

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE
PLANTA ESVAL, VILLA ALEMANA SUR**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario
en MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumnos:

Sergio Andrés Abarca Olea
Jostin Eliot Erazo Olivarez

Profesor Guía:

Ing. Alejandro Badilla Bello

2018

RESUMEN

KEYWORDS: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE VENTILACIÓN.

En la industria se puede observar de gran medida la importancia que el mantenimiento tiene para la gran diversidad de empresas, que mediante sus activos físicos tienen la capacidad de crear bienes de servicio o consumo, en donde mediante el buen uso de sus recursos alcanzan metas y cumplen misiones autoimpuestas, para hacer de la sociedad un entorno más cómodo y con mejor calidad de vida para sus habitantes y para quienes forman parte de la organización empresarial. Por este motivo el mantener de manera óptima los activos físicos permitirá que cada proceso productivo sea eficiente, siendo así positivo para la empresa y sus clientes, y en el caso de la empresa Esva no es la excepción, por aquel motivo es de importancia generar una propuesta de mejora en el sistema de ventilación de la planta de agua potable ubicada en Villa Alemana sur, debido a que los motores que trabajan en su interior funcionan bajo temperaturas elevadas a causa de la pésima ventilación existente.

La finalidad de la propuesta será posibilitar el funcionamiento de la planta de manera correcta, la cual es participe dentro de la distribución del agua potable, permitiendo que desde la acumulación del agua en un estanque esta planta impulse cierta cantidad de caudal que por finalidad tendrá terminar en aproximadamente 13.000 hogares, por ende, el cuidado de los activos que se encuentran dentro de esta será esencial; cuéntese entre estos activos, cuatro unidades de motores Weg (W22 355 ML2A), cuatro unidades de variadores de frecuencia ABB (ABB580-01-430A-4) y cuatro unidades de bombas centrifugas Vogel (LS 125-330 S1NL1 25002).

El método a utilizar para desarrollar la propuesta se iniciará por medio de la contextualización del problema a través de la descripción del proceso productivo de la empresa Esva, junto con el problema del confinamiento en el aspecto de ventilación que tienen los activos físicos.

Posteriormente será vital la identificación de las fuentes de calor dentro de la planta y del calor que estas emiten, que durante el desarrollo quedará evidenciado que las principales fuentes son los motores y, en segundo lugar, aunque mucho menos de lo generan los motores se encuentran los variadores de frecuencia, creando la necesidad de generar la renovación de caudal que es de 18518 m³/h.

Para culminar con la formulación de dos propuestas que de entre ellas se escogerá la más idónea para la planta, en base a resultados técnicos anteriormente nombrados, que en esta ocasión ha de ser la segunda propuesta, ya que mediante cuatro extractores helicoidales tubulares (TCBT/6-630/L) con la capacidad de desplazar 10940 m³/h cada uno, se podrá mediante estos elementos realizar la renovación del aire dentro de la planta, procurando así mantener la condición térmica adecuada para el correcto funcionamiento de los motores eléctricos y los diversos activos físicos que existan en su interior. Más allá de los costos, se ha privilegiado la eficacia de la propuesta, en el cual se prioriza asegurar el correcto funcionamiento de los motores.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	5
1. ASPECTOS GENERALES.....	7
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	7
1.1.1. Cobertura operacional	7
1.1.2. Regulación legal	7
1.1.3. Ubicación geográfica	8
1.2. POTABILIZACIÓN DE AGUAS CRUDAS	9
1.2.1. Procesos de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP)	10
1.2.2. Distribución de agua potable, PTAP las vegas, EsvaI	12
1.3. PROBLEMÁTICA	15
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	19
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. EQUIPOS.....	21
2.1.1. Bomba Vogel Pumpen LS 125-330 S1NL1 25002	21
2.1.2. Motor WEG W22 355 ML2A	22
2.1.3. Variador de frecuencia ABB580-01-430A-4	23
2.2. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LOS MOTORES ELÉCTRICOS	24
2.2.1. Placa de identificación de un motor eléctrico	24
2.2.2. Potencia	25
2.2.3. Eficiencia	25
2.3. VENTILACIÓN	26
2.3.1. Importancia de la ventilación	26
2.3.2. Tipos de ventilación	27
2.3.3. Tipos de ventiladores	27
2.4. CONCEPTOS TEÓRICOS PARA EL DESARROLLO DE CÁLCULOS	29
2.4.1. Temperatura	29
2.4.2. Escalas de temperaturas y unidades.....	29
2.4.3. Escalas relativas	29
2.4.4. Calor.....	29
2.4.5. Tipos de calor.....	30
2.4.6. Transferencia de calor	30
2.4.7. Métodos de transferencia de calor.....	31
2.5. INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA	32
2.5.1. Motores eléctricos.....	32

2.5.2. Rodamientos	36
2.6. INTRODUCCIÓN A LOS CÁLCULOS	37
2.6.1. Datos meteorológicos	37
2.6.2. Volumen de la planta	38
2.6.3. Primer método de obtención de caudal de la planta.....	39
2.6.4. Segundo método de obtención de caudal de la planta.....	40
CAPITULO 3: TOMA DE DECISIONES	44
3. TOMA DE DECISIONES	47
3.1. SISTEMA DE VENTILACIÓN ACTUAL	47
3.1.1. Descripción del sistema de ventilación.....	47
3.1.2. Agentes contaminantes	47
3.2. PROPUESTAS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN	48
3.2.1. Decisión teórica	48
3.2.2. Descripción de los sistemas de ventilación propuestos.....	48
3.3. SELECCIÓN DEL EQUIPO.....	50
3.3.1. Componentes del sistema de ventilación.....	50
3.4. CALCULO DE COSTOS.....	51
3.5. IMPLEMENTACIÓN	52
3.5.1. Montaje del equipo	52
3.5.2. Prueba de funcionamiento.....	53
3.6. CARTA GANTT.....	54
3.7. PROCESO DE MANTENIMIENTO.....	54
CONCLUSIONES	57
BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS	59
Anexo A: Especificaciones técnicas de bomba.....	59
Anexo B: Especificaciones técnicas de motor	60
ANEXO C: Especificaciones técnicas de variador de frecuencia	61
ANEXO D: Curvas de bomba.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Ubicación geográfica de Villa Alemana en la región de Valparaíso	8
Figura 1-2. Ubicación geográfica	9
Figura 1-3. Fotografía en terreno, planta Villa Alemana Sur	9
Figura 1-4. Proceso de coagulación y decantación	11
Figura 1-5. Esquema de funcionamiento de una PTAP	12
Figura 1-6. Captación río Aconcagua a PTAP Las Vegas	13
Figura 1-7. Distribución y sondaje	13
Figura 1-8. Distribución mediante acueducto las Vegas	14
Figura 1-9. Conexión entre acueducto Las Vegas a planta Villa Alemana Sur	14
Figura 1-10. Interior planta	15
Figura 1-11. Zonas suministradas por la planta Villa Alemana sur	17
Figura 2-1. Bomba Vogel	21
Figura 2-2. Placa Bomba VOGEL	22
Figura 2-3. Motor WEG	22
Figura 2-4. Placa Motor WEG	23
Figura 2-5. Variador de frecuencia ABB	23
Figura 2-6. Placa de identificación de motores eléctricos	24
Figura 2-7. Placa de identificación de motores eléctricos planta Villa Alemana sur	25
Figura 2-8. Ventilador axial	27
Figura 2-9. Ventilador centrífugo	28
Figura 2-10. Diagrama temperatura- entalpia	30
Figura 2-11. Transferencia de calor	31
Figura 2-12. Necesidad de refrigeración de cada motor en base a su tamaño	33
Figura 2-13. Esquema de la ayuda que otorga la refrigeración en un motor	33
Figura 2-14. Motor calentándose	34
Figura 2-15. Rodamiento completamente gripado	36
Figura 2-16. Medición de volúmenes	38
Figura 2-17. Eficiencia de motor	40
Figura 2-18. Potencia mecánica motor	40
Figura 2-19. Esquema de un sistema mecánico	41
Figura 2-20. Eficiencia motor	41
Figura 2-21. Fórmula para obtener calor emitido	41
Figura 2-22. Gráfico función lineal, extrapolación	42
Figura 2-23. Fórmula para la obtención del caudal	43
Figura 3-1. Layout sistema actual de ventilación	47
Figura 3-2. Layout propuesta 1 de ventilación	49
Figura 3-3. Layout propuesta 2 de ventilación	49
Figura 3-4. Extractor	50
Figura 3-5. Dimensiones de extractor	51
Figura 3-6. Modelo de celosía	51
Figura 3-7. Cotización propuesta 1	51
Figura 3-8. Cotización propuesta 2	52
Figura 3-9. Anemómetro	53
Figura 3-10. Carta gantt	54

Figura 3-11. Limpieza de aspas	55
Figura 3-12. Filtro de extractor	55
Figura 3-13. Lubricación	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Conversión de unidades de potencia	25
Tabla 2-2 Clasificación de aislamiento	35
Tabla 2-3 Temperatura interior planta	37
Tabla 2-4 Temperaturas de Villa Alemana	38
Tabla 2-5 Renovación de aire según volumen de recinto	39
Tabla 2-6 Carga térmica aportada por variador de frecuencia	42

SIGLAS Y SÍMBOLOS

S.A: Sociedad Anónima

D.F.L: Decreto legislativo o decreto con fuerza de ley

I.N.E: Instituto Nacional de Estadísticas

P.T.A.P: Planta de tratamiento de agua potable

P.A.P: Planta agua potable

H.V.A.C: Heating, Ventilating, air conditioned (calefacción, ventilación, aire acondicionado)

A.S.H.R.A.E: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado)

N.E.M.A: National Electrical Manufacturers Association (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos)

I.E.E.E: Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

km²: Kilómetros cuadrados

m²: Metros cuadrados

m³: Metros cúbicos

m³/h: Metros cúbicos / hora

mm: Milímetros

mt: Metros

pH: Medida de la acidez o alcalinidad de una solución

RPM: Revoluciones por minuto

HP: Horse power (caballos de fuerza)

CV: Caballos de vapor

KW: Kilowatt

KW/h: Kilowatt/hora

P: Potencia

°C: Celsius

°F: Fahrenheit

V: Volumen

Q: Caudal

Q': Calor

η: Eficiencia

W: Watt

CT: Calor térmico

Kcal/h: Kilocalorías/hora

A: Ampere

Db: Decibeles

Kg: Kilogramo

INTRODUCCIÓN

Se denomina ventilación a la renovación de aire del interior de una edificación mediante extracción y/o inyección de aire por medio de ventiladores mecánicos que remueven el caudal de aire. La ventilación en los edificios se utiliza para mantener la calidad del aire interior, es usada también para crear un ambiente térmicamente confortable por medio de la regulación de los parámetros del aire interior, este aspecto es de gran importancia en cualquier recinto, desde domésticos hasta industriales, ya que mucha incidencia tiene con la salud e higiene de las personas que se encuentran dentro de cualquier ambiente cerrado, por aquel motivo existen distintas técnicas de ventilación dependiendo del uso del recinto, de su arquitectura y de todos los factores medioambientales.

Según lo mencionado, el proceso de renovación de aire también tiene una gran utilidad para procesos de mantenimiento, ya que en la industria una gran diversidad de activos físicos trabajan sometidos a altas temperaturas, y de no ser esto controlado puede afectar de gran manera este bien, por aquel motivo, la ventilación no es solamente útil para recintos con personas en su interior, también lo es para recintos en donde se ubique maquinaria que realice cierto trabajo dentro de un proceso productivo, este es el caso dentro de la empresa Esval, que entrega el servicio de agua potable y recolección de aguas servidas. Esta empresa tiene la característica de contener una gran cantidad de activos y en variados puntos geográficos, pero dentro del conjunto la planta de agua potable Villa Alemana sur es la protagonista en la propuesta de mejoramiento del sistema de ventilación que esta planta tiene, ya que en este punto tiene una deficiencia considerable, porque el sistema de ventilación con el que cuenta esta planta no cumple con los requerimientos que necesita, este aspecto se aprecia por el confinamiento que el grupo cuatro tiene debido a la posición de este al interior, por las temperaturas que tiene el interior de la planta, estas serán mencionadas en el capítulo dos al igual que las temperaturas medidas en los rodamientos del eje de los motores. Dentro de la planta hay cuatro grupos mecánicos, que se compone de motor eléctrico y bomba centrífuga, a la vez del proceso participan cuatro variadores de frecuencia, aunque el sistema que existe en la planta es de tres por uno, es decir, trabajan tres grupos y uno se mantiene de reserva, aun así, la carga térmica que existe dentro de la planta es muy alta ya que la ventilación que existe es simplemente natural, siendo incapaz de remover el caudal del recinto.

Por aquellos motivos se pretende como objetivo principal proponer un sistema de ventilación capaz de asegurar la operatividad de la planta, es decir, lograr que los motores trabajen bajo temperaturas adecuadas, es decir, que la temperatura ambiente no supere los 40°C y que la temperatura del sistema sea acorde con lo especificado por el fabricante.

Este proceso ha de ser realizado a través de diversos procedimientos, dando inicio por interiorizar el entendimiento acerca de la empresa, mediante la descripción detallada del proceso productivo, desde la captación de la materia prima, su procesamiento, hasta la etapa de distribución la cual se caracteriza por ser una de las más complejas de la industria por el hecho de ser parte del servicio básico de la sociedad, el agua, es en esta etapa donde participa la planta. También se contextualizará el problema existente dentro de la planta y de cuáles son los riesgos a causa del problema.

Como parte del desarrollo de la propuesta se identificarán cuáles son las fuentes de calor dentro de la planta, para así obtener los datos que tan importantes son para poder realizar la propuesta, esto se realizará mediante el uso de información otorgada por Esval, por

métodos de cálculos a través de fórmulas que permitirán encontrar las cargas térmicas que recibe la planta a causa de los activos físicos, y también obtener mediante los datos anteriores el caudal necesario para renovar el aire al interior de la planta. Por aquellos motivos el conocimiento de los equipos que se encuentran en la planta es de gran importancia.

En la etapa final del trabajo de título, ya con los datos analizados y el caudal necesario para renovar el aire en conocimiento, se podrá proceder a idear el sistema ideal mediante información técnica y se entregará información económica de estas. Se diseñarán dos propuestas, en las cuales ha de ser considerado el dato del caudal necesario de aire, para así mediante el análisis técnico se puedan seleccionar los ventiladores capaces de realizar aquella labor, también será necesario un rediseño en la estructura de la planta, para la instalación del sistema. Ya con las dos propuestas planteadas se tomará en cuenta las capacidades técnicas de las propuestas para así seleccionar la que será seleccionada como definitiva para así asegurar el correcto funcionamiento de la planta.

OBJETIVO GENERAL

Elaborar propuesta de mejora en el sistema de ventilación de la planta de agua potable, Villa Alemana sur de la empresa Esval, mediante un análisis térmico y el rediseño estructural, asegurando la operatividad de la planta.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el proceso productivo de la empresa mediante diagramas de proceso e información proporcionada por esta para la contextualización de la problemática.
- Identificar fuentes de calor en la planta mediante técnicas de estimación de fuentes de calor para la formulación de propuestas de ventilación.
- Seleccionar el sistema de ventilación evaluando técnica-económicamente las soluciones previas, seleccionando la mejor según criterios evaluados.

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

1. ASPECTOS GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Esva S.A es una sociedad dedicada a la producción y distribución de agua potable, y recolección, descontaminación y disposición de aguas servidas, que efectúa, además, prestaciones relacionadas con dichas actividades, en la forma y condiciones establecidas en la Ley que autoriza su creación y otras normas que le sean aplicables.

El 25 de noviembre de 2003, la empresa se adjudicó en licitación pública, el derecho de explotación por 30 años de las concesiones de la que es titular ECONSSA CHILE (a la razón Essco), sanitaria de la Región de Coquimbo. Para tales efectos, el día 4 de diciembre de 2003 se constituyó una sociedad anónima filial denominada Aguas del Valle, la cual está sometida a las normas que rigen a las sociedades anónimas abiertas. Aguas del Valle produce y distribuye agua potable; recolecta, descontamina y dispone aguas servidas, para lo cual realiza además las prestaciones relacionadas a dichas actividades, en los términos establecidos en el DFL N° 382 de 1988, del Ministerio de Obras Públicas, y demás normas aplicables.

La visión de la empresa es ir más allá de las expectativas de nuestros clientes, generando valor en forma sostenible.

Su misión es mejorar la calidad de vida de las personas, contribuyendo al desarrollo regional con un equipo comprometido con la excelencia en la gestión integral del agua.

Y como valores podemos mencionar: eficiencia, compromiso, transparencia y empatía

1.1.1. Cobertura operacional

Comprende las áreas urbanas de la Región de Valparaíso, que la anterior Empresa de Obras Sanitarias de la Región atendía al 27 de enero de 1986, exceptuados los sectores entregados en concesión a servicios particulares o municipales, más aquellas zonas de expansión contempladas dentro de los planes de desarrollo que aprueba la Superintendencia de Servicios Sanitarios, de acuerdo con lo establecido en la Ley N° 18.777 y en el decreto N° 2.166/78 y 69/89, ambos del Ministerio de Obras Públicas.

Adicionalmente, Esva presta servicios de agua potable a otras localidades, fuera del área de concesión en la comuna de Algarrobo, en base a convenios suscritos con las comunidades de Algarrobo Norte, Mirasol y Las Brisas.

1.1.2. Regulación legal

El ente que regula la actividad de Esva y el sector sanitario en su conjunto es la Superintendencia de Servicios Sanitarios, creada en 1990, a través de la Ley N° 18.902, con el objeto de garantizar a la población que la prestación de los servicios sanitarios, en cuanto a cantidad, calidad y precio corresponden al ofrecido y son posibles de sostener en el largo plazo, y que el agua, una vez utilizada, será tratada y dispuesta en consonancia con el desarrollo sustentable.

1.1.3. Ubicación geográfica

La planta de agua potable se ubica en la comuna de Villa Alemana y a modo de contextualización geográfica del proyecto, es de importancia conocer algunos aspectos generales de la comuna donde se emplaza, para así tener una mejor comprensión de la incidencia de la planta en la población de clientes que habitan en ella.

La comuna de Villa Alemana se ubica en la región de Valparaíso (figura 1-1), la cual se encuentra en los paralelos 32° y 34°, colindando al norte con la región de Coquimbo, al sureste con la región Metropolitana y al sur con la región del Libertador Bernardo O´Higgins. Según los datos otorgados por el INE, en base a la proyección de la población, el 2015 está correspondiente a 1.825.757 personas.

Administrativamente en la región de Valparaíso existen ocho provincias, siendo en la provincia de Marga-Marga donde se ubica la comuna de Villa Alemana.



Fuente: www.villalemana.cl

Figura 1-1. Ubicación geográfica de Villa Alemana en la región de Valparaíso.

La comuna de Villa Alemana se ubica a 23 kilómetros de la ciudad de Valparaíso. Cuenta con una superficie de 97 km² y tiene una población de 138.348 personas, con una densidad de 1.426 habitantes por km², datos otorgados por el sistema nacional de información municipal.

La planta de agua potable Villa Alemana Sur, se encuentra emplazada en el Sector Sur de la comuna, camino a lo Moscoso a un costado de la autopista troncal sur (figura 1-2/1-3).



Fuente: www.google.com/maps
 Figura 1-2. Ubicación geográfica.



Fuente: Elaboración propia.
 Figura 1-3. Fotografía en terreno, planta Villa Alemana Sur.

1.2. POTABILIZACIÓN DE AGUAS CRUDAS

El agua es un recurso de vital importancia por el rol que este cumple en el planeta, ubicándose en lo que la geología llama hidrósfera, que básicamente es la porción que el agua ocupa en la Tierra en sus estados líquido, sólido y gaseoso, ya sea en océanos, mares, lagos, ríos, en glaciares, y demás masas de agua que se pueden encontrar en sus diversas ubicaciones, desde aguas subterráneas o incluso el vapor de agua contenido en la atmósfera, y por ende, el papel protagónico que cumple se puede entender desde la regulación de la temperatura en el planeta hasta su lugar indispensable para la vida, y como tal para la sociedad humana.

El objetivo de la empresa Esva, es hacer de este recurso un bien de consumo para la gran mayoría de los habitantes de la quinta y cuarta región, permitiendo que mediante su distribución pueda ser obtenida y utilizada por las personas, por ende, los niveles de calidad que esta empresa debe cumplir son altos, ya que la necesidad que satisface es de nunca acabar. Dentro de los procesos que la empresa realiza se pueden identificar dos, la potabilización del agua junto con su distribución, y el tratamiento de las aguas servidas, de los cuales se desprenden una variedad de procedimientos y tareas ingenieriles que permitirán obtener y utilizar el agua de la manera más simple, es decir, abriendo una llave de paso y así simplemente sin mayor esfuerzo tenerla en hogares, empresas, recintos educacionales y en un sinnúmero de lugares en donde exista la red de servicios de la empresa Esva.

Como fue mencionado en el párrafo anterior, los procesos claramente identificables, son dos, y uno de ellos es la recolección y tratamiento de aguas servidas, que básicamente se compone de la recolección de aguas residuales domésticas que proceden de las diversas utilidades que la población da a diario, y por dar ejemplos, es la que se elimina a través de lavaplatos, y artefactos sanitarios, para luego ser tratadas y así devolver este recurso al medio ambiente de manera limpia y contaminando lo menos posible. En cambio, la potabilización del agua junto a su distribución es el proceso de interés en esta ocasión y su entendimiento será más profundo que en el proceso anterior.

Entiéndase por agua potable aquella que es apta y totalmente segura para el consumo humano, no siendo ésta un peligro para la salud de las personas. Para dar una descripción general y resumida a este proceso, parte por obtener desde ríos, lagos o pozos el agua cruda, entiéndase ésta como aquella que viene directamente desde su fuente natural, sin procesos ni filtrajes previos, por ende, es necesario potabilizar el agua cruda, ya que no es apta para el consumo humano, porque tiene diversos elementos, desde minerales hasta microorganismos que pueden ser dañinos para la población humana, entonces después de que es sometida a diversos procedimientos, es distribuida a los clientes de Esva.

Ya explicado a rasgos generales los procesos industriales por los que es sometida el agua, se detallará la potabilización de esta. En primer lugar se cuenta con una planta de tratamiento de agua potable y ésta es un conjunto de estructuras que posibilitan la purificación de las aguas crudas, existen diversas tecnologías para potabilizar el agua pero todas deben responder a tres etapas básicas, una de ellas es la combinación de barreras múltiples, con el fin de disminuir los agentes externos y sedimentos, también un tratamiento integrado en base a soluciones químicas para una mayor pureza y tercero el tratamiento por objetivo, según la necesidad del sector en base a la condición del agua cruda.

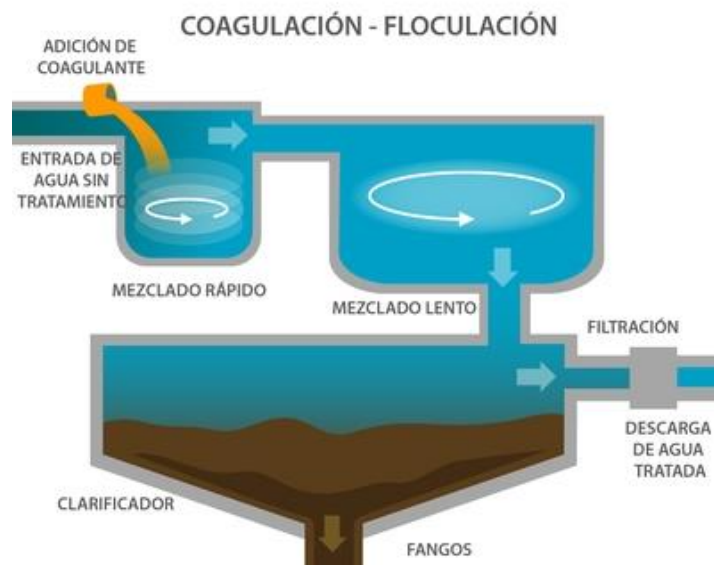
1.2.1. Procesos de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP)

Los procedimientos de potabilización son específicos, en el caso de la empresa Esva se puede describir de la siguiente manera.

- Captación del agua: una de las tantas formas de obtención del agua por parte de Esva es desde los ríos, esta es la fuente más importante en la quinta región, especialmente el río Aconcagua, que es la fuente principal para el gran Valparaíso, por ende la importancia que tienen estos cursos de agua es considerable, una de las dificultades de obtener el agua de los ríos o lagos son los sedimentos ya sean troncos rocas o barro, por ende, una barrera primordial son las rejillas, una de las formas de obtener el agua es a través de cañerías conectadas al río o canales construidos a orillas de este, en donde el caudal permite

simplemente utilizar la técnica de abrir paso al agua hacia estas canaletas y así permitir que el agua sea direccionada y transportada por gravedad hasta la planta de agua potable, también se utilizan bombas hidráulicas como apoyo para el transporte del agua, permitiendo que el flujo de agua sea constante y eficiente, y pueda cumplir con las cantidades necesarias.

- Decantación de arena: en esta etapa lo importante es distribuir el agua captada a estanques con el fin de que la arena que ésta contenga decante y así no dañe las bombas que levantarán el agua hacia las distintas etapas del proceso.
- Mezcla: en esta etapa se agregan agentes químicos al agua con el fin de eliminar ciertos agentes externos del agua cruda, uno de estos agentes químicos son los alcalinizantes, básicamente cal con el objetivo de neutralizar el pH del agua, el otro elemento químico se conoce como coagulante, el fin de este producto es lograr crear una atracción entre las partículas en suspensión donde gracias al coagulante se forman coágulos o flóculos compuesto por las partículas que aún existen en el agua, en este proceso el agua es agitada suavemente para permitir de mejor manera la decantación de estos, un ejemplo de coagulante es el sulfato de alúmina, que es procedente del aluminio y es utilizado en este proceso.
- Decantación: junto al proceso anterior la decantación complementa parte de la purificación del agua, en esta etapa después de agregar el coagulante, el agua es dirigida a un estanque en donde las partículas y el sedimento que aun quede decanta, gracias a este proceso el agua que, de aspecto mucho más claro y limpio, también gran parte de los microorganismos quedan junto a los coágulos y sedimento que decanta.

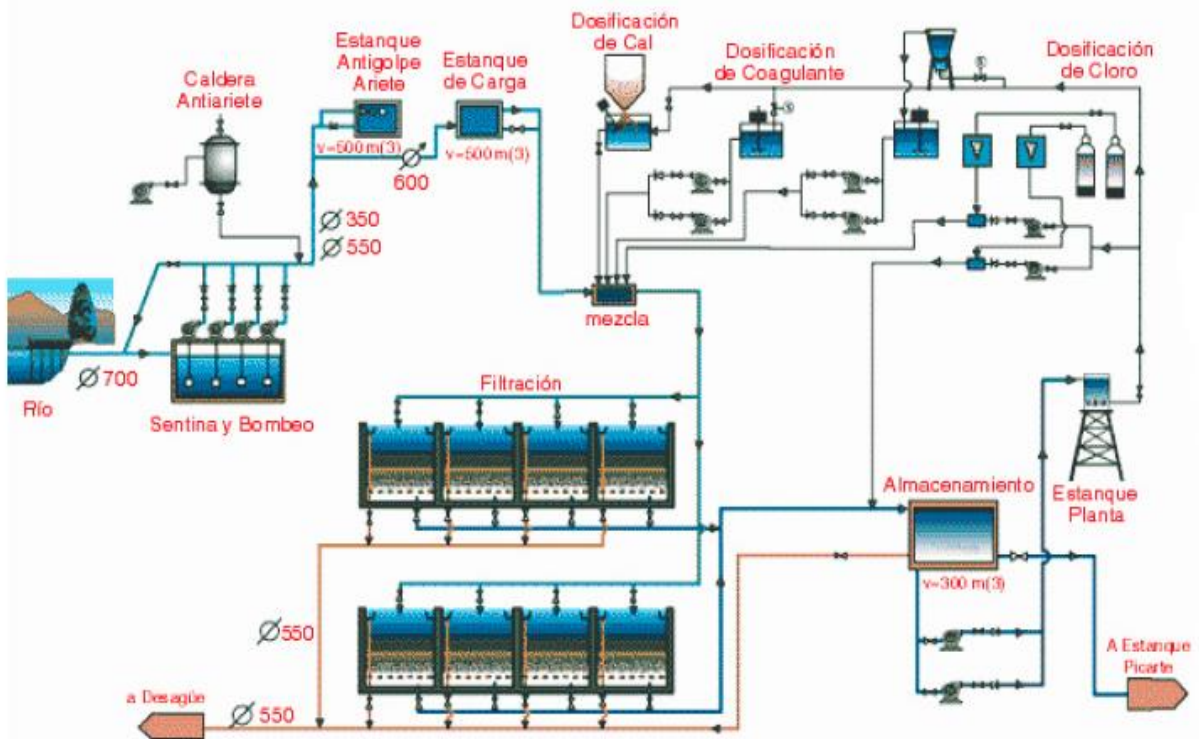


Fuente: www.koshland-science-museum.org

Figura 1-4. Proceso de coagulación y decantación.

- Filtración: aquí es importante lograr filtrar las partículas que aun queden en el agua, después de decantar en el proceso anterior, llega hasta un estanque donde se encuentran varias capas de arena que actuaran como filtro para purificar el agua, estas sucesivas capas de arena tienen distintos tamaños y grosor, al final de este proceso el agua sale casi potable.

- Desinfección: en esta etapa ya prácticamente el agua está potable, pero para una mayor pureza y una certeza de que el agua esté libre de microorganismos, se procede a clorar, y así llegará de mejor manera a la población.
- Control final: como etapa final, dentro del control existente del producto, en este caso el agua potable, se controla dentro de diversos puntos por personal capacitado, en el área de la química, para así asegurar la buena calidad del agua.



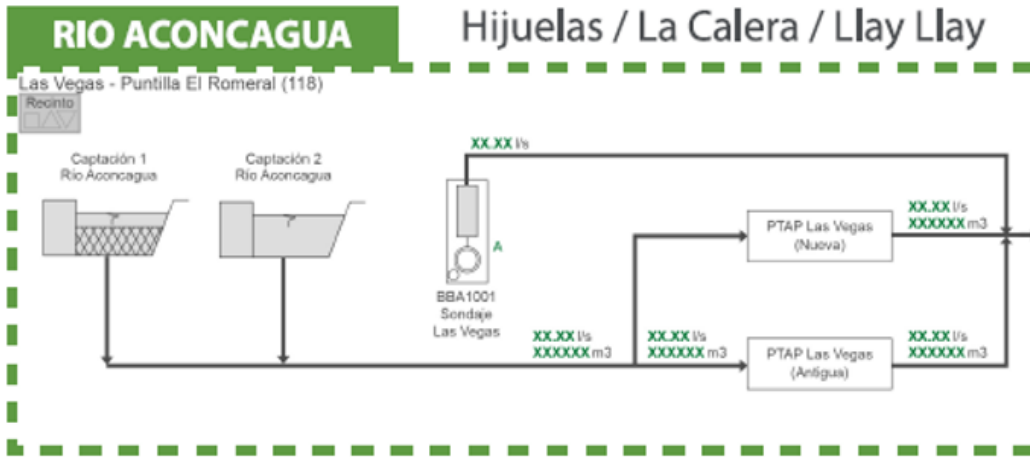
Fuente: www.aquasistec.com

Figura 1-5. Esquema de funcionamiento de una PTAP.

1.2.2. Distribución de agua potable, PTAP las vegas, Esva

Como pequeño resumen, la distribución como parte del proceso, realiza lo siguiente; desde la PTAP mediante activos mecánicos, en este caso bombas, el agua es transportada a través de la red de acueductos hacia diversas plantas de agua potable ubicadas en el gran Valparaíso, y desde aquellos se procede a distribuir a la población en general mediante la red de cañerías y matrices de agua potable existentes en las ciudades, a través de calles y hogares.

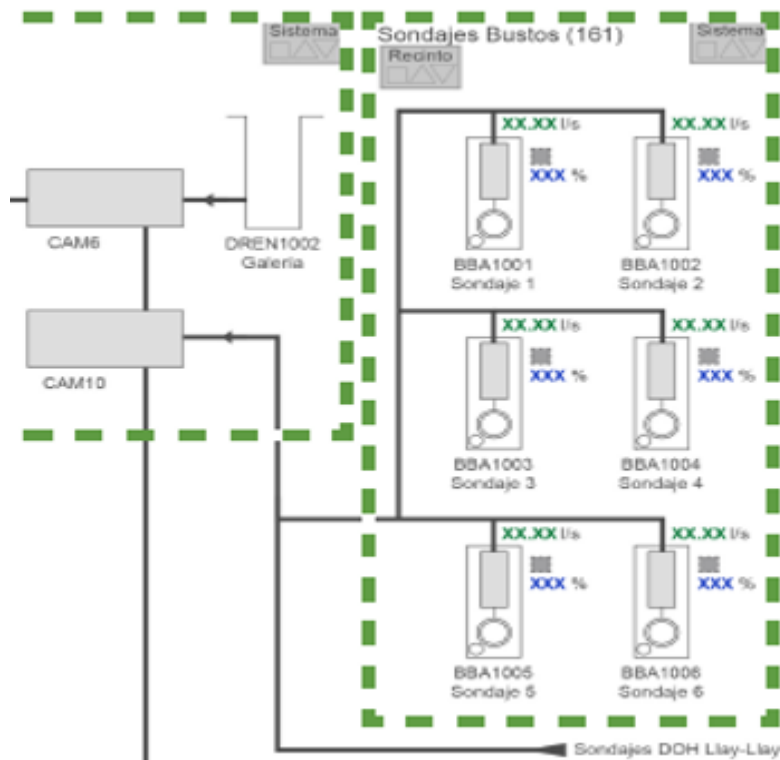
La figura 1-6 tiene de manera esquematizada el proceso de captación de aguas crudas desde el río Aconcagua por parte de la empresa Esva, desde el principio del proceso se evidencia lo complejo que es, ya que según este esquema existen dos puntos de captación en el río Aconcagua que mediante acueductos se transporta a las dos PTAP que tiene Esva que son denominadas como las vegas (nueva) y, las vegas (vieja), en donde el agua cruda es procesada de la manera que fue descrito anteriormente, para luego iniciar el viaje a los miles de hogares que existen en la quinta región a los cuales llega este servicio. . Las siguientes figuras (1-6, 1-7, 1-8 y 1-9) cuentan con tres datos variables expresados con equis (x) de unidades (L/s, m³ y %), esto debido a que los esquemas representan la red de distribución.



Fuente: Esva, Gerencia de operaciones.

Figura 1-6. Captación río Aconcagua a PTAP Las Vegas.

Dentro del proceso de distribución que es uno de los más complejos dentro de la industria, debido a la gran cantidad de elementos que existen en esta etapa de la producción, y siendo uno de los pocos servicios que existen en donde el servicio nunca culmina, ya que la distribución termina en los hogares de los clientes y continua con la captación del mismo bien de servicio para al final ser procesado. En concordancia con lo mencionado esta etapa tiene una diversidad de elementos que conjugan entre sí para que la empresa Esva tenga el alcance que hoy en día tiene, esto se puede apreciar en la figura 1-7, que contiene los sondajes que la empresa realiza en los sectores de Llay-Llay, esto corresponde netamente al sistema rural el cual también se encuentra bajo el alero de la empresa, ya que el sondaje básicamente se trata de la exploración y prospección de las aguas subterráneas, entiéndase dentro de este punto los diversos sistemas de pozos.



Fuente: Esva, Gerencia de operaciones.

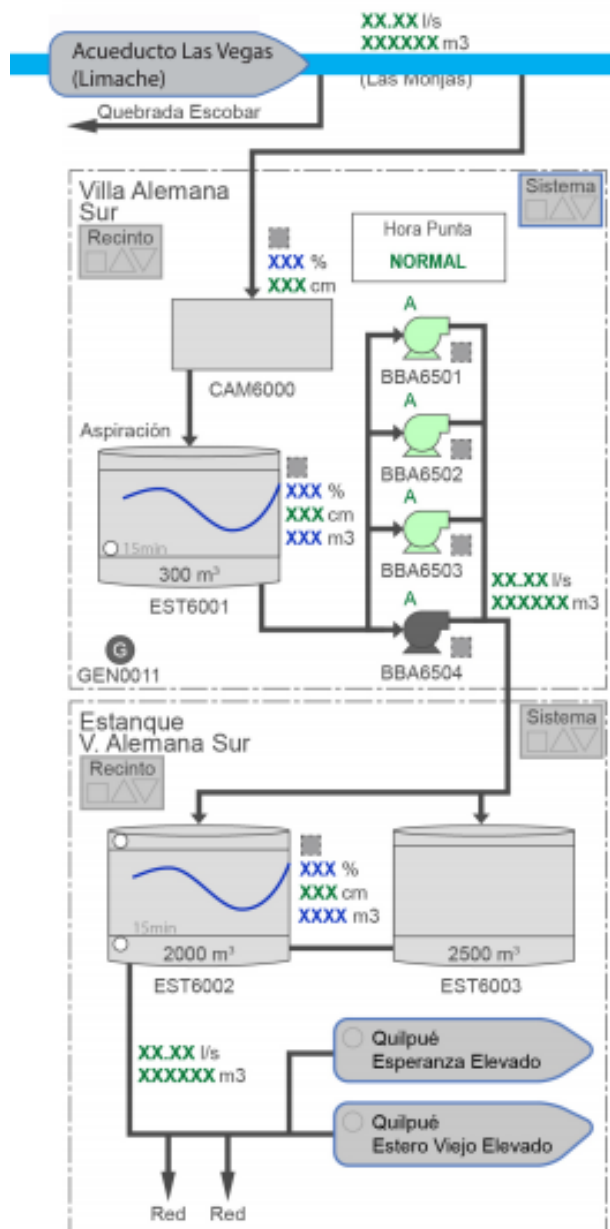
Figura 1-7. Distribución y sondaje.



Fuente: EsvaI, Gerencia de operaciones.

Figura 1-8. Distribución mediante acueducto las vegas.

En la figura 1-8 se aprecia una de las obras de infraestructura más importantes con las que EsvaI cuenta para llegar a las ciudades que abastece en la zona costera, ya que mediante el acueducto llamado las vegas que se puede identificar como la línea de color azul, grandes cantidades de litros de agua potable son desplazadas hacia Villa alemana (figura 1-9), y es en este punto en donde la planta de agua potable Villa Alemana sur toma protagonismo, cumpliendo el rol de almacenar y distribuir mediante tres grupos de bombas al sector sur de Villa Alemana y el sector sur de Quilpué.



Fuente: EsvaI, Gerencia de operaciones.

Figura 1-9. Conexión entre acueducto Las Vegas a planta Villa Alemana Sur.

En este último esquema, lo que sucede es que el agua potable desde el acueducto Las Vegas es transportada simplemente por gravedad, hasta llegar a una estación elevadora hasta la planta de agua potable Villa Alemana Sur

1.3. **PROBLEMÁTICA**

Entiéndase que, dentro de los objetivos del mantenimiento, lograr que un activo físico opere de la manera más óptima a lo largo de su vida útil dentro de un proceso industrial es importante, y en el caso de la empresa Esvál también existe esta misión.

Anteriormente se explicó de manera detallada el proceso productivo de la empresa mediante la descripción de una PTAP, en donde el bien de servicio es el agua, por ende, para lograr estar en el rubro de servicios básicos existen diversos activos físicos que operan en distintos puntos geográficos, para así lograr llegar a los hogares de la población en los cuales la empresa presta sus servicios.

El problema que presenta una de las plantas de agua potable de la empresa Esvál en esta ocasión la planta Villa Alemana sur, es la elevada temperatura que los motores eléctricos pueden alcanzar, provocando como consecuencia el deterioro de estos que se encuentran dentro de la planta, y está por consecuencia de la emisión de calor de los motores también sufrirá un aumento de temperatura en su interior y, por ende, la disminución de la vida útil de los elementos que se encuentran dentro debido al trabajo a temperaturas inapropiadas. ¿Por qué sucede esto? El problema es causado debido a la pésima ventilación que existe en la planta, por lo cual los motores se encuentran en condiciones de funcionamiento un poco adversas en este ámbito, ya que no existe un flujo de aire más frío que el que se cuenta en el interior, a causa de no haber accesos óptimos para el aire, en síntesis, la renovación de aire es muy mala. Como podemos apreciar en la figura 1-10.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-10. Interior planta.

Los activos principalmente afectados son los motores eléctricos con los que cuenta la planta, siendo estos cuatro en total, en donde el sistema de trabajo de la planta se basa en tener un grupo como reserva, es decir, de los cuatro grupos que hay (motor, bomba y variador de frecuencia), tres de ellos funciona y uno se mantiene inactivo, en condición de reserva en caso de que un grupo falle o no esté operando de manera correcta, así aumenta la probabilidad de mantener permanentemente tres grupos trabajando.

Debe entenderse que la causa principal del problema de temperatura dentro de la planta es por el confinamiento y el pésimo flujo de aire frío, que no solamente afecta la función óptima de los motores eléctricos, sino, que también la operatividad de los encargados de mantenimiento de la planta y de cualquier otra labor que los funcionarios de Esva necesiten realizar dentro de ella. Cabe mencionar que la ubicación y el diseño arquitectónico del recinto inciden en esta problemática, pero, principalmente el diseño es un factor a considerar.

Cómo fue mencionado anteriormente dentro del recinto existen otros activos que participan en el proceso, que también se ven afectados de menor manera a causa del calor emitido por los motores eléctricos y que han de ser especificados más detalladamente en el siguiente capítulo.

A causa de la elevación de temperatura de los motores eléctricos y al no tener estos un espacio con buena renovación de aire, se ven mucho más propensos a fallar, a obtener un desperfecto que no permita que sigan funcionando ya que estarían operando por sobre la temperatura de trabajo adecuada y recomendada por el fabricante, y por ende, una eventual falla ameritaría funcionar con el grupo de reserva, esto implica funcionar al límite, por lo cual, de manera inmediata el grupo que ha tenido la falla debe ser reparado, pero a causa de lo descrito anteriormente la planta no se encuentra con una temperatura ambiente cómoda para los mantenedores por la mala ventilación, ¿cuál es el efecto inmediato que tiene una falla dentro de la planta? no podemos centrarnos en un efecto, más bien, se pueden identificar más de uno, por ejemplo:

- El aumento de trabajo para el resto de los motores eléctricos, convirtiéndose en una situación crítica, hasta que el grupo de reserva sea activado, encontrándose entonces en una situación de alto riesgo, ya que en caso de existir otra falla en uno de los grupos que están trabajando no existirá un apoyo hasta que uno de los activos que ha fallado sea reparado.
- La disminución en la entrega de caudal al sistema de redes que llegan a los hogares, por ende, se vería afectada la prestación del servicio.
- En un caso más extremo, pero posible, una falla general de la planta, y como consecuencia, un corte de suministro de agua para alrededor de 13.000 hogares, viéndose totalmente afectado el diario vivir de los clientes de Esva, y no es menor, ya que se trata de agua potable, un servicio básico, que no puede faltar a ningún cliente. En la figura 1-11, se puede apreciar el área que abastece la planta de Villa Alemana sur que esta demarcada de azul, no solamente el sector sur de Villa Alemana es suministrado por la planta, sino que también el sector sur de Quilpué.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. EQUIPOS

Para realizar la implementación de un sistema de ventilación, se tiene que tener en cuenta la cantidad y características técnicas de los equipos que funcionan al interior de la planta, es por esto que se dará una descripción de cada uno de ellos. Cabe mencionar que el sistema de trabajo de la planta es en tener cuatro grupos de activos físicos (motor, bomba y variador de frecuencia), en el cual tres de ellos trabajan y uno se mantiene de reserva en caso de que uno de los grupos mencionados tenga una falla, o no esté operando de manera correcta.

2.1.1. Bomba Vogel Pumpen LS 125-330 S1NL1 25002

En la planta Villa Alemana Sur se encuentran instaladas 4 bombas de iguales características (figura 2-1) y especificaciones técnicas (figura 2-2), estas absorben la energía mecánica que puede provenir en este caso de un motor eléctrico, y la transforma en energía que la transfiere a un fluido como energía hidráulica permitiendo que el fluido se transporte de un lugar a otro. Para las especificaciones técnicas dirigirse al Anexo A.



Fuente: www.lowara.com

Figura 2-1. Bomba Vogel.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-2. Placa Bomba VOGEL

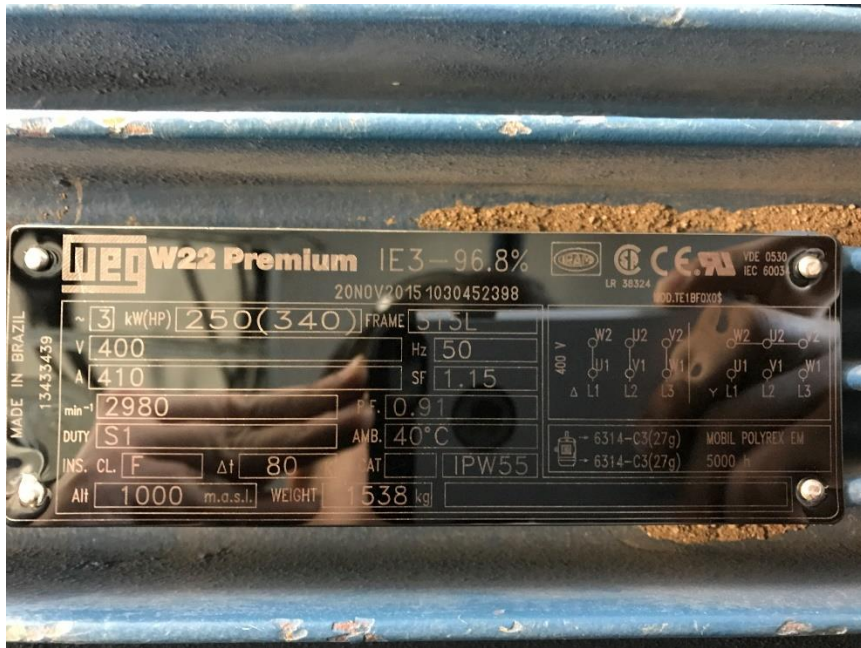
2.1.2. Motor WEG W22 355 ML2A

De igual manera que en las bombas, al interior de la planta y acoplados a las bombas se encuentran 4 motores eléctricos de igual modelo y fabricante, en la figura 2-3 se muestra representativamente los motores, en la figura 2-4 se muestran los datos técnicos de estos. Los motores eléctricos transforman la energía eléctrica en energía mecánica, de manera que puede impulsar el funcionamiento de una máquina, en este caso el de una bomba. Para las especificaciones técnicas dirigirse a Anexo B.



Fuente: <https://www.weg.net>

Figura 2-3. Motor WEG.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-4. Placa Motor WEG.

2.1.3. Variador de frecuencia ABB580-01-430A-4

Al interior de la planta se encuentran instalados 4 variadores de frecuencia iguales (figura 2-5), los cuales regulan la velocidad de los motores eléctricos para que la electricidad que llega al motor se ajuste a la demanda real de la aplicación, reduciendo el consumo energético del motor entre un 20 y un 70 %. Para el detalle de sus especificaciones técnicas dirigirse a Anexo C.



Fuente: new.abb.com

Figura 2-5. Variador de frecuencia ABB.

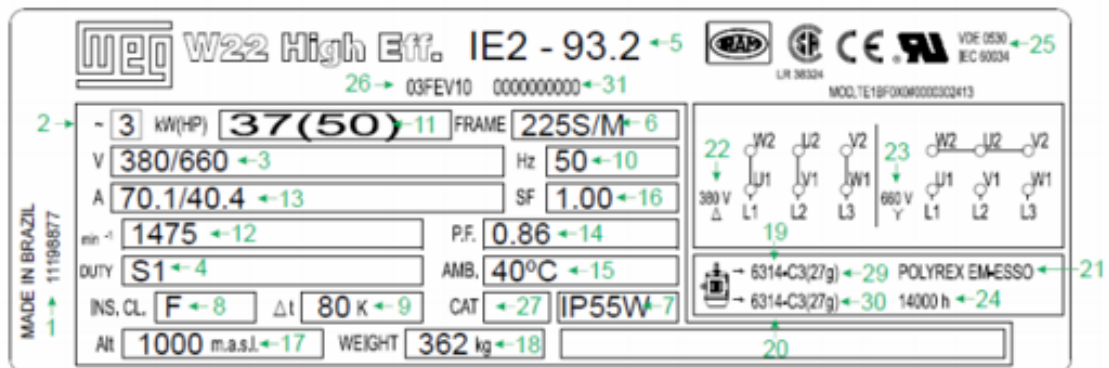
2.2. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LOS MOTORES ELÉCTRICOS

Estas máquinas eléctricas tienen una variedad de parámetros que son importantes para un buen funcionamiento, obtener de aquellas un rendimiento idóneo depende de que aquellos que utilizan de sus servicios sepan realizar una lectura de esta importante información que entrega el fabricante.

Con relación a la situación dentro de la planta de agua potable Villa Alemana sur, recordar que se cuenta con cuatro motores eléctricos, activos físicos de importancia dentro de esta dependencia, por lo cual, se describirán conceptos claves para comprender y fundamentar teóricamente la relación que estos tienen con respecto a la problemática.

2.2.1. Placa de identificación de un motor eléctrico

Todo motor eléctrico cuenta con una placa metálica en donde tiene información sobre las características específicas y técnicas de él, compuesta por códigos y valores que son de gran importancia y ayuda para su correcto uso, entendiendo así las prestaciones que tiene el motor, para luego saber si cumple con la capacidad de satisfacer nuestras necesidades de trabajo.



1- Código de motor	16- Factor de servicio
2- Número de fases	17- Altitud
3- Tensión nominal de operación	18- Peso del motor
4- Régimen de servicio	19- Especificación del rodamiento delantero
5- Eficacia	20- Especificaciones del rodamiento trasero
6- Tamaño de la carcasa	21- Tipos de cargas de los rodamientos
7- Grado de protección	22- Conexión para tensión nominal
8- Clase de aislamiento	23- Conexión para tensión de arranque
9- Temperatura de la clase de aislamiento	24- Intervalo de lubricación en horas
10- Frecuencia	25- Certificaciones
11- Potencia nominal del motor	26- Fecha de fabricación
12- Velocidad nominal del motor en RPM	27- Categoría de par
13- Corriente nominal de operación	28- Número de serie
14- Factor de potencia	29- Cantidad de grasa en el rodamiento
15- Temperatura ambiente máxima	30- Cantidad de grasa en el rodamiento trasero

Fuente: Guía práctica de capacitación técnico comercial WEG.

Figura 2-6. Placa de identificación de motores eléctricos.

En la figura 2-6, se muestra una placa de identificación con la información que suele contener, en esta ocasión se especificará a que corresponde cada valor que son de consideración para el usuario.

En relación a los motores eléctricos que cuenta la planta Villa Alemana sur, saber los datos técnicos que estos tienen es fundamental para la identificación del rol que estos cumplen en la emisión de calor dentro de la planta.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-7: Placa de identificación de motores eléctricos.

2.2.2. Potencia

Al contar con los datos de la placa de identificación se puede obtener valores importantes que se deben considerar, por ejemplo, la potencia nominal del motor, pero ¿Qué es la potencia? Es la fuerza que genera un motor, para mover una carga a una determinada velocidad, este parámetro al igual que muchos otros es cuantificable y puede ser medido en HP (Horse power) o CV (caballo vapor) y en KW (kilowatt), téngase en cuenta que HP y cv son unidades distintas a KW.

tabla 2-3. Conversión de unidades de potencia.

De	Multiplicar	Obtiene
HP o cv	0,736	KW
KW	1,341	HP o cv

Fuente: Elaboración propia.

En esta ocasión la potencia nominal especificada en la placa de identificación indica básicamente la potencia mecánica disponible en el eje de salida, en la planta de agua potable Villa Alemana sur, recordemos que son cuatro motores, de igual fabricante y modelo, por ende, por dato de la placa los motores tienen una potencia nominal de 250 KW o 340 HP. Debe ser mencionado que la potencia en el eje de salida que entregan los motores de la planta actualmente es de 216kw (anexo D)

2.2.3. Eficiencia

En esta ocasión es de gran utilidad conocer los datos mencionados en el párrafo anterior, ya que mediante la potencia mecánica y la eficiencia del motor que también es mencionada en la placa de identificación se puede obtener la potencia eléctrica consumida por la máquina, este factor es entregado en unidad de potencia KW.h (kilowatt hora). En el caso de la PAP Villa Alemana sur, los motores según el fabricante tienen una eficiencia de 96,8 %, pero hay que tener en cuenta que en el transcurso del tiempo los motores debido a su uso se

van deteriorando y por lo tanto también la eficiencia de estos, gracias a los gráficos de bomba (anexo D) se cuenta con la información en donde la potencia entregada por el motor es de 216 kW, por lo cual, este dato será de ayuda para obtener la eficiencia actual del motor.

Se cuenta con la información de la eficiencia, pero ¿Qué significa en el mundo de los motores eléctricos? Básicamente se debe entender como la relación entre la potencia eléctrica que debe consumir el motor eléctrico para entregar una determinada potencia mecánica a la salida del eje. Este concepto tiene gran importancia a la hora de ver los temas de consumo de energía y los costos de operatividad del motor.

Dentro de la eficiencia no existe ningún equipo que tenga la capacidad de transformar en un 100% la energía consumida a potencia mecánica, la obtención de la potencia eléctrica consumida, la potencia mecánica y la eficiencia de los motores será obtenida posteriormente.

Mediante el aspecto de la eficiencia se pueden clasificar los motores eléctricos en tres clases:

1. Motores de eficiencia estándar.
2. Motores de alta eficiencia.
3. Motor Premium.

Los motores Premium son con los que cuenta la PAP Villa Alemana sur, la característica principal de estos motores es que tienen una eficiencia mucho más elevada que los otros, debido a la mejora continua en el proceso de fabricación y tecnologías, siendo esenciales los materiales utilizados para lograr esta característica, este dato lo podemos corroborar en la placa de identificación.

2.3. VENTILACIÓN

Cuando se busca ventilar un espacio, en realidad lo que se quiere decir es que se precisa ingresar aire fresco (aunque, de hecho, este aire no siempre es fresco), más limpio y con menos contaminantes que el aire interior. La ventilación puede ser de forma natural, por desplazamiento, forzada o una combinación de ellas. Para esto, se requiere la ayuda de los ventiladores, que pueden operar, según sea el caso, como inyectores o extractores. El tipo de ventilador que se selecciona depende básicamente de dos factores principales: el tipo de aplicación y su punto de operación (flujo y carga).

2.3.1. Importancia de la ventilación

La relevancia de la ventilación va más allá de remover el calor de un almacén que no cuenta con aire acondicionado o de remover y humedad de cocinas o baños en una planta de manufactura. Aunque estas son, quizás, sus aplicaciones más comunes y numerosas, la ventilación va mucho más allá de estas simples aplicaciones de extracción. Por ejemplo, se ha comprobado la relación directa entre la productividad y la salud de los empleados con respecto al nivel de ventilación en un área de trabajo.

Algunos componentes o gases generados, ya sea en un piso de producción o en un laboratorio, pueden llegar a ser inflamables o altamente combustibles si se permite que su concentración alcance niveles altos, y aquí también cobra una gran importancia el sistema de ventilación.

Debido a lo anterior, en los últimos años el valor que la industria HVAC le ha dado a la ventilación ha aumentado considerablemente. Como consecuencia ASHRAE ha hecho importantes modificaciones a sus estándares relacionados con el aire de ventilación y calidad de aire.

2.3.2. Tipos de ventilación

Se pueden distinguir 2 tipos de ventilación:

- Ventilación general, o denominada también dilución o renovación ambiental es la que se practica en un recinto, renovando todo el volumen de aire de este con otro de procedencia exterior.
- Ventilación localizada, pretende captar el aire contaminado en el mismo lugar de su producción, evitando que se extienda por el local. Las variables a tener en cuenta son la cantidad de polución que se genera, la velocidad de captación, la boca o campana de captación y el conducto a través del que se llevará el aire contaminado hasta el elemento limpiador o su descarga.

2.3.3. Tipos de ventiladores

En relación con los equipos que se utilizan en estos sistemas, los ventiladores se clasifican básicamente en dos tipos: axiales y centrífugos. La diferencia entre uno y otro radica en la característica de flujo de aire cuando este pasa a través de las aletas o aspas del ventilador. En el axial, el flujo del aire es paralelo al eje del equipo (tanto al entrar como al salir); en los centrífugos, el aire entra paralelo al eje y sale de modo perpendicular.

- Axiales: este tipo de ventiladores son utilizados cuando se requiere abatir flujos pequeños y cargas de caída de presión muy bajas. Por ello, estos equipos son instalados normalmente sin ductos y con pocos accesorios a la entrada y descarga. El motor de estos ventiladores se encuentra dentro de la corriente de aire, y es importante tenerlo en consideración al momento de seleccionar un equipo axial para una aplicación en donde la limpieza es importante o donde el calor que el motor emite subiría la temperatura del aire a un nivel inaceptable.



Por sus características, son útiles para abatir flujos pequeños y caídas de presión poco considerables. Se instalan por lo regular sin ductería y con accesorios mínimos a la entrada y descarga

Fuente: <https://estaticos.qdq.com>

Figura 2-8. Ventilador axial.

- Centrífugos: los ventiladores de tipo centrífugo pueden manejar mayores flujos y caídas de presión mucho más grandes. Además, normalmente estos equipos tienen los

motores ubicados fuera del flujo de aire, por lo que la suciedad o el calor excesivo debido al motor no son problema.



Sus cualidades les permiten manejar flujos de aire mayores y mayores caídas de presión. su motor se halla fuera del flujo de aire, por lo que no causan suciedad ni calor excesivo

Fuente: <https://estaticos.qdq.com>

Figura 2-9. Ventilador centrifugo.

2.4. CONCEPTOS TEÓRICOS PARA EL DESARROLLO DE CÁLCULOS

Previamente a realizar los cálculos es necesario tener en cuenta algunos conceptos que son claves en esta labor, los cuales serán parte del desarrollo de las fórmulas a utilizar, y también como una pequeña contextualización teórica.

2.4.1. Temperatura

La temperatura es una medida de la energía cinética promedio de los átomos y moléculas individuales de una sustancia. Se dice que dos objetos están en equilibrio térmico sí y solo sí tienen la misma temperatura, entonces, la temperatura puede entenderse como una medida de la actividad molecular.

2.4.2. Escalas de temperaturas y unidades

Las escalas de medición de la temperatura se dividen fundamentalmente en dos tipos, relativas y absolutas, en lo cual, la primera será la escala que se utilizará.

2.4.3. Escalas relativas

Esta escala contiene dos tipos de mediciones que son ampliamente utilizadas en la vida cotidiana de las personas a nivel global.

- Escala Celsius: Esta es la medición de temperatura más utilizada en trabajos científicos, ya que hay cien divisiones entre el punto de ebullición y su punto de congelamiento, es llamada con frecuencia escala centígrada.
- Escala Fahrenheit: Toma divisiones entre el punto de congelación y el punto de ebullición del agua en 180 divisiones, es decir, desde los 32 °F y los 212 °F.

2.4.4. Calor

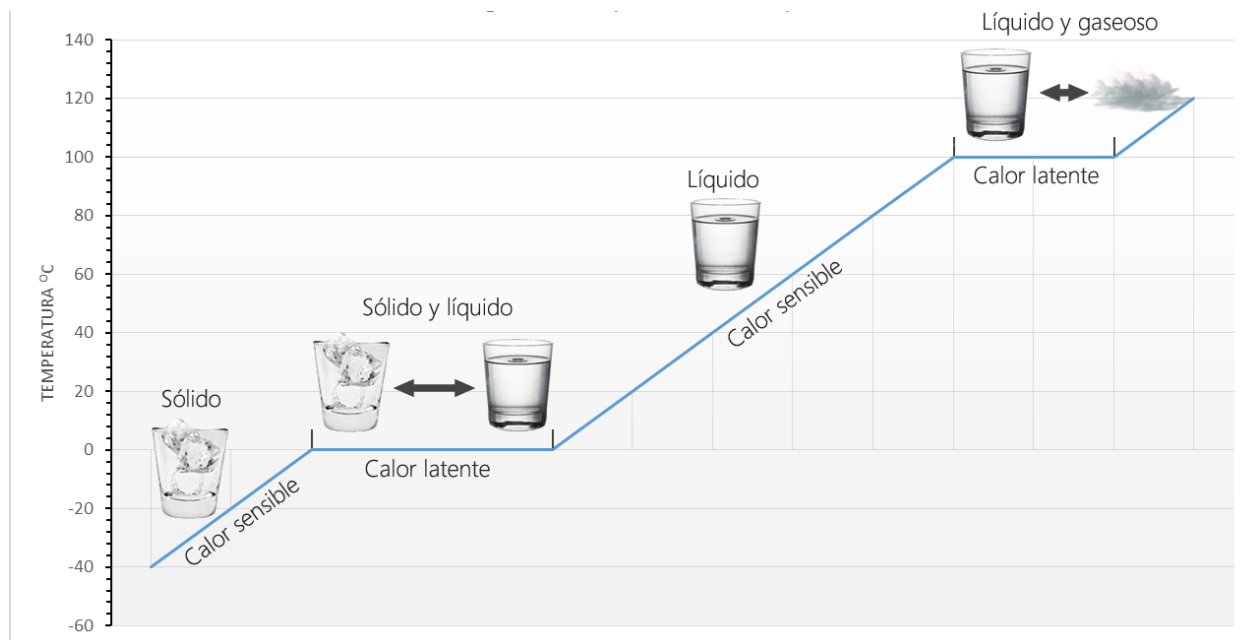
El calor se define como la energía cinética total de todos los átomos o moléculas de una sustancia. El calor y la temperatura están relacionados entre sí, pero son conceptos diferentes, ya que el calor es la energía total del movimiento molecular en una sustancia, mientras que la temperatura es una medida de la energía molecular promedio. El calor depende de la velocidad de las partículas, su número, su tamaño y su tipo.

En esta ocasión este concepto tiene gran incidencia, ya que es parte fundamental a la hora de obtener mayor claridad cuantitativa del problema, y para así decidir por un correcto sistema de ventilación capaz de controlarlo, logrando que la temperatura ambiente dentro de la planta y de los mismos motores no aumente provocando problemas.

2.4.5. Tipos de calor

En toda la naturaleza cuando se transfiere calor a un cuerpo, éste puede experimentar diferentes cambios los cuales definen el tipo de calor. Estos serán necesarios a la hora de realizar algún desarrollo matemático para obtener datos que serán de ayuda para saber cuánto es el calor a disipar mediante el flujo constante de aire. Los tipos de calor más comunes son:

- **Calor sensible:** Según cuanto calor absorbe o libera un cuerpo, la temperatura de este aumentará sin que ocurran cambios de fase o físicos, para comprenderlo mejor básicamente si se suministra calor a un vaso de agua que tiene una temperatura de 2°C este aumenta a 4°C, el agua seguirá en estado líquido, básicamente cambió su temperatura sin que cambiase su estado de fase.
- **Calor latente:** A diferencia del calor sensible este es todo lo contrario, pero con un gran detalle, aquí un cuerpo que se le suministre una determinada cantidad de calor cambiará de fase, pero no cambiará de temperatura, en síntesis, el calor que se encarga de cambiar de estado un cuerpo sin que cambie su temperatura se denomina como calor latente.



Fuente: www.aire-acondicionado.com.es

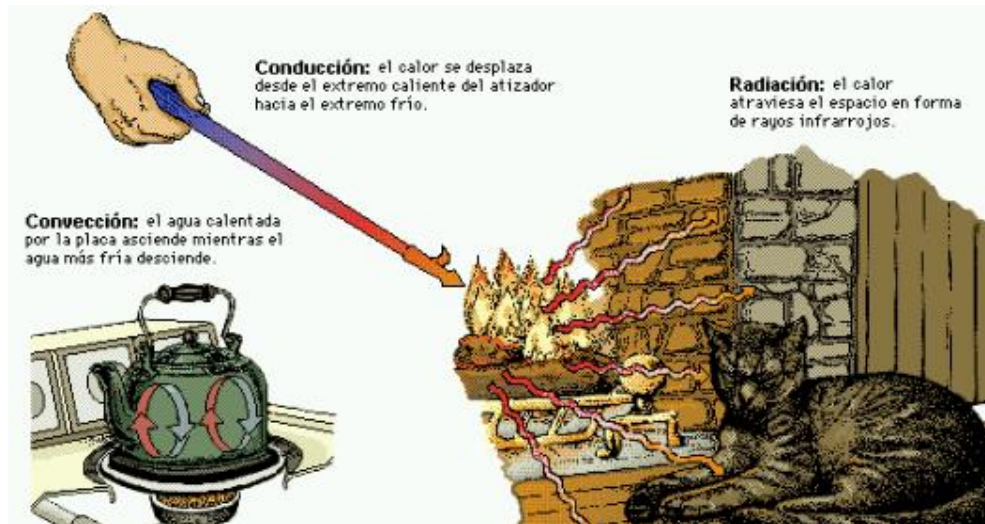
Figura 2-10. Diagrama temperatura- entalpía

2.4.6. Transferencia de calor

La transferencia de calor es el paso de la energía térmica desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura, producido por dicha diferencia, para así alcanzar un equilibrio térmico.

2.4.7. Métodos de transferencia de calor

La energía térmica se puede transferir por tres métodos distintos, ya sea por conducción, convección o por radiación. En la figura 2-11 se pueden observar los tres métodos de transferencia de calor de una manera más cotidiana.



Fuente: análisis termográfico nivel I, Ivan Bohman C.A.

Figura 2-11. Transferencia de calor.

Conducción: Es la transferencia de energía desde cada porción de materia a la materia adyacente por contacto directo, sin intercambio, mezcla o flujo de cualquier material. La transmisión de calor por conducción puede tener lugar entre diferentes objetos que están en contacto, y en el lugar interior de los objetos. No importa el tipo de material.

Convección: Es la transferencia de energía mediante un fluido, ya sea gas o líquido, estando este en movimiento, transportando así la energía térmica a otras zonas. Para una persona que vaya a tomar temperaturas a base de termografía es de suma importancia comprender la transmisión de calor por convección, porque, aunque siempre se suele estudiar sólidos, los campos de temperatura en los sólidos se ven muy afectados también por la convección, puesto que la mayoría de gases son invisibles para la cámara infrarroja, en las pocas ocasiones en las que se puede visualizar el proceso de convección directamente es en la superficie de los líquidos.

Existen dos tipos de convección y son: convección natural y convección forzada.

- **Convección natural:** El origen del mezclado es la diferencia de densidades que acarrea una diferencia de temperatura.
- **Convección forzada:** La causa del mezclado es un agitador mecánico o una diferencia de presión (ventiladores, compresores, etc.) impuesta externamente.

Radiación: La radiación es la transferencia de energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura dada, esta energía es producida por los cambios de los átomos o moléculas constitutivas y transportadas por ondas electromagnéticas o fotones, por lo que recibe el nombre de radiación electromagnética.

Radiación térmica: La radiación térmica es una forma de radiación electromagnética. Los cuerpos emiten radiación térmica como consecuencia de su temperatura. Puesto que todos los objetos tienen una temperatura, todos emiten radiación térmica. A una mayor temperatura, mayor será la cantidad de radiación térmica emitida. La radiación térmica fácilmente se propaga a través de los gases, pero con mucha alta dificultad, o incluso bloqueada por la mayoría de los líquidos y sólidos.

Los ítems vistos han de ser de importancia y útiles para entender de buena medida los conceptos de termodinámica que son base y parte fundamental en la problemática de la planta y también el comprender el porqué de la utilización de ciertos métodos y fórmulas que permitirán avanzar de manera segura y eficaz hacia las propuestas de los sistemas de ventilación, ya que cada uno de los conceptos existen dentro de la planta, y también en la vida cotidiana.

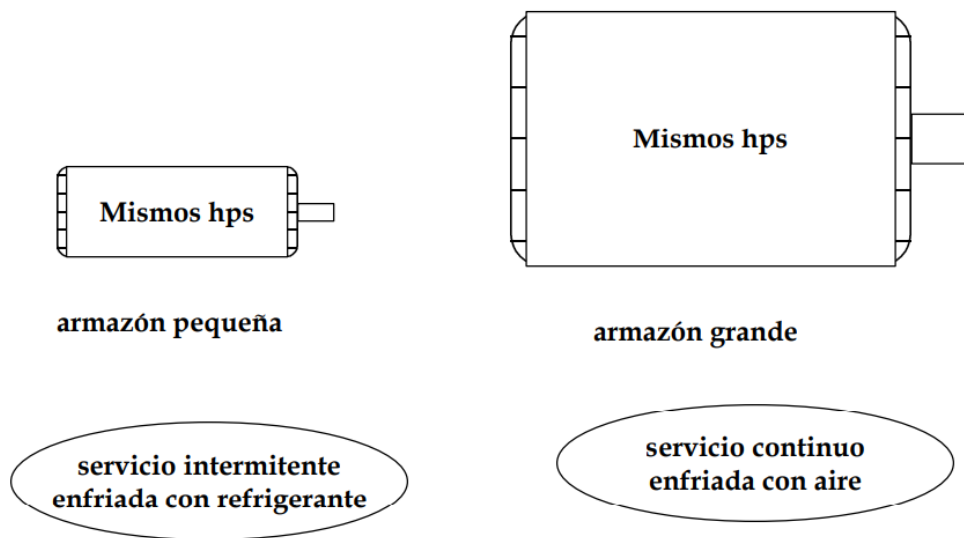
2.5. INCIDENCIA DE LA TEMPERATURA

2.5.1. Motores eléctricos

Los motores eléctricos están sometidos constantemente al aumento de la temperatura por efecto de las pérdidas eléctricas y mecánicas, recordemos que la energía eléctrica que utiliza un motor para funcionar no es utilizada al 100% en energía mecánica, parte de esta es disipada como calor, y también el trabajo mecánico mismo produce su cuota, pero todo lo mencionado anteriormente está ligado al factor de servicio del motor, ya que bajo estos factores, siendo aquellos bajo los cuales se fabricó el motor, la máquina tiende a recalentarse a causa de un funcionamiento interrumpido, alcanzando fácilmente en su carcasa temperaturas elevadas de aproximadamente 40°C hasta 50 °C por sobre la temperatura ambiente.

Dentro del funcionamiento de los motores eléctricos hay que considerar que considerar que al interior del motor la temperatura también es muy elevada debido también al confinamiento mismo de estos, las temperaturas alcanzan sin problemas temperaturas de 140°C, y aquí en el centro mismo de la máquina, los elementos que se verán sometidos serán los devanados, teniendo las aislaciones de estos, en este caso una o dos capas de barnices, la capacidad de soportar estas elevadas temperaturas, ya que en el devanado se produce la fuente de calor, siendo esta disipada hacia el ambiente.

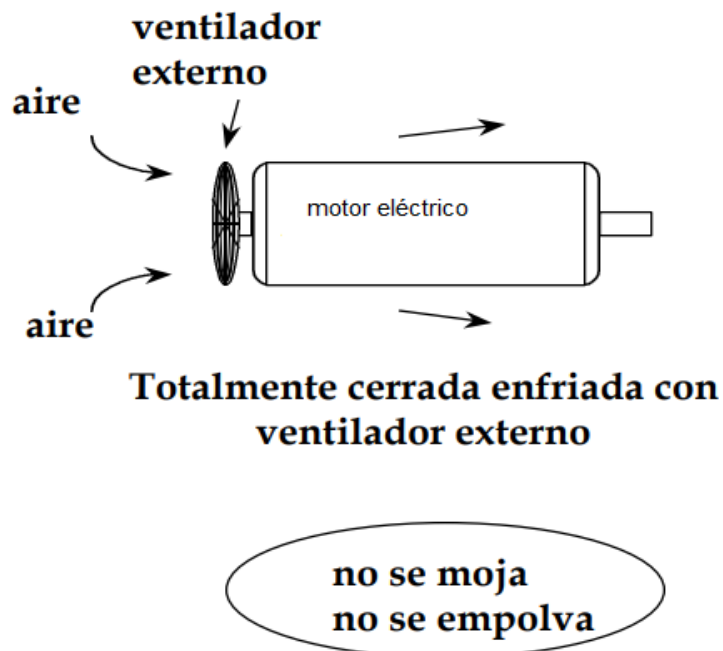
Los fabricantes de estas máquinas eléctricas conocen muy bien este factor de funcionamiento, por aquella razón los materiales utilizados tienen la capacidad de funcionar bajo esta regla, pero a pesar de aquello, utilizar las composiciones correctas no es suficiente, por aquella razón los motores eléctricos que se emplean en trabajos de altas cargas, también bajo factores de entorno más adversas y teniendo estos un tamaño considerable como muestra la figura 2-12, necesitan de sistemas de refrigeración que ayuden en la disminución de la elevadas temperatura que este pueda tener, y este puede variar entre motores pequeños y motores más grandes.



Fuente: www.mty.itesm.mx

Figura 2-12. Esquema que menciona la necesidad de refrigeración de cada motor en base a su tamaño.

Los motores que tienen mayor tamaño incluyen en su estructura sistemas de ventilación, estos son básicamente ventiladores adheridos al rotor, produciéndose así ventilación forzada de aire al interior del motor eléctrico como se esquematiza en la figura 2-13, la ayuda que otorga este sistema es fundamental y muy útil, ya lo que se produce en el acto, es que al ingresar el aire que tiene una temperatura mucho menor que el devanado, intercambia el calor del interior hacia el exterior, eliminando el exceso y logrando que el funcionamiento del motor sea bajo parámetros adecuados del diseño.

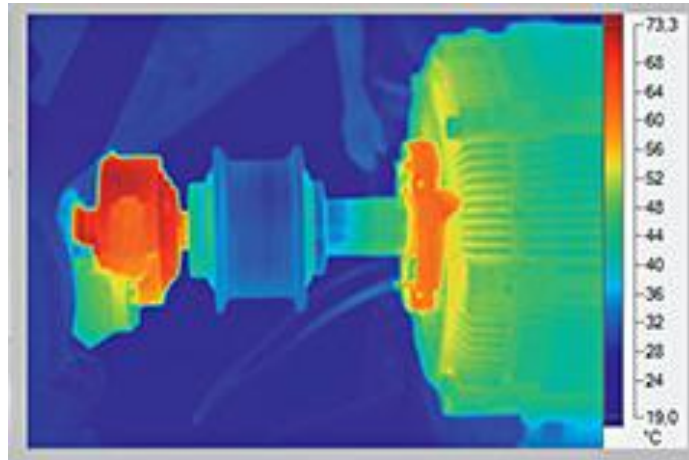


Fuente: www.mty.itesm.mx

Figura 2-13. Esquema de la ayuda que otorga la refrigeración en un motor.

También existen otros factores que influyen en la generación de calor elevado en el funcionamiento de un motor, por mencionar el primero, se encuentra con los puntos de

contacto con gran resistencia, ya sea en las conexiones, teniendo estos una elevada temperatura, enfriándose mediante se aleja del punto de resistencia, también los desequilibrios de cargas, desde los normales o los que están fuera de la norma de diseño y un factor muy común la desalineación del acoplamiento del motor que bien lo demuestra la figura 2-14 una imagen térmica de una acoplamiento.



Fuente: www.interempresas.net

Figura 2-14. Motor medido termograficamente

En consecuencia, se puede comprender que realmente estas máquinas trabajan sometidas a temperaturas de consideración, por ende, se entiende que permitir que aumente aún más la temperatura de trabajo es realmente peligroso para el correcto funcionamiento de la máquina, y más aún en la proyección de la vida útil de esta, que obviamente, se verá disminuida a causa del deterioro de los materiales que la componen, desde aislantes hasta piezas estructurales del motor.

Otro punto de importancia dentro de la incidencia que tiene el factor térmico dentro del funcionamiento del motor eléctrico lo aclara la asociación nacional de fabricantes eléctricos de siglas NEMA, esta organización estadounidense fundada en 1926, entrega una clasificación de las aislaciones de los motores eléctricos, esta agrupación es profundamente útil, ya que nos permite conocer mediante las instrucciones del fabricante a qué clase de temperaturas puede trabajar un motor eléctrico, siendo estos agrupados por letras la clase de aislamiento como se muestra en la tabla 2-2, si las temperaturas que se mencionan en el cuadro son superadas el riesgo de fallas en el motor aumentaran ya que se sobrepasara la temperatura a la que el motor está diseñado para trabajar.

Tabla 2-2. Clasificación de aislamiento.

Clase de aislamiento	Grado Protección	temp. amb.	Incremento de temperatura	Tolerancia de punto caliente	temp. total Sistema
A	ABIERTO	40 °C	50°C	15°C	105°C
	CERRADO	40 °C	55°C	10°C	105°C
B	ABIERTO	40 °C	70°C	20°C	130°C
	CERRADO	40 °C	75°C	15°C	130°C
F	ABIERTO	40 °C	90°C	25°C	155°C
	CERRADO	40 °C	95°C	20°C	155°C
H	ABIERTO	40 °C	110°C	30°C	180°C
	CERRADO	40 °C	115°C	25°C	180°C

Fuente: www.nema.org

En conjunto con lo mencionado anteriormente hay otros factores que se deben tener en cuenta que inciden en la vida útil de los motores y en especial en la temperatura que puede llegar a alcanzar la temperatura de la carcasa de un motor.

- La temperatura ambiente de hasta 40°C
- Variaciones de tensión menores a 10% respecto a la tensión nominal.
- Variaciones de frecuencias menores a 5% de su valor nominal
- Variaciones simultaneas de frecuencias y tensión.
- Condiciones ambientales y atmosféricas no interfieran en el correcto funcionamiento de la ventilación del motor.

Los puntos mencionados no pueden ser superados o excedidos en sus valores ya que esto significará un alza en la temperatura de la superficie del motor eléctrico, por lo cual, influirá en la proyección de vida útil de la máquina. Los puntos mencionados también se deben entender como las condiciones usuales de servicio de los motores que utilizan la temperatura ambiente estándar de 40°C, y a lo contrario que se mencionó a principio de párrafo, si se satisfacen estas condiciones, un motor debe ser capaz de entregar la potencia nominal sin que la temperatura del aislamiento exceda el máximo permisible, como recordatorio entiéndase como un aislamiento de los motores el barniz que cubre las bobinas en el interior del motor, que tiene como fin aislar las bobinas entre sí, aislarlas también de diferentes fases y aislarlas de la carcasa de la máquina.

Como factor adicional el instituto de ingeniería eléctrica y electrónica de siglas IEEE, fundada en 1963, y con sede en estados unidos es una asociación mundial de ingenieros que tiene por fin estandarizar y desarrollar las áreas técnicas, menciona que al incrementarse la temperatura y este provoca que el motor se sobrecaliente, las bobinas se deteriorarán rápidamente, por lo cual, estipula que por cada 10°C de incremento en las bobinas por sobre el funcionamiento nominal disminuye la vida útil del motor en un 50%.

Por lo mencionado, es de alta consideración la manera en que trabaja un motor, y la temperatura a la que están sometidos los distintos componentes de la máquina, ya que este factor determina en la mayoría de los casos la vida útil del activo. Un motor puede tener fallas o síntomas de diversa causa, que deben ser atendidos, pero el descuido en sobrecalentamientos de un motor puede significar el deterioro de este, repercutiendo a lo largo de su vida útil.

2.5.2. Rodamientos

Como cualquier elemento mecánico, los rodamientos están fabricados para ciertas tareas y para trabajar bajo condiciones específicas, que, en caso de ser favorables y óptimas para este, podrá cumplir con su función de manera óptima, y la vida útil del rodamiento no se verá afectada, beneficiando también al activo físico que contenga este elemento mecánico, y a mayores rasgos, no se verá afectado el proceso productivo al que pertenece este activo.

Pero no todas las condiciones de trabajo son favorables para los diversos elementos mecánicos, en especial para los rodamientos, desde trabajar con cargas inapropiadas, ser lubricado con aceite o grasa inútil para el requerimiento, funcionar en lugares altamente contaminados hasta el factor clave y más importante en el proyecto, y es que el rodamiento se vea bajo temperaturas elevadas que afectarán de gran manera la duración de su vida útil.

¿Qué situaciones puede causar que el rodamiento trabaje bajo temperaturas inapropiadas?

- Se debe tener en cuenta que este elemento mecánico debe mantenerse siempre lubricado, por ende, como primer problema, el lubricante se verá dañado, y, por dar un ejemplo, si un rodamiento se ve sometido a una temperatura de aproximadamente 82°C lo más probable es que la vida útil del lubricante se vea afectada.

- Ante la consecuencia anterior, se desprende que, debido al deterioro de la película de lubricante, el roce entre las superficies metálicas del elemento será causante de un deterioro mucho más acelerado, causando el desgaste de material, y deformación del elemento como se puede apreciar en la figura 2-15.



Fuente: www.revistatope.com

Figura 2-15. Rodamiento completamente agripado por una generación excesiva de calor.

2.6. INTRODUCCIÓN A LOS CÁLCULOS

Dentro de la propuesta es fundamental obtener datos específicos de las fuentes de calor, especialmente los valores que serán de gran ayuda para abordar la realización de cálculos, mediante las fórmulas que se tienen a disposición, las cuales serán mencionadas en los párrafos siguientes; los gráficos de bomba con los que se disponen son específicos en la entrega de información (revisar anexo D).

Gracias a los resultados que se lograrán obtener mediante los cálculos, se podrá saber de manera más concreta que clase de flujo de aire se necesitará, en sí, que caudal se deberá remover de la planta de agua potable, y con el caudal obtenido escoger el sistema de ventilación capaz de remover aquel caudal. También visualizar que tipo de productos se necesitará para desarrollar las propuestas, para así rediseñar según lo obtenido, el sistema de ventilación ya existente que no cumple con los requerimientos.

2.6.1. Datos meteorológicos

De acuerdo a los datos obtenidos a través de soporte técnico de Esva (tabla 2-3) se obtuvo un promedio de la temperatura al interior de la planta, por otra parte con un estudio de crecimiento que realiza la comuna de Villa Alemana, se generaron datos de la temperatura anual en la ciudad (tabla 2-4).

Tabla 2-3. Temperatura interior planta

Mes	Temperatura Interior planta [°C]
Enero	46
Febrero	46
Marzo	44
Abril	40
Mayo	38
Junio	38
Julio	37
Agosto	38
Septiembre	39
Octubre	40
Noviembre	42
Diciembre	44
Promedio	41

Fuente: soporte técnico Esva.

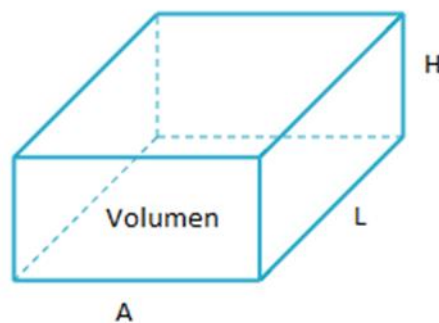
Tabla 2-4. Temperaturas de Villa Alemana.

MES	Temperatura Exterior máxima [°C]	Temperatura Exterior mínima [°C]
Enero	26°C	12
Febrero	25	11
Marzo	23	10
Abril	20	8
Mayo	18	7
Junio	17	5
Julio	17	5
Agosto	18	5
Septiembre	19	7
Octubre	20	9
Noviembre	22	12
Diciembre	24	13
Promedio	20.75	8.76

Fuente: estudio de crecimiento comunal, Villa Alemana

2.6.2. Volumen de la planta.

La planta de agua Villa Alemana sur, tiene arquitectónicamente un diseño simple, ya que básicamente puede apreciarse como un prisma rectangular (figura 2-16), esta característica facilita de gran manera la labor de obtener el volumen de la planta.



fuente: Elaboración propia

figura 2-16. Medición de volúmenes.

El proceso a realizar básicamente es el siguiente:

Los siguientes datos corresponden a las dimensiones de la planta:

- Altura (H) = 3,5 metros.
- Ancho (A) = 10 metros.
- Largo (L) = 15 metros.

Mediante la formula " $V = H \times A \times L$ " se obtendrá el volumen de la planta.

- $V = 3,5\text{mt} \times 10\text{mt} \times 15\text{mt}$
- **$V = 525 \text{ m}^3$**

2.6.3. Primer método de obtención de caudal de la planta

Ya resuelta la ecuación, se ha logrado obtener un importante dato para lograr llegar a conocer el caudal de aire que debe ser retirado o más bien renovado dentro de la planta. Para lograr obtener el caudal contamos con la tabla 2-5, el manual de ventilación de "soler and Palau" menciona "En efecto, en función del grado de contaminación del local se deberá aplicar un mayor o menor número de renovaciones/hora de todo el volumen del mismo", como bien muestra la tabla 2-5, esta se basa en simples palabras en que el aire ha de mantenerse en constante renovación con el fin de que este se mantenga limpio, libre de contaminación, para que no sea perjudicial para los trabajadores del recinto, y estos puedan contar con condiciones de seguridad e higiene adecuadas. Mientras más fuente de contaminación tenga un ambiente laboral, mayor será la cantidad de veces que debe ser renovado el aire de este; en la planta de Esva, ocurre una situación algo distinta, pero estos datos son de gran ayuda, la diferencia es que no existe personal permanente dentro de esta planta y que lo que se desea controlar no es un aire contaminado, más bien, enfriar el ambiente que existe dentro de la planta, pero aun así, en ocasiones, encargados de mantenimiento u otro cargo de la empresa deben realizar diversas labores al interior de la planta, aunque por un periodo de tiempo breve y limitado, aun así deben tener las condiciones adecuadas para que estos trabajos sean realizados de manera correcta, y que la salud de los trabajadores no se vea en peligro.

Tabla 2-5. Renovación de aire según volumen de recinto

Volumen	Renovaciones/hora
$V \leq 1000\text{m}^3$	20
$1000\text{m}^3 \leq V \leq 5000\text{m}^3$	15
$5000\text{m}^3 \leq V \leq 10000\text{m}^3$	10
$V \geq 10000\text{m}^3$	6

Fuente: Manual de ventilación.

Con los datos que obtenemos de la tabla 2-5, junto con el volumen obtenido anteriormente, 525 m^3 , se puede obtener el caudal que se necesita renovar de la planta para controlar mediante la renovación del aire, la temperatura de la planta. Según tabla y volumen la cantidad de renovaciones por hora ha de ser 20.

Caudal planta:

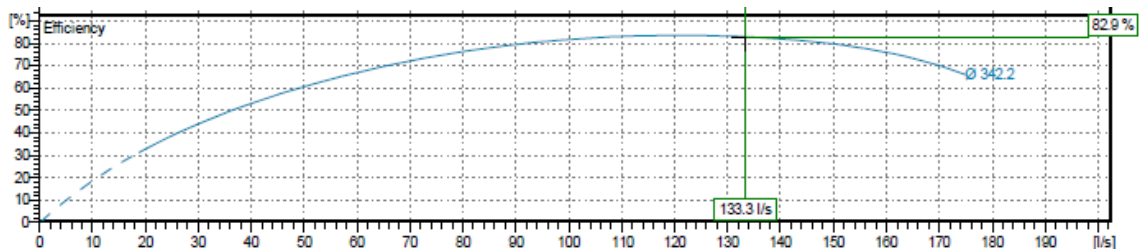
- $Q = 525 \text{ m}^3 \times 20$
- **$Q = 10.500 \text{ m}^3/\text{h}$**

El caudal obtenido es de $10.500 \text{ m}^3/\text{h}$, por lo cual, el sistema de ventilación que se propondrá deberá cumplir primordialmente con la capacidad de renovar este caudal, este dato es base en la selección del sistema, en especial de los ventiladores o métodos de renovación de aire que serán ocupados en el proceso.

2.6.4. Segundo método de obtención de caudal de la planta

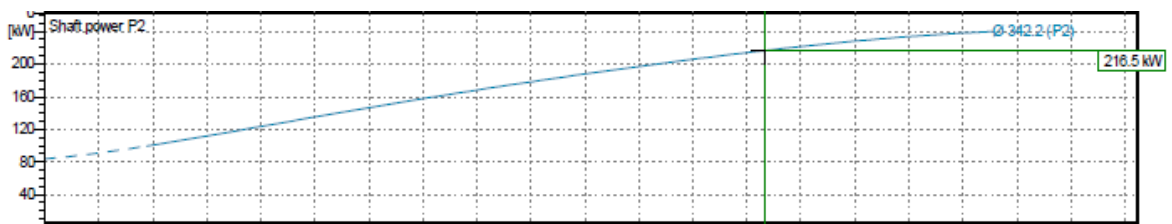
Dentro de los datos con los que se cuenta, el anexo A aporta una información muy útil para lograr la obtención del caudal de la planta, mediante los gráficos de las curvas de las bombas, que son iguales dentro de la planta, se pueden obtener estos datos mencionados, que han de ser utilizados.

Utilizando los datos aportados por la curva de las bombas, se tiene como dato la eficiencia a la que están trabajando, que según gráfico es de 82,9% (figura 2-17), y otro dato muy útil es la potencia mecánica que reciben de los motores, que por gráfico se obtiene 216,5 kW. (figura 2-18) Ya con los datos obtenidos se puede continuar dando los pasos siguientes para lograr obtener el caudal de la planta.



Fuente: datos técnicos VOGEL

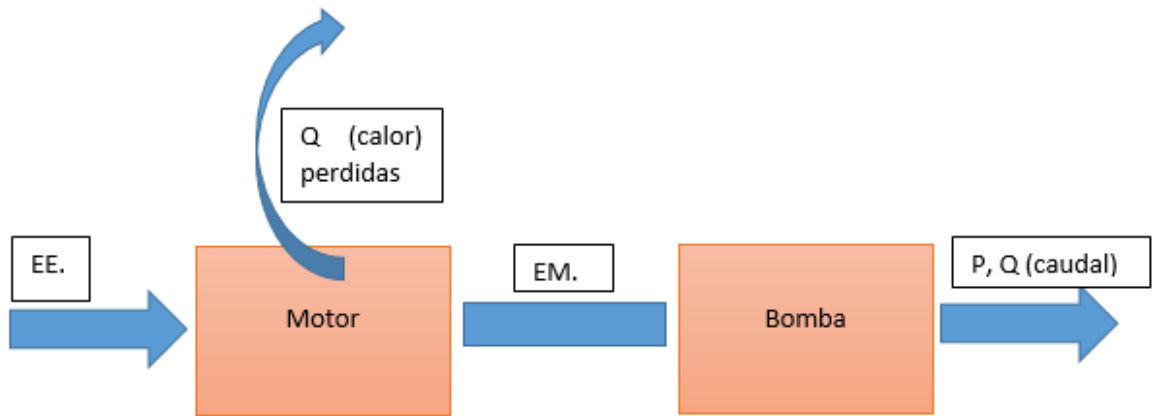
Figura 2-17. Eficiencia de motor



Fuente: datos técnicos VOGEL

Figura 2-18- Potencia mecánica motor

Gracias a los datos aportados por las curvas de las figuras 2-17 y 2-18 los pasos para conseguir el caudal necesario se han acelerado, la manera que se han de usar los datos serán en base a las pérdidas del sistema (figura 2-19), en donde la energía eléctrica que entra no es utilizada en un 100%, más bien gran parte se pierde como emisión de calor por parte de los motores y es ese valor el que se desea conseguir; continuando con la descripción, dentro de la energía eléctrica utilizada una parte es transformada en energía mecánica que ha de ser menor que la entrante inicialmente, para finalmente salir como potencia hidráulica, un caudal determinado de un fluido.



Fuente: elaboración propia

Figura 2-19. Esquema de un sistema mecánico.

La manera en que se puede expresar y de cómo se encontrará el valor del calor emitido será siguiendo otro paso y es mediante lo que se expresa en la figura 2-20.

$$\eta_{motor} = \frac{\text{efecto deseado}}{\text{consumo realizado}} = \frac{W_{mecánico}}{W_{eléctrico}}$$

Fuente: elaboración propia.

Figura 2-20. Eficiencia de motor.

- Mediante la fórmula expresada en la figura 2-20 se puede obtener la potencia eléctrica que consume el sistema analizado.

- En esta ocasión será $216 \text{ kW} / 0,82 = 263 \text{ kW}$ de potencia eléctrica.

Por medio del valor encontrado y siguiendo la línea de la figura 2-19, que se puede expresar por la $W_{eléctrica} \text{ in} + Q'_{ambiente} - W_{mecánica} = 0$

$$Q'_{ambiente} = W_{eléctrica} - W_{mecánica} = (1 - \eta) \times W_{mecánica}$$

Fuente: elaboración propia.

Figura 2-21. Fórmula para obtener calor emitido

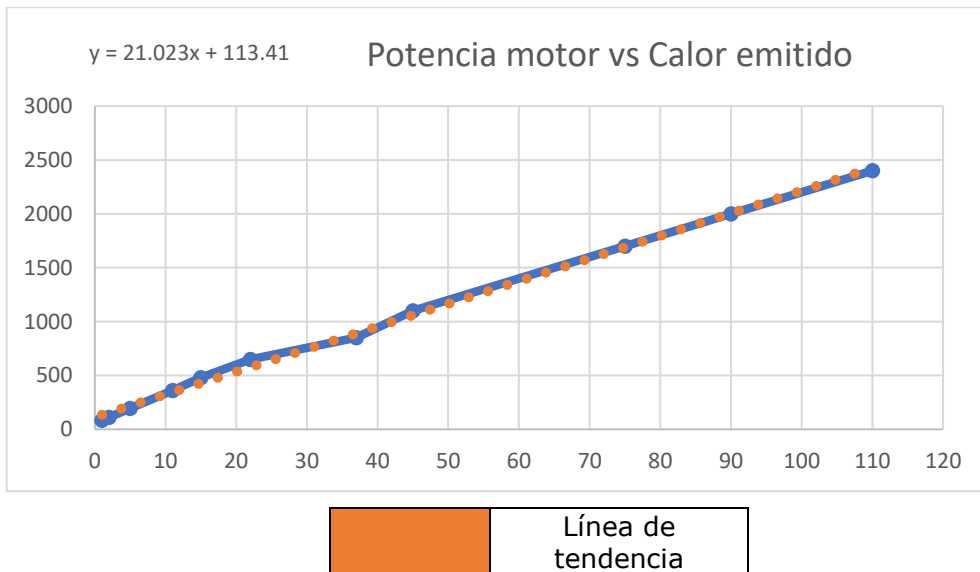
Mediante el siguiente desarrollo matemático (figura 2-21) se logrará obtener la carga térmica que recibe la planta gracias a los motores eléctricos, que son la fuente de calor de peso en la planta.

- $Q'_{motores} = 3 \times (1 - 0,829) \times 216 \text{ kW}$
- $Q'_{motores} = 110,808 \text{ kW}$
- $Q' = \text{calor}$
- Como punto de consideración, se debe recordar que dentro de la planta existen tres grupos que trabajan y uno que se encuentra inactivo, como reserva, por ende, simplemente se consideran tres motores como carga térmica.

- Otro punto por considerar es la carga térmica que aportan los variadores de frecuencia, que al igual que los motores son tres los que realizan trabajo, y uno se mantiene de reserva, este aporte es mucho menor, pero aun así ha de ser considerado. En la tabla 2-6 se puede obtener la cantidad de aporte.

Tabla 2-6. carga térmica aportada por variador de frecuencia.

POTENCIA DEL MOTOR (KW)	CALOR DISIPADO (W)	EXTRAPOLACIÓN LINEAL, CALOR DISIPADO (W)
1	85	133
2	110	154
5	195	217
11	360	344
15	480	428
22	650	575
37	850	891
45	1100	1059
75	1700	1690
90	2000	2006
110	2400	2426
114		2511
125		2742
135		2952
146		3184
216		4656

Fuente: www.tecnicsuport.com

Fuente: elaboración propia

Figura 2-22. Gráfico función lineal, extrapolación

Por medio de la tabla 2-6, se pudo obtener como dato que un variador de frecuencia aporta a 216kw de potencia mecánica del motor aproximadamente un total de 4656w, es decir, 4.7kw. Al considerar tres variadores de frecuencia en funcionamiento el aporte total de estas fuentes es de 14.1kw.

Ya con todos los datos recopilados se puede continuar dando pasos para llegar a resultados que permitan llegar a la toma de decisiones.

- Se sumará la carga térmica de los motores eléctricos y la de los variadores de frecuencia.
- Carga térmica = 110,808kw + 14,1kw.
- **CT = 124,908 kW (Carga térmica total motores y variadores)**

Ya con la carga térmica que aportan los activos físicos de la planta se puede continuar de manera segura para lograr obtener el caudal de esta. Para continuar con el procedimiento, se abordará un tema que ya fue mencionado anteriormente en el capítulo, se trata del concepto de calor sensible.

Se adentra nuevamente al concepto de calor latente y eso es debido a que como en la planta no puede ser utilizada la ventilación local, porque es inútil en este caso, se tiene la ventilación general, que es la que será utilizada para desarrollar la propuesta del sistema de ventilación, y para poder obtener el caudal de ventilación necesario se debe estimar el calor latente que aportan las fuentes. La figura 2-23 muestra la ecuación que será la llave para obtener el caudal necesario.

$$Q = \frac{\text{carga térmica sensible, kcal/h}}{0,29 \times \text{incremento de temperatura, } ^\circ\text{C}}$$

Fuente: ventilación industrial.

Figura 2-23. Fórmula para la obtención del caudal.

Para utilizar la fórmula ya se ha obtenido la carga térmica, en esta ocasión el aporte humano no es considerado ya que no hay trabajadores permanentes en el lugar, más bien, en algunas ocasiones, tampoco la iluminación. También se considerará el incremento de temperatura que se admitirá, como a modo de especificación, el promedio anual de Villa Alemana según meteorología nacional es de 20°C (en este caso se ha considerado la máxima), y en el interior de la planta la temperatura promedio anual, está en 41°C, en este caso, se desea encontrar el caudal que permita que la temperatura al interior de la planta no suba más de 20°C en comparación al exterior.

Ya con la mayoría de las variables encontradas, falta una última operación que más bien se trata de una conversión de unidades, convertir de kW a kcal/h.

- La equivalencia es de 1 kW a 859,85 kcal/h.
- La conversión sería, 124,908kw x 859,85 kcal/h.
- Da como resultado: 107402,14 kcal/h.

Ya con todas las variables encontradas se puede realizar la ecuación (figura 2-23), y así obtener el caudal necesario para renovar el aire al interior de la planta y lograr controlar mediante esta técnica la temperatura en su interior.

- $Q = (107402,14 \text{ kcal/h}) / (0,29 \times 20^\circ\text{C})$
- Es caudal necesario es de **Q = 18518 m³/h.**

CAPITULO 3: TOMA DE DECISIONES

3. TOMA DE DECISIONES

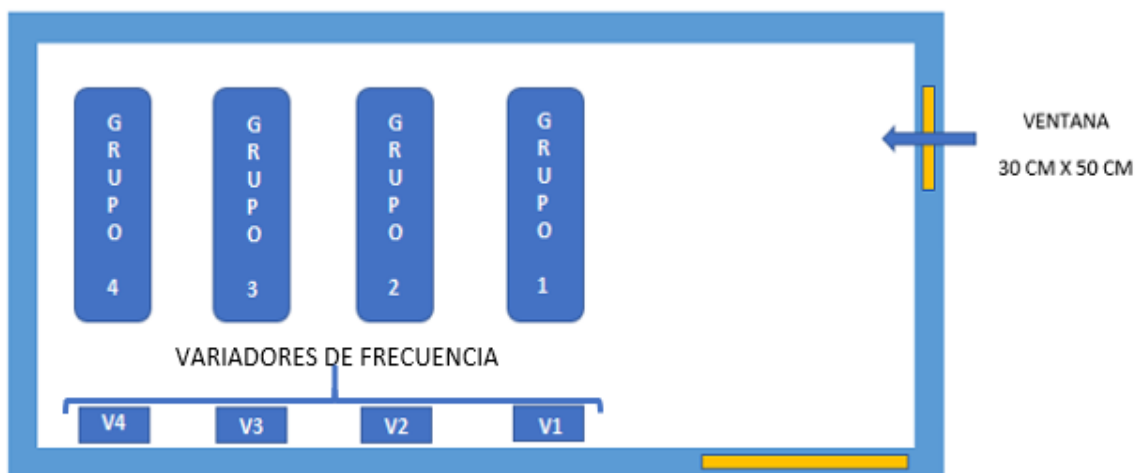
3.1. SISTEMA DE VENTILACIÓN ACTUAL

Para la toma de decisión del mejor sistema de ventilación, se debe conocer la infraestructura y la localización de sus salidas de aire que tiene actualmente. Así como también identificar los agentes contaminantes y tomar las medidas pertinentes para su eliminación.

3.1.1. Descripción del sistema de ventilación

Actualmente la planta solo cuenta con una ventilación realizada por la entrada de aire que produce una ventana de 30cm x 50 cm (figura 3-1), lo que es bastante reducida para todo lo que se necesita ventilar dentro de la planta, por lo que a través de este suceso se podría llegar a la falla y la producción de calor que es el gran enemigo de los activos que funcionan dentro del recinto.

El sistema de ventilación actual no es lo suficientemente capaz de mantener el aire limpio y la temperatura interna confortable, ya que la temperatura promedio dentro de la planta es de 41°C y de la ciudad de Villa Alemana es de 21°C, de esta forma la renovación de aire contaminado con aire puro no se está realizando de forma eficiente.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-1. Layout sistema de ventilación actual

3.1.2. Agentes contaminantes

En la planta de agua potable, se generan agentes que afectan las funciones de los activos, tales como:

Calor generado por los motores, en las lecturas que realizo la empresa Esval, a través de sus mecánicos y que fueron entregados a nosotros fueron:

- Medición de temperatura en Equipo 4 (rodamiento eje motor): 80°C
- Medición de temperatura en Equipo 2 (rodamiento eje motor): 74°C

- Medición de temperatura en Equipo 1 (rodamiento eje motor): 64°C

Claramente el equipo 4 está trabajando en una condición más desfavorable, pero puede deberse a que se encuentra en una condición más confinada de ventilación por encontrarse casi al final de la sala, no así el Equipo 1 que se encuentra a poca distancia de la entrada.

La carga térmica aportada por los variadores de frecuencia fue mencionada en el capítulo dos e integrada dentro del cálculo para obtener el caudal necesario, esta carga fue de 4,7kw por cada uno, por ende, en total es de 14,1kw, ya que son tres los utilizados y uno se mantiene de reserva.

3.2. PROPUESTAS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

3.2.1. Decisión teórica

Mediante los métodos realizados en el capítulo anterior, el caudal que será utilizado como guía para la selección de un sistema de ventilación será el mayor, ya que recordando los caudales obtenidos fueron dos, el primero fue de 10500m³/h, en cambio el segundo caudal fue mucho mayor, un total de 18518m³/h, siendo este el mayor, por lo cual será utilizado como referencia, ya que este tiene como consideración dentro de los procesos, la carga térmica que emiten las fuentes dentro de la planta, en especial las fuentes considerables, que realmente pudiesen incidir en el valor del caudal.

De acuerdo con los datos anteriormente descritos, se ha llegado a la conclusión de proponer dos opciones de solución que mejoren de manera eficiente el sistema de ventilación, así como también teniendo en cuenta la parte económica.

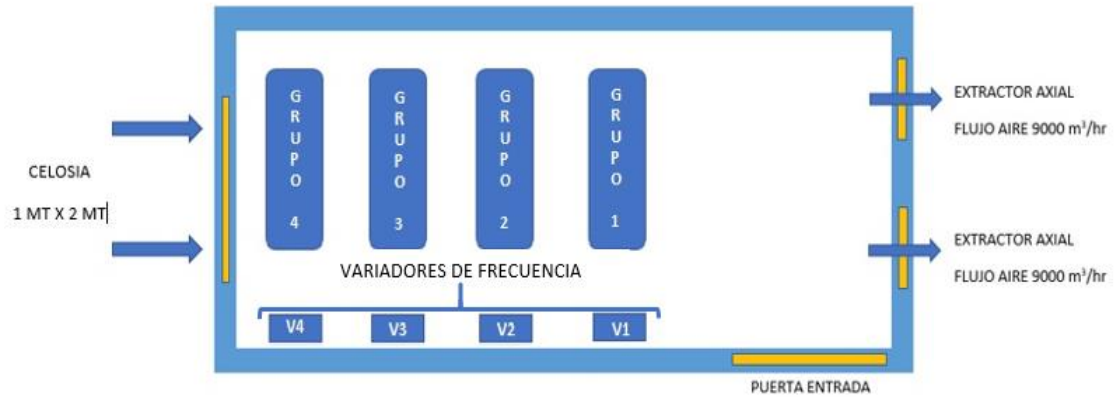
3.2.2. Descripción de los sistemas de ventilación propuestos

3.2.2.1. Propuesta 1

El sistema de ventilación que se propone es realizar en la parte más cercana a los motores, una celosía de 2m² aprovechando la dirección del viento que se genera en la planta, así ingresaría el aire ventilando rápidamente los grupos de motores y variadores (figura 3-2), luego todo este aire contaminado sería expulsado a través de los extractores que estarían instalados en la parte posterior de la celosía realizando un flujo constante del aire, renovando el aire interior de la planta. Para el tema de costos asociados a esta implementación se ve reflejado en figura 3-7.

3.2.2.2. Tipo de ventilación

El tipo de ventilación propuesto es una mezcla de ventilación mecánica y natural, por una parte, se usaría la velocidad del viento que se presenta y por otra la extracción mecánica del flujo interior, así expulsamos el aire contaminado hacia el exterior.



Fuente: Elaboración propia

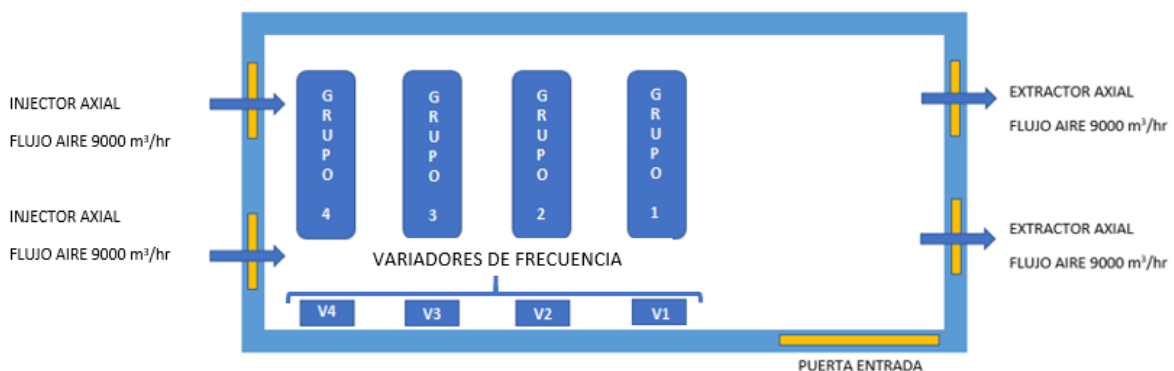
Figura 3-2. Layout propuesta de ventilación 1

3.2.2.3. Propuesta 2

El sistema de ventilación que se propone es instalar 4 extractores, 2 en cada costado de la planta para permitir el flujo constante del aire exterior-interior de esta forma se realizara la renovación del aire contaminado de manera mecánica (figura 3-3). El flujo de entrada y salida serian $21880 \text{ m}^3/\text{hr}$, con esto se permite el balance del flujo. Para el tema de costos asociados a esta implementación se ve reflejado en figura 3-8

3.2.2.4. Tipo de ventilación

El tipo de ventilación propuesto seria solo de forma mecánica, de esta manera solo se usa la potencia que generan estos extractores para eliminar por una parte el aire contaminado desde el interior hacia el exterior e inyectando aire limpio desde el exterior hacia el interior.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-3. Layout propuesta de ventilación 2

3.3. SELECCIÓN DEL EQUIPO

3.3.1. Componentes del sistema de ventilación



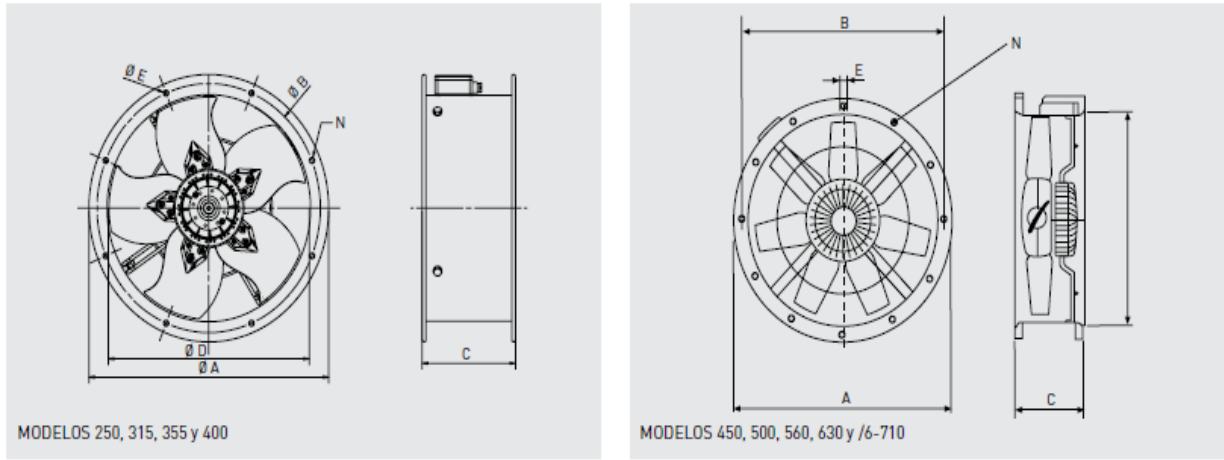
Fuente: www.solerpalau.es

Figura 3-4. Extractores helicoidales tubulares

Especificaciones técnicas

- Modelo: TCBT/6-630/L
- Velocidad (RPM): 915
- Potencia absorbida máxima (W): 595
- Intensidad máxima (A): 2,3 (230V) 1,3 (400V)
- Nivel de presión sonora (dB): 60
- Caudal máximo (m³/h): 10940
- Peso (kg): 38

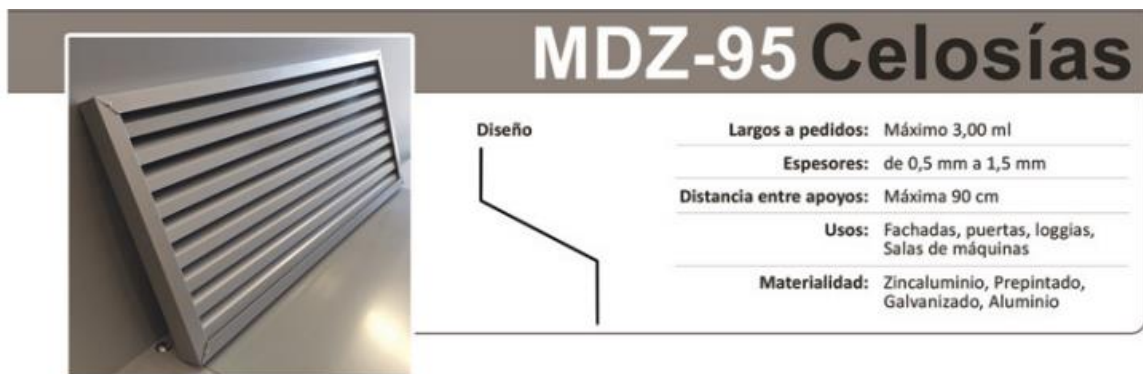
DIMENSIONES (mm)



Modelo	Ø A	Ø B	C	Ø D	Ø E	Núm. de taladros N
250	327	292	170	254	10	4
315	386	355	170	315	10	8
355	426	395	170	355	10	8
400 (6 polos)	487	450	170	400	12	8
400 (4 polos)	487	450	210	400	12	8
450	537	500	180	450	12	8
500	595	560	180	500	12	12
560	655	620	240	560	12	12
630	725	690	240	630	12	12
710 (6 polos)	806	770	240	710	12	16

Fuente www.solerpalau.es

Figura 3-5. Dimensiones de extractor



Fuente: www.metaldesign.cl

Figura 3-6. Modelo de celosía

3.4. CALCULO DE COSTOS

Propuesta 1

		CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
EQUIPO Y/O COMPONENTES	EXTRACTORES	2	\$ 780,742	\$ 1,561,484
	CELOSÍA	1	\$ 321,400	\$ 321,400
	SENSOR TEMPERATURA	1	\$ 24,300	\$ 24,300
INSTALACIÓN	MANO OBRA	-	\$ 556,000	\$ 556,000
	MATERIALES ELECTRICOS	-	\$ 223,500	\$ 223,500
			TOTAL PROYECTO	\$ 2,686,684

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-7. Cotización propuesta 1

Propuesta 2

		CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
EQUIPO Y/O COMPONENTES	EXTRACTORES	4	\$ 780,742	\$ 3,122,968
	SENSOR TEMPERATURA	1	\$ 24,300	\$ 24,300
INSTALACIÓN	MANO OBRA	-	\$ 778,000	\$ 778,000
	MATERIALES ELECTRICOS	-	\$ 334,000	\$ 334,000
			TOTAL PROYECTO	\$ 4,259,268

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-8. Cotización propuesta 2

3.5. **IMPLEMENTACIÓN**

Los procedimientos de implementación que serán especificados a continuación para el sistema de ventilación que se ha de seleccionar serán básicamente para la empresa Esval, como una opción, en caso de que esta no desee delegar el proceso de instalación a una empresa externa por temas de costos o porque las ofertas de instalación no satisfacen los parámetros de la empresa, ya sea por calidad de servicio o seguridad del proceso.

Realizado el análisis sobre el tipo de ventilación y los materiales a utilizar, es necesario definir el procedimiento a seguir para la ejecución del proyecto.

3.5.1. Montaje del equipo

Para llevar a cabo el montaje del equipo es necesario realizar las siguientes actividades:

Se debe definir la fecha de inicio y fecha de entrega del proyecto, así como los posibles problemas con los que se puedan llegar a contar.

- Realización de ventana: la fabricación de la abertura se lleva a cabo de forma simultánea a la instalación de los extractores. Para su ejecución se procede a realizar en la pared una abertura de 2m², la cual tendrá forma rectangular y el principal objetivo será balancear el caudal de entrada con el de salida.

- Ejecución: esta sería la parte técnica mecánica del proceso, como la evaluación del lugar de instalación de los extractores para el fácil acceso a ellos para su futura mantención.

- Le energía eléctrica también es primordial para la implementación de este proyecto, por lo que es necesario contar con alimentación eléctrica lo más cercana posible.

- Dentro de los requisitos mínimos de seguridad, se tiene la utilización de arnés de seguridad para trabajos en alturas superiores a 1,8 metros, escaleras antideslizantes, utilización de equipo para soldadura, protección auditiva y visual.

- Para la finalización es sumamente importante impermeabilizar los alrededores del extractor para evitar filtraciones de agua.

- Documentación: para facilitar el mantenimiento del sistema, se dejará documentado todo el procedimiento. En si busca dejar respaldado paso a paso el proceso de instalación de los extractores y todos los componentes extras.

3.5.2. Prueba de funcionamiento

Al finalizar la instalación del sistema se procede a revisar los siguientes aspectos:

- Medición de caudal: se monitorea si el caudal de entrada y salida de aire es el calculado, para esto se deben tomar en cuenta las distintas variables con las que se puedan contar como lo son el tipo de clima o estación del año en la cual se encuentre, si el proceso de producción dentro de la planta se está realizando de manera normal. (figura 3-9)



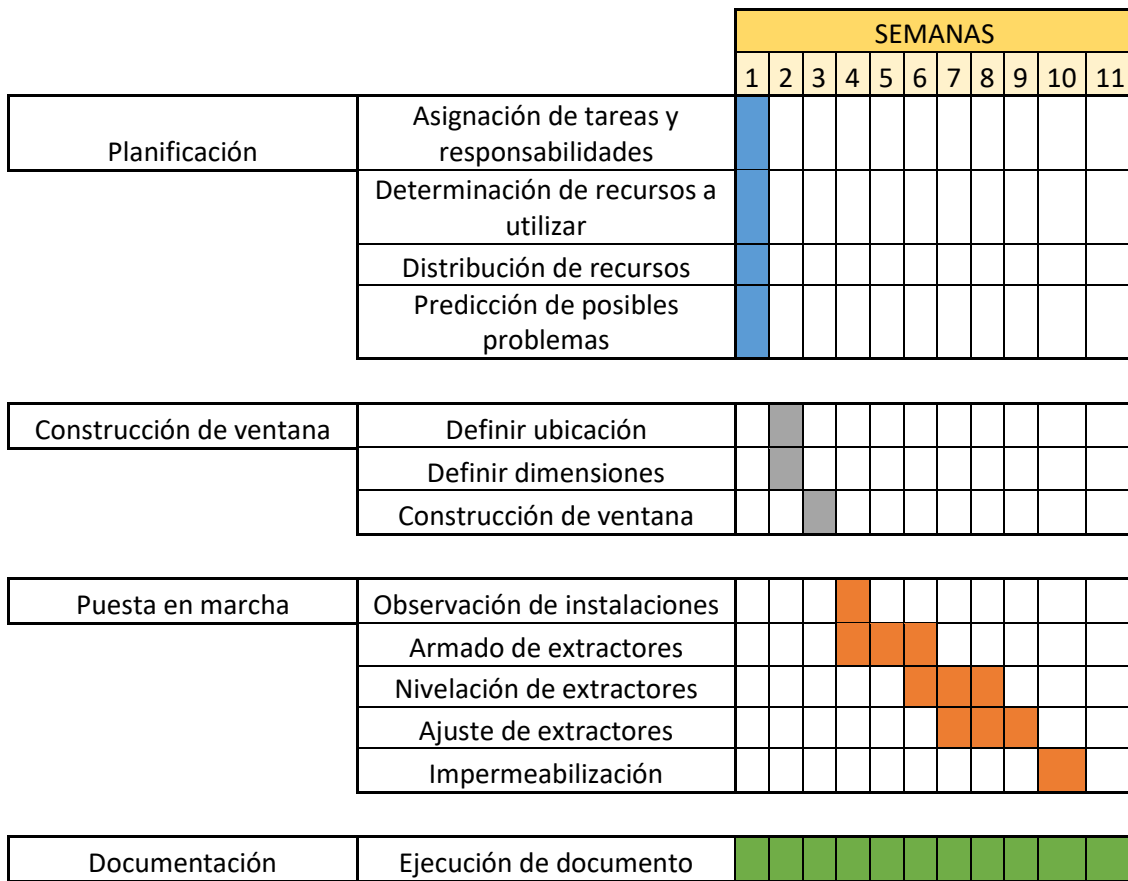
Fuente: www.tpmequipos.com

Figura 3-9. Anemómetro

- Sistema eléctrico: se debe procurar que ninguna instalación eléctrica genere corto circuito, que ningún aspa que trabada o tope con algún cable o base sólida.
- Extractores: parte importante es la revisión del funcionamiento de las piezas móviles del extractor, evitando ruidos ajenos al funcionamiento normal del extractor.
- Impermeabilización: con la finalidad de mantener un sistema hermético sin importar las clemencias del tiempo se debe probar que la impermeabilización realizada fue la adecuada.

3.6. CARTA GANTT

A través de esta herramienta se trata de mostrar en forma sencilla y ordenada las actividades a realizar para la implementación del sistema de ventilación. Cabe recalcar que para el uso de la carta Gantt se tiene que definir fecha de inicio y termino del proyecto, así como también los posibles problemas que se puedan presentar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-10. Carta Gantt

De acuerdo con la carta gantt (figura 3-10) podemos planificar todas las tareas que inferen en el proyecto, así como también podemos detallar aún más los cargos para cada persona que se incluya en la instalación de los equipos, y las horas que se requieren para cada acción, según esta planificación el proyecto tendría una duración de 11 semanas, esto dependerá de los recursos que se encuentren disponibles o algún retraso que pueda ocurrir.

3.7. PROCESO DE MANTENIMIENTO

Dentro de la propuesta del sistema de ventilación, la labor de mantenimiento no entra en el enfoque del proyecto. Por lo cual, la empresa Esval deberá definir los siguientes procesos según sea su conveniencia, en base a la distribución de recursos y los manuales junto a los procesos de mantenimiento que el fabricante de los elementos utilizados en el sistema suministre.

El proceso de las rutinas de mantenimiento puede ser realizado en visitas periódicas que la empresa estime conveniente en el momento de definir las actividades a realizar, según la distribución de labores al personal de mantenimiento basado en la criticidad del sistema.

La verificación del correcto funcionamiento del sistema de ventilación, basado en que cumpla con los requerimientos de renovación de caudal al interior de la planta

Que cada elemento del sistema se encuentre en óptimo estado.

3.7.1. Mantenimiento según fabricante

Según los manuales y los catálogos incluidos en los equipos, los mantenimientos preventivos que recomienda el fabricante son los siguientes:

- Limpieza de aspas: la correcta limpieza de estas se realiza con trapos húmedos y si fuese necesario se debe utilizar un desengrasante que no dañe las partes plásticas de la misma. (figura 3-11)



Fuente: www.directindustry.es

Figura 3-11. Limpieza aspas

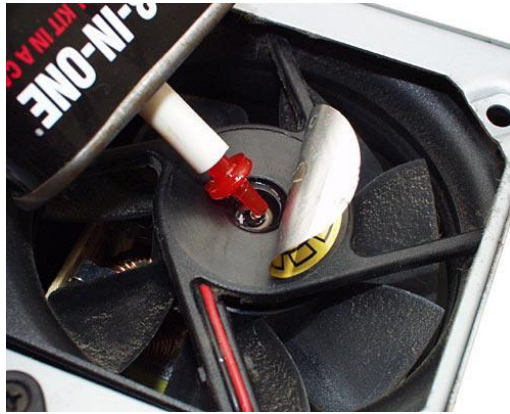
- Limpieza de filtros: para que los filtros trabajen en forma óptima es necesario llevar a cabo la limpieza, soplar con aire comprimido el filtro a una presión no mayor de los 25 psi, de lo contrario se corre el riesgo de dañar los filtros en lugar de limpiarlos. (figura 3-12)



Fuente: www.directindustry.es

Figura 3-12. Filtro de extractor

- Revisión de arrancadores (ventilador eléctrico): lo principal aquí es verificar el consumo de corriente eléctrica de los motores, y concluir si se encuentran o no dentro de los parámetros especificados por el fabricante.
- Lubricación de partes móviles: para tener una buena lubricación en las partes móviles es necesario limpiar con un desengrasante todos los residuos de lubricante seco, para su posterior aplicación. (figura 3-13)



Fuente <http://www.directindustry.es>

Figura3-13. Lubricación

- Medición de caudal: el objetivo de medir el caudal es definir la eficiencia de cada extractor en base a la capacidad que se tiene por unidad.

3.7.2. Elementos de protección personal

De acuerdo con los trabajos que se realizaran en el mantenimiento antes descrito, se utilizaran elementos que ayuden en la seguridad de los trabajadores que realicen dichas mantenciones.

- Overol
- Zapatos de seguridad
- Lentes
- Guantes
- Casco de seguridad
- Tapones auditivos
- Bloqueador solar
- Arnés de seguridad (trabajos en altura)

CONCLUSIONES

La planta de agua potable Villa Alemana sur, ha sido demostración clara de que los activos físicos deben mantenerse bajo condiciones de ventilación óptimas para que no trabajen bajo condiciones térmicas inapropiadas, causando que la probabilidad de una falla sea inminente, y como consecuencia agregada, la limitación de la vida útil del activo. Dentro de los distintos elementos con los que cuenta la planta, son los motores eléctricos los de mayor cuidado. Debido a la labor que esta planta cumple, se debe evitar de manera segura el tener fallas que limiten la fuerza de trabajo, por ende, la propuesta de mejoramiento del sistema de ventilación de esta planta es de gran aporte para el mantenimiento de cada activo físico que se encuentre en su interior, ya que se controlaría uno de los factores que inciden en eventuales fallas, que sería la temperatura elevada; y obviamente para asegurar que los encargados de mantenimiento u otra labor de la empresa Esval puedan realizar su labor sin mayores dificultades.

La manera en que se ha logrado formular la propuesta, fue mediante pasos concretos que permitieron conocer la real necesidad de la planta, ya que a través del conocimiento de, "que servicio entrega", "como lo hace" y "para quien" realiza la entrega de servicio la empresa Esval, ha permitido contextualizar y dimensionar la necesidad de cuidar los activos que trabajan en aquella planta, esto se ha logrado mediante diversos diagramas del proceso productivo de la empresa y de la etapa de distribución, que es en la cual la planta forma parte, también la contextualización del problema ayuda a comenzar a idear un sistema idóneo para esta planta.

Dentro del desarrollo de la propuesta de vital importancia ha sido lograr obtener los datos técnicos de los equipos, ya que, mediante estos, se ha podido conocer la real necesidad de la planta, en base a datos concretos. Mediante la estimación de las fuentes de calor que inciden en que la temperatura al interior de la planta se eleve, se utilizaron los datos mencionados para lograr calcular la carga térmica que aportan los activos, siendo los motores eléctricos los de mayor valor, seguidos a distancia por los variadores de frecuencia; al obtener el caudal que se necesita para remover el aire, siendo este de $18518\text{m}^3/\text{h}$ se pudo dar paso a formular las dos propuestas posibles dentro de aquella planta.

Gracias al hecho de encontrar en base a cálculos las cantidades de caudal a remover la cotización de los elementos a utilizar se logró hacer de manera rápida. Teniendo los aspectos mencionados con anterioridad, la propuesta seleccionada como ideal para el objetivo es el número dos, ya que mediante cuatro extractores helicoidales tubulares (TCBT/6-630/L) con la capacidad de desplazar $10940\text{m}^3/\text{h}$ cada uno, se podrá realizar la renovación del aire dentro de la planta en totalidad, ya que el caudal necesario para la renovación de aire ya que se tiene la capacidad máxima de inyectar $21880\text{m}^3/\text{h}$ y de extraer la misma cantidad, teniendo evidentemente la seguridad de que los motores eléctricos se mantendrán bajo condiciones de trabajo estables térmicamente hablando. La realización de un procedimiento a seguir en la instalación queda a criterio de la empresa, ya que también puede contactarse con una empresa externa, para mayor especificación de la propuesta, las organizaciones de los tiempos de la implementación se detallan en una carta Gantt. Cabe mencionar que la propuesta dos se privilegió a pesar de los costos, ya que se dio prioridad a la seguridad de que puede mantener bajo control la temperatura ambiente dentro de la planta, asegurando así el correcto funcionamiento de la planta de agua potable Villa Alemana sur.

BIBLIOGRAFÍA

GOBERNA, Ricardo. Ventilación industrial. 1º edición en español. Valencia: Librería de la Generalitat Valenciana, 1992. ISBN 84-7890-818-8.

FUNDACION RED DE ENERGIA. Motores eléctricos: buenas prácticas en eficiencia energética. 1ª edición. San José C.R: Biomass Users Network, 2010. ISBN 978-9968-904-17-9.

WEG. Guía práctica de capacitación técnico comercial.

VILLA ALEMANA. Estrategia energética, 2016-2030.

ABB, información de variadores de frecuencia [web page]; www.new.abb.com

SOLERPALAU, catálogo ventiladores helicoidales tubulares [web page]; www.solerpalau.es


EMB, artículo electro industria [web page]; www.emb.cl

MUNDOHVACR, manual de enfriamiento y calor [web page]; www.mundohvacr.com.mx

INGEMECANICA, tutorial semanal [web page]; www.ingemecanica.com

DIRECTINDUSTRY, filtros y componentes extras de extractores [web page]; www.directindustry.es

ANEXOS**Anexo A: Especificaciones técnicas de bomba**

 a xylem brand			
Technical Data			Item no.
LS 125-330 S1NL1 25002			Revision number
Company name		Receiver	From
Issued by			
Phone number			
Fax no.			
e-mail address			
Operating data			
1	Pump type	Single head pump	Fluid
			Water, pure
2	No. of pumps	1	Operating temperature t A °C
			4
3	Nominal flow	l/s 132	pH-value at t A
			7
4	Nominal head	m 135	Density at t A
			lb/ft ³ 62.4
5	Static head	m 0	Kin. viscosity at t A
			ft ² /s 1.689E-5
6	Inlet pressure	psi 1.4	Vapor pressure at t A
			psi 0.114
7	Environmental temperature	°C 4	Content of solid%
			Solid size mm 0
8	Available system NPSH	m 0	Altitude
			m 1000
Pump data			
9	Pump designation	LS 125-330 S1NL1 25002	
10	Design	Singlestage Endsuction pumps	Impeller Ø
11	Execution	DNd: vertical up - (standard, z=6)	
12	Operating speed	rpm 2980	
13	Number of stages	1	Flow
14	Suction nozzle	DN 150 PN16 /EN 1092	
15	Discharge nozzle	DN 125 PN25 /EN 1092	
16	Max. casing pressure	psi 232	Head
17	Max. working pressure	psi 247.8	
18	Impeller type	Impeller design Radial impeller Closed	
19	Bearing bracket	55 S	Shaft power
			kW 216.5 (216.5)
20	Head H(Q=0)	m 170	Max. shaft power
			kW 239.9
21	Pump weight / Total weight	lb 560 / 4910	Efficiency
			% 82.94
			NPSH 3%
			m 8.5
Materials			
22	Pump		Shaft Seal
23	Impeller	Cast iron, 0.6025	S1 - Einzel GLRD, nicht entlastet
24	Casing	ductile iron, 0.7040	S1..1 = with shaft sleeve
25	Bearing frame	Cast iron, 0.6025	Q1Q1VGG
26	Casing Cover	ductile iron, 0.7040	Shaft
27			shaft sleeve
28			alloy steel, 1.4021
29			alloy steel, 1.4021
30			1. Rotating ring
31			SiC
32			2. Stationary ring
33			SiC
34			3. Secondary seal
35			Viton
36			4. Springs
37			CrNiMo - steel (1.4571)
38			5. Others
			CrNiMo - steel (1.4571)
36	Wear rings	Cast iron, 0.6025	
38			

Anexo B: Especificaciones técnicas de motor

1	2	3	4	5	6																																				
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; font-size: 8px;"> DIM. IEC PUNTO/ESTRUCUR ESPECIAL/OPCIONAL ESPECIAL/OPCIONAL </td> <td style="width: 50%; font-size: 8px;"> X X X X </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"> Dimensões em mm Dimensiones en mm </td> </tr> </table>	DIM. IEC PUNTO/ESTRUCUR ESPECIAL/OPCIONAL ESPECIAL/OPCIONAL	X X X X	Dimensões em mm Dimensiones en mm			<p style="font-size: 8px;">Caja de conexión</p>	<p style="font-size: 8px;">Puesto a tierra 35-120 mm²</p>	<p style="font-size: 8px;">Puesto a tierra 25-185 mm²</p>	<p style="font-size: 8px;">CERTIFICADO WEG MOTORES Documento certificado. No sujeto a alteraciones.</p> <p style="font-size: 8px;">ESTA REVISIÓN SUBSTITUYE Y ANULA LA EMISIÓN ANTERIOR, LA CUAL DEBERÁ SER ELIMINADA.</p>																																
DIM. IEC PUNTO/ESTRUCUR ESPECIAL/OPCIONAL ESPECIAL/OPCIONAL	X X X X																																								
Dimensões em mm Dimensiones en mm																																									
<p style="font-size: 8px;">TENSION 400V / ALTITUD 1000 MSNM</p> <p style="font-size: 8px;">250 kW (340 HP) 02 Polos 50 Hz</p>	<p style="font-size: 8px;">Agujero de Centro DM20 WEG TBG12 (DN 332)</p>		<p style="font-size: 8px;">Punta del eje delantera</p>	<p style="font-size: 8px;">Insolamiento Clase F (Di=80K) / Aislamiento Clase F - Elevación de Temperatura 80K Tampa traseira com mancal eletricamente isolado / Topo traseira com mancal eletricamente aislado Sentido de rotación ambos / Ambos sentidos de rotación Protección térmica desajuste - Termostato 155°C / Termistores 155°C - Desconexión Plano de pintura 2033 / Plan de pintura 2034 Edor de serviço 1.15 / Factor de serviço 1.15 Forma construtiva B30 / Forma construtiva B3(D)</p>	<p style="font-size: 8px;">WEG CHILE S.A</p>																																				
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">OV: 3860114</td> <td style="width: 15%;">PC: 15564_XYLEM_25513_MA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO NOVO</td> <td style="width: 15%;">MACEVEDO</td> <td style="width: 15%;">PREVALIER</td> <td style="width: 15%;">04.11.2018</td> </tr> <tr> <td>VER. / REDESIGN</td> <td>VER. / REDESIGN</td> <td>REVALIA DE MODIFICACIONES</td> <td>ELABORADO</td> <td>VERIFICADO</td> <td>FECHA VER</td> </tr> <tr> <td>FECHA LANCEO BT</td> <td>FECHA LANCEO BT</td> <td>MOTOR TRIFASICO 400V - FRECUENCIA 50 HZ</td> <td>10003921738</td> <td>000</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>INDICACIONES DEL PRODUCTO</td> <td>INDICACIONES DEL PRODUCTO</td> <td>INDICACIONES DEL PRODUCTO</td> <td>INDICACIONES DEL PRODUCTO</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>04.11.2018</td> <td>04.11.2018</td> <td>04.11.2018</td> <td>04.11.2018</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>WEG</td> <td>WEG</td> <td>WEG</td> <td>WEG</td> </tr> </table>						OV: 3860114	PC: 15564_XYLEM_25513_MA	DOCUMENTO NOVO	MACEVEDO	PREVALIER	04.11.2018	VER. / REDESIGN	VER. / REDESIGN	REVALIA DE MODIFICACIONES	ELABORADO	VERIFICADO	FECHA VER	FECHA LANCEO BT	FECHA LANCEO BT	MOTOR TRIFASICO 400V - FRECUENCIA 50 HZ	10003921738	000	00			INDICACIONES DEL PRODUCTO	INDICACIONES DEL PRODUCTO	INDICACIONES DEL PRODUCTO	INDICACIONES DEL PRODUCTO			04.11.2018	04.11.2018	04.11.2018	04.11.2018			WEG	WEG	WEG	WEG
OV: 3860114	PC: 15564_XYLEM_25513_MA	DOCUMENTO NOVO	MACEVEDO	PREVALIER	04.11.2018																																				
VER. / REDESIGN	VER. / REDESIGN	REVALIA DE MODIFICACIONES	ELABORADO	VERIFICADO	FECHA VER																																				
FECHA LANCEO BT	FECHA LANCEO BT	MOTOR TRIFASICO 400V - FRECUENCIA 50 HZ	10003921738	000	00																																				
		INDICACIONES DEL PRODUCTO	INDICACIONES DEL PRODUCTO	INDICACIONES DEL PRODUCTO	INDICACIONES DEL PRODUCTO																																				
		04.11.2018	04.11.2018	04.11.2018	04.11.2018																																				
		WEG	WEG	WEG	WEG																																				
Propiedad de WEG. Reproducción prohibida sin permiso escrito. WEG's property. Reproduction without written permission.																																									

ANEXO C: Especificaciones técnicas de variador de frecuencia

Datos técnicos

Rango de tensión y potencia	Trifásica, 380 a 480 V, +10%/-1.5% ACS580-01: de 0.75 a 250 kW ACS580-04: de 250 a 500 kW ACS580-07: de 75 a 500 kW
Frecuencia	50/60 Hz ± 5%
Reactancia de red	Reactancia de autoinductancia de 2ª generación
Grado de protección	ACS580-01: IP21 de serie, IP55 como opcional ACS580-04: IP00 de serie, IP20 como opcional ACS580-07: R6-R9: IP21 estándar, opcional IP42 e IP54 R10-R11: IP42 estándar, opcional IP54
Condiciones ambientales	ACS580-01: -15 a +50 °C - No se permite escarcha - de +40 a +50 °C conderrateo de 1% para 1 °C ACS580-04: -15 a +55 °C - No se permite escarcha - de +40 a +55 °C conderrateo de 3% para 1 °C ACS580-07: 0 a +50 °C - No se permite escarcha - de +40 °C a +50 °C con derrateo de 1% para 1 °C
Conformidad	ACS580-01: - CE, TÜV Nord (funciones de seguridad), UL, EAC, RCM, UL, cUL ACS580-04: - CE, TÜV Nord (funciones de seguridad), EAC ACS580-07: - CE, cUL, EAC, RCM
Funciones de seguridad	Safe Torque Off (STO) de acuerdo con EN/IEC 61800-5-2, SIL 3, PL e (Certificado TÜV Nord)
EMC	De acuerdo con EMC Directiva 2014/30/EU, EN 61800-3-2004 + A1 2012. ACS580-01: Clase C2 de serie ACS580-04: Clase C3 de serie ACS580-07: Clase C2 o C3 de serie (dependiendo del tamaño de bastidor)
Mitigación armónica	De acuerdo con EN 61000-3-12: 2011
Conexiones de control	Dos entradas analógicas, dos salidas analógicas, seis entradas digitales, tres salidas de relé, EI-A-485 Modbus RTU, Safe Torque Off (STO), USB vía panel de control
Opciones de control y comunicación	
Adaptadores de bus de campo	PROFIBUS DP, CANopen ¹ , DeviceNet TM , EtherNet/IP TM , Modbus TCP, PROFINET I/O, EtherCAT ¹ , POWERLINK, ControlNet
Módulos de extensión E/S opcionales	CMOD-01: Alimentación externa de +24 VAC/DC - dos salidas de relé - una entrada digital CMOD-02: Alimentación externa de +24 V AC/DC y entrada PTC aislada CHDI-01: entradas digitales de 11.5/2.30 VAC - seis entradas digitales - dos relés CPTC-02: Entrada PTC aislada certificadas para maniobra ATEX y alimentación externa de +24V AC/DC
Herramientas de PC	Herramienta Drive Composer entry, disponible gratis en la página web de ABB. Herramienta Drive Composer pro
Opciones de panel de control	ACS-AP-4, panel de control asistente ACS-AP-W, panel de control con interfaz de Bluetooth ACS-BP-S, panel de control básico
Chopper de frenado	Integrado como estándar en ACS580-01 hasta R3
Barras de CC	Accesibles desde R4 a R9
Garantía y extensiones de garantía	24 meses, opcionales 36 o 60 mese



Listas de reproducción de vídeo: ACS580 how-to videos

Para más información contacte con su representante local de ABB o visite

www.abb.es/ACS580

www.abb.es/drives

www.abb.com/drivespartners



Manuales online para el ACS580

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso. En lo que respecta a los órdenes de compra, prevalecerán los datos acordados. ABB S.A. no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores o posible falta de información en este

Simple. Conectado. Compatibilidad Total

Todo incluido

- Safe Torque Off (STO) integrado
- Terminal extraíble Modbus RTU
- Ranuras opcionales
- Interfaz USB para conexión de herramientas de PC
- Reactancia de autoinductancia patentada
- Filtro EMC integrado

Conéctate sin dificultades

- Panel de control asistente con Bluetooth opcional para controlar el convertidor hasta a 75 metros de distancia, fuera del alcance del arco eléctrico
- Conexión a todos los principales sistemas de automatización industrial a través de adaptadores de bus de campo y Ethernet
- Puerto USB para transferir información entre el PC y el convertidor
- Módulo opcional para monitorización remota para configurar los parámetros del convertidor y monitorizar varios datos como niveles de carga, tiempo de ejecución, consumo de energía, datos E / S y la temperatura de los cojinetes del motor
- Software DriveComposer gratuito para programar y controlar el rendimiento del convertidor

Apréndalo una vez, usélo en todas partes

- La arquitectura común permite una transición sencilla con otros convertidores de Compatibilidad Total de todo el portafolio de ABB, como los ACS480 o los convertidores industriales ACS880
- Los convertidores comparten la misma interfaz de usuario y los mismos opcionales, lo que les permite utilizar los conocimientos adquiridos con los convertidores ACS580.

Y aún hay más


Un amplio rango de potencia incluye convertidores para montaje en pared, módulos de convertidor y convertidores para instalación en armario.

Programación adaptativa para personalizar el convertidor de frecuencia para la aplicación sin ningún conocimiento de programación previo.

En el control de motor se incluyen motores asíncronos, motores de imanes permanentes y motores síncronos de reluctancia magnética (SynRM).

documento. Cualquier reproducción, divulgación a terceros o utilización de su contenido - total o parcial - está prohibida sin el consentimiento previo por escrito de ABB S.A. Copyright © 2017 ABB Todos los derechos reservados.

ANEXO D: Curvas de bomba



hydraulic
LS 125-330 S1NL1 25002

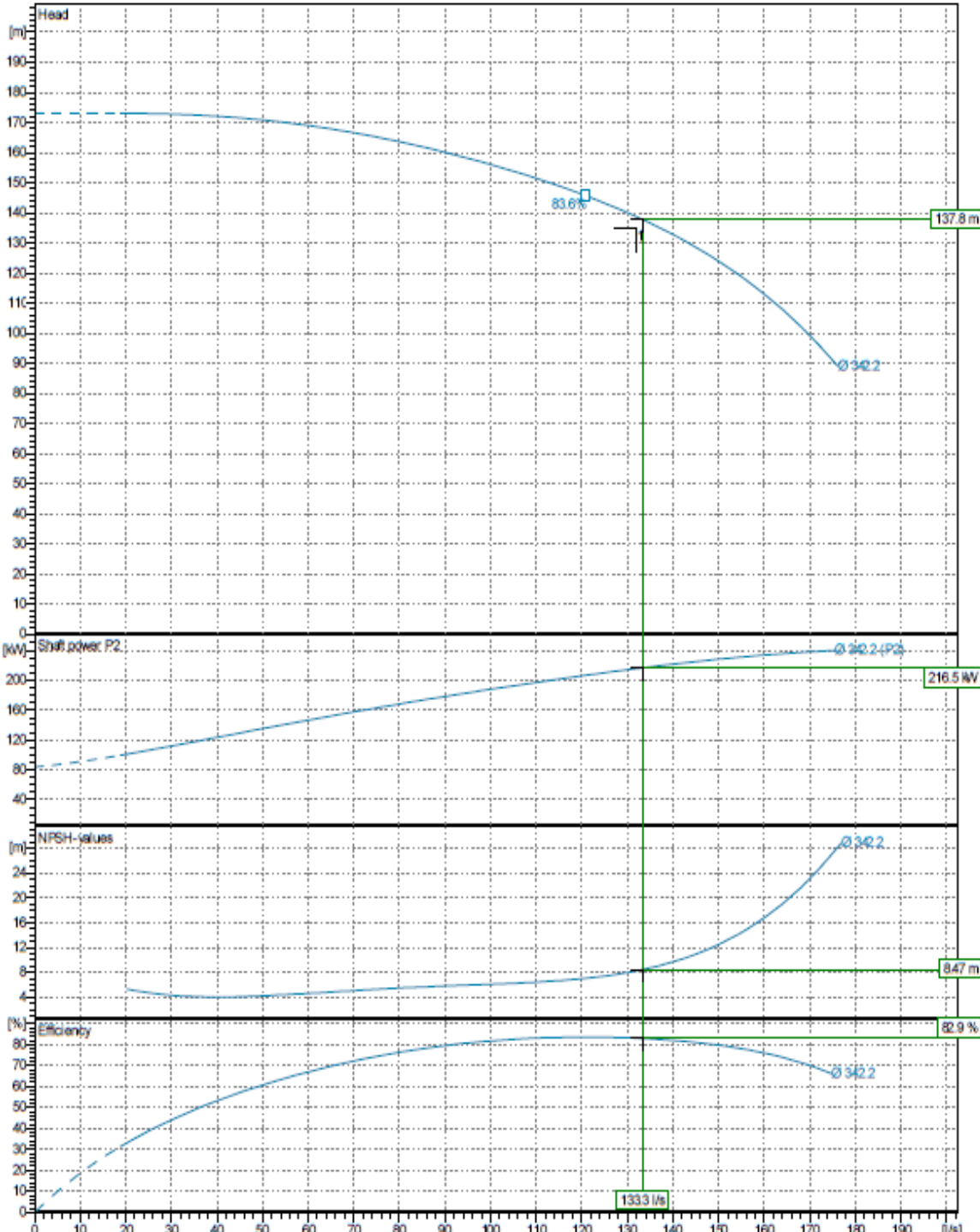
Item no.
Revision number

Company name Issued by Phone number Fax no. e-mail address	Receiver	From
------------------------------------------------------------------------	----------	------

Impeller	Impeller type	Radial impeller																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ø</th> <th colspan="3">Pump capacity</th> <th colspan="2">Pump head</th> <th colspan="3">Shaft power P2</th> </tr> <tr> <th>Min.</th> <th>Max.</th> <th>Max. η</th> <th>H(Q=0)</th> <th>Max. η</th> <th>P2(Q=0)</th> <th>Max.</th> <th>Max. η</th> </tr> <tr> <th>mm</th> <th>l/s</th> <th>l/s</th> <th>l/s</th> <th>m</th> <th>m</th> <th>kW</th> <th>kW</th> <th>kW</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>actual</td> <td>342</td> <td>20.2</td> <td>176</td> <td>121</td> <td>173</td> <td>146</td> <td>240</td> <td>207</td> </tr> <tr> <td>Min.</td> <td>250</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>73.4</td> <td>79.1</td> <td>64.7</td> <td>/</td> <td>72.3</td> </tr> <tr> <td>Max.</td> <td>349</td> <td>/</td> <td>/</td> <td>124</td> <td>181</td> <td>154</td> <td>/</td> <td>218</td> </tr> </tbody> </table>	Ø	Pump capacity			Pump head		Shaft power P2			Min.	Max.	Max. η	H(Q=0)	Max. η	P2(Q=0)	Max.	Max. η	mm	l/s	l/s	l/s	m	m	kW	kW	kW	actual	342	20.2	176	121	173	146	240	207	Min.	250	/	/	73.4	79.1	64.7	/	72.3	Max.	349	/	/	124	181	154	/	218	Impeller design	Closed
		Ø	Pump capacity			Pump head		Shaft power P2																																															
Min.	Max.		Max. η	H(Q=0)	Max. η	P2(Q=0)	Max.	Max. η																																															
mm	l/s	l/s	l/s	m	m	kW	kW	kW																																															
actual	342	20.2	176	121	173	146	240	207																																															
Min.	250	/	/	73.4	79.1	64.7	/	72.3																																															
Max.	349	/	/	124	181	154	/	218																																															
	Sense of rotation	Clockwise from the drive end																																																					
	Discharge width	mm 22.5																																																					
	Free passage	mm																																																					
	Frequency	Hz 50																																																					
	Duty chart	2950 Operating speed rpm 2980																																																					

Power datas referred to: Water, pure [100%]; 4°C; 62.4lb/ft³; 1.69E-5ft³/s

hydr. Performance acceptance acc. To EN ISO 9906 Class I B



Project	Project ID	Created by	Created on	Last update
			2014-12-02	