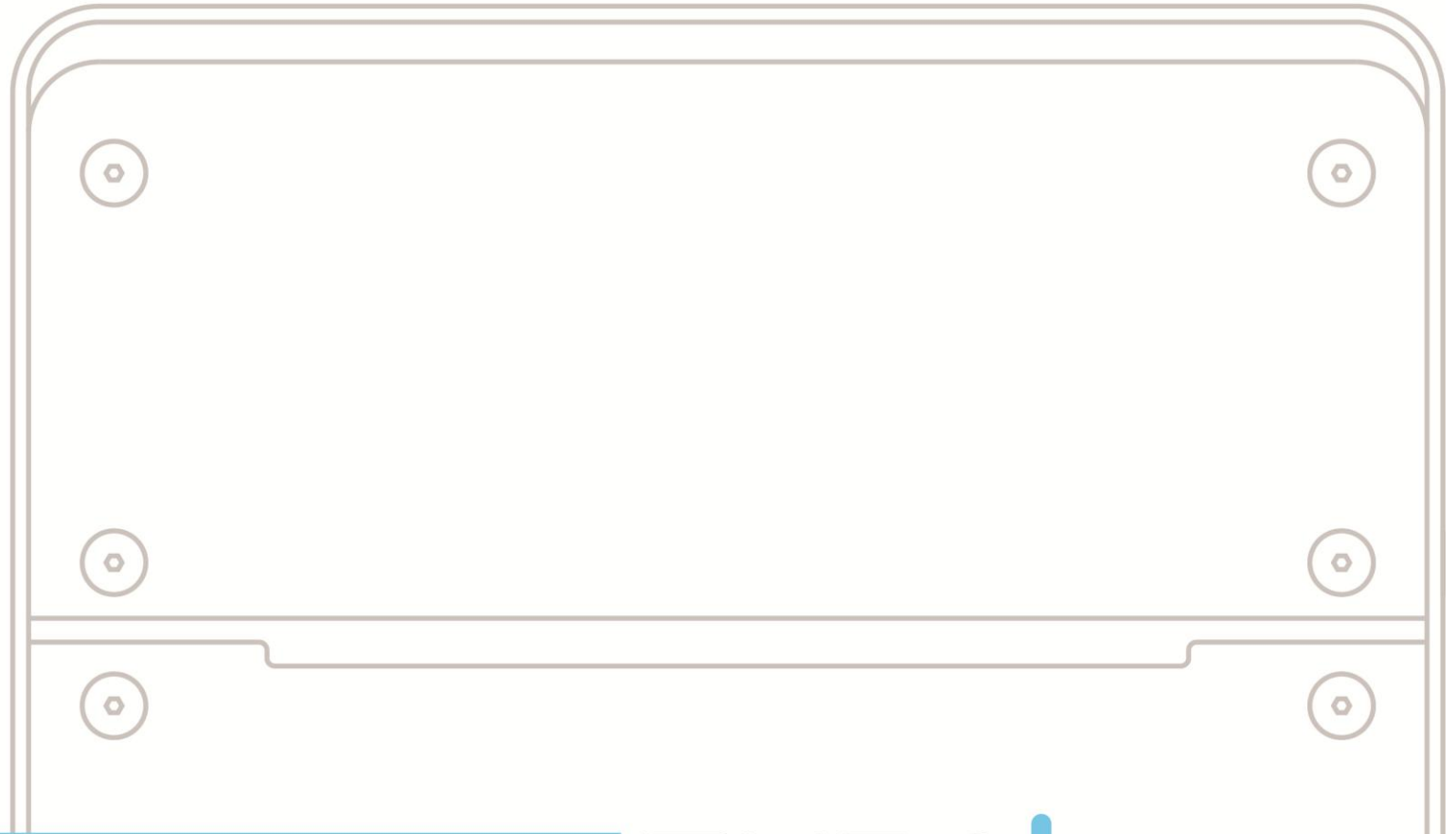




UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
DEPARTAMENTO DE PREGRADO
ESCUELA DE DISEÑO
DISEÑO INDUSTRIAL



EMRO

SISTEMA PURIFICADOR DE
AGUA POR OSMOSIS
REVERSA

Memoria para optar al título de Diseñador Industrial

Estudiante: Felipe Esteban Vásquez Teneb

Profesor guía: Pablo Dominguez G.

Universidad de Chile

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Escuela de Pregrado

Departamento de Diseño

Agradecimientos

A mi padre y hermanos por su apoyo incondicional que me han brindado a la distancia y por creer en mí en todo este proceso educativo, desde que emprendí mi objetivo el año 2007.

Agradecer a todo el equipo de NEON CREATIVE LABWARE y a los científicos de BIOQUIMICA.CL por su consideración y aporte creativo en el proceso.

Al equipo de apoyo técnico que me brindaron sus conocimientos técnicos en los componentes del sistema, y mención especial a Salvador Carvajal por enseñarme los principios básicos de Arduino.

Agradezco a Nicole Silva y Adrian Fuentes, técnico y bioquímico del laboratorio de Biología Molecular de la Universidad de Chile por darme la oportunidad de conocer empíricamente la forma como trabajan los científicos del área.

Y por supuesto, a mi madre, por creer siempre en mi y darme su apoyo y amor incondicional hasta sus últimos días... Aunque ella ya no está aquí, sé que sin ella no lo hubiese logrado.

Gracias Mamá



INDICE

RESUMEN	7
INTRODUCCIÒN	8
I. CONTEXTO	8
II. PROBLEMA	18
III. OBJETIVOS	19
IV. ESTRATEGIA DE TRABAJO	20
V. PLAN DE TRABAJO	21
Capítulo 1: VALIDACIÓN DE COMPONENTES	22
1.1 Sistema de purificación vía osmosis reversa	22
1.2 Selección de cartuchos de filtración	23
1.2.1 Cartucho de Partículas	
1.2.2 Cartucho de Carbón activado	
1.2.3 Bomba de presión	
1.2.4 Membrana de osmosis reversa	
1.2.5 Cartucho de resina de intercambio iónico	
1.3 Selección de testigos de información	26
1.4 Selección de microprocesador	27
Capítulo 2: DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES	28
2.1 Definición de módulos	28
2.1.1 Disposición de los componentes del sistema en cada módulo	
2.1.2 Módulo de Filtros	
2.1.3 Módulo de Bomba	
2.1.4 Módulo de acopio	

2.2 Zona de activación	31
2.3 Definición de sistema de comunicación	
2.4 Definición de cambio de filtros	
Capitulo 3: PROPUESTA FORMAL	33
3.1 Propuesta conceptual	
3.2 Referentes formales	
3.3 Génesis formal	
3.4 Aspectos formales de diseño	
3.4.1 Cara de conexiones entre módulos	
3.4.2 Definición de la zona de tomas de aire	
3.4.3 Principio de información del estado del sistema hacia el usuario.	
3.4.4 Proceso de cambio de filtro	
3.5 Propuesta de Diseño	40
3.6 Fabricación	45
3.7 Costo de fabricación	46
3.7.1 Tabla costos materiales e insumos para Módulo de filtros	
3.7.2 Tabla costos materiales e insumos para Módulo de bomba	
3.7.3 Tabla costos materiales e insumos para Módulo de acopio	
Conclusiones	49
Bibliografía	50
Planimetría	
ANEXOS	

RESUMEN

El presente escrito contiene la memoria del proyecto realizado para optar al título de Diseñador Industrial de la Universidad de Chile. El proyecto en si consta del diseño de un sistema de purificación de agua ultrapura 1+, a partir del proceso de osmosis reversa.

La propuesta del purificador de agua , se lleva a cabo a través de un equipo interdisciplinar formado por expertos en la Ingeniería Química, especialista en equipos de osmosis reversa; Ingeniería Eléctrica, especialista en microprocesadores y el Diseño Industrial.

La finalidad del sistema es ser integrado a los laboratorios de investigación científica del país, aportando en disminuir el proceso de obtención del agua ultrapura , poniendo a su disposición un sistema que desarrolle este insumo dentro del laboratorio, para así optimizar el trabajo de investigación realizado, en términos de tiempo, gastos monetarios y operacionales, y calidad de sus resultados

INTRODUCCIÓN

I. CONTEXTO

En Chile, la explotación de los recursos naturales sigue constituyendo una de las bases fundamentales del desarrollo país. No obstante, y de manera explícita la Comisión Nacional para el desarrollo de la Biotecnología señala la necesidad de potenciar e "impulsar el desarrollo y la aplicación de la biotecnología en Chile, con el fin de incrementar el bienestar y la calidad de vida de todos los chilenos y de contribuir a la generación de riqueza en el país, velando por la protección de la salud y la sostenibilidad ambiental", lo cual refleja la importancia que se le da a ésta área de estudio como factor de desarrollo económico ^[1] en la necesidad por buscar un incremento de eficiencia vía innovación basada en ciencia y tecnología; por lo que el impulso del desarrollo de la investigación científica en Chile, se vuelve un factor imperativo.

Es por eso que desde fines de siglo, el Ministerio de Economía ha decidido reforzar la innovación tecnológica como herramienta para diversificar su espectro de actividades ^[2], esto en vista de la relación causal entre innovación y desarrollo económico, teniendo en cuenta el rol del Estado en el momento de promover

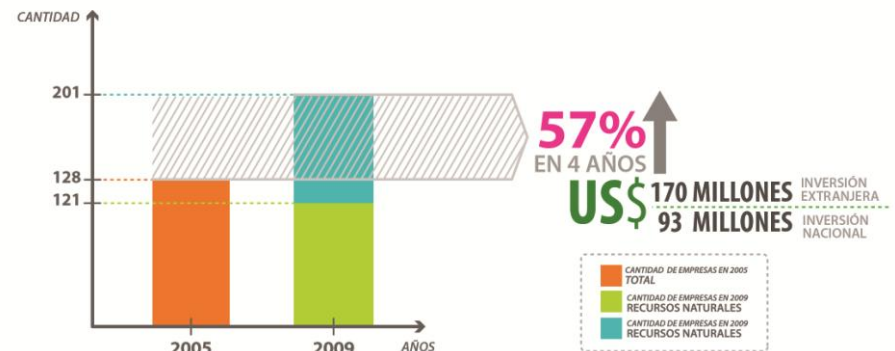


Fig. 1: Aporte monetario nacional y extranjero a los laboratorios. Fuente Asembio

la innovación en bienes y procesos, y fortalecer así las capacidades de I+D que se ven reflejadas en la creación del Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica, a principios de siglo, con el fin de promover la investigación básica, aplicada y los esfuerzos de desarrollo biotecnológico en institutos de educación pública y empresas privadas.

Esto ha impactado en el mejoramiento de la infraestructura científica y los recursos humanos, reflejados en la creación de centros de investigación universitarias y laboratorios de investigación científica biotecnológica, tanto en inversiones públicas como a nivel privado.

Los laboratorios de investigación científica (L.I.C.), se caracterizan por realizar un trabajo multidisciplinar en las diversas áreas de las ciencias con el fin de dar solución a temas asociados al conocimiento intrínseco de las ciencias aplicadas, a los orígenes y posibles curas relacionadas a organismos patológicos, a desarrollar mecanismos y herramientas para disminuir el impacto al medioambiente de productos que usamos a diario, etc.

En lo respecta al objetivo principal de cada L.I.C. que se presentan en Chile, estos se clasifican según su actividad primaria y el nivel de riesgo biológico que puedan presentar, definido por el "manual de bioseguridad en laboratorio" desarrollado por la Organización Mundial de la Salud, el año 2005, siendo los Laboratorios básicos de niveles de bioseguridad 1 y 2 los que se presentan con mayor frecuencia en el país, desde laboratorios escolares, hasta laboratorios de investigación biotecnológica como lo son los laboratorios de diagnóstico e investigación, y las redes de salud. (VER ANEXO 1)

GRUPO DE RIESGO	NIVEL BIOSEGURIDAD	TIPO DE LABORATORIO	PRÁCTICA
1	BÁSICO 1	- ENSEÑANZA BÁSICA - ENSEÑANZA MEDIA - INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS	INVESTIGACIÓN
2	BÁSICO 2	- ENSEÑANZA MEDIA - INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS - SERVICIOS DE ATENCIÓN	INVESTIGACIÓN ATENCIÓN PRIMARIA DIAGNÓSTICO
3	CONTENCIÓN 3	- SERVICIOS DE DIAGNÓSTICO ESPECIAL	INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICO
4	CONTENCIÓN MÁXIMA 4	- UNIDADES DE PATÓGENO PELIGROSOS	INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICO

USO DE AGUA ULTRAPURA

Fig 2: Clasificación de laboratorios, fuente "MANUAL DE BIOSEGURIDAD EN LABORATORIOS"

Estas deben estar diseñadas para cumplir, como mínimo, los requisitos del nivel de bioseguridad 2 en la elaboración de los planes y diseño, según las políticas de bioseguridad como lo muestra la Figura 2

Laboratorios de investigación científica en Chile

En lo que se refiere a la infraestructura y el equipamiento de los laboratorios de investigación científica en Chile, el informe desarrollado por INNOVAR CHILE deja en clara evidencia los espacios con lo que cuentan los laboratorios para incorporar sus equipos (ver ANEXO 2), tales como biorreactores, estaciones de trabajo de bioseguridad, estufas de cultivo, equipos de refrigeración, estanques de agua purificada y cámaras aisladas, como también el personal que opera en cada área.



Fig. 3: Laboratorio de Transducción de señales moleculares, captura propia

Todo trabajo desarrollado en un laboratorio de investigación funciona en un orden jerárquico (ver Figura 4), el cual su segmentación va de acuerdo a los roles que requiere la investigación; Entendiéndose como una organización donde el “jefe de laboratorio” dirige la investigación y las decisiones que se toman en el laboratorio, seguido por un equipo de trabajo de diversos estudiantes “tesistas” y “técnicos”, que buscan dar soluciones a las distintas aristas de la investigación realizando el trabajo empírico dentro del laboratorio. Ya que una investigación de carácter científico requiere de la participación de diversas disciplinas para lograr los objetivos planteados, se hará mención a “científicos” como nombre genérico al mencionar “tesistas” y “técnicos” del área científica.

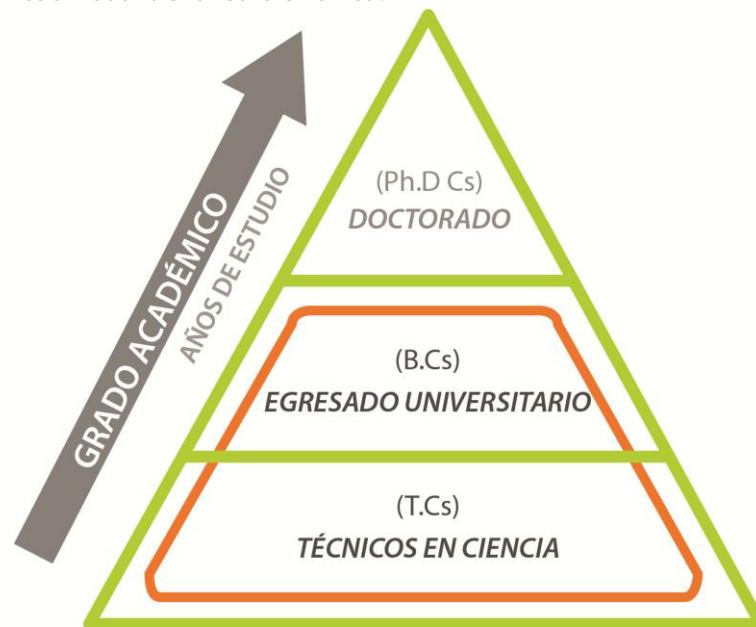


Fig. 4: Orden jerárquico de los laboratorios, elaboración propia

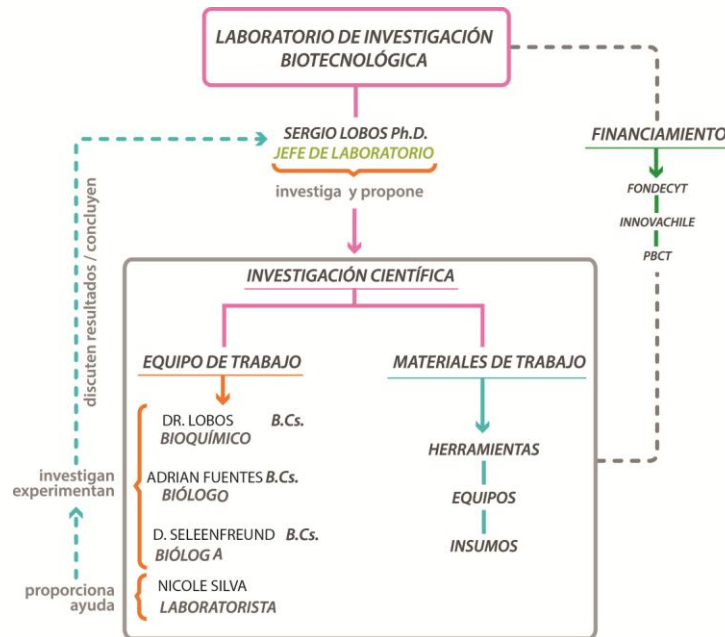


Fig. 5. Diagrama equipo de trabajo en laboratorio Biología Molecular, U. de Chile, elaboración propia

Son los científicos quienes se relacionan directamente con el equipamiento que el laboratorio dispone y el uso de los incontables insumos que manipulan para lograr sus propias investigaciones sobre las superficies de trabajo que utilizan para ejecutar las actividades de la investigación. Pero ante todo, la decisión de la disposición de los equipos en el laboratorio y las superficies de trabajo de cada actividad queda a cargo del jefe de laboratorio, quien además lleva a cabo la gestión económica y administrativa del laboratorio, en lo que respecta a los gastos operacionales, la organización de capital, tanto en periodos semestrales como anuales, y la dosificación de los insumos

En la figura 6, se muestra la relación entre Infraestructura, (1), Laboratoristas (2), Equipamiento (3), en donde lo que ocurre en el laboratorio es la relación y distribución del espacio de trabajo (4), la huella de laboratorio (5) (definido como el área que utilizan los equipos e instrumentos dentro del laboratorio) y el uso de los equipos e insumos (6)

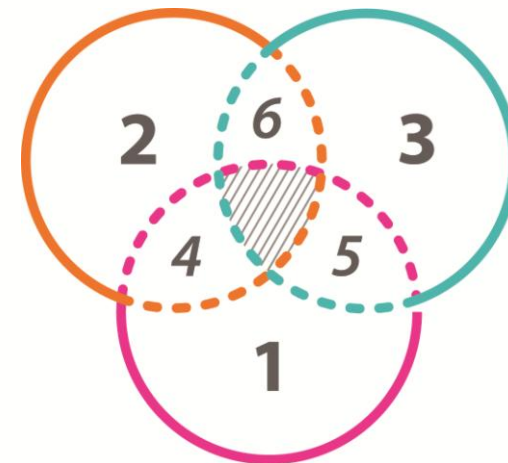


Fig. 6. Diagrama relación entre infraestructura, laboratorista y equipamiento, elaboración propia

Esto afecta directamente a las prioridades que el jefe de laboratorio debe prevalecer para el correcto funcionamiento del laboratorio y lograr las expectativas de la investigación, allí es donde el capital humano, los insumos y el equipamiento a adquirir cobran un valor estratégico según su necesidad y prioridad..

Importancia de los insumos dentro del laboratorio

A partir de las visitas realizadas a estos tipos de L.I.C. y la propia experiencia vivida y relatada por científicos, se ha definido que dentro de la categoría de los insumos que son utilizados permanentemente en las investigaciones científicas y que deben adquirirse reiteradas veces por el nivel de pureza y consumo que demanda, es el agua ultrapura, o denominada agua Tipo 1 (VER ANEXO 3), un insumo de vital importancia en las investigación biológicas y químicas, que influyen directamente en el grado óptimo de los resultados de las investigaciones que se realizan en los laboratorios.

Tanto Laboratorios de análisis como de desarrollo científico en centros de investigación privada o en universidades, requieren de esta clasificación de agua de óptima calidad para eliminar variables ocultas en los resultados de sus análisis. Se hará mención a "agua ultrapura" como nombre a la clasificación de agua ultrapura tipo 1. Su aplicación es considerada para análisis clínicos, en trabajos con cultivos celulares o en fluidos con componentes bioquímicos donde es indispensable el uso de agua de la mejor calidad y pureza.

Equipos e instrumentos como cromatógrafos de gases y de líquidos, espectrómetros de absorción y emisión atómica, deben operar con agua ultrapura con la cual se tenga la absoluta certeza de la ausencia de contaminantes, elementos orgánicos e inorgánicos, así como componentes sólidos que puedan interferir con los resultados del análisis.



Fig. 7 y 8: Compartimiento de insumos fungibles de laboratorio , captura propia

Agua ultrapura: obtención del insumo en un laboratorio de investigación científica

Para aclarar uno de los procedimientos que los laboratorios de investigación científica realizan para la obtención de agua ultrapura, se ha tomado como caso de estudio al Laboratorio de Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile, el cual cuenta con un espacio de 28 m², para un total de 3 tesis trabajando simultáneamente en jornadas laborales de 8 horas, con una oficina adicional para el jefe del laboratorio, el Dr. Sergio Lobos PhD que, en conjunto con el Laboratorio de Transducciones de Señales Moleculares L.T.S.M. de la misma facultad, van confluyendo las ramas de la biología y la química para crear un equipo multidisciplinario que toma los roles correspondientes a las actividades que se generan en este contexto.

Dentro del contexto de los L.I.C, el sujeto de estudio a considerar es el “científico”: tesis y técnicos del equipo de trabajo, quienes realizan el trabajo empírico de la investigación interactuando directamente con las herramientas y el equipamiento disponible en el laboratorio, haciendo uso de los insumos y elementos fungibles, según las indicaciones del jefe de laboratorio a cargo.

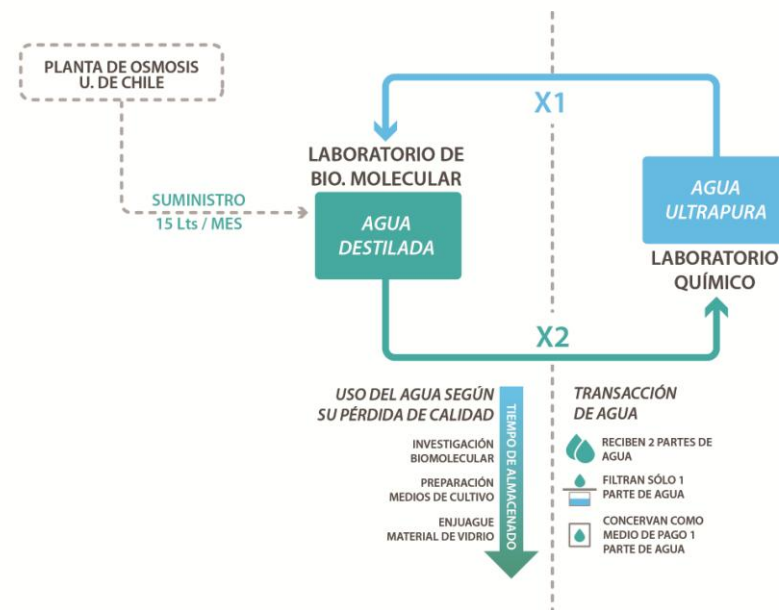


Fig. 9: Diagrama “obtención de agua ultrapura del Laboratorio de biología Molecular”, elaboración propia

Si bien, las actividades varían según la investigación que cada laboratorio esté comprometido, el uso de un agua ultrapura se mantiene como un elemento constante en su participación, tanto en su aplicación a las muestras para generar soluciones homogéneas y puras, el desarrollo de reactivos o muestras de cultivo; como también en la limpieza de los elementos utilizados en el laboratorio tales como matraces o vasos precipitados que garantizan un nivel de pureza en todo su proceso de investigación.

En este caso de estudio, la obtención de agua ultrapura se da a través de varias operaciones, partiendo por la gestión de compra de agua desmineralizada, a cargo del jefe del Laboratorio de Biología Molecular, el Dr. Sergio Lobos Camus PhD, quien contacta a la Unidad de Producción de Agua Purificada C.I.Q. de la Universidad de Chile, los que realizan el servicio de producción de agua desmineralizada e instalación de estanques de 20 lt del insumo dentro del laboratorio.

La instalación y reposición del insumo está a cargo de un técnico del C.I.Q., quien al momento de realizar su trabajo le entrega un informe detallado de la calidad del agua recibida al Jefe del laboratorio. Una vez instalado el estanque de acopio, gran parte el agua desmineralizada queda estancada, y otra parte es dosificada en tubos falcon de 50 ml por el tesista Adrian Fuentes, practicante Bioquímico de la Universidad de Chile.



El insumo queda guardado hasta que uno de los "científicos" requiera de agua ultrapura. Para ello, la porción sustraída en los tubos falcon es intercambiada al L.T.S.M., quienes, a partir de un equipo de osmosis reversa que poseen, producen agua ultrapura. A su vez, el L.T.S.M. exige un intercambio en relación 2:1, es decir, el laboratorio que posee el equipo de osmosis reversa entrega el 50% del agua recibida en agua ultrapura, quedándose con el resto de agua desmineralizada para sus propios propósitos.

Este proceso es repetido con frecuencia entre ambos laboratorios, ya que la calidad ultrapura del agua se da en el momento que es producida y su estado de pureza a la exposición es de corta duración.

Fig. 10: Diagrama intercambio de agua entre laboratorios, elaboración propia

Equipos de osmosis reversa en el mercado

Actualmente, los equipos de osmosis reversa son proporcionados al mercado nacional a través de la importación, siendo algunas empresas privadas como H2OPRO, Promiment CHILE y MERCK, entre otras, las encargadas de ofrecer el servicio de importación, distribución, instalación y mantenimiento de estos equipos, siendo sus principales clientes las grandes industrias mineras y agropecuarias, por lo que la oferta de sus productos están ligados a la alta demanda de agua ultrapura, que discrepa con las cantidades que los laboratorios de investigación científica requieren, tanto en producción del insumo como en la dimensión de los equipos.

No obstante, el mercado internacional ofrece equipos de menor tamaño enfocado específicamente a los laboratorios de investigación científica. Estos equipos, que cuentan con certificaciones internacionales CE y NSF, de un tamaño regulado según las recomendaciones de los reglamentos internacionales de la NTP^[3] en lo que se refiere a la "prevención de riesgos en los laboratorios", según la relación entre la cantidad de operarios y espacio disponible

Si bien no existe una regla internacional que establezca las dimensiones que deben tener los laboratorios de investigación, la NTP internacional recomienda tener como criterio un mínimo de 15m² por operario, considerando un óptimo espacio de 50 m² para un máximo de 3 operarios.

bajo estas condiciones, las empresas desarrolladoras de equipos de osmosis reversa diseñan y fabrican para su público objetivo.

Los equipos de osmosis reversa están sujetas a su tecnología y sus componentes internos.

Estos caracterizan por ser un sistema unitario que cuenta con un mínimo de 3 filtros principales que van cumpliendo sus funciones de purificación por etapas, conforme a la eliminación de componentes orgánicos e inorgánicos dispuestos en el agua, más una membrana de osmosis reversa y bombas de agua para mantener el flujo constante del agua dentro del sistema. Según la capacidad del sistema, se van agregando mas filtros de la misma categoría



Fig. 11: Equipo de osmosis reversa, fuente Technotronicx

(3) NTP : Notas técnicas de prevención

Situaciones problemáticas

Los laboratorio de investigación tienen dos opciones para obtener agua ultrapura. Para ambos casos esto conlleva a situaciones problemáticas.

Situación problemática A

Los laboratorios que optan por comprar el insumo a industrias que lo ofrezcan, tienen que realizar un proceso de compra, en donde el jefe de laboratorio debe mantener una estrecha relación con los proveedores del insumo



Fig. 12: Diagrama gestión administrativa compra de agua ultrapura, elaboración propia

para que el tiempo de espera entre la compra y el servicio de entrega del insumo no deje desabastecido al laboratorio, por lo que se vuelve necesario mantener un control permanente del stock disponible en el laboratorio.

En este procedimiento, el jefe del laboratorio debe realizar la compra y esperar que el insumo llegue a su destino según las condiciones del proveedor. Esto va generando una dependencia del laboratorio hacia el proveedor. No obstante, cuando el producto es entregado por los técnicos de la empresa proveedora, los "científicos" del laboratorio deben dosificar parte del insumo en porciones más pequeñas y almacenarlo en la sección de "elementos fungibles".

Mientras transcurre el tiempo, el agua ultrapura que se mantiene en reposo en el laboratorio va perdiendo su grado de alta pureza, por lo que una parte de la compra del insumo es considerada como pérdida económica para el laboratorio al finalizar su ciclo.

Esto conlleva a que la gestión de compra se vuelva reiterativa al corto plazo.

Situación problemática B

Por otra parte, si bien el mercado internacional ofrece equipos de purificación de agua ultrapura para laboratorios, su costo económico en la compra inicial está por sobre la capacidad de un laboratorio promedio para invertir en uno ya que estos equipos, sin considerar que requieren de una mantención periódica por sus proveedores en lo que respecta a los cambios de sus cartuchos de filtros, revisión de su sistema eléctrico y electrónico, manteniendo una dependencia del laboratorio en la contratación de servicios de mantención. Esto va generando costos adicionales y tiempo al laboratorio al corto y largo plazo.

Considerando además que la dimensión de estos equipos muchas veces no es acorde a la capacidad de infraestructura de un L.I.C., muchas veces se vuelve inviable la compra e incorporación de estos equipos en el espacio de trabajo disponible.

En la figura 13, se explica el proceso que el laboratorio debe realizar si tiene la posibilidad de comprar un equipo de purificación.



Fig. 13: Diagrama gestión administrativa compra de equipo de purificación, elaboración propia

II. PROBLEMA

Para poder identificar el problema de diseño, se han descrito las situaciones problemáticas que un L.I.C debe realizar para la obtención de agua ultra, por lo que se puede concluir que los métodos tradicionales de obtención de agua ultrapura 1 que un laboratorio utiliza, no permiten al usuario realizar sus investigaciones de forma óptima, en términos de espacio, tiempo de almacenaje y gestión de compra del insumo.

Oportunidad de diseño

Para dar una solución al problema, el diseño puede intervenir de forma directa al centrarse en la disponibilidad de espacio de los L.I.C. y en las necesidades del usuario por obtener el insumo en el momento previo a su utilización, a través de la creación de un sistema de purificación de formato coherente a las limitaciones de los laboratorios y a la interacción con el científico, para así, reducir sus gastos operacionales, su dependencia de externos y la pérdida del insumo producido.

Hipótesis

La variación del método tradicional de obtención de agua ultrapura, mediante la creación de un sistema de purificación acorde a los espacios disponibles en los L.I.C. y las exigencias del usuario en la obtención y uso del insumo, permitiría al usuario producirlo en el momento previo a su utilización, reduciendo así sus gastos operacionales y la dependencia de compra y mantención a externos, sin generar pérdida del insumo.

III. OBJETIVOS

Objetivo General

Optimizar el proceso de obtención de agua ultrapura en relación al espacio disponible, el tiempo de almacenamiento y la gestión administrativa, mediante la creación de un sistema de purificación de agua que se integre a las limitaciones de los laboratorios de investigación científica.

Objetivos Específicos

- Seleccionar, a partir de las opciones brindadas por el equipo de trabajo, los componentes mecánicos de un sistemas de purificación, así como los componentes electrónicos y eléctricas para ser integrados al sistema de purificación.
- Desarrollar un sistema de purificación que permita al usuario integrarlo dentro del laboratorio, a través de la red de agua que dispongan.
- Realizar la interfaz entre el usuario y el sistema, en términos de encendido, información y mantención, que aumente la independencia del usuario en la obtención del insumo y uso del sistema

IV. ESTRATEGIA DE TRABAJO

Para establecer una propuesta integral hacia el diseño de un sistema de purificación de agua, se vuelve imperativo reunir 3 disciplinas competentes al tema, creando un equipo interdisciplinario compuesto por Giancarlo Barassi, Químico de la Universidad de Chile y Doctor en química de la Victoria University of Wellington, experto en sistemas de osmosis reversa a gran escala; Vicente Villalón, Ingeniero Civil electricista de la Universidad Católica, experto en sistemas electrónicos y eléctricos.

Ambos están a cargo de aportar los conocimientos técnicos de los componentes a integrar al sistema; frente a las decisiones de Felipe Vásquez, estudiante de Diseño industrial de la Universidad de Chile, en lo que respecta a la forma del sistema y la interacción con el usuario.

El equipo está a cargo de Matías Gutiérrez, Bioquímico de la Universidad de Chile, fundador y director ejecutivo de la empresa BIOQUIMICA.CL, quien asume la gestión del equipo, la administración de las fases y el capital al proyecto.

La figura 14, muestra la estrategia de trabajo que el equipo llevó a cabo en la delegación de roles y en las tomas de decisión durante el proceso.



Fig. 14. Esquema de estrategia de trabajo, elaboración propia

V. PLAN DE TRABAJO

En la búsqueda por definir el diseño integral del sistema de purificación, se han definido 3 etapas de procesos lineales con objetivos precisos para establecer criterios coherentes hacia diseño.

Levantamiento de conocimiento técnico de los componentes

En primera instancia, el experto en equipos de osmosis reversa y el ingeniero en electrónica están encargado de proporcionar opciones acerca de los componentes e información técnica de sus propiedades hacia el estudiante de diseño industrial, quien selecciona los componentes adecuados al diseño del sistema, en variables de tamaños, de los componentes, producción el insumo, y conexiones.

Quien a su vez, determina los materiales para la realización de los primeros prototipos.

Diseño de prototipos

Una vez seleccionado y adquiridos los componentes y materiales para el sistema, a cargo de Matías Gutiérrez, se lleva a cabo el prototipado de forma y dimensión del sistema por el diseñador, con el fin de corroborar un adecuado funcionamiento del sistema de purificación de agua ultrapura y la integración de todos sus componentes.

Estos prototipos son puesto a prueba al resto del equipo quienes comprueban y rectifican su funcionamiento, en una acción de retroalimentación del equipo a cargo.

Definición de zonas de intervención del usuario hacia el sistema de purificación

En esta fase, el prototipo es puesto a prueba a científicos de distintas áreas relacionadas, quienes interactúan con la propuesta de diseño y en conjunto con el diseñador, van acordando la ubicación y zonas de uso, el impacto visual del sistema de información y la ubicación de los sistemas en el espacio de trabajo, a través de pruebas y registro de las acotaciones del usuario objetivo.

Programación del equipo.

Finalmente, las capacidades funcionales y de operación del sistema son definidas por el diseñador, quien determina el modo de activación, ejecución y los aspectos comunicacionales entre el sistema y el usuario.

A su vez, el experto en electrónica se encarga de la programación del procesador, según las indicaciones del diseñador.

Capitulo 1: VALIDACIÓN DE COMPONENTES

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto requiere de una selección y validación previa de sus componentes de purificación, electrónicos y eléctricos. Para ello, se ha dispuesto el conocimiento técnicos de los expertos asociados, con el fin de esclarecer el marco que establece las primeras propuestas de diseño.

1.1 Sistema de purificación vía osmosis reversa

Se ha considerado el sistema de purificación vía osmosis reversa como la solución más viable en la obtención de agua ultrapura, debido a que la tecnología actual de sus cartuchos de filtración y sus contenedores (Housing) han logrado un alto rendimiento en formatos cada vez más pequeños.

En la Figura 15, se detalla el proceso lineal del sistema de purificación clásica de osmosis reversa, considerando sus filtros de purificación

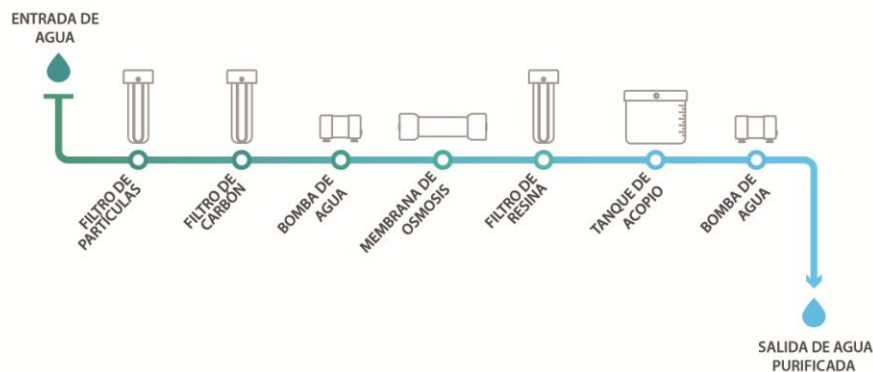


Fig. 15: Diagrama proceso de purificación de sistema de osmosis reversa, elaboración propia

Para su correcto funcionamiento, éste debe incluir 3 filtros de distintas características de filtración, más una membrana de osmosis reversa. Para comprender la secuencia de sus componentes, a continuación se detalla el funcionamiento estándar de un sistema de osmosis reversa.

Según la fuente de agua, ya sea esta desde una llave de paso, o agua previamente desmineralizada, ésta pasa por el primer filtro llamado "Filtro de Partículas" o de Sedimentos, que tiene como función retener las partículas sólidas de mayor tamaño. Luego el agua pasa por un segundo filtro, denominado "Filtro de Carbón Activado". el cual retiene elementos orgánicos e inorgánicos mayores a 1 micra. En esta etapa del proceso, el agua que sale de segundo filtro ha perdido una gran capacidad de presión para continuar su recorrido, por lo que se vuelve necesario agregar una bomba de presión, la cual la impulsa hacia la "Membrana de osmosis reversa".

Su función es atrapar todos los elementos de hasta 10 micrones en su funcionamiento más óptimo. En esta fase se obtiene un permeato cercano al grado de agua ultrapura, y un rechazo de agua que contiene los elementos que ha detenido la membrana.

Finalmente, el agua pasa por el "Filtro de resina de Intercambio Iónico", el cual separa los cationes y aniones del agua, dando como resultado un agua ultrapura definida con un pH de 6.5 a 6.8, y un nivel de conductividad de hasta 0.5 microsiemes (μS) en su estado más puro.



Para ir definiendo los filtros a usar, se ha tomado como criterio de selección a filtros de menor tamaño, frente a su capacidad de filtración y velocidad de paso del agua, por lo que se ha elegido el housing (contenedor de cartuchos de filtración) de la figura 16 que tiene la capacidad de almacenar distintos tipos de cartuchos de filtros de 25 cm de alto.

Es un Housing de polipropileno con un top housing de 1 entrada y 1 salida con capacidad de conectores de hasta ½ pulgada.

El top housing incorpora cuatro Orificios destinados para ser anclado sobre una superficie.

A continuación se detalla la selección de los cartuchos de cada housing



Fig. 16 Housing de filtración

1.2 Selección de cartuchos de filtración

1.2.1 Cartucho de Partículas

Como primer paso de filtración desde una fuente de agua potable, se ha seleccionado al cartucho SDF de la empresa AXEON, debido a su capacidad de retener material particulado de sedimentos de corrosión de las tuberías, granos de arenas y el 99% de los elementos

orgánicos de no menor a 5 micras.

Este filtro tiene la característica de incorporarse en el housing, usando su top housing de entrada y salida de conectores de ½ pulgadas.

Se ha definido este modelo debido a que presenta la mejor capacidad de recorrido de agua en niveles de alta presión inicial.



Fig. 17: Cartucho de partículas

1.2.2 Cartucho de Carbón activado

Usando el mismo tipo de housing, se ha incorporado un cartucho de filtro de carbón activado CBF-25-1005, de la empresa AXEON, que consiste de un material de carbón virgen, sujeto a un termoplástico que atrapa las partículas orgánicas e inorgánicas mayor a 0.5 micras en adelante, dejando el agua libre de químicos como cloro, benceno, radón, compuestos solventes de tri-halo-metano, químicos orgánicos volátiles tales como pesticidas y herbicidas y cientos de otros químicos artificiales que pueden ponerse en contacto con el agua de la tubería que fluye por el sistema.



A través de las certificaciones NSF y ANSI garantizan la calidad de filtración a largo plazo. El agua tarda aproximadamente unos 15 segundos en pasar por el filtro en su estado más óptimo. Esto se consigue gracias a la cinética que ha sido reforzada por medio de tecnología de bloques de carbón.

Fig. 18: Cartucho de Carbón Activado, fuente AXEON



Como se mencionó con anterioridad, durante el recorrido de purificación del agua, en este punto, la presión inicial disminuye por lo que se vuelve necesario incorporar una bomba de presión.

1.2.3. Bomba de presión

Para garantizar una presión adecuada para la membrana de osmosis, se debe considerar alrededor de 30 a 40 psi, es por eso que se ha escogido la bomba de presión AQUATEC DCP8800, que tiene una capacidad máxima de 125 psi con entrada y salida de conectores de 3/8 pulgadas. Para su funcionamiento requiere un transformador de 24 vAC y 50 Hz. Éste no debe operar a más de 40°C.



Fig. 19: Bomba de presión, fuente H2O distributors

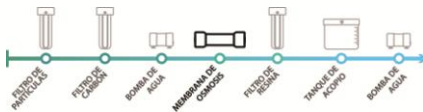


1.2.4. Membrana de osmosis reversa

El contenido de una membrana de osmosis reversa puede estar compuesto por una membrana de acetato de celulosa o de poliamidas, para este sistema se ha escogido el de poliamidas ya que son las más apropiadas para soportar caudales de menor capacidad, es por eso que se ha seleccionado la membrana AXEON modelo 2415 que opera óptimamente a temperatura de hasta 43 °C y que es capaz de rechazar elementos tan pequeños de 0.1 μm , a través de un proceso de difusión semipermeable controlada. Al tener entradas y salidas por ambos extremos de hasta ½ pulgada, esta membrana puede ser posicionada de horizontal o verticalmente. Esto permite que su separación entre permeato (agua pura) y rechazo (agua con altas concentraciones de sales) se lleve a cabo simultáneamente.



Fig. 20: Membrana de osmosis reversa modelo 2415, captura propia



1.2.5. Cartucho de resina de intercambio iónico

Como proceso final de filtración, se lleva a cabo por un filtro de resina INTERCAMBIADORA DE IONES. En este proceso el housing utilizado es de las mismas características que los anteriores usando un cartucho INTELIFIL, en su serie SM (fig. 21), compuesto por perlas de plástico de un diámetro de aproximadamente 0,6 mm. Estas esferas porosas son las encargadas en capturar las últimas sustancias sólidas insolubles que siguen quedando en el agua, además de detener el paso de compuestos solubles no ionizados que sigan presente en el agua en la forma de moléculas de tamaño y de fórmulas variables, como lo son el gas carbónico, las sales y sacarosas presentes como iones, que son átomos o moléculas llevando cargas eléctricas.



Fig. 21: Cartucho de resina, captura propia

El agua que pasa por estos cuatro filtros garantiza un pH de 6.8 y un nivel de conductividad de 0,5 microsiemens (μS) en su estado más óptimo. Esta agua es recibida en un estanque de acopio de 3 litros, de materiales similares a los housing de purificación. Esto garantiza una prolongación de su estado de alta pureza.

La completa integración de estos componentes pueden entregar agua ultrapura a una velocidad de 1.25 lt/hr (30 lt al día) desde una llave de paso.

1.3. Selección de testigos de información

Durante todo el proceso de purificación es necesario incorporar sensores de presión, de flujo del caudal, niveles de pH y de conductividad, puesto que estos son determinantes para revelar el nivel de desgaste de cada cartucho y de la membrana de osmosis: su óptimo nivel es importante para garantizar agua de ultrapureza. Para ello, se deben colocar distintos sensores entre filtros. Como muestra la figura 22, se han incorporado sensores de presión previo y posterior a cada filtro,

con el fin de notificar el cambio de velocidad del agua cuando pasa por cada uno. En el caso de la membrana de osmosis, se vuelve necesario la incorporación de un sensor de flujo que determine el caudal que sale como permeato, que también rectifica el correcto funcionamiento de la bomba de presión.

Antes de llegar al estanque de acopio, se deben incorporar sensores de pH y de conductividad que garanticen cuantitativamente la obtención de agua ultrapura. Al momento que el usuario requiera usar el agua ultrapura desde el estanque de acopio se debe agregar los otros sensores de pH y de conductividad. Por lo demás, se incluyen 2 sensores de boyas en el estanque de acopio, con el fin de determinar los niveles de llenado. Cuando el estanque esté próximo a su llenado completo, se incorpora una válvula solenoide previo al filtro de sedimentos para cortar el paso del agua. Además cumple la función de cerrar el paso del agua cuando se detecte que uno de los filtros está en condiciones de ser cambiado.

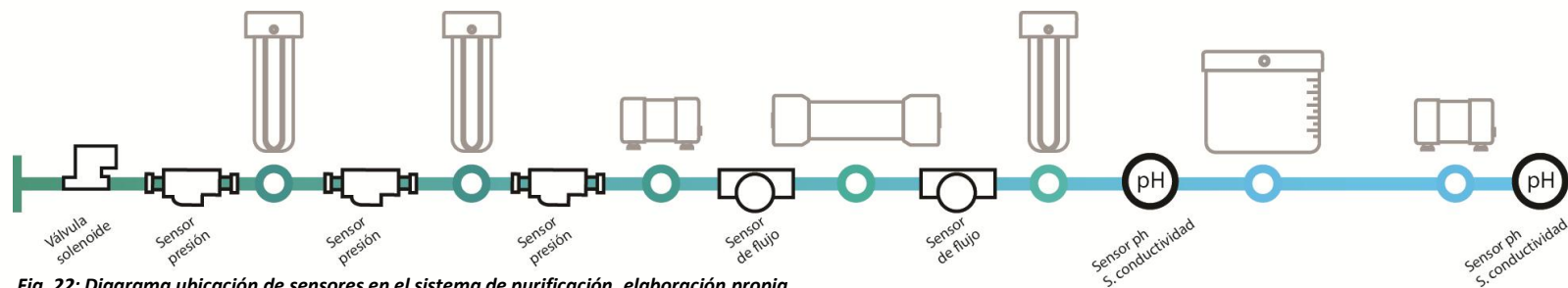


Fig. 22: Diagrama ubicación de sensores en el sistema de purificación, elaboración propia

1.4 Selección de microprocesador

Todos estos sensores han sido seleccionados para ser incorporados a un microprocesador Arduino que entregue la información que estén otorgando durante el proceso de purificación.

Específicamente, para que todo proceso de información sea controlado e informado al usuario se propuso la integración de un ARDUINO MEGA debido a sus capacidades de entradas, puertos y salidas que ofrece, como microcontrolador que programe la información obtenida durante el proceso de purificación y entregue los niveles de pH y conductividad, a través de una pantalla LED interna en uno de los módulos, además de output visual sintetizada que informe en tiempo real el estado de los filtros.

Para el funcionamiento del Arduino es alimentado mediante el puerto USB o con una fuente externa de poder. La alimentación es seleccionada de manera automática. Para el proyecto se ha seleccionado una fuente externa de poder de convertidor AC/DC.

Se utilizarán los pines para la alimentación de otros componentes del equipo, incluidos en el circuito.

La figura 23, muestra el sensor de presión, la válvula solenoide y el microprocesador que integra el sistema.

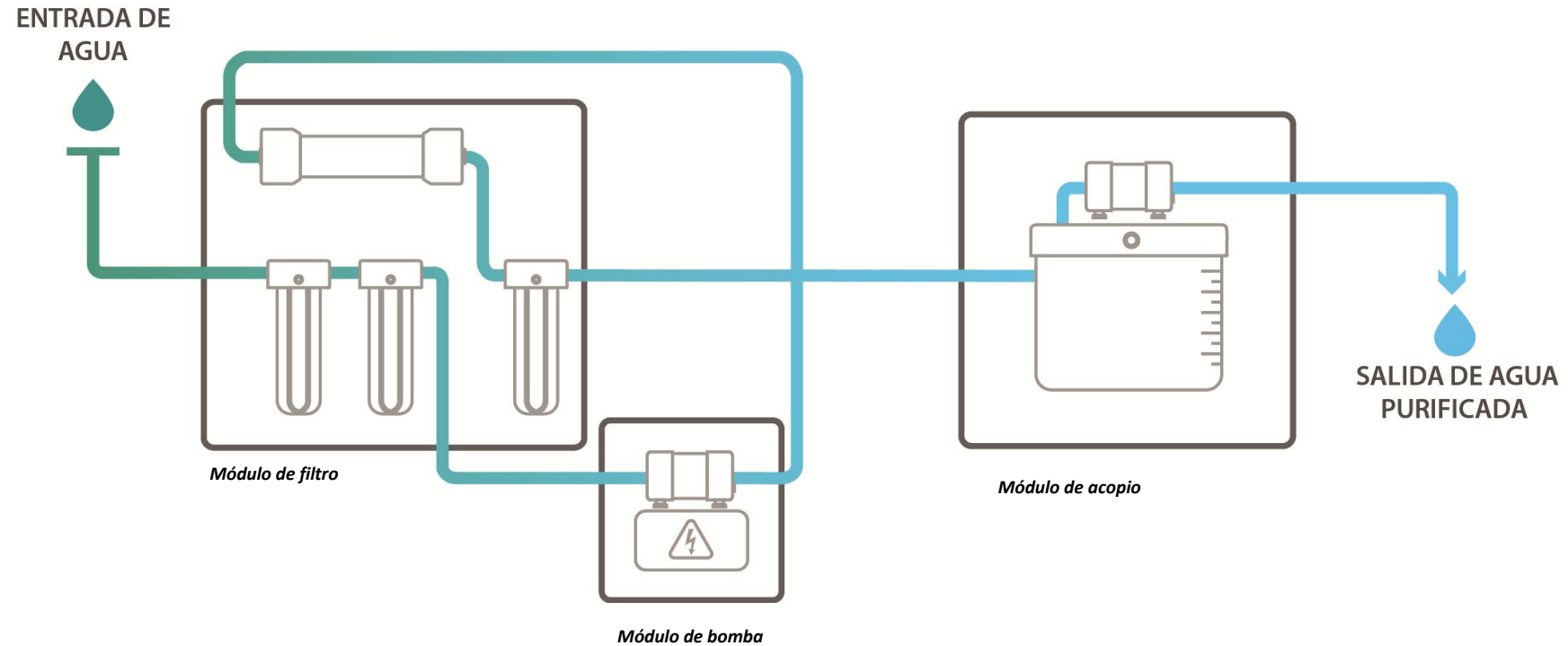


Fig. 23: Sensor de presión; Válvula solenoide; Captura propia Arduino Mega, fuente Arduino.cc

Capítulo 2: DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES

2.1 Definición de módulos

En la búsqueda por integrar el sistema de purificación dentro del contexto de los L.I.C., se ha propuesto realizar un cambio en la disposición de los componentes ya seleccionados, a través de la separación de módulos independientes e interconectados entre sí, con el fin de subdividir sus componentes en módulos más pequeños, clasificados por familia que compartan similares características.



2.1.1 Disposición de los componentes del sistema en cada módulo

Para realizar la propuesta, se han separado los componentes en 3 módulos divididos según sus características y semejanzas en lo que respecta a componentes de purificación y los sistemas electrónicos. Para ello se han definido los siguientes módulos, reflejados en la figura 24.

2.1.2 Módulo de Filtros

Este módulo es el encargado de recibir el agua desde la llave de paso del laboratorio, a través de una manguera con conexión quickfit de ½ pulgada. el cual está compuesto por los 3 filtros de purificación, ubicados de forma vertical continuos uno al otro, seguido por la membrana de osmosis ubicada por encima de los 3 filtros, de forma horizontal. De este modo es posible disminuir al máximo el tamaño del módulo, lo que recae en reducir la huella que ocupará el sistema en el laboratorio (espacio utilizado por un equipo en las zonas de trabajo). Se determina un espacio necesario en su parte superior para incorporar aisladamente las conexiones eléctricas de los sensores. Este módulo se conecta a los otros 2 en distintas fases y con una salida del rechazo de la membrana hacia el sifón del laboratorio

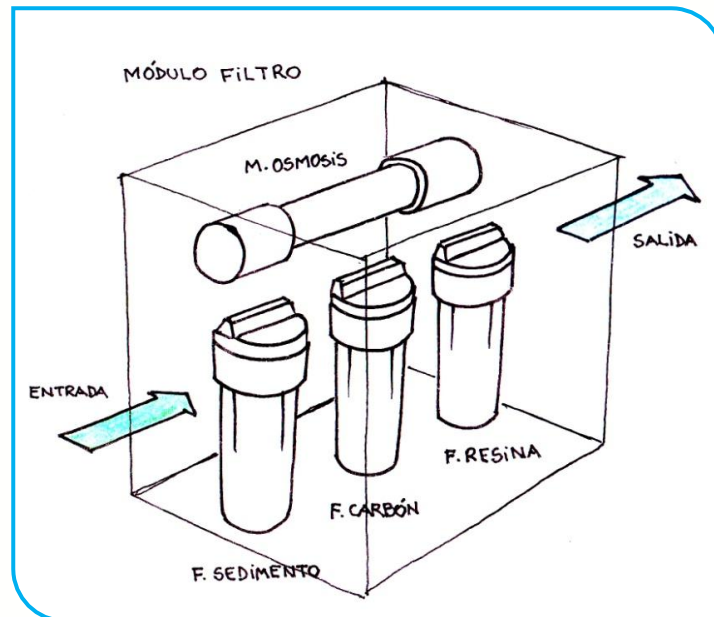


Fig 25: Sketch Módulo de Filtros, elaboración propia

2.1.3 Módulo de Bomba

Se declara a este módulo como el principal de encendido del equipo en su totalidad, mediante la ejecución manual por el usuario, a través de un pulsador y conectado a la red eléctrica. En su interior se incorpora una de las bombas de agua, de forma horizontal, y sobre éste, el microprocesador con sus conexiones correspondientes hacia los otros módulos a través de cables de conexión eléctrica y electrónica. Ya que la bomba de agua requiere mantener un flujo de aire que no supere los 40° para su correcto funcionamiento, se ha incluido un ventilador de 50mm por lo que una de sus caras dispone de una rejilla de ventilación. Las entradas y salidas de cables y mangueras quedan ubicadas sólo en una cara del equipo.

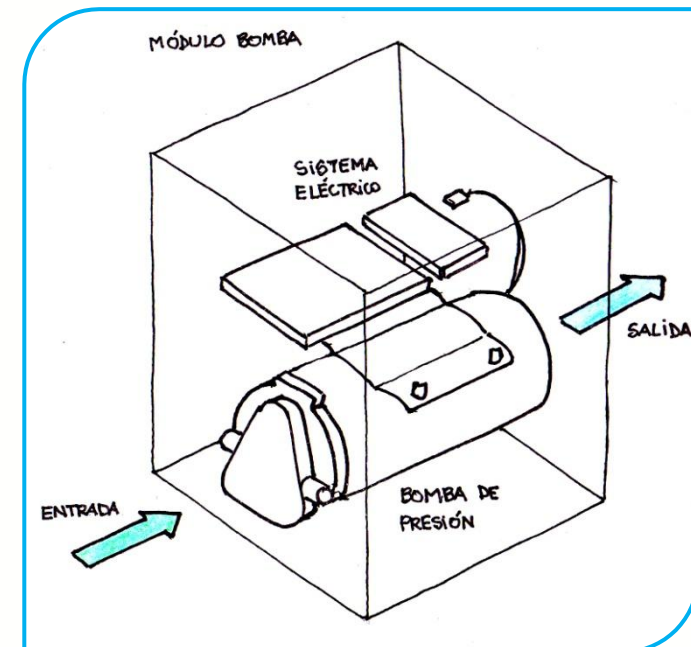


Fig 26: sketch Módulo de Bomba, elaboración propia

2.1.4. Módulo de acopio

Este módulo es integrado por un estanque de acopio de 3 lt de similares características a los housing de filtración. , mas los sensores de pH y de conductividad final , y en zona superior se incorpora la bomba de agua con sus conexiones respectivas.

Por lo demás, la bomba, que requiere mantener un nivel de temperatura no superior a los 40°C para su correcto funcionamiento, se ha incluido un sistema de ventilación de similares características que del Modulo de Bomba.

Se incorpora un panel LED interno entrega información cuantitativa de su pH y valor de conductividad del agua cuando es necesario rectificar los niveles de purificación del equipo en el proceso de mantenimiento..

Este módulo se conecta, mediante una salida de capacidad diferencial máxima de hasta ½ hacia la llave de salida del laboratorio.

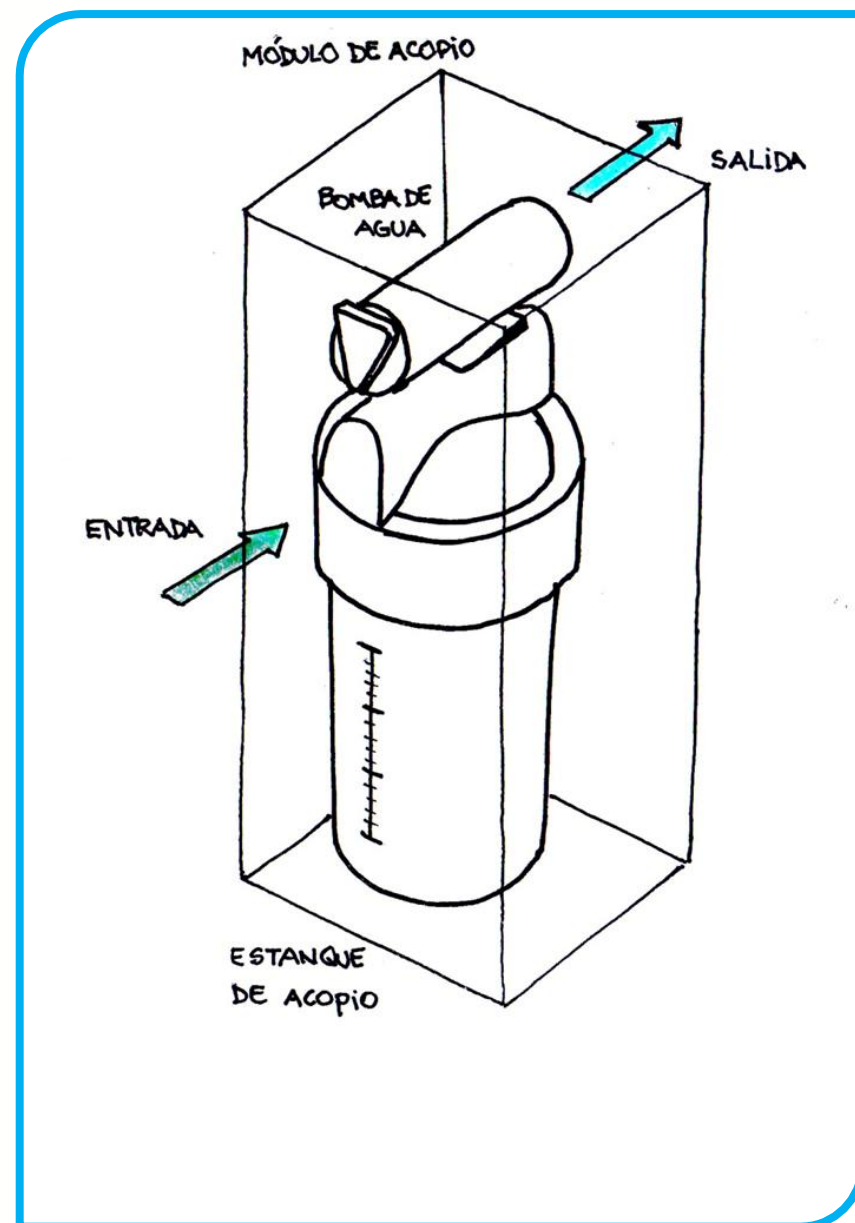


Fig. 27: Diagrama distribución de componentes en Modulo de Acopio, elaboración propia

2.2. Zona de activación

Como se ha determinado, el módulo que tendrá la interacción con el usuario, en lo que respecta a la activación eléctrica del sistema, es el Módulo de Bomba. Para ello, al módulo se le ha integrado un pulsador de encendido manual, que active el funcionamiento de los demás módulos.

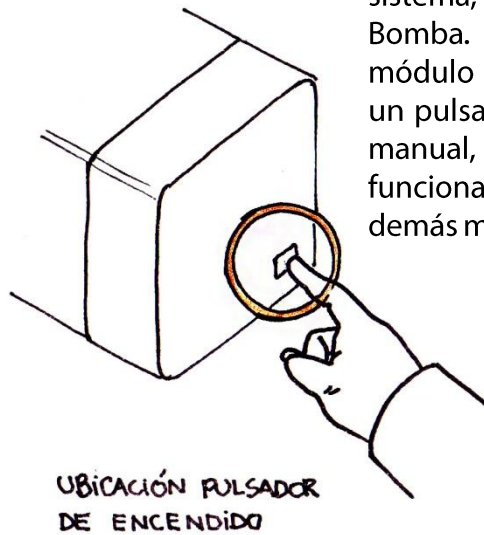


Fig. 28 dibujo posición de zona de encendido

2.3. Definición de sistema de comunicación

Para conocer el estado de cada filtro, se ha determinado un sistema visual, a través de luces programadas por el microprocesador, quien recibe la información de los sensores y entrega, a modo de resultados en tiempo real, un valor visual hacia el usuario. De este modo se reduce la acción por parte del usuario en verificar periódicamente el estado del sistema, pasando a ser el módulo que informa al usuario constantemente el nivel de purificación de cada componente del sistema, sin depender de la ubicación de cada módulo en el laboratorio.

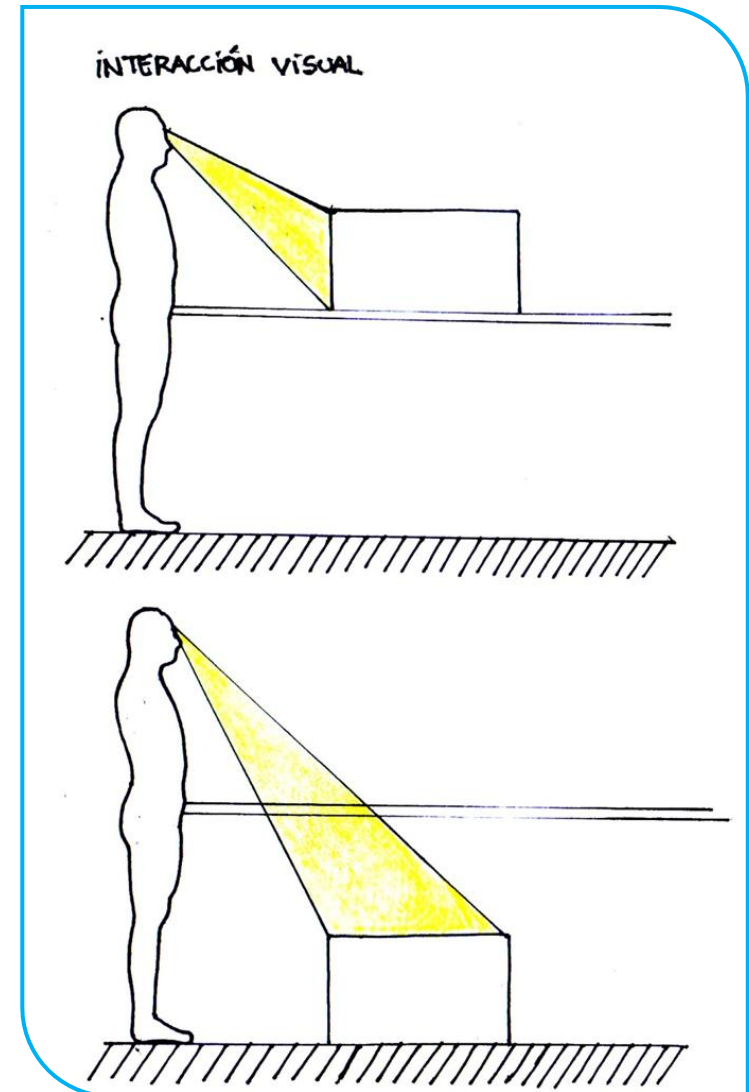


Fig. 29: diagrama rango de visualización del usuario al sistema

2.4 Definición de cambio de filtro

Desde el inicio de la propuesta, se ha buscado dar respuesta a la disminución de procesos de contratación de servicios externos, como a su vez, aumentar la independencia del usuario en lo que respecta al cambio periódico de los cartuchos de filtración. Por lo que se ha definido que el MÓDULO DE FILTROS se presente de forma parcialmente expuesta hacia el usuario para que tenga la capacidad de remover la parte inferior de cada filtro. Esto con ayuda de una paleta dentada de rotación que queda a disposición del usuario dentro del módulo



Fig. 31: paleta de rotación para cambio de filtros, captura propia

En la figura 30, se describe una parte superior fija y cerrada del módulo, y una sección inferior expuesta para que los cartuchos puedan ser removibles con la paleta de rotación (figura 31).

El diseño del sistema y la distancia entre los filtros están determinados por la separación necesaria entre cada uno para la ejecución de rotación de la paleta

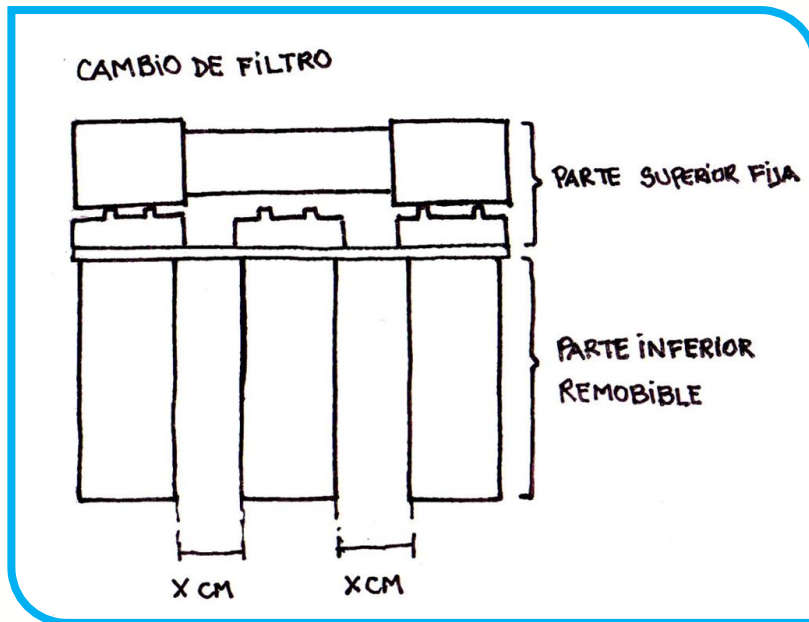


Fig. 30: diagrama "posición para cambio de filtro", elaboración propia

Capítulo 3: PROPUESTA FORMAL

3.1. Propuesta conceptual

Se propone un sistema modular de purificación de agua ultrapura, dividido en 3 módulos independientes e interconectados entre sí, de forma integral e inteligente en la reagrupación de sus componentes.

Para ir definiendo las bases formales del diseño del sistema, se plantea abarcar los conceptos de "tecnología" e "innovación", conceptos que definen en gran parte al usuario, quien se identifica con el desarrollo de nuevos conocimientos, a través del uso de sistemas cada vez más modernos en su espacio de trabajo.

La propuesta del purificador de agua viene a ser un sistema que se integra a los demás equipos dentro del laboratorio, rescatando sus aspectos formales, en una presencia pasiva hacia el usuario, que permite identificar su estado de producción a la distancia, y a su vez, mostrarse como un sistema de carácter vivo que trabaja para el usuario, sin interrumpirlo en sus otras actividades.

En cuanto a su función, este responde a la exigencia del espacio en el laboratorio, y en brindar al usuario soluciones en aspectos básicos de mantención.



Fig. 32: Diagrama de intervención y propuesta del diseño, en forma y función del sistema

3.2 Referentes formales

Las imágenes de la figura 33 muestran una tendencia en lo que respecta a forma, textura, colores y materiales, en elementos analógicos de uso cotidiano del usuario, representado en rectas con aristas sutilmente redondeadas, de tonalidades neutras contrastando con el uso de un color principal. La proyección de las luces y su iluminación por el material con cierto grado traslucido, revela nuevas oportunidades de iluminación transitoria que genera un efecto de flujo pasivo que advierte el encendido del sistema o su estado de proceso e purificación en tiempo real.

En lo que respecta a los materiales, se identifica la integración entre polímeros y metales en su estructura con delgadas rectas donde el material traslucido deja salir tenuemente la luz.

Los botones guardan una estrecha relación con la forma general del objeto y los elementos de sujeción pasan a ser protagonistas pasivos en sus caras, manteniendo la superficie en un solo nivel.

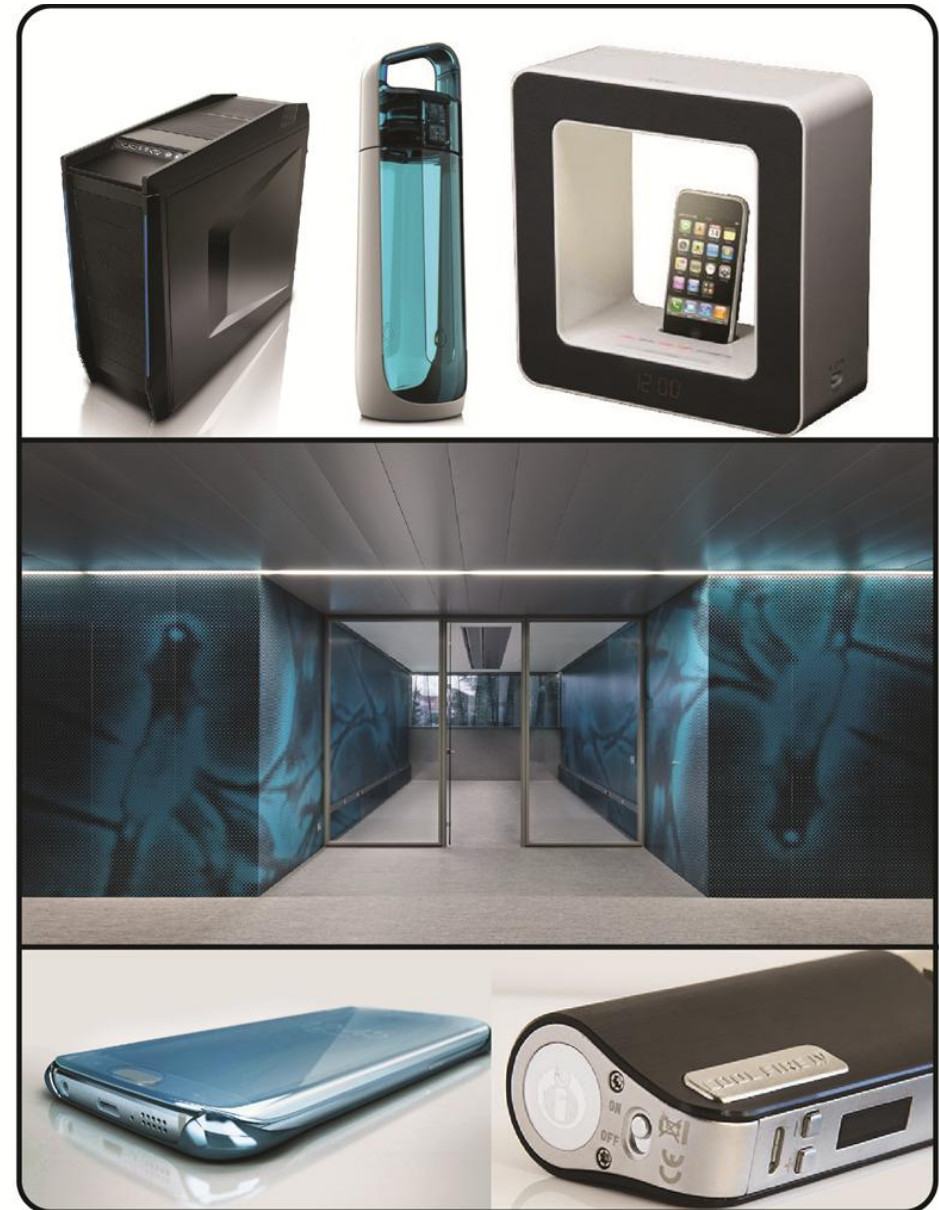


Fig. 33: Referentes formales. Fuente: varias, incluidas en la bibliografía

3.3 Génesis formal

Para dar respuesta a un sistema modular de 3 piezas, el diseño se acoge a buscar una apariencia símil de cada uno, entendiendo que la reagrupación de sus componentes modifica a cada pieza en dimensiones variadas, por lo que el sentido de escalas en sus proporciones se transforma un conector visual entre cada uno.

Para ello, se optó por definir una cara rectangular vertical con esquinas sutilmente redondeadas, y , partir de una extrucción en su proyección horizontal, ésta va tomando la profundidad según el volumen de los componentes internos de cada módulo. La sustracción de un bloque del sólido total permite la exposición de los componentes que deben revelarse, como los filtros y la bomba de presión

Presentándolo de esta manera, la cara inicial permite ser escala en uno de sus ejes cuando el modulo exige ser más alto, sin perder el arco del encuentro de sus aristas. Su simetría permite ubicar cada módulo en distintas posiciones dentro del laboratorio sin perjudicar su funcionamiento ni visualización del estado del sistema.

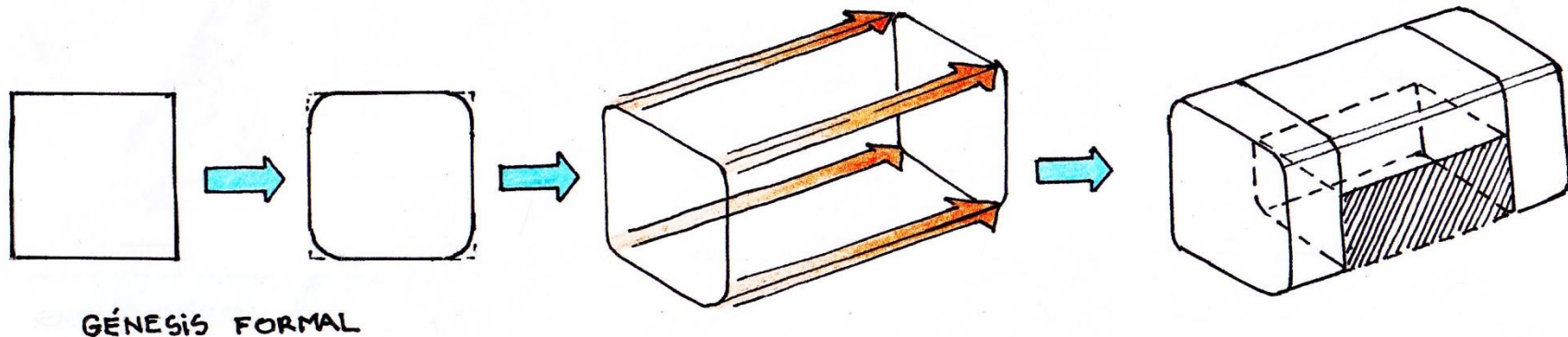


Fig. 34: Sketch definición de forma de los módulos, Elaboración propia

3.4 Aspectos formales de diseño

Como se ha establecido, el sistema de purificación esta dividido en 3 módulos. Si bien la agrupación de su componentes aporta en aprovechar los espacios disponibles en el laboratorio, la conexiones entre ellos presenta desafíos al diseño. A partir de eso, la ubicación de sus conectores toma una importancia estratégica en las caras de cada módulo.

A continuación se detallan las propuesta básicas en la solución de las conexiones de los módulos entre sí, como también el rol que toma cada una de sus caras en lo que refiere a la comunicación visual del sistema hacia el usuario, las aperturas de ventilación, la distancia entre los filtros y la exposición de estos al momento de cambiarlos.

3.4.1 Cara de conexiones entre módulos

Según la ubicación de cada módulo en el espacio de trabajo, la siguiente ejecución del usuario es interconectar los distintos módulos entre si, en lo que respecta a sus conductos de agua, de corriente eléctrica y trasmisión de información, por lo que se han dispuesto todas las conexiones por una cara de cada módulo.

Para disminuir su cruce forzado, se han definido las zonas de cada tipo de conexión, como se muestra en la figura 35.

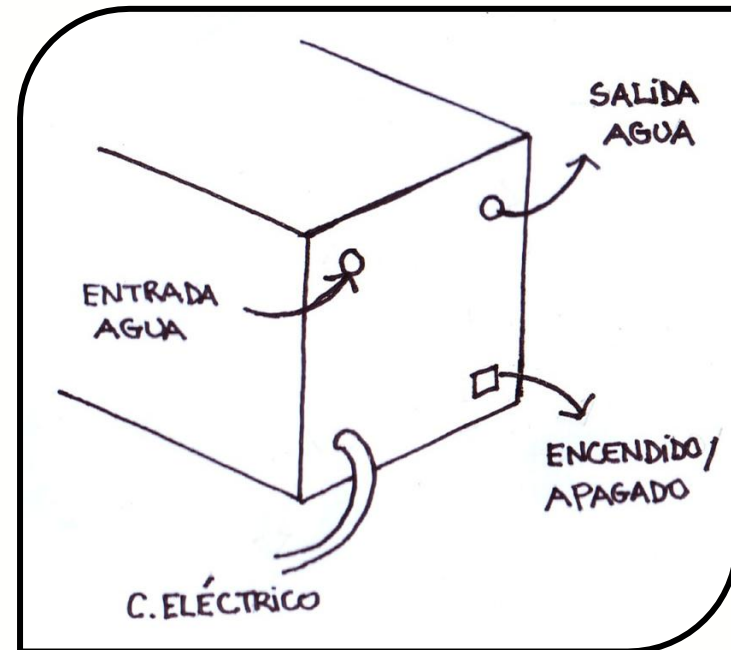


Fig. 35: Sketch definición de conexiones en una cara, elaboración propia

La figura 36, muestra el primer acercamiento a la forma y distribución de las conexiones en una sola cara, en este caso refiriéndose al Módulo de bomba. A la vez se incluye una propuesta de rejillas de ventilación



Fig. 36: propuesta cara de conexiones

3.4.2 Definición de la zona de tomas de aire



Tanto el Módulo de Bomba como el Módulo de Acopio incorporan una bomba de presión, por lo que se vuelve relevante la integración de un ventilador dentro de los módulos. Para ello, se ha propuesto destinar en la cara de las conexiones un espacio para las ranuras de aire de 50 mm x 60 mm. La figura 37 muestra la búsqueda formal de la forma de la rejilla considerando un paso libre de aire. Como dos de sus caras presentan una zona de exposición de la bomba de presión el flujo de aire solo debe permitir el ingreso de este desde una zona. Se busca integrar la forma de la rejilla en el aspecto formal de cada módulo, generando una coherencia entre sus piezas.

Fig. 37: desarrollo propuestas de rejillas de ventilación

3.4.3 Principio de información del estado del sistema hacia el usuario.

Al momento que el sistema entre en operación activa, se ha determinado que el sistema de información, en lo que respecta a la correcta conexión de módulos y al estado de cada filtro, sea a través de luces dispuestas en la zona superior en 3 de sus caras, de forma continua como lo muestra la figura 35, haciendo una separación lumínica en paralelo al filtro de detección. Mientras el sistema esté en producción de agua, van a estar encendidas permanentemente.

Una vez que uno de los sensores detecten el deterioro de uno de sus cartuchos, la luz continua a éste empezará a parpadear lo que alertará al usuario cual cartucho debe cambiar. Esto permite que el usuario visualice el estado en tiempo real del sistema, sin tener que acercarse a rectificarlo.



Fig. 38: Primeras maquetas del una cara del módulo bomba, agregando propuesta lumínica, captura propia

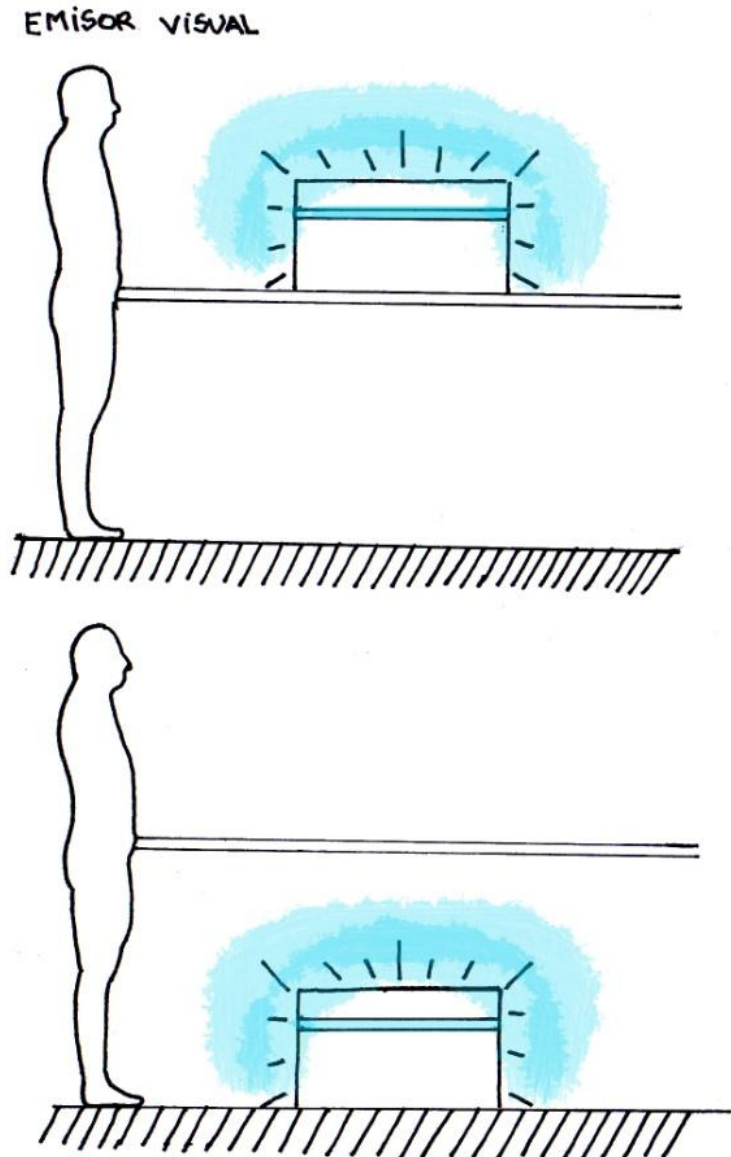


Fig. 39 Sketch propuesta de comunicación del sistema hacia el usuario

3.4.4 Proceso de cambio de filtro

Cuando el sistema señale que es el momento de cambio de sus cartuchos, éste automáticamente detendrá el paso del agua, a partir de su válvula solenoide. Esto permite al usuario remover el housing con el sistema apagado. A través de la paleta de rotación, contenida en el interior del Módulo de Filtros, el usuario deberá rotar 2 veces en 94° en dirección reloj para desprenderlo de su top housing.

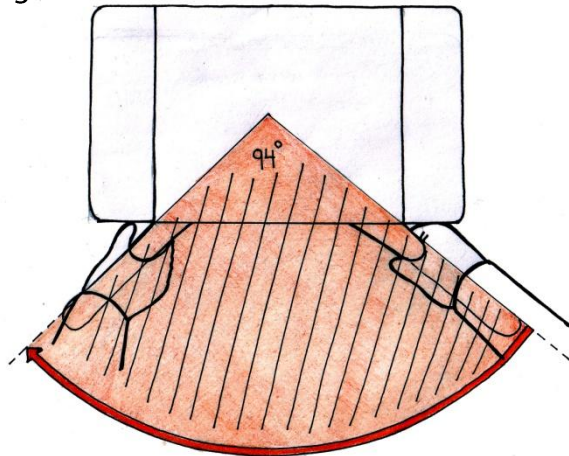


Fig. 40: Sketch de Angulo determinado ara rotación del housing

Una vez removido, éste queda atrapado en la paleta de forma vertical para disminuir el derrame de agua que quede contenido y realizar el cambio de cartucho libremente en la zona de lavado del laboratorio. El diseño del módulo permite una altura y exposición necesario para que este cambio se lleve a cabo verticalmente.

Ya cambiado el cartucho, el sistema ya puede ser activado manualmente para retomar su proceso de purificación

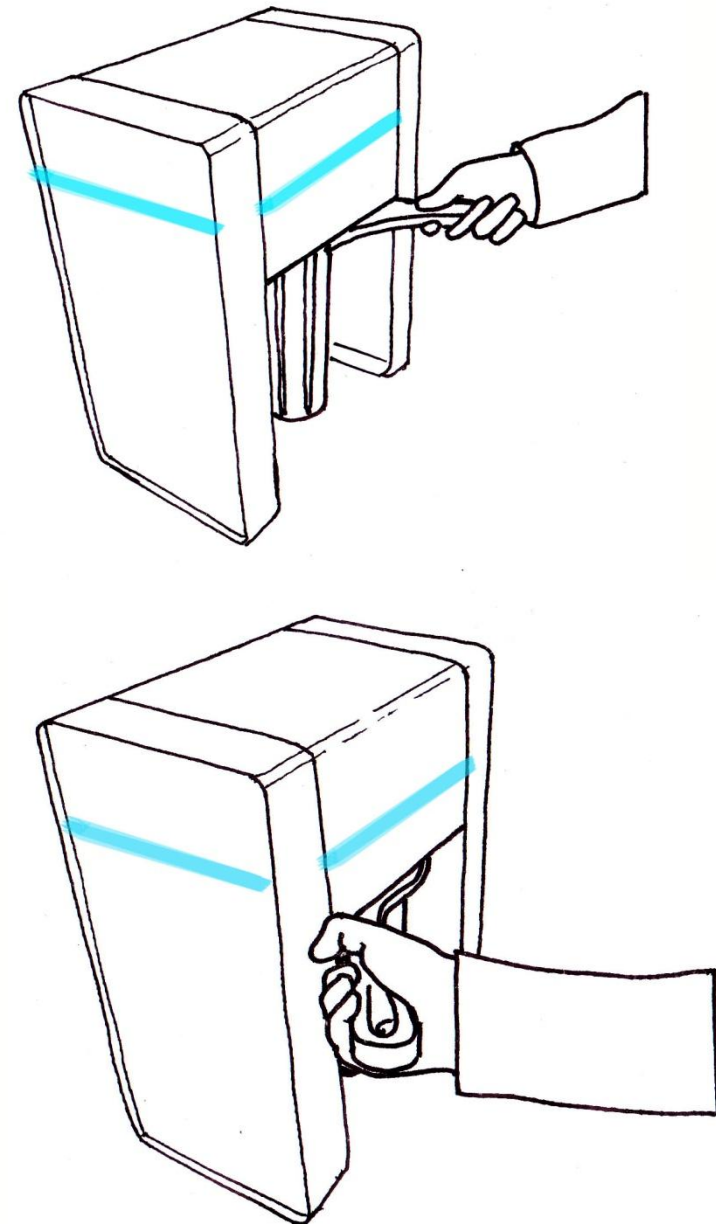


Fig. 41: Sketch de modo de rotación del housing para su cambio

3.5 Propuesta de Diseño

Se propone un sistema de purificación, en base a 3 módulos independientes e interconectados, de estructura en acero inoxidable 304, de arcos en el encuentro de sus aristas de radio de 4 mm. Con superficies de polimetilmetacrilato (PMMA) de color negro brillante con el fin de reconocer fácilmente alguna suciedad del sistema para mantener su higiene.

La activación del sistema se hace a través de un pulsador, ubicado en una de las caras del Módulo de Bomba, el cual energiza los demás módulos, visualizado en luces de color azul, proyectada sobre un acrílico traslucido de forma horizontal y continua por 3 de sus caras laterales, dejando en disposición la restante para realizar las conexiones eléctricas, electrónicas y de flujo de agua entre los módulos. El sistema está programado para informar al usuario del correcto funcionamiento y del estado de cada uno de sus filtros en tiempo real, a través del sistema de iluminación que se mantendrá encendida. A fin de facilitar y disminuir las operaciones del usuario con el sistema, para no interrumpir en las actividades que el usuario esté realizando, la programación del sistema lo dota para un funcionamiento automático de filtración, hasta que se llena el Módulo de Acopio, entregando así agua ultrapura 1+.

Cuando uno de los cartuchos necesite ser cambiado, el sistema alerta al usuario a través del parpadeo de la zona de iluminación específica para cada filtro que debe ser removido y deteniendo su proceso de purificación automáticamente, con el fin de independizar al usuario en la contratación de un servicio externo de mantenimiento básico del sistema de osmosis reversa.

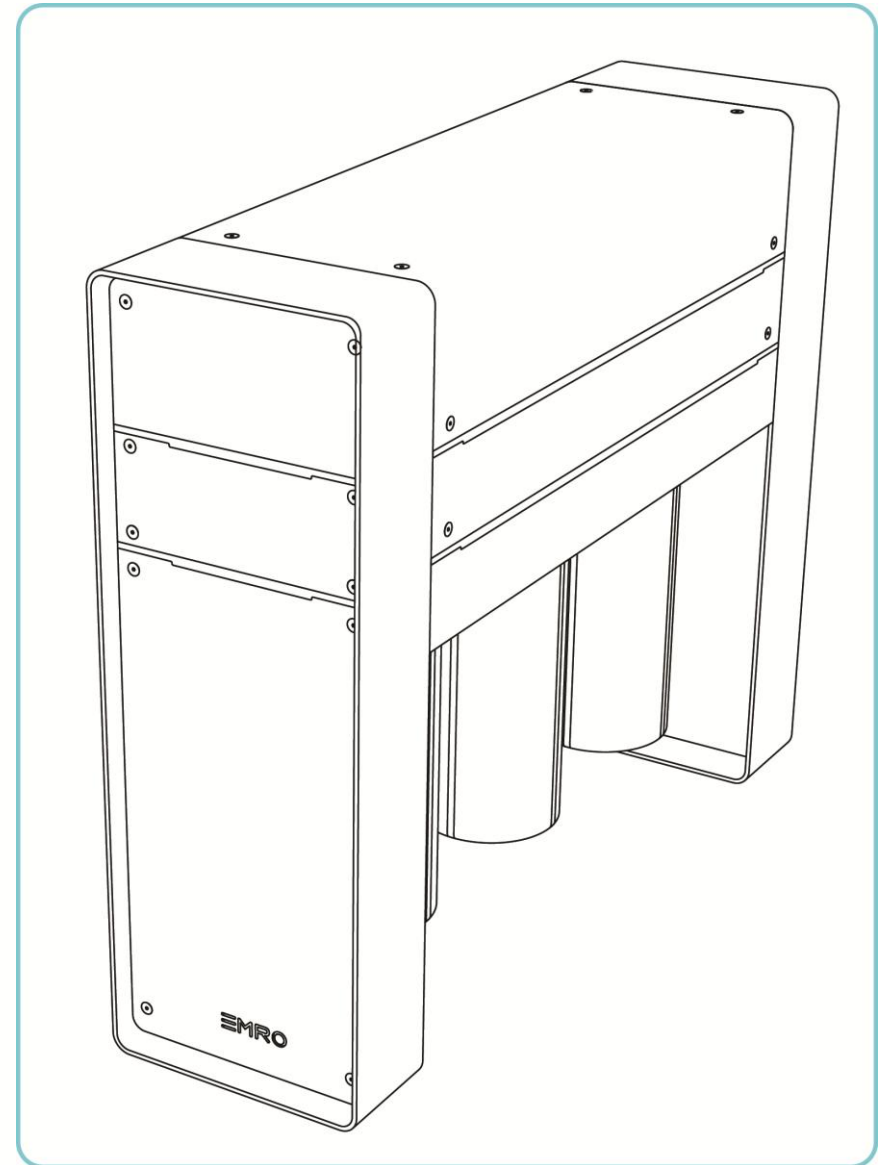


Fig. 42: Isométrica de la propuesta del Módulo de filtro, fuente: elaboración propia

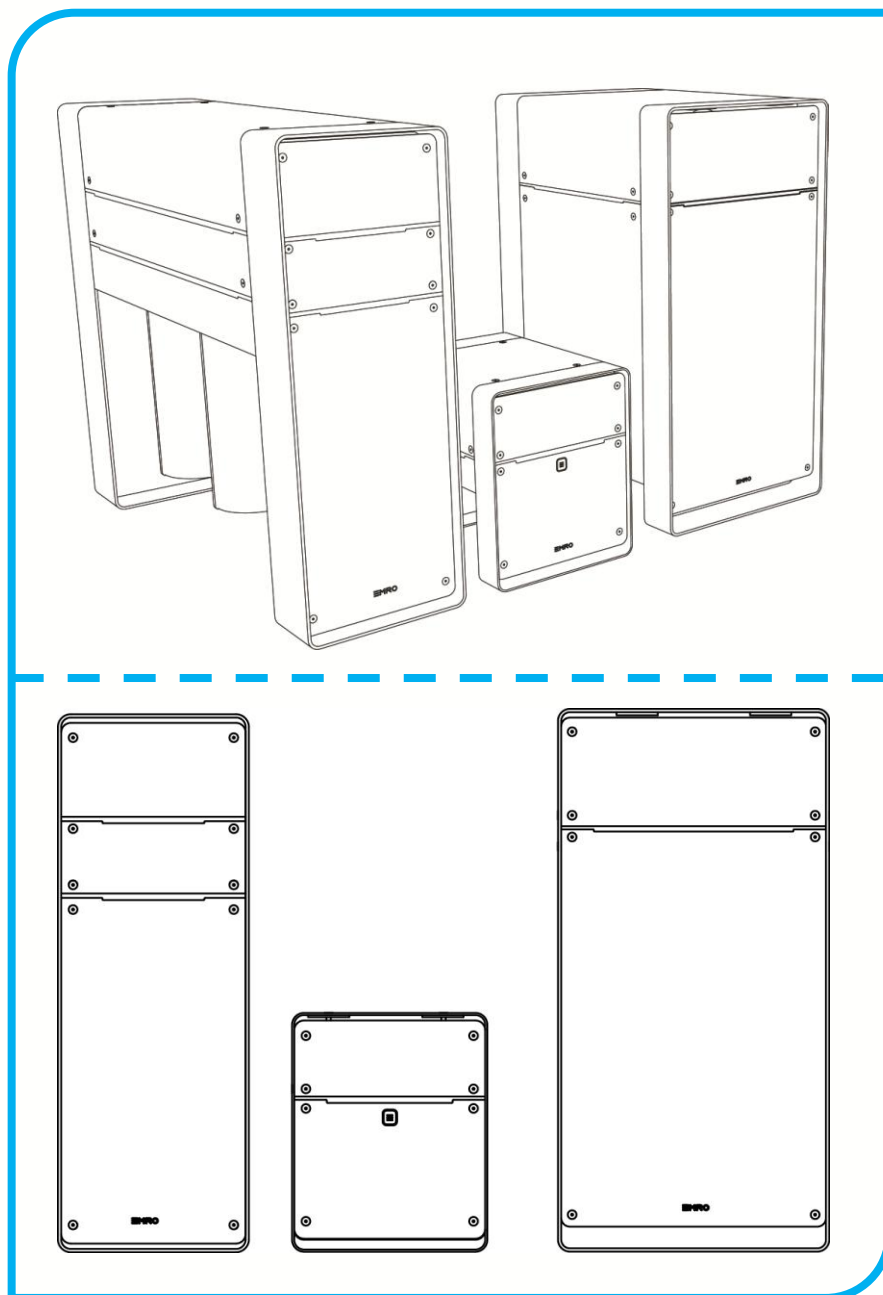


Fig. 43: Vistas de los 3 módulos. Fuente: elaboración propia

La figura 43, muestra los 3 módulos (Módulo de Filtros,, Módulo de Bomba; Módulo de Acopio, de izquierda a derecha) en su relación dimensional entre sí .

En tanto, la figura 44 describe el despiece de las piezas internas del módulo, en este caso haciendo referencia al Módulo de Bomba

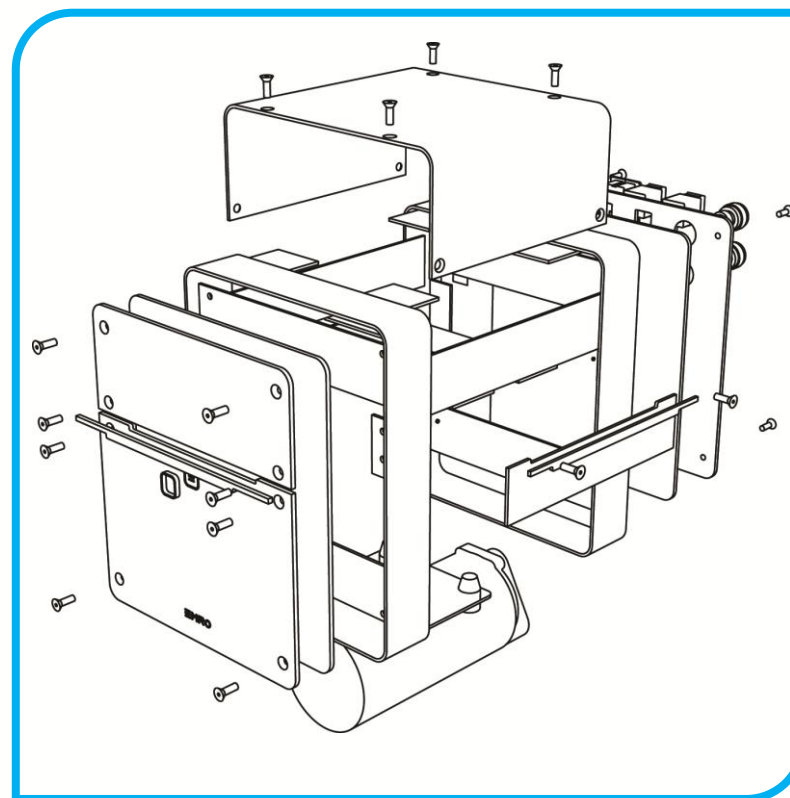


Fig. 44: Despiece Módulo de bomba. Fuente: elaboración propia



Fig. 45: Propuesta de Diseño – Render Módulo de filtros. Fuente: elaboración propia



Fig. 46: Propuesta de Diseño – Render Módulo de bomba. Fuente: elaboración propia



Fig. 47: Propuesta de Diseño – Render Módulo de acopio. Fuente: elaboración propia



Fig. 48: Propuesta de Diseño – Render Sistema de purificación en 3 módulos. Fuente: elaboración propia

3.6 Fabricación

Como el proyecto busca que el sistema se integre a los laboratorios de investigación, es necesario que sea de bajo costo monetario, para ello se consideraron procesos de fabricación repetitivos en su línea productiva. Desde el doblado de acero inoxidable 304 en el mismo ángulo para cada modulo, y una estructura básica estándar para sostener los componentes interiores, añadiendo caras de polimetilmetacrilato de manera que los módulos queden sellado para mantener su limpieza interior

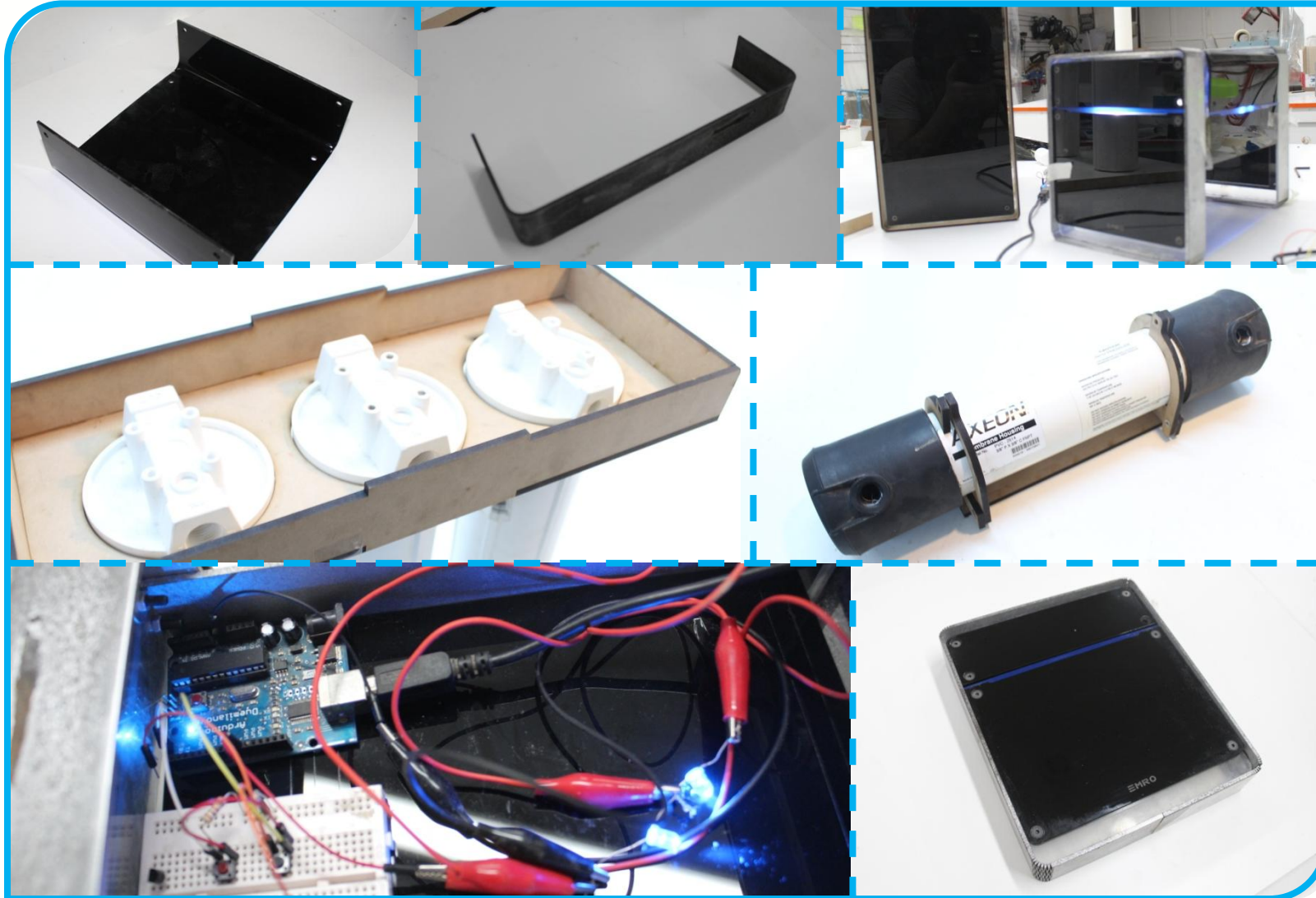


Fig 49: Método de fabricación. Fuente: elaboración propia.

3.7 Costo de fabricación

A continuación se detallan los costos de fabricación del sistema, subdivididos por cada módulo. Se presenta un costo de fabricación preliminar ya que estos pueden sufrir variación respecto al tiempo debido a que este proyecto aun se encuentra en desarrollo por lo que es posible que con el paso del tiempo la tecnología de osmosis reversa redefina sus componentes o métodos mas económicos que cumplan de igual o mejor forma las funciones del sistema.

3.7.1 Tabla costos materiales e insumos para Módulo de filtros

ITEM	DIMENSIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTOTOTAL
ACERO INOXIDABLE 304 3MM	340MM X 75 MM	1	6M X 24 .990	14.141
PMMA 3MM NEGRO	1400MM X 900MM	1	\$ 44.480	\$ 44.480
PMMA 3MM AZUL	900 MM X 20MM	1	\$8.190	\$8.190
PERNO PARKER 6-10 9		26	\$90	\$ 2340
CONECTOR QUICKFIT 1/2		1	\$3.645	\$3.645
CONECTOR QUICKFIT 3/8		12	\$ 4.728	\$ 56.736
TERMINAL RJ45		1	\$ 250	\$250
C. CHASIS TIPO OCHO		1	\$430	\$430
HOUSING		3	\$20164	\$60.492
MEMBRANA OSMOSIS		1	\$ 25.301	\$ 25.301
SENSOR PRESIÓN		5	\$ 4.605	\$ 23.025
VALVULA SOLENOIDE		1	\$2.617	\$2.617
				\$ 241.597

Los costos anteriores no detallan los metros de manguera de polietileno de 3mm que se utilizarán dentro y fuera del módulo en la conexiones entre módulo, como también los cables eléctricos y de información electrónica.

A su vez, El costo de fabricación involucra procesos de doblado de acero, soldadura tipo TIG, tiempo en corte laser, doblado y perforación para acrílico., entre otros Además se debe añadir el tiempo de ensamblaje de las piezas en la formación del módulo.

3.7.2 Tabla costos materiales e insumos para Módulo de bomba

A continuación se detallan los costos de fabricación del sistema, subdivididos por cada módulo. Se presenta un costo de fabricación preliminar ya que estos pueden sufrir variación respecto al tiempo debido a que este proyecto aun se encuentra en desarrollo por lo que es posible que con el paso del tiempo la tecnología de osmosis inversa redefina sus componentes o métodos mas económicos que cumplan de igual o mejor forma las funciones del sistema.

ITEM	DIMENSIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTOTOTAL
ACERO INOXIDABLE 304 2MM	280MM X 38 MM	1	6M X 19.990	\$9.328
PMMA 3MM NEGRO	2400MM X 900MM	1	\$ 44.480	\$ 88.880
PMMA 3MM AZUL	600 MM X 20MM	1	\$8.190	\$8.190
PERNO PARKER 6-10 9		20	\$90	\$ 1.800
CONECTOR QUICKFIT 1/2				
CONECTOR QUICKFIT 3/8		2	\$ 4.728	\$ 9.456
TERMINAL RJ45		2	\$ 250	\$500
C. CHASIS TIPO OCHO		2	\$430	\$860
ARDUINO MEGA		1	\$41.992	\$41.992
BOMBA DE PRESIÓN		1	\$ 39.644	\$ 39.644
VENTILADOR 120MM		1	\$ 13.990	\$ 13.990
PANEL LED		1	\$2.291	\$2.291
				\$166.931

Los costos anteriores no detallan los metros de manguera de polietileno de 3mm que se utilizarán dentro y fuera del módulo en la conexiones entre módulo, como también los cables eléctricos y de información electrónica.

A su vez, El costo de fabricación involucra procesos de doblado de acero, soldadura tipo TIG, tiempo en corte laser, doblado y perforación para acrílico, entre otros. Además se debe añadir el tiempo de ensamblaje de las piezas en la formación del módulo y la programación del microprocesador.

A continuación se detallan los costos de fabricación del sistema, subdivididos por cada módulo. Se presenta un costo de fabricación preliminar ya que estos pueden sufrir variación respecto al tiempo debido a que este proyecto aun se encuentra en desarrollo por lo que es posible que con el paso del tiempo la tecnología de osmosis inversa redefina sus componentes o métodos mas económicos que cumplan de igual o mejor forma las funciones del sistema.

3.7.3 Tabla costos materiales e insumos para Módulo de acopio

ITEM	DIMENSIÒN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTOTOTAL
ACERO INOXIDABLE 304 3MM	340MM X 50 MM	1	6M X 21 .990	\$12.461
PMMA 3MM NEGRO	3400MM X 900MM	1	\$ 44.480	\$ 44.480
PMMA 3MM AZUL	900 MM X 20MM	2	\$8.190	\$16380
PERNO PARKER 6-10 9		22	\$90	\$ 1980
CONECTOR QUICKFIT 1/2		1	\$3.645	\$3.645
CONECTOR QUICKFIT 3/8		3	\$ 4.728	\$ 14.184
TERMINAL RJ45		1	\$ 250	\$250
C. CHASIS TIPO OCHO		1	\$430	\$430
HOUSING		1	\$28 164	\$28.492
BOMBA DE PRESIÒN		1	\$ 39.644	\$ 39.644
SENSOR PH		1	\$ 12.946	\$ 12.946
SENSOR CONDUCTIVIDAD		1	\$197.539	\$197.539
BOYA SENSOR			\$6.404	\$ 6.404
				\$378.785

Los costos anteriores no detallan los metros de manguera de polietileno de 3mm que se utilizarán dentro y fuera del módulo en la conexiones entre módulo, como también los cables eléctricos y de información electrónica.

A su vez, El costo de fabricación involucra procesos de doblado de acero, soldadura tipo MIG, tiempo en corte laser, doblado y perforación para acrílico, entre otros. Además se debe añadir el tiempo de ensamblaje de las piezas en la formación del módulo.

Conclusiones

La realización integral de la propuesta fue permitida gracias al apoyo brindado por el equipo interdisciplinar de las distintas áreas que aportaron en las fases del proyecto, en colaboración con los científicos que desempeñan el labor de dosificar el insumo comprado y la aplicación de ésta.

El sistema diseñado permite al usuario integrar los 3 módulos en distintas ubicaciones en el espacio de trabajo que disponga, permitiendo producir su propia agua ultrapura en el momento que la requiera. por lo que los tiempos de trabajo de los científicos se verían disminuidos considerablemente, esto tomando en cuenta la velocidad de producción de agua, sin embargo la demanda del insumo permite el tiempo de espera.

En comparación al método tradicional de obtención de agua, el diseño del sistema de purificación permite reducir los gastos operacionales por parte del jefe a cargo del laboratorio. No obstante, si bien se considera un alto gasto inicial en la adquisición del equipo, la inversión a largo plazo reflejará resultados favorables al laboratorio, ya que no solo van a disminuir el gasto económico del insumo, sino que también podrán hacerse a cargo de la mantención básica del sistema, sin la necesidad de contratar servicios externos.

En lo que respecta al uso del sistema por parte del usuario, el diseño propuesta permite reducir las operaciones con el fin de facilitar y otorgar mas tiempo en otras tareas afines a la investigación

Finalmente se declara que los plazos para la realización de este proyecto aun no caducan por lo que lo presentado en el presente informe corresponde al desarrollo hasta la fecha, es decir, tanto el proyecto como el diseño del sistema purificador esta sujeto a cambios que permitan optimizar recursos, seleccionar componentes mas perfeccionados o realizar posibles mejoras, entre otras.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias bibliográficas adicionales consultadas específicamente:

Anónimo. Indicadores de Ciencias y Tecnología e innovación tecnológica. Década 1990. CONCYTEC. 2001

Chile: Política Nacional de Biotecnología. Subsecretaría de Economía. 2003

INNOVA CHILE. Directorio de biotecnología en Chile. 2007

MANUAL DE BIOSEGURIDAD EN LABORATORIOS, TERCERA EDICIÓN, de la OMS

LA SITUACIÓN DEL MUNDO: Nuestro futuro urbano. 2007

Referencias bibliográficas WEB:

<http://www.siss.gob.cl/577/w3-article-8105.html>

http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/CDS_CSR_LYO_2004_11SP.pdf

http://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=4837

http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf

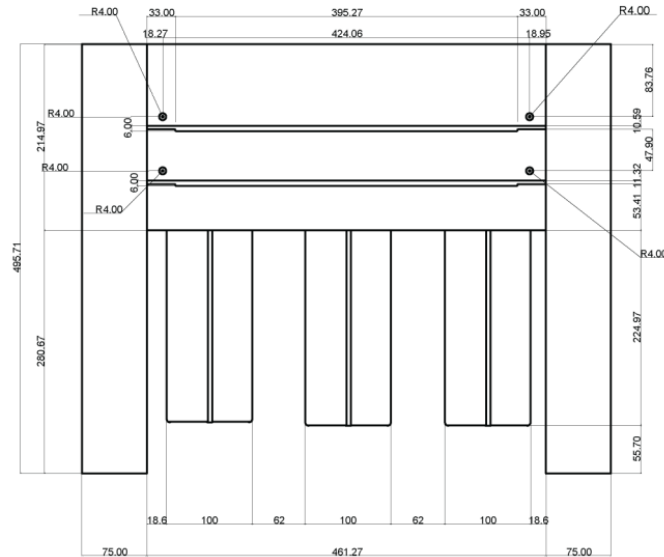
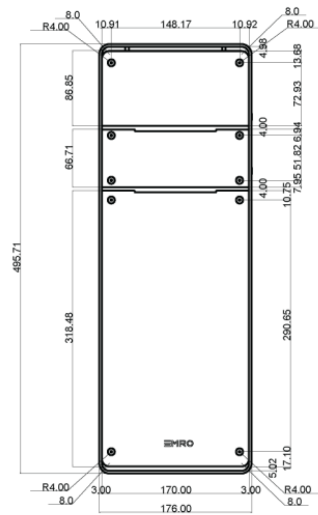
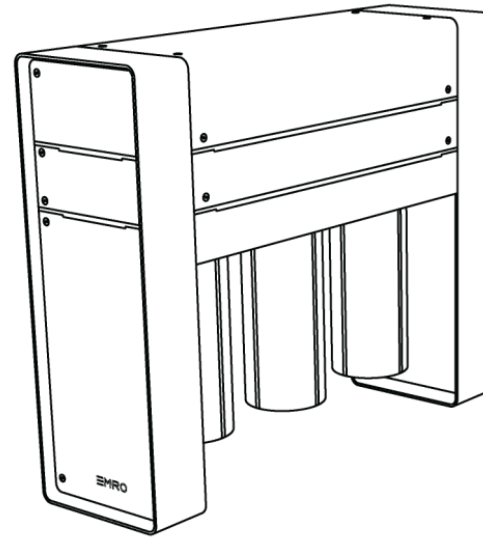
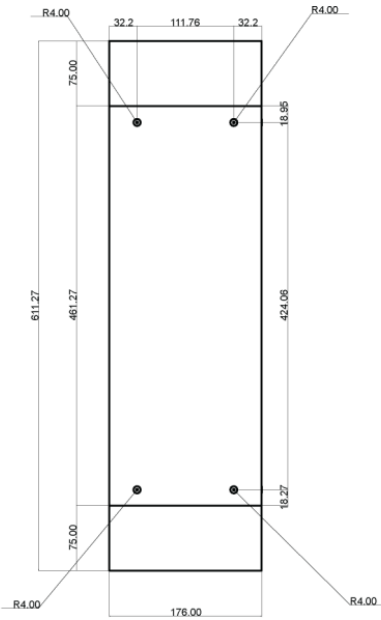
http://www.ehowenespanol.com/proceso-industrial-agua-destilada-como_392607/

http://books.google.cl/books?id=xLZKJE_bpzgC&pg=PA68&dq=termino++agua+dulce&hl=es&sa=X&ei=MnJ7Vlr3Nu-1sQS_noHwBg&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=termino%20%20agua%20dulce&f=false

http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/ec-guana_m/pdfAmont/ec-guana_m.pdf

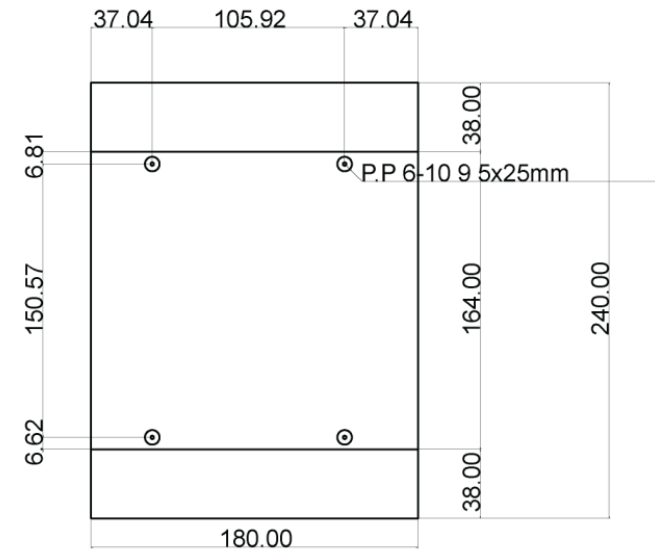
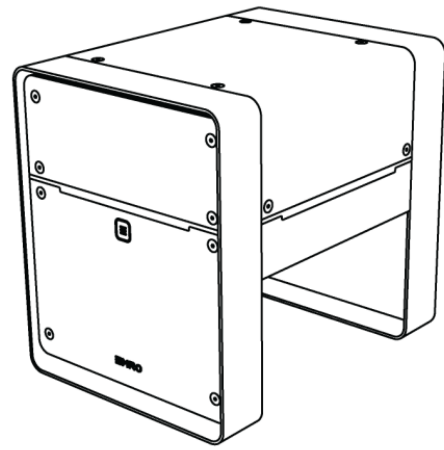
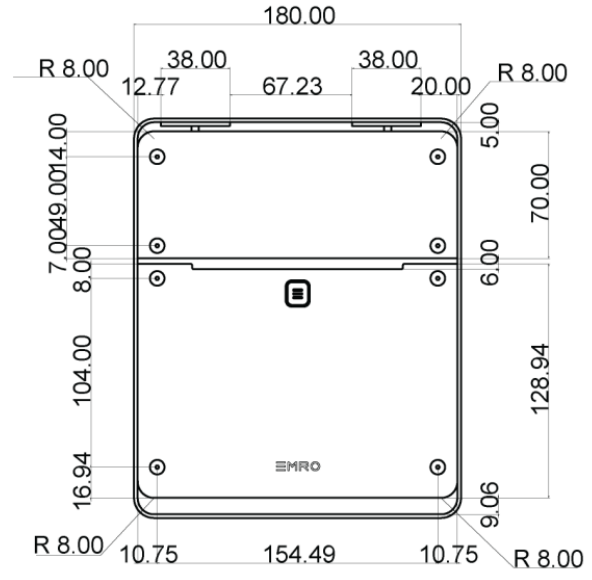
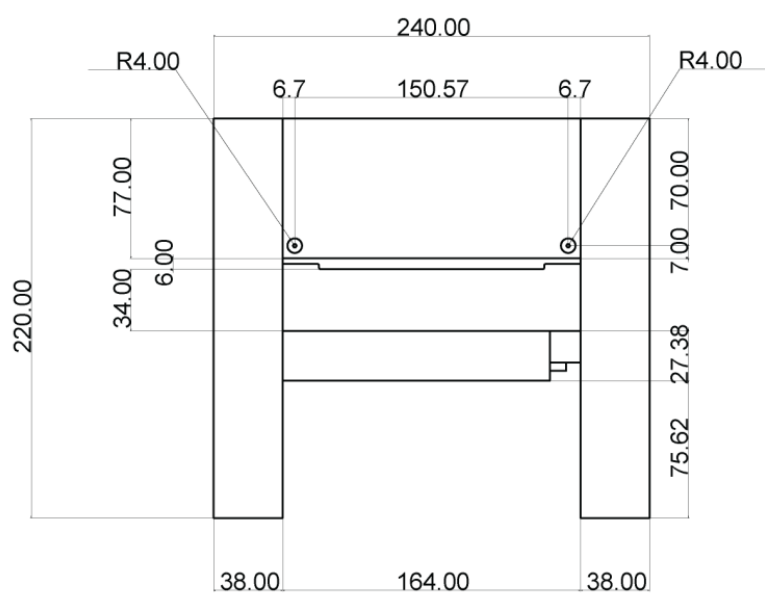
<http://hannainst.com/usa/prods2.cfm?id=017017&ProdCode=HI%207635>

Planimetrías



Partes y piezas	Cantidades
Acero inoxidable 304	22 Pzs.
Acrílico Negro 3mm	13 Pzs.
Acrílico azul traslúcido	6 Pzs.
Perno Parker 6-10 9	26
Conector Quickfit 1/2	1
Conector Quickfit 3/8	12
Terminal RJ45	1
C. Chasis tipo ocho	1
Housing	3
Membrana Osmosis	1
Sensor Presión	5
Válvula Solenoide	1

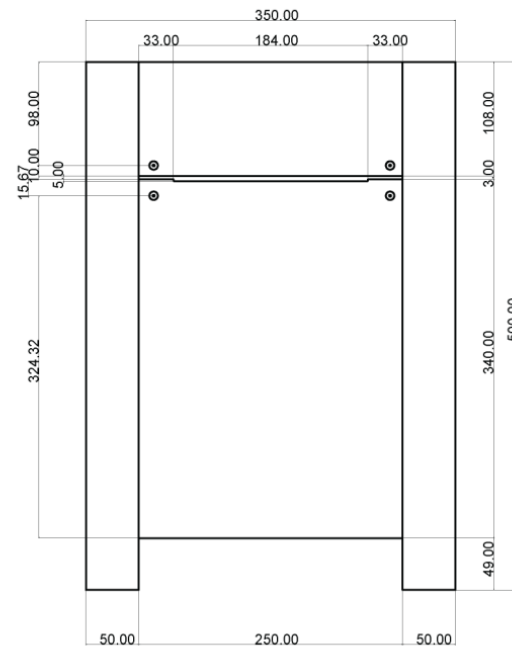
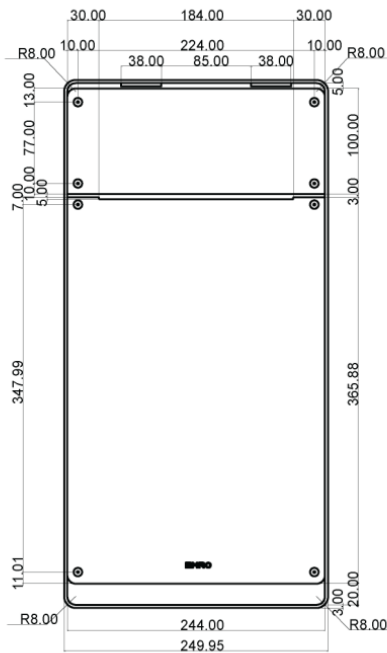
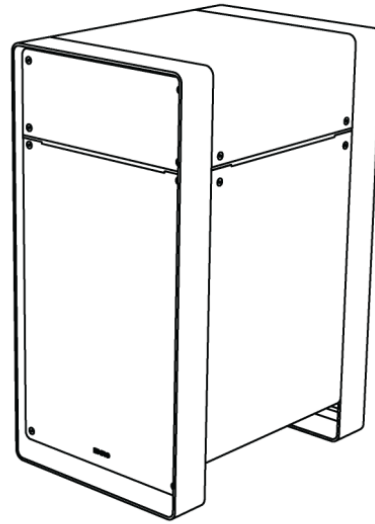
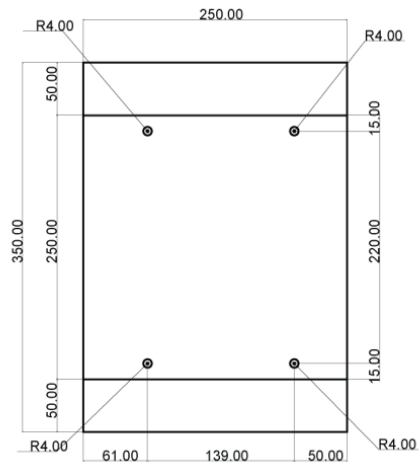
Diseñado por: Felipe Vásquez Teneb	Fecha Oct 5	MÓDULO DE FILTROS	Unidad [mm]
Revisado por: _____	Tamaño Carta		SISTEMA DE PURIFICACIÓN



Partes y piezas	Cantidades
Acero inoxidable 304	14 Pzs.
Acrílico Negro 3mm	8 Pzs.
Acrílico azul traslúcido	3 Pzs.
Perno Parker 6-10 9	20
Conector Quickfit 1/2	-/-
Conector Quickfit 3/8	2
Terminal RJ45	2
C. Chasis tipo ocho	2
Arduino MEGA	1
Bomba AQUATEC	1

Diseñado por: Felipe Vásquez Teneb	Fecha Oct 5	MÓDULO DE BOMBA	Unidad [mm]
Revisado por: _____	Tamaño Carta		SISTEMA DE PURIFICACIÓN





Partes y piezas	Cantidades
Acero inoxidable 304	18 Pzs
Acrílico Negro 3mm	7 Pzs
Acrílico azul traslúcido	3 Pzs
Perno Parker 6-10 9	22
Conector Quickfit 1/2	1
Conector Quickfit 3/8	3
Terminal RJ45	1
C. Chásis tipo ocho	1
Estanque PP 3lt.	1
Bomba AQUATEC	1
Sensor pH	1
Sensor Conductividad	1

Diseñado por: Felipe Vásquez Teneb	Fecha Oct 5	MÓDULO DE ACOPIO	Unidad [mm]
Revisado por: _____	Tamaño Carta		SISTEMA DE PURIFICACIÓN

Anexo 1

Clasificación de laboratorios por grupo de riesgo

Clasificación de los laboratorios según grados de riesgo de manipulación de microorganismos

Grupo de riesgo 1: de riesgo individual y poblacional escaso o nulo

Microorganismos que tienen pocas probabilidades de provocar enfermedades en el ser humano o los animales.

Grupo de riesgo 2 :de riesgo individual moderado y riesgo poblacional bajo

Agentes patógenos que pueden provocar enfermedades humanas o animales pero que tienen pocas probabilidades de entrañar un riesgo grave para el personal de laboratorio, la población, el ganado o el medio ambiente. La exposición en el laboratorio puede provocar una infección grave, pero existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces y el riesgo de propagación es limitado.

Grupo de riesgo 3: de riesgo individual elevado y riesgo poblacional bajo

Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades humanas o animales graves, pero que no se propagan de un individuo a otro. Existen medidas preventivas y terapéuticas

Grupo de riesgo 4 de riesgo individual y poblacional elevado

Agentes patógenos que suelen provocar enfermedades graves en el ser humano o los animales y que se transmiten fácilmente de un individuo a otro, directa o indirectamente. Normalmente no existen medidas preventivas y terapéuticas eficaces

Si bien, a nivel internacional los laboratorios se clasifican en:

Laboratorio básico – nivel de bioseguridad 1

Laboratorio básico – nivel de bioseguridad 2

Laboratorio de contención – nivel de bioseguridad 3,

Laboratorio de contención máxima – nivel de bioseguridad 4.

Las designaciones del nivel de bioseguridad se basan en una combinación de las características de diseño, construcción, medios de contención, equipo, prácticas y procedimientos de operación necesarios para trabajar con agentes patógenos de los distintos grupos de riesgo. En el siguiente cuadro se relacionan, no se equiparan los grupos de riesgo

Grupo de riesgo	Nivel de bioseguridad	Tipo de laboratorio	Prácticas del laboratorio	Equipo de seguridad
1	Básica Nivel 1	Enseñanza investigación	básica, TMA	Ninguno, trabajo de mesa de laboratorio al descubierto,
2	Básica Nivel 2	Servicio de atención primaria, Investigación	Diagnostico, TMA y ropa protectora, riesgo biológico	Mesa al descubierto, CSB para posibles aerosoles
3	Contención 3	Diagnostico Investigación	especial, Prácticas del nivel 2 mas ropa especial, acceso controlado y flujo direccional del aire	CSB, además de otros medios de contención primaria.
4	Contención máxima 4	Unidades de patógenos peligrosos	Prácticas del nivel 3, Cámara de entrada con cierre hermético. Salida con ducha y eliminación especial	CBS clase III con trajes presurizados

Anexo 2

Clasificación de laboratorios nacionales ,según su actividad primaria

Del estudio entregado por subdirección de programas de biotecnología en Chile, a través del estudio "Capacidades de investigación, desarrollo e innovación biotecnológica en los centros de investigación pública y privada en Chile" que tiene por objetivo identificar y dimensionar la oferta científico-tecnológico de estos centros marcan 61 instituciones, incluyendo universidades, entidades del sector público y centro privados de investigación, los cuales se mantienen en grupos de biotecnología con 50 centros dentro de universidades, 9 entidades del sector público y 2 correspondiente al sector privado.

De este total, 24 instituciones que corresponden al 39% a nivel nacional, se encuentran en la región metropolitana, 11 a la región del Biobío, 5 a la del Maule y 5 a la de Los Ríos.

La región metropolitana, si bien concentra una proporción importante de las capacidades que trabaja en biotecnología en el país, constituyen a un núcleo de investigación fundamental en el impacto hacia el resto de las regiones, ya que varios de sus proyectos se realizan efectivamente en otras regiones y su aplicación en las mismas.

Extraído desde el DIRECTORIO DE BIOTECNOLOGÍA EN CHILE p.17

Clasificación de los laboratorios de investigación según su actividad primaria

Dentro del informe entregado por INNOVA CHILE (CORFO), los 61 centros de laboratorios de investigación en Chile, se dividen según su actividad primordial. Si bien, algunos laboratorios cumplen diversas funciones, siempre prima una función determinada. Es por eso que un laboratorio se define como una instalación que provee condiciones controladas en las cuales se lleva a cabo mediciones, investigaciones y experimentos. los tipos de laboratorios se dividen según su función específica y de los cuales se desprende subtipos específicos de los mismos.

Laboratorios químicos

se refiere a todo laboratorio de química, sean estos de investigación de elementos orgánicos, inorgánicos, química física y química analítica. Dentro de estos se incluyen los laboratorios escolares, y otros más complejos como los laboratorios de química analítica que están a cargo de, control de calidad de los elementos utilizados en las industrias.

léase en https://prezi.com/6rcadz2_oylx/tipos-de-laboratorios/ TIPOS DE LABORATORIO, por J. Hernández, 2012

Anexo 3

Clasificación del tipo de agua según su pureza

La pureza del agua

El agua ultrapura (Tipo I) es la sustancia más pura utilizada en un laboratorio. La presencia de elementos y otros compuestos en partes por billón (ppb) o incluso de magnitud inferior en el agua pura, podría comprometer los resultados de los ensayos por su interacción con las muestras, medios activos o componentes del sistema. Aunque pueda parecer excesivo, el agua ultrapura tiene que estar libre de todas esas impurezas si se va a emplear para aplicaciones analíticas y experimentales.

A continuación se precisan diferentes niveles de calidad para una amplia gama de aplicaciones; por consiguiente, deben purificarse y utilizarse diferentes calidades de agua para adaptarse a los procedimientos o aparatos requeridos

Calidad del agua	Resistividad (MΩ-cm)	*COT (ppb)	Bacteria (CFU/ml)	**Endotoxina (EU/ml)	Aplicaciones típicas
Tipo 1+	18.2	<5	<1	<0.03	Detección de metal traza GF-AAS, ICP-MS
Tipo 1	>18	<10	<10	<0.03	HPC, GC, AAS, inmunocitoquímica, cultivo de células de mamíferos, cultivo de tejidos de plantas
Tipo 2+	>10	<50	<10	No disponible	aplicaciones de laboratorio generales que requieren una pureza inorgánica superior
Tipo 2	>1	<50	<100	No disponible	Suministro a sistemas de tipo 1 de agua ultrapura, electroquímica, disolución de muestras, preparación de caldos de cultivo, radio-inmunoensayo
Tipo 3	>0.05	<200	<1000	No disponible	Suministro a sistemas de tipo 1 de agua ultrapura, suministro a lavadoras, lavavajillas, autoclaves

3.2 **Clasificación de los tipos de agua según ASTM 1193: 2001.**

TIPO I

Usada para procedimiento que requieren de máxima exactitud y precisión; tales como espectrometría atómica, fotometría de llama, enzimología, gas en la sangre, soluciones buffer de referencia y reconstitución de materiales liofilizados usados como estándares. El agua Tipo I, debe seleccionarse siempre que en la prueba sea esencial un nivel mínimo

de componentes ionizados o cuando se preparan soluciones para análisis de rastreo de metales.

TIPO II

Recomendada para la mayoría de las pruebas analíticas y generales de laboratorio, tales como los análisis hematológicos, serológicos y microbiológicos; así como para métodos químicos en los que específicamente no se indique o se haya comprobado que requieren agua de calidad Tipo I. La ASTM especifica que el agua Tipo II sea preparada por destilación y como factor importante recomienda que esté siempre libre de impurezas orgánicas.

TIPO III

Satisfactoria para algunas pruebas generales de laboratorio; para la mayoría de los análisis cualitativos, tales como uroanálisis, procedimientos histológicos y parasitológicos; para el enjuague de muestras analíticas; preparación de soluciones de referencia; y para el lavado o enjuague de cristalería (el enjuague final de la cristalería debe hacerse con el tipo de agua especificado para el procedimiento realizado).

TIPO IV

Agua con una conductividad final máxima de 5,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sirve para la preparación de soluciones y para el lavado o enjuague de cristalería.

3.3 Clasificación de los tipos de agua según NC - ISO 3696: 2004

Grado 1

Exenta básicamente de contaminantes constituidos por iones disueltos o coloidales y materias orgánicas. Es apropiada para los requisitos de análisis más exigentes, incluyendo la cromatografía líquida de alta definición. Se puede preparar por un tratamiento adicional del agua de grado 2 (por ejemplo osmosis inversa o deionización seguida de filtrado a través de una membrana con tamaño de poro de 0,2 μm para separa las partículas, o por redestilación en un aparato de sílice fundido). Cuando los índices de son mas bajos que esta norma, se denomian agua ultrapura de grado 1⁺

Grado 2

Con muy pocos contaminantes inorgánicos, orgánicos o coloidales. Es apropiada para análisis delicados, incluyendo la espectrometría de absorción atómica (EAA) y la determinación de componentes en cantidades mínimas. Se puede preparar por destilación múltiple o por deionización u osmosis inversa seguida de destilación.

Grado 3

Apropiada para la mayoría de los trabajos de química en laboratorios por vía húmeda y la preparación de soluciones de reactivos. Se puede preparar mediante una sola destilación, por deionización o por osmosis inversa. Salvo indicación en contrario, se puede utilizar para el trabajo normal de análisis. Están definidos los diferentes niveles de pureza del agua en función de los parámetros físicos químicos, tales como conductividad eléctrica, resistividad, contenido de carbono, oxígeno o sílice; que se muestran en las tabla 2, 3, y 4; donde se presenta la clasificación del agua de acuerdo a sus características fisicoquímicas, según las normas ASTM 1193-2001 AGUA PARA USO EN LABORATORIOS,

Boletín Científico Técnico INIMET, núm. 1, 2010, p. 4 ,Instituto Nacional de Investigaciones en Metrología, Cuba

Anexo 4

Funcionamiento de sistema de purificación, por osmosis reversa

a) **Proceso**

La osmosis inversa es la separación de componentes orgánicos e inorgánicos de el agua por el uso de presión ejercida en una membrana semipermeable mayor que la presión osmótica de la solución. La presión fuerza al agua pura a través de la membrana semipermeable, dejando atrás los sólidos disueltos. El resultado es un flujo de agua pura, esencialmente libre de minerales, coloides, partículas de materia y bacterias.

Una manera simple de entender la osmosis inversa es la de pensar en esta como un filtro químico que tiene la habilidad de filtrar los mismos materiales que un filtro mecánico estándar así como también las sales y orgánicos que están químicamente disueltas en el agua.

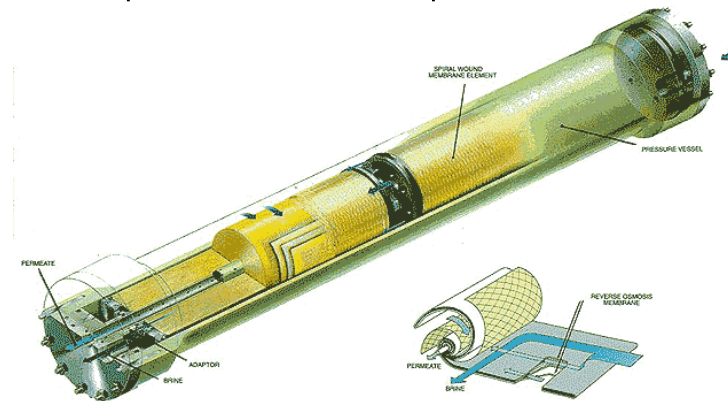
El nombre de "Osmosis Inversa" es proveniente del proceso de osmosis, como el fenómeno natural que provee agua a las hojas de los árboles y agua a las células animales para mantener la vida.

Referencia de una planta de osmosis inversa

La osmosis normal toma lugar cuando el agua pasa de una solución menos concentrada a una solución más concentrada a través de una membrana semipermeable. Una cierta cantidad de energía potencial existe entre las dos soluciones en cada lado de la membrana semipermeable. El agua fluirá debido a esta diferencia de energía de la solución de menos concentración a la de ms concentración hasta que el sistema alcanza el equilibrio. La adición de presión a una solución más concentrada

Mientras se aplique más presión a la solución más concentrada, el agua empezara a fluir de la solución de mas concentración a la de menos concentración. La cantidad de agua filtrada dependerá de la presión aplicada a la solución de mas concentración, siendo la presión osmótica aparente, y el área de la membrana que está siendo presurizada. La presión requerida para sobreponerse a la presión osmótica es dependiente de la concentración molar de la solución y de la temperatura absoluta. Cien mg/l de sólidos disueltos son equivalentes a aproximadamente 1 psi de presión osmótica.

La membrana: pieza fundamental del proceso



La membrana de osmosis inversa es una película fabricada acetato de celulosa parecido al celofán usado para envolver la comida, el cual va enrollada en modo de espiral que ayuda a la continua presión que va ejerciendo el agua para no disminuir el caudal de flujo. Estas membranas pueden ser formuladas para dar grados variantes de rechazo de sal. Algunas membranas tienen una habilidad de rechazo de 50 a 98%. En este caso, técnicamente, la palabra rechazo es usada para describir la repulsión de los iones por la membrana.

debido al diferencial de presión requerido para el flujo del agua, la membrana debe tener un soporte fuerte para prevenir descompostura .

La placa plana, en el que hojas planas de membrana son forzadas contra hojas de placa similares a un filtro prensa convencional: Rollo gelatinoso o espiral, en el que un sobre de membrana de osmosis inversa es formado sellando los bordes de una hoja plana doblada. Un separador de malla plástico es metido dentro del sobre y otro afuera y la estructura completa es entonces enrollada en espiral e insertada en una capsula de presión. eca, en el que fibras del tamaño de un cabello humano son tejidas por maquinaria hasta tener una forma tubular. Los extremos del tubo son encapuchados en un material sellador plástico. El paquete es insertado en una capsula de presión. El agua salina presurizada forza al agua pura a través de la pared de cada fibrila y después atraves de la perforación de la fibra expuesta hasta juntarse en la salida de la capsula y en donde es colectada como producto

Las novedades del diseño y desempeño de la osmosis inversa son:

- Entre un 90 y 99% de remoción incluyendo flúor, sodio, calcio y metales pesados.
- Más de un 99.9 % de rechazo de orgánicos de un peso molecular de más de 1,000 incluyendo bacterias, virus y pirógenos.
- Más de un 99.9 % de rechazo de orgánicos de un peso molecular de más de 200 incluyendo sucrosa, colorantes, y otros orgánicos pequeños.

Las ventajas de la osmosis inversa son:

- La energía única necesaria para operar la osmosis inversa es presión que puede ser producida por bombas con motores electricos o de combustible.
- Altos potenciales eléctricos como los usados en la electrodiálisis no son necesarios.
- Los Químicos no son necesarios para la regeneración como en el intercambio iónico.
- Con la excepción de bombas no hay partes móviles en el sistema de osmosis inversa. El sistema corre continuamente con muy poco o sin mantenimiento.
- Las membranas pueden ser diseñadas para separar diferentes porcentajes de iones diferentes y orgánicos diferentes.
- No hay que suministrarle calor al sistema y no es necesario un cambio de fases para efectuar la separación. Esto es muy importante en comidas con un sabor degradable al calor.

Los requerimientos de energía son muy bajos, como no hay necesidad de "calor de transición" dado en el cambio de fases.

En la purificación de agua por osmosis inversa, toda el agua purificada es pasada por la membranas mientras que en la electrodiálisis y el intercambio iónico, las sales han sido removidas de él que aun contiene sedimentos y materia no iónica disuelta.

Las limitaciones básicas en la osmosis inversa al usar membranas semipermeables de acetato de celulosa son:

El pH de el agua de suministro debe estar siempre del lado ácido para evitar la hidrólisis de la membrana (opera mejor en un pH de 5.0 a 7.0)

El acetato de celulosa es muy susceptible a la hidrólisis microbial.

L a temperatura de proceso no debe exceder los 75-80°F si se espera una vida alargada de la membrana.

La vida de la membrana es de uno a tres años dependiendo del pH y la presión

b) La importancia de la calidad del agua es crítica

A menudo, la calidad del agua es un aspecto que se pasa por alto, pero dado que el agua es el disolvente más utilizado en el laboratorio, su calidad es clave. Igualmente, utilizar agua de mala calidad para la alimentación a sistemas de desinfección o equipos de diagnóstico clínico puede ser potencialmente un peligro de muerte. Comprender la importancia del agua es un factor crítico.

Existen normas de calidad del agua reconocidas internacionalmente que definen los diferentes tipos de calidad del agua, desde el tipo I hasta el tipo III.

Conseguir la calidad del agua requerida depende de la correcta selección de las tecnologías de purificación. Además, la validación de la calidad, su almacenamiento y el correcto mantenimiento de los sistemas son factores clave para asegurar la calidad del agua en todo momento.

El presente escrito contiene la memoria del proyecto realizado para optar al título de Diseñador Industrial de la Universidad de Chile. El proyecto en sí consta del diseño de un sistema que permite al científico purificar agua mediante el proceso de osmosis reversa para obtener agua ultrapura 1+.

El proyecto desde la visión macro es resuelto por un equipo interdisciplinar formado por personas pertenecientes a áreas de la Química, la Ingeniería Civil Eléctrica y el Diseño Industrial, dirigidos por un Director Ejecutivo quien asume la gestión y administración del proyecto aportando con el capital monetario para la realización del mismo. Cada uno de los integrantes posee un rol específico, lo que corresponde a la visión micro del proyecto que es donde cada uno aporta desde su disciplina para el diseño y desarrollo del sistema purificador que permita a los científicos mantener un flujo continuo de agua ultrapura 1+ dentro del laboratorio cuando sea necesario su uso.