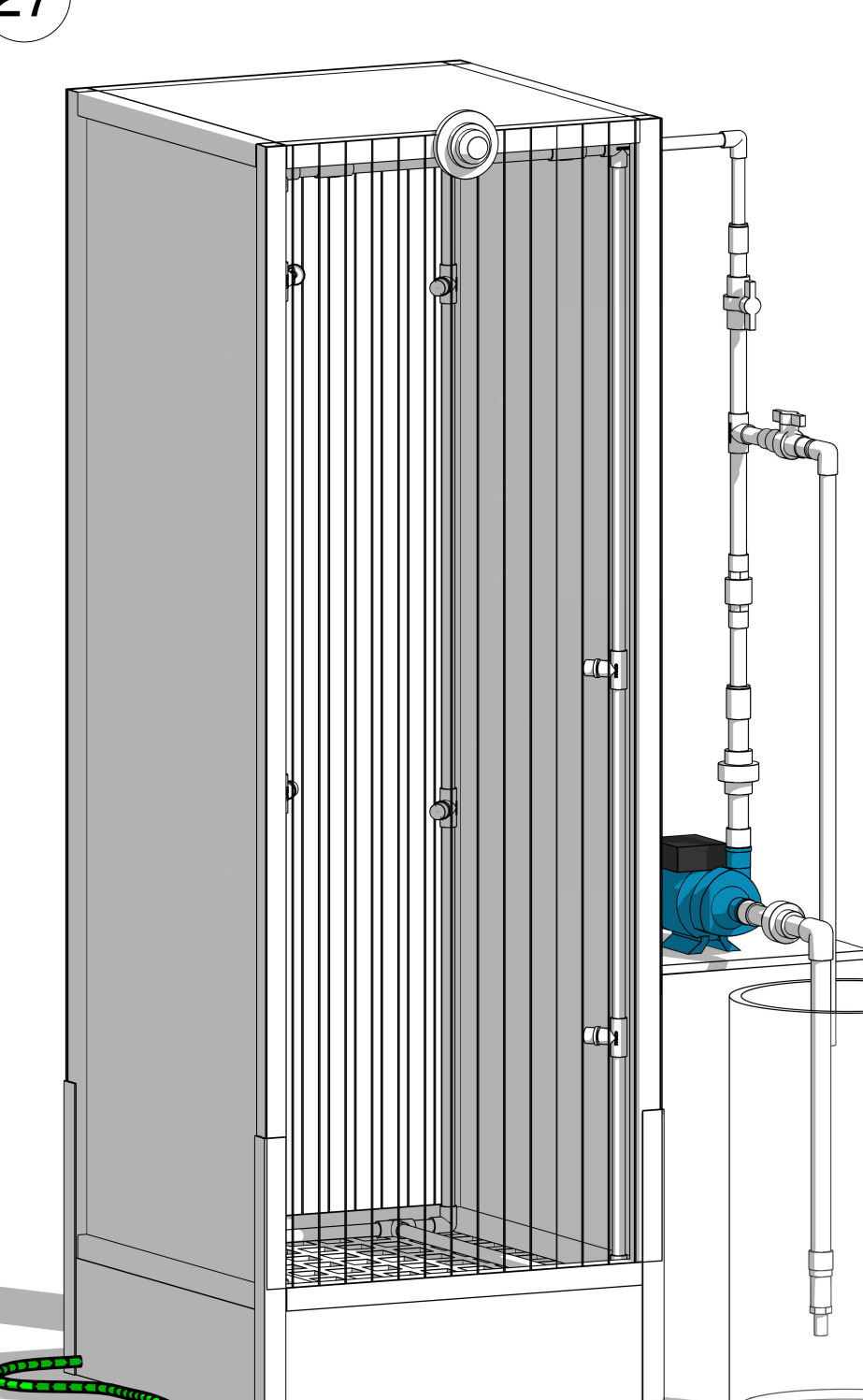
27 Fase 27



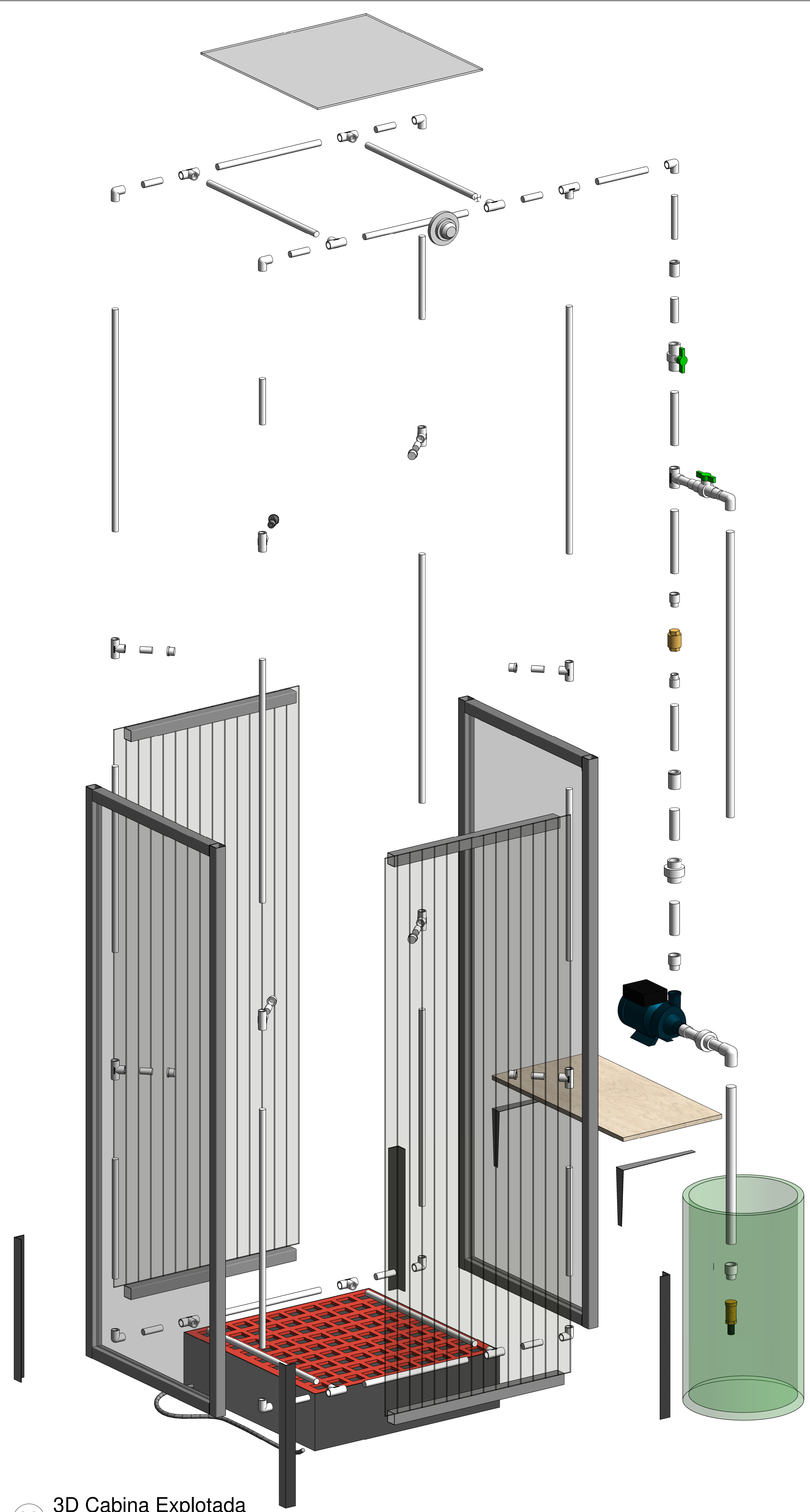
22 Fase 22



25 Fase 25



28 Fase 28



29 3D Cabina Explotada



NOMBRE DEL PROYECTO:

Cabina de Desinfección

CLIENTE:

Universidad Santo Tomás

LOCALIZACIÓN:

Cra.9 #51-11,
Bogotá, Colombia

CONTIENE:
Fases Constructivas de la 20-29 y vista explotada

OBSERVACIONES:

FASES CONSTRUCTIVAS

Diseñado por: Diego Andrés Quezada Romero

Dibujado por: Diego Andrés Quezada Romero

Fecha: 17/12/2020

Escala

F2

F2



NOMBRE DEL PROYECTO:

Cabina de Desinfección

CLIENTE:

Universidad Santo Tomás

LOCALIZACIÓN:

Cra.9 #51-11,
Bogotá, Colombia

CONTIENE:

- Vista 3D Hidráulico
- Vistas de Alzado Hidráulico Norte, Sur, Este y Oeste
- Plano de Planta Hidráulico
- Corte de Trampa de Grasas
- Vista 3D Trampa de Grasas
- Cuadro Cantidades de Tubería y Accesorios de Tubería

OBSERVACIONES:

PLANO HIDRÁULICO

Diseñado por: The Strucs

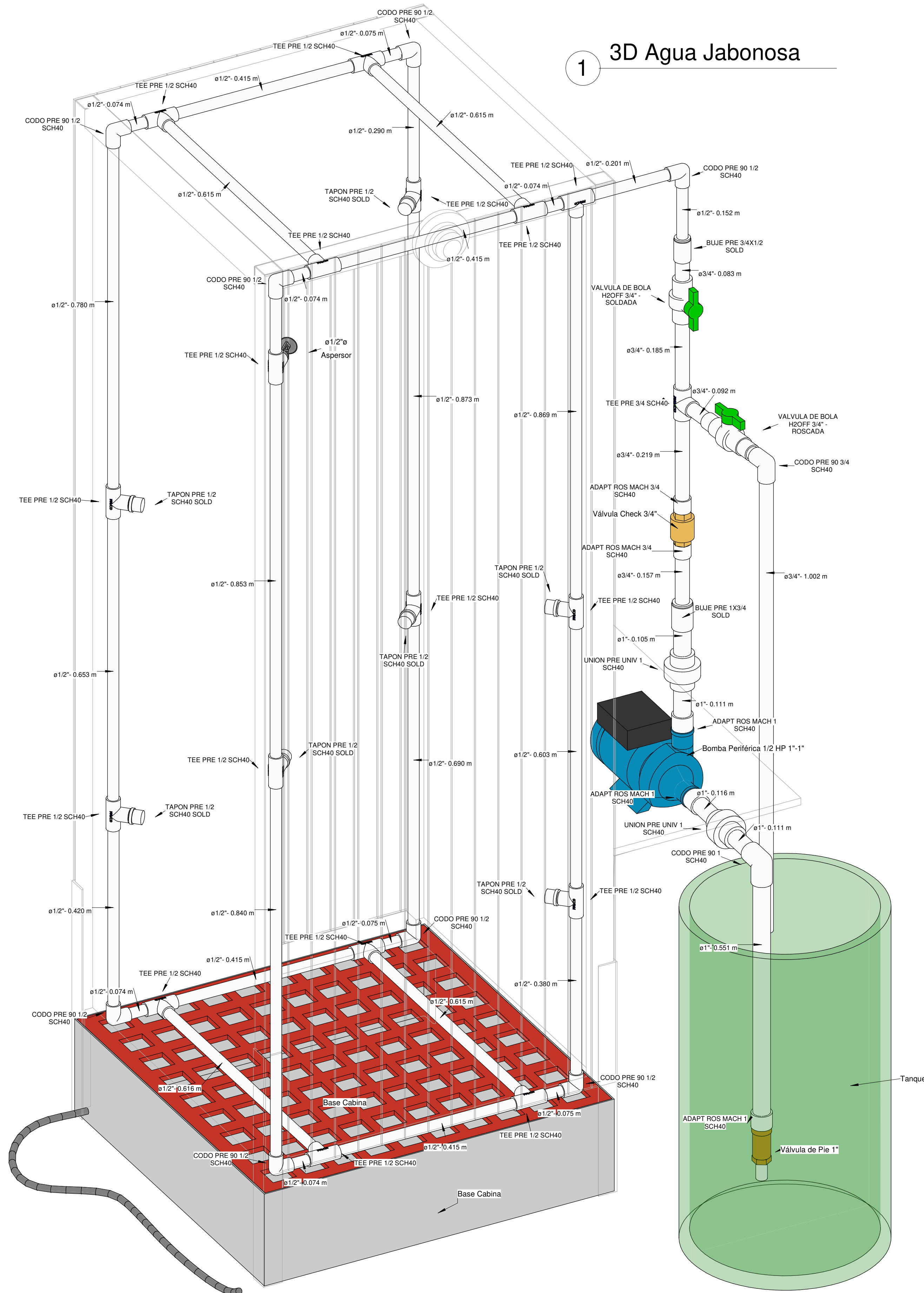
Dibujado por: The Strucs

Fecha: 17/12/2020

Escala: 1 : 10

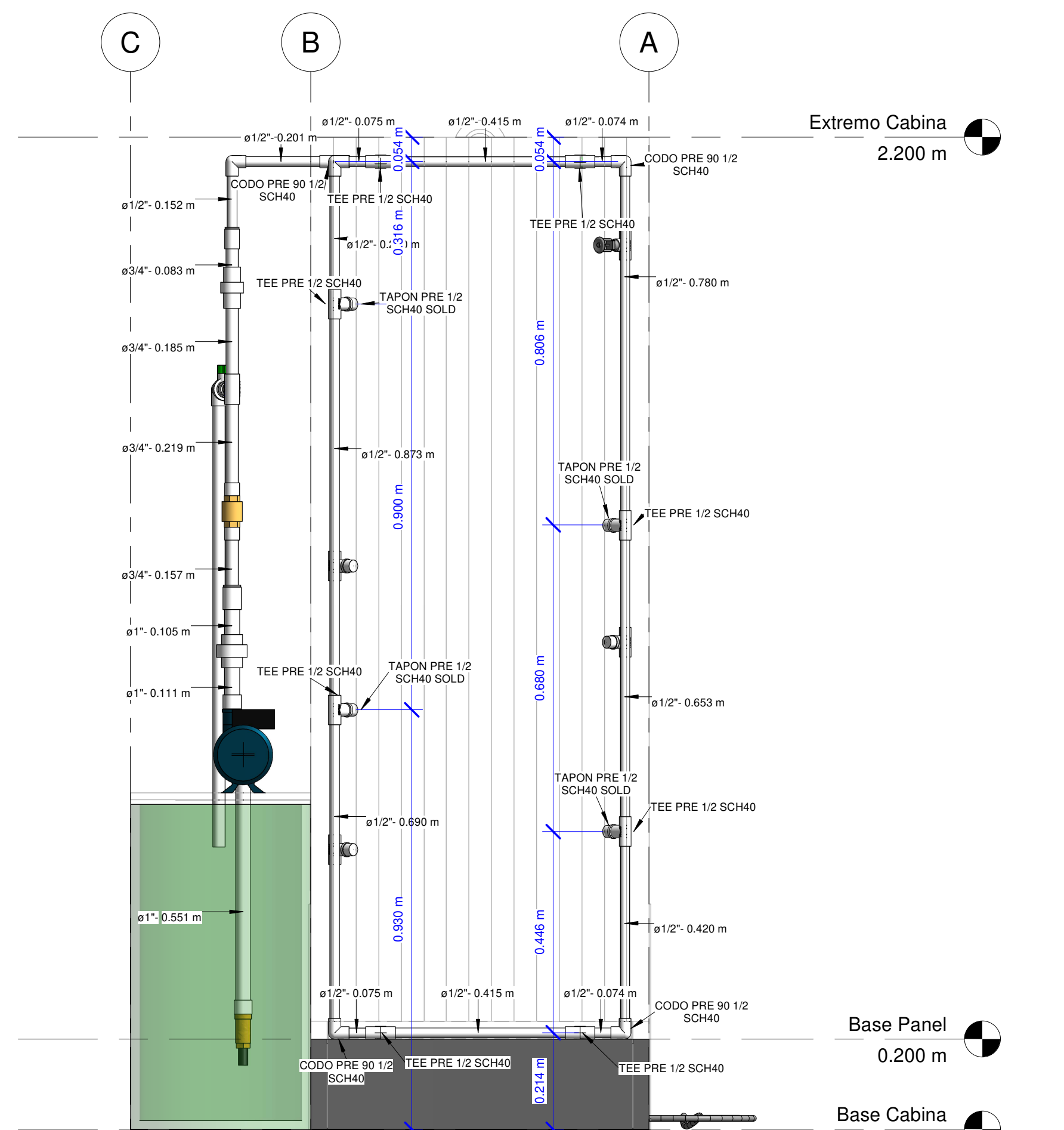
H1

H1



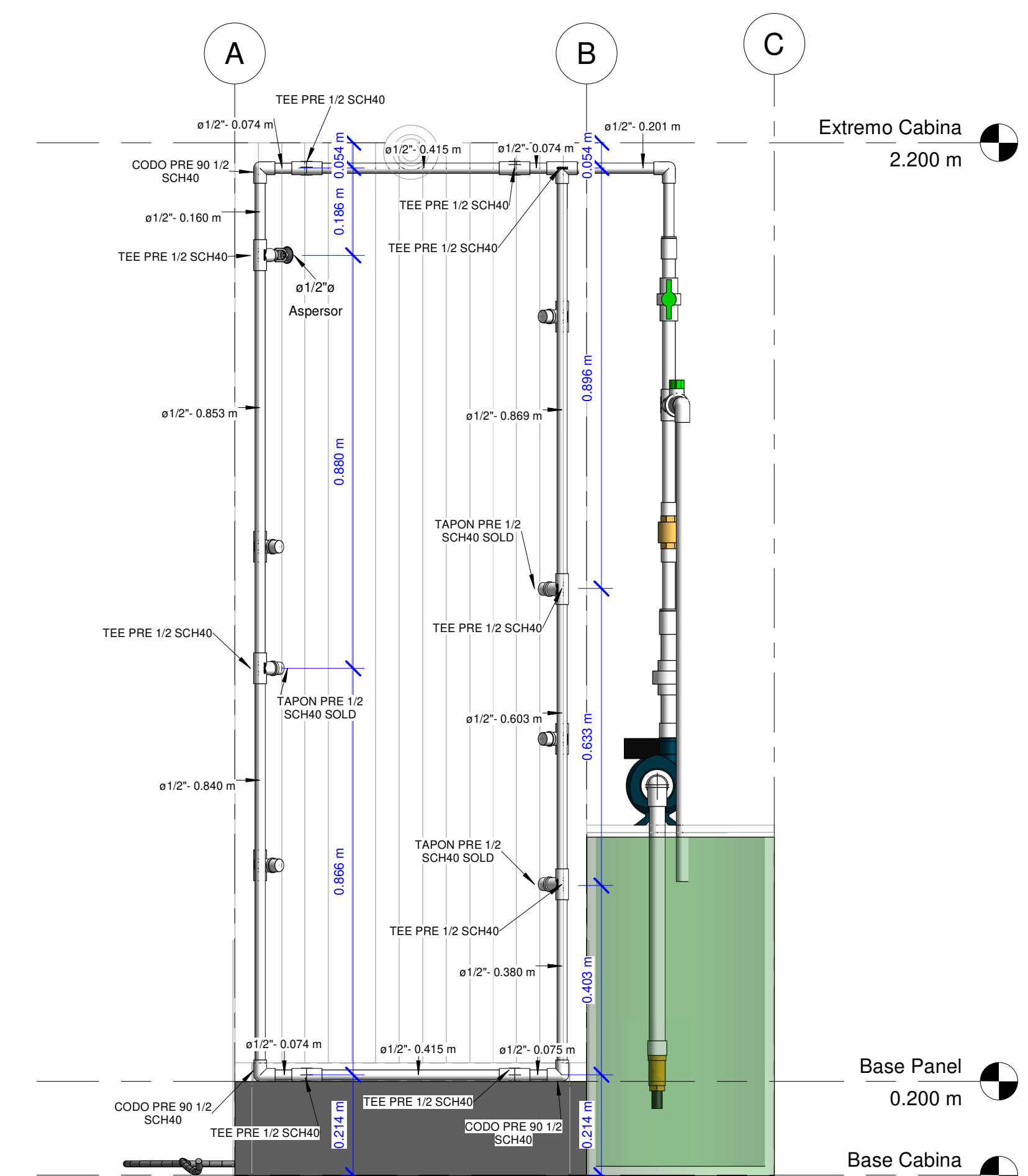
3D Agua Jabonosa

1



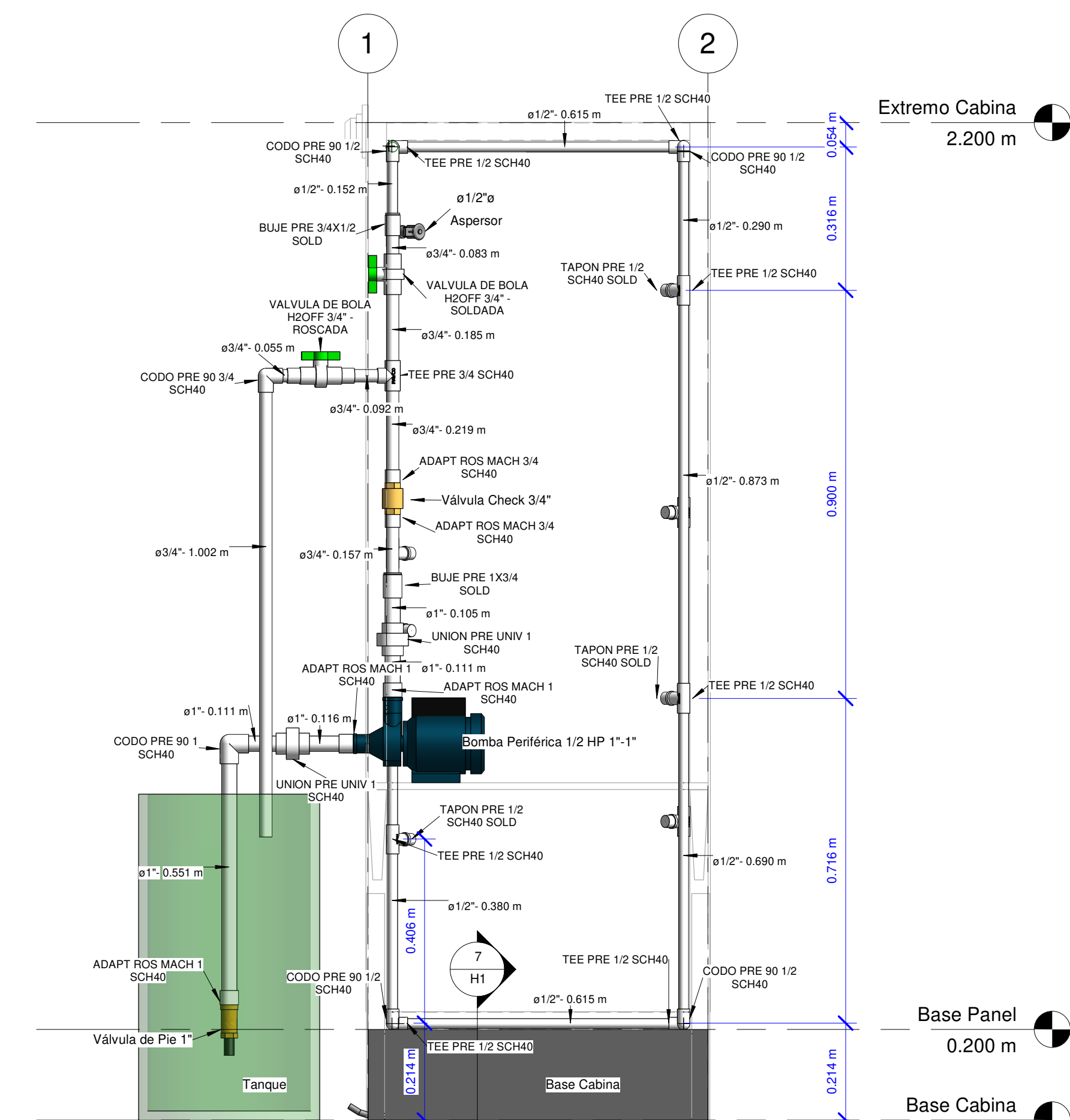
Vista Norte Hidráulico

1 : 10



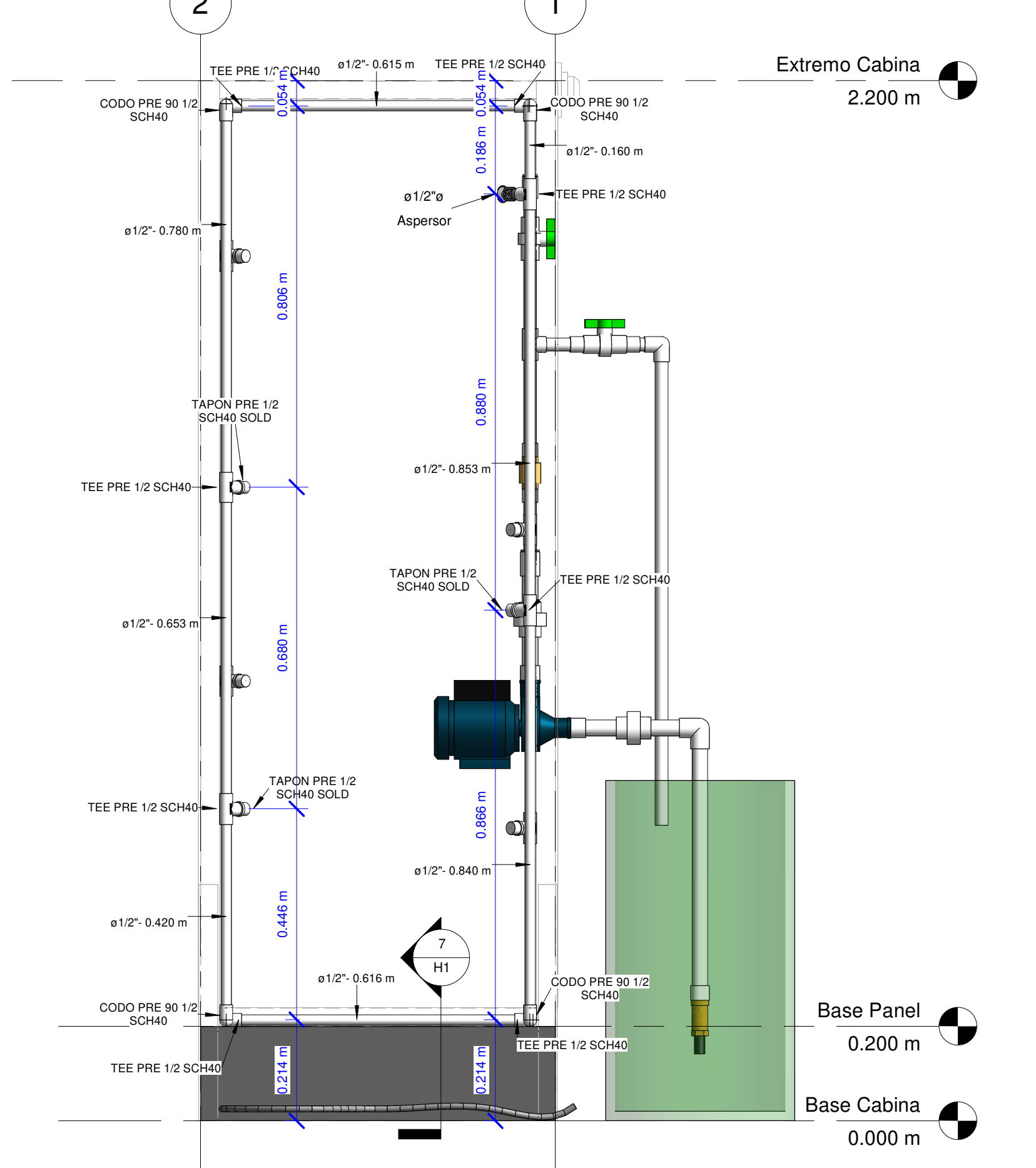
Vista Sur Hidráulico

1 : 10



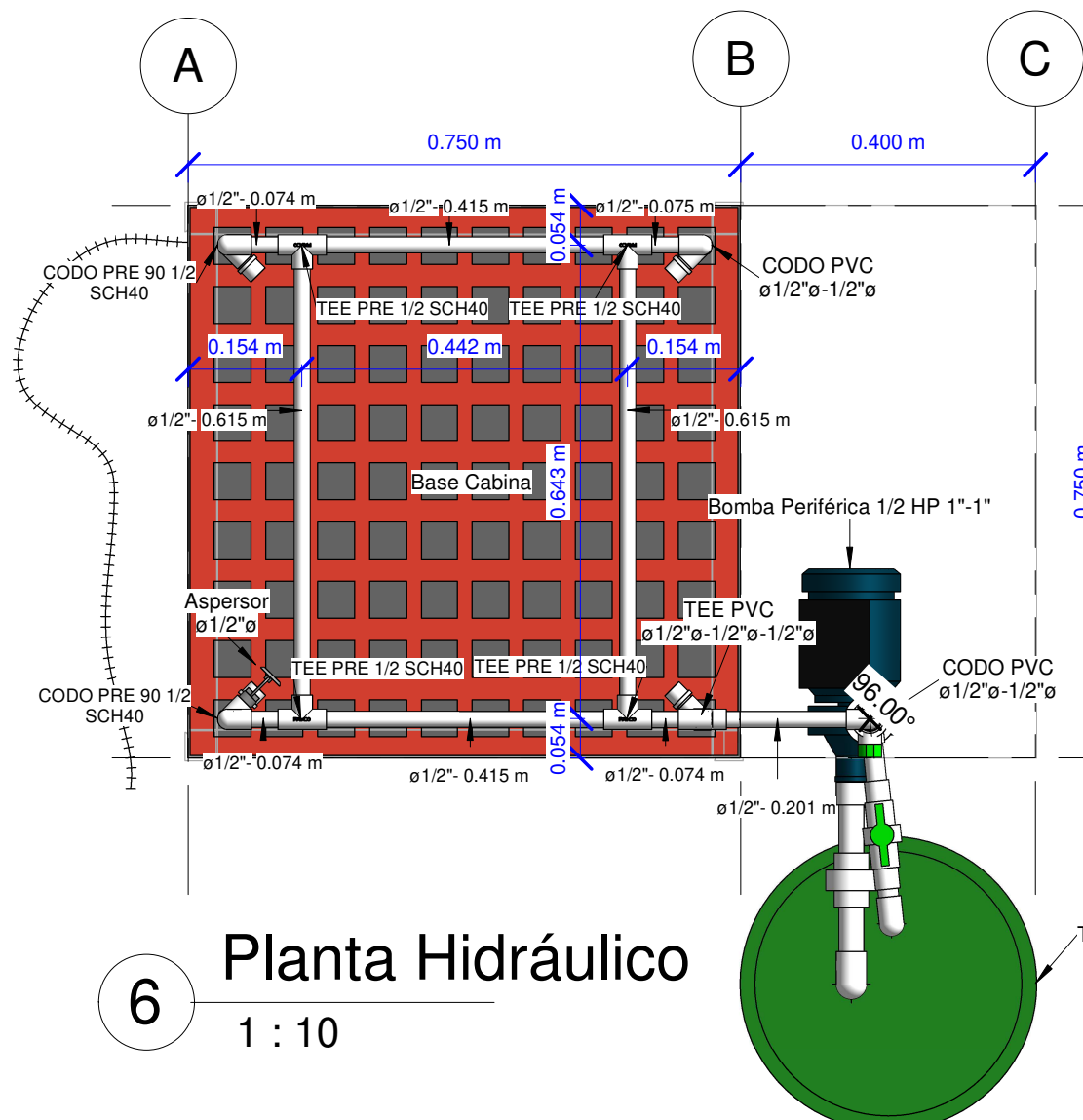
Vista Este Hidráulico

1 : 10



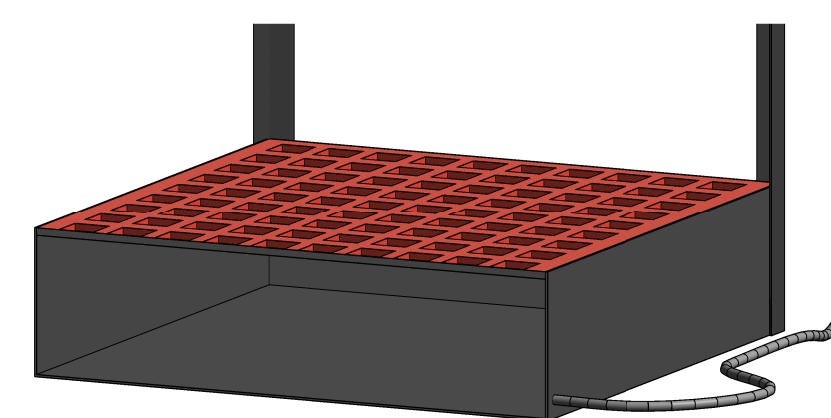
Vista Oeste Hidráulico

1 : 10



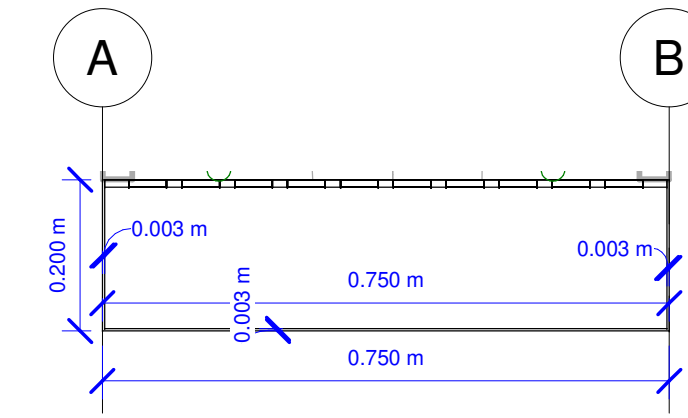
Planta Hidráulico

1 : 10



3D Base Cabina

8



Corte Trampa Grasas

1 : 10

CANTIDADES DE TUBERÍA			
Descripción	Diámetro	Longitud	
Presión PVC RDE9 en 1/2" y RDE21 6m desde 3/4" hasta 6".	1/2"	12.776 m	
Presión PVC RDE9 en 1/2" y RDE21 6m desde 3/4" hasta 6".	3/4"	1.794 m	
Presión PVC RDE9 en 1/2" y RDE21 6m desde 3/4" hasta 6".	1"	0.993 m	

CANTIDADES ACCESORIOS DE TUBERÍA		
Descripción	Tamaño	Recuento
ADAPTADOR MACHO PVC	1"ø-1"ø	3
ADAPTADOR MACHO PVC	3/4"ø-3/4"ø	2
Aspersor	1/2"ø	1
BUJE PVC	1"ø-3/4"ø	1
BUJE PVC	3/4"ø-1/2"ø	1
CODO PVC	1"ø-1"ø	1
CODO PVC	1/2"ø-1/2"ø	8
CODO PVC	3/4"ø-3/4"ø	1

CANTIDADES ACCESORIOS DE TUBERÍA		
Descripción	Tamaño	Recuento
TAPON PVC	1/2"ø	7
TEE PVC	1/2"ø-1/2"ø-1/2"ø	17
TEE PVC	3/4"ø-3/4"ø-3/4"ø	1
UNION UNIVERSAL PVC	1"ø-1"ø	2
VALVULA DE BOLA PVC	3/4"ø-3/4"ø	2