



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA

**“DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA DEL SISTEMA DE SUMINISTRO
DE AGUA PARA UNA CENTRAL DE COMBUSTIÓN INTERNA DE ENERGÍA
ELÉCTRICA”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

PRESENTA

ERIC JIMÉNEZ MARTÍNEZ



MÉXICO, CIUDAD DE MÉXICO

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **Profesor: José Antonio Ortíz Ramírez**

VOCAL: **Profesor: Juan Mario Morales Cabrera**

SECRETARIO: **Profesor: Ricardo Pérez Camacho**

1er. SUPLENTE: **Profesor: Leticia Valle Arizmendi**

2° SUPLENTE: **Profesor: Carlos Álvarez Macías**

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: TORRE DE INGENIERÍA, UNAM.

ASESOR DEL TEMA:

M. en I. José Antonio Ortíz Ramírez

SUSTENTANTE:

Eric Jiménez Martínez

ÍNDICE

1	RESUMEN.....	1
2	INTRODUCCIÓN.....	2
2.1	Alcance de proyecto.....	2
2.2	Objetivos	4
3	ANTECEDENTES	5
3.1	La Energía Eléctrica en México (bosquejo histórico).....	5
3.1.1	Generación de Energía Eléctrica en México.....	7
3.2	Tecnologías empleadas para la generación de Energía Eléctrica en México.....	9
3.2.1	Central Eléctrica de Combustión Interna	10
4	MARCO TEÓRICO.....	18
4.1	Definición de proyecto.....	18
4.2	Definición de alineación	19
4.3	Comunicación.....	22
4.4	Ciclo de vida de un proyecto.....	24
4.5	Ingeniería Básica	27
4.5.1	Disciplina de Proceso.....	28
4.6	Ingeniería Básica Extendida.....	36
4.7	Ingeniería de Detalle	38
4.8	Construcción.....	39
5	DESARROLLO DEL PAQUETE DE INGENIERÍA BÁSICA	40
5.1	Bases de Diseño.....	40
5.1.1	Introducción	40
5.1.2	Abreviaciones.....	40
5.1.3	Códigos y estándares.....	40
5.1.4	Unidades de medida y convención de unidades	42
5.1.5	Información del sitio y meteorológica.....	44
5.1.6	Zona sísmica	45
5.1.7	Parámetros del agua de pozo	46
5.1.8	Parámetros para el agua suavizada.....	46
5.1.9	Parámetros para el agua de servicios.....	47
5.2	Criterios de Diseño	49
5.2.1	Presión de diseño	49
5.2.2	Temperatura de diseño	49
5.2.3	Corrosión permisible de equipos y tubería.....	50

5.2.4	Vida útil de los equipos	50
5.2.5	Mantenimiento de los equipos	51
5.2.6	Nivel de ruido.....	51
5.2.7	Bombas	51
5.2.8	Tanques de almacenamiento	52
5.2.9	Tuberías	53
5.2.10	Instrumentación.....	55
5.2.11	Válvulas de control	55
5.2.12	Niveles de líquidos.....	55
5.3	Descripción de Proceso	56
5.4	Diagrama de flujo de proceso (DFP).....	58
5.5	Filosofía de operación.....	60
5.6	Diagrama de tubería e instrumentación (DTI).....	62
6	CONCLUSIONES.....	64
7	APÉNDICE	65
7.1	Memorias de cálculo	66
7.1.1	Bomba PO-TA-01A/B.....	66
7.1.2	Bomba PO-TA-02A/B.....	69
7.2	Hojas de datos	72
7.2.1	Bomba PO-TA-01A/B.....	72
7.2.2	Bomba PO-TA-02A/B.....	73
7.2.3	Tanque TQ-CI-01A/B	74
7.2.4	Tanque de almacenamiento de agua suavizada TQ-TA-01	76
7.2.5	Filtro para agua de pozo FA-01 A/B.....	78
7.2.6	Especificación técnica del paquete de suavización TA-TA-01	79
7.3	Listas	81
7.3.1	Equipos	81
7.3.2	Instrumentos.....	82
7.3.3	Motores	83
7.3.4	Líneas.....	84
8	DIAGRAMA DE SIMBOLOGÍA.....	86
9	PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL.....	88
10	BIBLIOGRAFÍA	90

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 3.1 Generación de energía eléctrica por tecnología	8
Tabla 5.1 Abreviaciones de Estándares y especificaciones	40
Tabla 5.2 Unidades de medida	43
Tabla 5.3 Datos del sitio	44
Tabla 5.4 Análisis del agua subterránea	46
Tabla 5.5 Parámetros de agua suavizada	47
Tabla 5.6 Parámetros del agua de servicios	47
Tabla 5.7 Corrosión permisible	50
Tabla 5.8 Vida útil de equipos, tuberías y válvulas	50
Tabla 5.9 Diámetro de boquillas para instrumentación	53
Tabla 5.10 Velocidades recomendadas para dimensionamiento de tuberías	54
Figura 4.1 Representación del concepto de alineación	20
Figura 4.2 Esquema 3D de la organización de la alineación de un proyecto	21
Figura 4.3 Estructura genérica del Ciclo de Vida de un Proyecto	25
Figura 4.4 Incertidumbres y riesgos a través de un proyecto	26
Figura 5.1 Localización de la Central de Combustión Interna	45

1 RESUMEN

El tema central de este trabajo es el desarrollo de los entregables que conforman el paquete ingeniería básica para una Central de Combustión Interna de Energía eléctrica.

Cabe señalar que este trabajo se basa en las actividades correspondientes a la disciplina de proceso (la disciplina de Proceso es una área laboral donde un Ingeniero Químico se puede desempeñar profesionalmente). Los demás capítulos funcionan como un complemento del tema central.

El presente trabajo está conformado por 10 capítulos; el capítulo 2 describe el alcance de este trabajo de tesis y se plantean los objetivos a ser cumplidos.

El capítulo 3 está dedicado a un bosquejo histórico de la energía eléctrica en México y el aporte de energía eléctrica de las diversas tecnologías de generación a nivel nacional.

El capítulo 4 describe los conceptos básicos de un proyecto de manera general, así como una breve descripción de la disciplina de Proceso y dos conceptos fundamentales (Alineación y Comunicación) para que la ejecución de un proyecto se lleve en la dirección correcta.

En el capítulo 5 se desarrollan los entregables que se han plantean en el alcance de trabajo y a su vez estos forman parte del objetivo de esta tesis.

El capítulo 6 corresponde a las conclusiones de los objetivos planteados en el capítulo 2.

Los capítulos 7, 8 y 9 contienen información de carácter técnico. Estos documentos son entregables pertenecientes al paquete de Ingeniería Básica realizado.

El capítulo 10 corresponde a información bibliográfica usada en este trabajo.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Alcance de proyecto

Tras la promulgación de la Reforma Energética en 2013, el Sector Eléctrico presenta una nueva estructura, de acuerdo a la Secretaria de Energía en la emisión de la “Prospectiva del sector eléctrico 2015-2029”; el nuevo sistema eléctrico traerá mayores inversiones, impulsará la creación de nuevos empleos, se tendrán tarifas más accesibles para los hogares y para las industrias y oportunidades de desarrollo para las empresas, además de fomentar la transición hacia un sector más responsable con el medio ambiente.

Una vez mencionado lo anterior se aclara que no es objeto de estudio los impactos de la Reforma Energética, este trabajo se centra en el desarrollo de la etapa de ingeniería básica (generación de información técnica).

Para satisfacer la demanda de energía eléctrica por requerimientos del cliente es necesario desarrollar un proyecto que comprende una Central de Combustión Interna de generación de energía eléctrica, para lo cual se requiere del diseño, la Ingeniería, suministro de equipos y Materiales, la construcción, la instalación, las pruebas de comportamiento, el apoyo técnico, etc. para tener una operación segura y eficiente.

La central debe contar con una Capacidad Neta Garantizada de $6.54 \pm 15\%$ MW a Condiciones de Diseño de Verano, considerando una mezcla Combustóleo-Diesel garantizada (máximo 15% Diesel), conformada por dos Unidades Motogeneradoras de la misma capacidad, de media velocidad (hasta 900 rpm) y todos los equipos necesarios para integrar una Central de Combustión Interna.

La Central de Combustión Interna estará localizada en el extremo norte de Baja California Sur, en el Sitio denominado “El Vizcaíno” Municipio de Mulege al sureste se encuentra la población de Guerrero Negro y al noroeste la población de Santa Rosalía.

El alcance del proyecto desarrollado sólo comprende la Ingeniería Básica del **Sistema de Suministro de Agua** el cual está relacionado con otros sistemas que componen la Central. Debido a que no es parte del alcance de trabajo desarrollar

los sistemas con los cuales esta interconectado. Basta con conocer las demandas de agua, para el dimensionamiento de la red de suministro de agua.

De manera general los sistemas que integran la central son los siguientes:

- Sistema de Aceite de Lubricación
- Sistema de Aire de Arranque
- Sistema de Aire de Instrumentos
- Sistema de Aire de Planta
- Sistema de Bombeo de Agua Contra incendio
- Sistema de Combustible
- Sistema de Combustóleo
- Sistema Diesel
- Sistema de Enfriamiento de los Motores
- Sistema de Generación y Distribución de Vapor
- Sistema de Suministro de Agua
- Sistema de Tratamiento de Agua Residual
- Sistema de tratamiento de Residuos Solidos

Debido a que ambos sistemas “Suministro de agua y Agua Contra incendio” parten del mismo origen, sólo se consideran las demandas de agua contra incendio para establecer los niveles de operación en los tanques.

Para el éxito del proyecto es fundamental aclarar, sólo se desarrollará lo relacionado a la disciplina de Proceso excluyendo lo perteneciente a las disciplinas de: Ingeniería de Materiales, Ingeniería de Sistemas y Control, Ingeniería Mecánica, Ingeniería eléctrica, Ingeniería Civil, Arquitectura etc.

Los entregables a realizar del paquete de Ingeniería Básica para el sistema de suministro de agua para una central de combustión interna es el siguiente:

- Bases de diseño
- Criterios de diseño
- Descripción de proceso
- Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)
- Filosofía de operación
- Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI)
- Diagrama de Simbología
- Memorias de cálculo
- Hojas de datos
- Lista de Equipo
- Lista de Instrumentos
- Lista de Motores
- Lista de Líneas

El contratista que desarrolle la etapa de Ingeniería de detalle, procura de equipos, construcción y puesta en marcha”, será responsable de garantizar durante el arranque una operación segura y eficiente. De igual manera deberá de complementar y actualizar la información a través de la vida del proyecto.

2.2 Objetivos

1. Describir el ciclo de vida de un proyecto industrial
2. Desarrollar los entregables que conforman el paquete de ingeniería Básica para el suministro de agua de una central de combustión interna

3 ANTECEDENTES

3.1 La Energía Eléctrica en México (bosquejo histórico)¹

La generación de energía eléctrica inició en México a fines del siglo XIX. La primera planta generadora se instaló en el país en 1879 y estuvo en León, Guanajuato, era utilizada por la fábrica textil “La Americana”.

Durante el régimen de Porfirio Díaz se otorgó al sector eléctrico el carácter de “servicio público”, colocándose las primeras 40 lámparas "de arco" en la Plaza de la Constitución, cien más en la Alameda Central y comenzó la iluminación de la entonces calle de Reforma y de algunas otras vías de la Ciudad de México.

En el periodo de 1897 a 1911 se organizaron más de cien empresas eléctricas con tecnologías diversas, diferentes frecuencias de generación, voltaje, en corriente alterna y directa. La mayoría eran plantas aisladas para industrias, alumbrado público y pocos servicios domésticos

Compañías internacionales crearon filiales, como The Mexican Light and Power Company, de origen canadiense, en el centro del país; el consorcio The American and Foreign Power Company, con tres sistemas interconectados en el norte de México, y la Compañía Eléctrica de Chapala, en el occidente.

Para 1910 se contaba con una capacidad de 50 MW, de los cuales 80% los generaba The Mexican Light and Power Company.

En 1937 la energía eléctrica era proporcionada con serias dificultades por empresas privadas. Las interrupciones de luz eran constantes y las tarifas muy elevadas, debido a que la distribución de energía eléctrica se enfocaba a los mercados urbanos los cuales eran más redituables, sin contemplar a las poblaciones rurales, donde habitaba la mayor parte de la población. La capacidad instalada de generación eléctrica en el país era de 629 MW.

Para solucionar esa situación que impedía el desarrollo del país, el gobierno federal creó el 14 de agosto de 1937, la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La cual tendría por objeto organizar y dirigir un Sistema Nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (Ley promulgada en la Ciudad de

¹ Referido a la información de la historia de la Comisión Federal de Electricidad de su página web www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/CFE_y_la_electricidad_en_Mexico/Paginas/CFEylaelectricidadMexico.aspx

Mérida, Yucatán el 14 de agosto de 1937 y publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de agosto de 1937).

El 11 de febrero de 1939 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la primera **Ley de la Industria Eléctrica**, en la que se definió a la electricidad como un servicio público que puede ser prestado por el Estado o por los particulares mediante concesiones.

Los primeros proyectos de generación de energía eléctrica de la CFE se realizaron en Teloloapan (Guerrero), Pátzcuaro (Michoacán), Suchiate y Xía (Oaxaca), y Ures y Altar (Sonora).

En 1938 CFE tenía apenas una capacidad de 64 kW misma que en ocho años aumentó hasta alcanzar 45.6 MW. Entonces, las compañías privadas dejaron de invertir y la CFE se vio obligada a generar energía eléctrica para que éstas la distribuyeran a través de sus redes.

Hacia 1960 la CFE aportaba ya el 54% de los 2,308 MW de capacidad instalada, la empresa Mexican Light el 25%, la American and Foreign el 12%, y el resto de las compañías 9%. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de generación de energía eléctrica, solo el 44% de la población contaba con electricidad.

El 27 de septiembre de 1960, el Congreso de la Unión aprobó la modificación del artículo 27 constitucional, propuesta por el presidente Adolfo López Mateos, en donde se afirma que le corresponde a la nación generar, transformar, distribuir y abastecer la energía eléctrica para la prestación del servicio público.

A partir de entonces se extendió la cobertura del suministro acelerando la industrialización y el Estado Mexicano adquirió los bienes e instalaciones de las compañías privadas.

Para 1961 la capacidad total instalada en el país ascendía a 3,250 MW. La CFE vendía 25% de la energía que producía y su participación en la propiedad de centrales generadoras de electricidad era del 54%.

En esa década se construyeron importantes centros generadores, entre ellos los de Infiernillo y Temascal. El primer proyecto hidroeléctrico magno fue el denominado Infiernillo, en el río Balsas, que entró en operación en el año de 1965 y se instalaron otras plantas generadoras alcanzando, en 1971, una capacidad instalada de 7,874 MW. Entre los años de 1970 y 1980 la capacidad instalada incremento a 17,360 MW.

En los inicios de la industria eléctrica mexicana operaban varios sistemas aislados, con características técnicas diferentes, llegando a coexistir casi 30 voltajes de distribución, siete de alta tensión para líneas de transmisión y dos frecuencias eléctricas de 50 y 60 Hertz.

Esta situación dificultaba el suministro de electricidad, por lo que la CFE definió y unificó los criterios técnicos y económicos del Sistema Eléctrico Nacional, normalizando los voltajes de operación, con el objetivo de estandarizar los equipos, reducir costos y tiempos de fabricación.

En los años 80 el crecimiento de la infraestructura eléctrica fue menor que en la década anterior, principalmente por la disminución de recursos económicos a la CFE. No obstante en 1991 la capacidad instalada ascendió a 26,797 MW.

A inicios del año 2000 se tenía ya una capacidad instalada de generación de 35,385 MW con una cobertura del servicio eléctrico del 94.70% a nivel nacional, una red de transmisión y distribución de 614,653 km. Incorporando casi un millón de usuarios cada año.

A partir Octubre del 2009 la CFE es la encargada de brindar el servicio eléctrico en todo el país.

3.1.1 Generación de Energía Eléctrica en México²

Para la generación de electricidad se requiere de centrales que utilizan diversos combustibles como carbón, gas natural, combustóleo y uranio. También se utilizan combustibles renovables como el agua, sol, viento, geotermia y biomasa. El tipo de combustible empleado, el costo de generación y la eficiencia de la planta generadora, determinan como se operarán las distintas plantas de un sistema. (Ramos Gutiérrez & Montenegro Fragoso, 2011)

Existen tecnologías que presentan un costo alto, pero pueden ponerse en operación rápidamente, como es el caso de una planta con turbinas de gas que usa gas natural, útil en períodos de demanda pico. Caso contrario los generadores que emplean carbón o uranio, sus costos son menores pero no se pueden poner en operación rápidamente y cubren principalmente, la demanda base continua de electricidad (Ramos Gutiérrez & Montenegro Fragoso, 2011).

² Los datos de generación eléctrica fue tomada del informe anual 2016 la CFE.

Otras tecnologías como las centrales que utilizan energía renovable, no emplean combustibles, pero su construcción y mantenimiento es costoso; un punto a su favor es la reducción o nula emisión de contaminantes al medio ambiente.

La capacidad de generación de electricidad a disposición de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se diversifica en 10 tipos de tecnologías: vapor (combustóleo y gas), carbón, geotérmica, ciclo combinado, turbogas, combustión interna, hidroeléctrica, eólica, nuclear y solar fotovoltaica.³

A diciembre de 2015, la infraestructura de generación estaba integrada por 188 centrales, con 1,020 unidades de generación. En conjunto, la capacidad instalada era de 54,852.2 Megawatts (MW).

Tabla 3.1 Generación de energía eléctrica por tecnología

Generador	Tipo de tecnología	Capacidad Efectiva (MW)		Cantidad de Centrales y de Unidades en 2016		Participación % por tecnología
		2015	2016	Centrales	Unidades	
CFE	Hidroeléctrica	12027.8	12092.4	60	167	21.76
	Vapor (combustóleo y gas)	11398.6	11281.6	20	67	20.30
	Ciclo combinado	7578.3	8190.5	17	72	14.74
	Carbón	5378.4	5378.4	3	15	9.68
	Turbogás	2736.5	2736.5	41	92	4.92
	Geotérmica	873.6	873.6	4	40	1.57
	Combustión interna	303.9	358	6	55	0.64
	Eólica	86.3	86.3	3	8	0.16
	Solar	6	6	2	2	0.01
	Nuclear	1510	1608	1	2	2.89
	Total CFE	41899.4	42611.3	157	520	76.69

Generador	Tipo de tecnología	Capacidad Efectiva (MW)		Cantidad de Centrales y de Unidades en 2016		Participación % por tecnología
		2015	2016	Centrales	Unidades	
Productores Independientes de Energía (PIE)	Ciclo Combinado	12339.9	12339.9	23	7	22.5
	Eólica	612.9	612.9	6	410	1.1
	Total PIE	12952.8	12952.8	29	417	23.6
	Total	54852.1	55564	188	950	100

Fuente: Dirección de Operación, Comisión Federal de Electricidad. Diciembre 2016. Cifras redondeadas. Incluye plantas móviles

³ La generación de los Productores Independientes se vende exclusivamente a la CFE en virtud de la legislación con la que fueron contratados (Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica).

3.2 Tecnologías empleadas para la generación de Energía Eléctrica en México

México tuvo un crecimiento importante en el desarrollo de centrales eléctricas destacando las termoeléctricas las cuales usan como materia prima combustibles fósiles, debido a que la década de los sesenta en el mundo fue un periodo donde el petróleo era abundante y de bajo costo, cobrando auge los hidrocarburos como energéticos para la generación de energía eléctrica (Ramos Gutiérrez & Montenegro Fragoso, 2011).

Tomando en cuenta el incremento en el costo de los combustibles fósiles a través de los años y la contaminación que producen al ser quemados, nuevas tecnologías de generación de energía eléctrica se han desarrollado (Ramos Gutiérrez & Montenegro Fragoso, 2011).

La Comisión Federal de Electricidad cuenta con diversas tecnologías como lo son:

- Central Eléctrica de Combustión Interna
- Central Eléctrica de carbón
- Central Eléctrica de Ciclo Combinado
- Central Hidroeléctrica
- Central Eléctrica Eólica
- Central Eléctrica Geotérmica
- Central eléctrica nuclear

El tema a desarrollar en este trabajo es una Central de Combustión Interna por tal motivo se abundará en describir sus características.

3.2.1 Central Eléctrica de Combustión Interna

La central a estudiar debe contar con una Capacidad Neta Garantizada de $6.54 \pm 15\%$ MW a Condiciones de Diseño de Verano, considerando una mezcla Combustóleo-Diesel garantizada (máximo 15% Diesel), conformada por dos Unidades Motogeneradoras de la misma capacidad, de media velocidad (hasta 900 rpm).

Los sistemas auxiliares de las 2 unidades motogeneradoras son:

1. Sistema de Generación y Distribución de Vapor
2. Sistema de Enfriamiento de los Motores
3. Sistema de Combustóleo
4. Sistema Diesel
5. Sistema de Combustible
6. Sistema de Aire de Arranque
7. Sistema de Aire de Instrumentos y servicios
8. Sistema de Aceite de Lubricación
9. Sistema de Suministro de Agua
10. Sistema de tratamiento de Residuos Solidos
11. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales
12. Sistema de Bombeo de Agua Contra incendio

Motogeneradores

El sistema de generación de energía eléctrica por medio de motores de combustión interna, emplea una mezcla por requerimientos del cliente, 85% de combustóleo (en peso) y 15 % de diésel (en peso), Esta mezcla se le denominará combustible y tiene el propósito de satisfacer la demanda asignada a la Central de Combustión Interna

1. Sistema Generación y Distribución de Vapor

Cada Unidad Motogeneradora tiene un generador de vapor por recuperación de calor (GVRC) que aprovecha la energía de los gases de combustión generando el vapor necesario de los requerimientos de vapor en: sistema de calentamiento combustóleo y de combustible y para mantener la temperatura adecuada del combustóleo y del combustible en los tanques de almacenamiento y en los tanques de proceso, así como los requerimientos de los sistemas de clarificación y centrifugado del Combustible, calentadores requeridos en el sistema de tratamiento de lodos, evaporador-cristalizador y venas de calentamiento , considerando las siguientes condiciones de operación: cuando las Unidades Moto-

generadoras estén fuera de servicio, la caldera auxiliar producirá vapor para venas de calentamiento, así como para el suministro de vapor a todos los usuarios de vapor.

El sistema de agua de alimentación tiene la capacidad de manejar el flujo continuo de agua para producir el vapor requerido para los sistemas de calentamiento de combustóleo y de combustible para las dos unidades moto-generadoras, tanto en el arranque como en todo el rango de operación. El sistema cuenta con un tanque horizontal de agua de alimentación con desgasificador.

Se cuentan con dos bombas (una en operación y la otra en reserva) de agua de alimentación por cada GVRC. Tales bombas están en paralelo.

El sistema de recuperación de condensados cuenta con un tanque que trabaja a presión atmosférica y recibirá el condensado del sistema de vapor.

Se cuenta con un enfriador de condensados cuya finalidad es la atemperación de los condensados en el retorno de los mismos hacia el tanque de condensados, así como una válvula reductora de presión para reducir a presión atmosférica. Se debe suministrar agua suavizada de reposición al ciclo de vapor, esta se alimenta al desgasificador o a los domos de las calderas de recuperación de calor.

2. Sistema de Enfriamiento de los Motores

Se tienen dos circuitos cerrados y separados de agua de enfriamiento para las unidades moto-generadoras que integran la Central, con la capacidad suficiente para disipar el calor. El circuito de alta temperatura (AT) enfria las cabezas y la camisa del cilindro. El circuito de baja temperatura (BT) enfria el aire de Carga y el aceite de lubricación.

Se tienen dos depósitos de expansión tipo abierto por cada unidad moto-generadora: uno para el circuito de agua de enfriamiento de alta temperatura (AT) y el otro para el circuito de baja temperatura (BT). Ambos depósitos con la capacidad suficiente para contener y suministrar la expansión del agua de cada circuito.

En los circuitos de enfriamiento de AT y BT se tienen válvulas termostáticas que controlen la temperatura del agua a la entrada del motor. El agua de reposición para enfriamiento de los circuitos de baja y alta temperatura, se suministra del sistema de agua proveniente del sistema de tratamiento de agua de suavización. Para controlar la calidad del agua de reposición, se dosifica etilenglicol al 10% en condiciones de invierno (-0.5 °C).

También se dosifica desincrustante (Rust off) para mantener un correcto funcionamiento de los motores.

3. Sistema de Combustóleo

Se tiene un tanque de almacenamiento de Combustóleo con una capacidad total de almacenamiento para operación al 100% de carga, consumiendo combustóleo durante 30 días sin reposición.

El sistema de almacenamiento de combustóleo consta de:

- Fosa de recepción de Combustóleo
- Un calentador de succión
- Dos filtros del tipo doble canasta
- Dos bombas de desplazamiento positivo tipo tornillo, para vaciar la fosa de recepción de combustóleo (una en operación y la otra de respaldo)
- Una válvula de control para el llenado del Tanque de Almacenamiento de Combustóleo
- Dos calentadores de succión, con regulación automática por calentador para mantener la temperatura adecuada de trasiego
- Un cabezal de descarga hacia las bombas de transferencia
- Dos bombas de desplazamiento positivo de tipo tornillo (una en operación y la otra de respaldo) para llenar el tanque de mezclado de combustible
- Una válvula de tres vías automática operada por el controlador de temperatura y con retorno total al tanque de almacenamiento de combustóleo, cuando no alcance la temperatura adecuada, con un by-pass

4. Sistema de Diésel

El sistema de recepción, almacenamiento y transferencia de diésel está compuesto por:

- Una unidad de descarga compuesta por dos bombas de tipo tornillo (una para operación y una de respaldo) para descargar un auto-tanque
- Un filtro del tipo doble canasta localizado en la succión de las bombas
- Una válvula de control para el llenado del tanque de almacenamiento de diésel
- Un tanque de almacenamiento de diésel
- Dos bombas de transferencia de diésel del tipo centrífugas (una en operación y una de respaldo) instaladas en paralelo
- Dos válvulas de tres vías automáticas con retorno total al tanque de almacenamiento de diésel cuando no alcance una correcta limpieza.
- Dos centrifugadoras
- Una válvula de control para el llenado del tanque de almacenamiento de diésel centrifugado.
- Un tanque de diésel centrifugado

La alimentación de diésel centrifugado a unidades moto-generadoras va desde el cabezal de descarga del tanque de aceite diésel centrifugado hasta las dos unidades motogeneradoras y está compuesto por:

- Un filtro del tipo doble canasta a la succión de las bombas
- Tres bombas de alimentación de diésel del tipo centrífugas (dos en operación y una de respaldo), instaladas paralelo
- Dos válvulas de tres vías para la alimentación de diésel y de la mezcla de combustóleo-diésel para los dos motogeneradores.

5. Sistema de Combustible

Este sistema de mezclado de combustóleo-diésel va desde las boquillas de conexión de combustóleo y de diésel hasta las válvulas de tres vías para la alimentación de diésel y de la mezcla de combustóleo-diésel, y está compuesto por:

- Dos unidades mezcladoras combustóleo-diésel
- Dos homogeneizadores
- Un densímetro automático
- Una válvula de control de llenado del tanque de almacenamiento de combustible.
- Un tanque de almacenamiento de combustible (Mezcla combustóleo-diésel)
Se incluirán serpentines de vapor en el interior del tanque como calentador de fondo.
- Dos calentadores de succión, con regulación automática por calentador para mantener la temperatura adecuada de trasiego
- Dos filtros del tipo doble canasta a la succión de las bombas
- Dos bombas de desplazamiento positivo tipo tornillo (una en operación y la otra de respaldo), para llenar los dos tanques de diario de combustible
- Dos centrifugadoras-clarificadoras en paralelo
- Dos tanques de diario de combustible (mezcla combustóleo-diésel)
- Dos válvulas de control, una para cada motogenerador.
- Tres calentadores (dos en operación y uno de respaldo) de succión para los dos motogeneradores, con regulación automática por calentador para mantener la temperatura adecuada de trasiego
- Tres filtros del tipo doble canasta (dos en operación y uno de respaldo)
- Tres bombas de circulación de combustible (mezcla combustóleo- diésel 85%wt-15%wt)

Se cuenta con una válvula de control de presión por unidad moto-generadora para controlar la alimentación de combustible cuando se presentan cambios de carga planeados o transitorios.

6. Sistema de Aire de Arranque

Este sistema suministra aire comprimido para el arranque de los dos moto generadores. Los compresores serán del tipo recíprocante

7. Sistema de Aire de Instrumentos y de Servicios

El paquete de compresión de aire de instrumentos cuenta con 2 compresores de la misma capacidad basada en el consumo de aire de instrumentos, uno en operación y el otro en espera, se tiene un tercer compresor de menor capacidad para consumo de aire de planta. Los compresores deben ser de tipo tornillo no lubricado (libre de aceite).

Los compresores descargan a un tanque acumulador de aire común, la descarga del recibidor se divide en; aire de planta y alimentación al Paquete de secado de aire. El Paquete de secado consiste en dos columnas, una en operación y una en regeneración (torre dual) con señalización al sistema de control distribuido, a fin de asegurar la confiabilidad del servicio.

De acuerdo a ISO 8573-1:2010 [1:2:1], la calidad del aire de instrumentos debe ser:

1. Tamaño de partícula $1\mu\text{m}$.
2. Punto de Rocío -40°C .
3. Concentración Total de Aceite $\leq 0.01 \text{ mg/m}^3$.

8. Sistema de Aceite de Lubricación

Este Sistema abarca desde la recepción, el almacenamiento y la transferencia de aceite de lubricación para las unidades moto-generadoras dentro de la Central

Se tiene un tanque de almacenamiento de aceite de lubricación limpio con la capacidad suficiente para alimentar a las unidades moto-generadoras a la capacidad máxima continua de generación. Cada unidad motogeneradora esta equipada interiormente con un sistema completo de aceite de lubricación el cual debe proveer la lubricación necesaria para todas las partes en movimiento del motor tales como el turbocargador, los cilindros y los mecanismos.

El trasiego del tanque de almacenamiento de aceite de lubricación al tanque de servicio de los motogeneradores se efectua mediante dos bombas de desplazamiento positivo rotatorias.

Para el almacenamiento de aceite de lubricación sucio se dispone de un tanque de almacenamiento, este tanque cuenta con un sistema de bombeo para el trasiego de aceite desde los tanques principales de los moto-generadores.

9. Sistema de Suministro de Agua

El agua se suministra mediante una bomba de pozo profundo. El sistema de bombeo alimenta a los tanques de almacenamiento de agua de servicios y contra incendio. El sistema de control de arranque y paro de la nueva bomba de pozo es manual y se activará en función de las necesidades de suministro de la Central.

El sistema de agua de servicios esta disponible a partir de los tanques para el almacenamiento de agua de servicios generales. La conexión de agua de servicios generales debe asegurar la disponibilidad permanente de agua para el sistema contra incendio.

El sistema cuenta con dos bombas (una en operación y otra de reserva), las bombas son alimentadas por los tanques de almacenamiento de agua de servicios generales y contra incendio.

A partir del equipo de bombeo se extiende la red de distribución de agua de servicios para los equipos, los sistemas y las áreas de la central que la requieran.

El sistema de agua suavizada está disponible a partir de una planta de tratamiento de agua suavizadora por medio de intercambio iónico a base de zeolitas con dos columnas (una en operación y otra en espera) para una dureza final de 0. El agente de regeneración es cloruro de sodio y tiene la función de intercambiar los iones Ca^{++} y Mg^{++} de la resina por iones Na^{+} .

El agua suavizada se almacena en un tanque de agua suavizada este tanque cuenta con un sistema de bombeo para su distribución a los diferentes usuarios.

El agua suavizada se utiliza de forma continua para reposición al ciclo agua-vapor, para lavado en los equipos de centrifugación de combustibles y lubricantes y para el consumo de agua potable. De manera puntual se emplea para llenado de los circuitos de refrigeración de las unidades moto-generadoras y de las calderas de recuperación de calor y auxiliar.

10. Sistema de Tratamiento de residuos Sólidos

El sistema de tratamiento de residuos sólidos de combustibles y aceites gastados es para la captación y adecuado manejo de sólidos y derrames que se generan en el área de descarga y almacenamiento de combustibles así como en las áreas de tratamiento de combustibles, casa de máquinas y área de transformadores.

Las aguas contaminadas con aceite (desechos aceitosos o derrames accidentales) que se generen en las instalaciones de la Central se conducirán por gravedad, a través de la red de drenajes aceitosos, hacia las fosas colectoras.

El sistema inicia en fosas captadoras de residuos de sólidos de combustibles y aceites, las cuales están equipadas con serpentines de calentamiento para facilitar su manejo y transporte. De estas fosas se envían los residuos a separadores coalescentes con los correspondientes equipos de bombeo (una bomba en operación y una de reserva). Los separadores son del tipo industrial y tienen un sistema de bombeo (con una bomba en operación y otra de reserva) para el trasiego de los combustibles, aceites, sólidos separados y los efluentes acuosos.

El agua separada del aceite, debe enviarse por bombeo a la fosa de neutralización. Los combustibles, aceites y sólidos se almacenan en un tanque para ser enviados a través de dos bombas (una en operación y una de reserva) a un sistema de centrifugado donde se eliminará el agua residual.

Los sólidos descargados por las centrífugas se envían a un tanque de almacenamiento temporal para su disposición final fuera de la Central.

11. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Para el manejo de las aguas residuales se cuenta con:

Una fosa de neutralización para los efluentes acuosos industriales generados en la planta de suavización de agua así como en la planta de tratamiento de residuos sólidos con recubrimiento adecuado al almacenamiento temporal de agua residual industrial hasta su neutralización. La fosa cuenta con un sistema de bombeo compuesto por dos bombas verticales del tipo sumergible (una en operación y una de reserva) para recirculación durante la adición de reactivos hasta alcanzar la neutralización y posterior envío al tanque de almacenamiento de agua neutralizada.

Un tanque de almacenamiento de agua neutralizada capaz de almacenar el agua proveniente de la fosa de neutralización y posteriormente enviarla al equipo evaporador-cristalizador. Se cuenta con el sistema de bombeo integrado por dos bombas (una en operación y una de reserva) para alimentación del evaporador cristalizador.

El evaporador-cristalizador tiene la capacidad de procesar toda el agua neutralizada y cumplir con el concepto de descarga cero y re-uso de agua tratada. El destilado producido se enviará al tanque de almacenamiento agua suavizada.

Se dispondrán recipientes adecuados para la captación y almacenamiento temporal de los sólidos que se produzcan en el proceso de evaporación–cristalización.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Definición de proyecto⁴

Un proyecto es un ambiente temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos. (Project Management Institute, 2013, pág. 30)

Un proyecto surge a partir de una necesidad y es la combinación de recursos humanos, técnicos, tecnológicos, financieros, materiales y esfuerzo que se llevan a cabo temporalmente para crear un producto, servicio o resultado único.

Los proyectos surgen como resultado de la necesidad de una o más de las siguientes consideraciones:

- Demanda del mercado
- Oportunidad estratégica/necesidad del negocio
- Necesidad social
- Consideraciones ambientales
- Solicitud de un cliente
- Avance tecnológico
- Requisito legal

Todo proyecto tiene un tiempo finito es decir tiene un principio y un final definidos; el hecho de que un proyecto sea temporal no se refiere a que la duración de este sea corto.

La descripción de temporal está dirigida al proyecto y no se aplica al producto, servicio o resultado creado por el proyecto; la mayor parte de los proyectos se emprenden para crear un resultado que perdure a través de los años.

Cada proyecto es único e irreplicable aunque puede haber elementos repetitivos o parecidos en algunos entregables y actividades del proyecto. Se debe tener en cuenta lo anterior para el éxito del proyecto, para evitar posibles retrasos en la ejecución del proyecto.

Debido a que los proyectos tienen la característica de ser únicos e irrepetibles, pueden existir incertidumbres en el desarrollo de este. Dado a que los cambios siempre están presentes, el proyecto no puede permanecer en un estado

⁴ La descripción de cada concepto está basado en el Project Management Institute

estacionario. Un proyecto está vivo y cambia respecto al tiempo; a medida que se cuenta con más información más detallada los cambios disminuyen gradualmente.

Un proyecto dependiendo de su complejidad, duración o calidad puede involucrar a una persona o varias, a una única unidad de la organización o empresa, o a múltiples unidades de múltiples organizaciones.

Concluir un proyecto se alcanza cuando:

- Se cumplen los objetivos del proyecto,
- Termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos
- Dejo de existir la necesidad que dio origen al proyecto.

También existe la posibilidad que se termine un proyecto si el cliente (cliente, patrocinador o líder) desea terminarlo.

4.2 Definición de alineación⁵

En el contexto de proyectos, alineación es la condición mediante cual los integrantes del proyecto trabajan dentro de un intervalo de tolerancias aceptables para comprender los objetivos del proyecto (Construction Industry Institute, 1997).

Un proyecto está integrado por personas de diferentes grupos funcionales, cada miembro del equipo aporta los valores y objetivos de su grupo funcional específico. Sus valores y objetivos a menudo son diferentes con los valores y objetivos de los de otros grupos funcionales y también puede entrar en conflicto con los objetivos generales del proyecto de la organización.

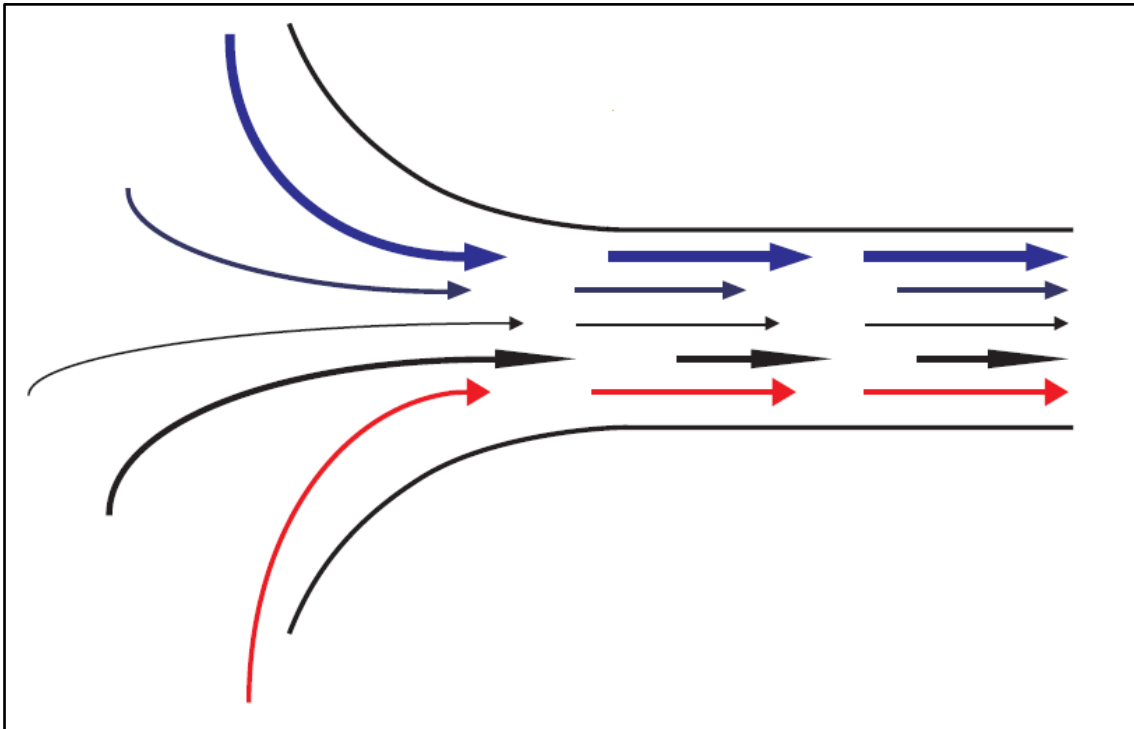
La alineación del equipo implica que los objetivos están claramente entendidos por todo el equipo y obtener el compromiso del equipo de trabajar hacia esos objetivos.

En el final del proceso de alineación, cada miembro se centra en el mismo conjunto de objetivos del proyecto.

Esto se ilustra gráficamente en la figura 4.1 por las flechas que transitan ordenadamente (cada flecha representa un integrante del proyecto).

⁵ La descripción de cada concepto está basado en Construction Industry Institute. (1997). *Alignment During Pre-Project Plannig*

Figura 4.1 Representación del concepto de alineación



Una alineación apropiada como ya fue mencionado consiste en la comunicación, negociación y el compromiso necesario para que las partes interesadas se apeguen a los objetivos generales del proyecto. Las partes interesadas no sólo contempla las personas directamente involucrados en el proyecto, pero son personas que seriamente puede obstaculizar el proyecto y sus necesidades también deben ser consideradas.

Cuando los integrantes no se encuentran alineados hacia un objetivo, los resultados del proyecto no son satisfactorios y los participantes se encuentran en una lucha constante para mantener o imponer sus propios puntos de vista. Sin la alineación correcta puede ocurrir que el conocimiento crítico puede ser ignorado o no descubierto hasta que es demasiado tarde.

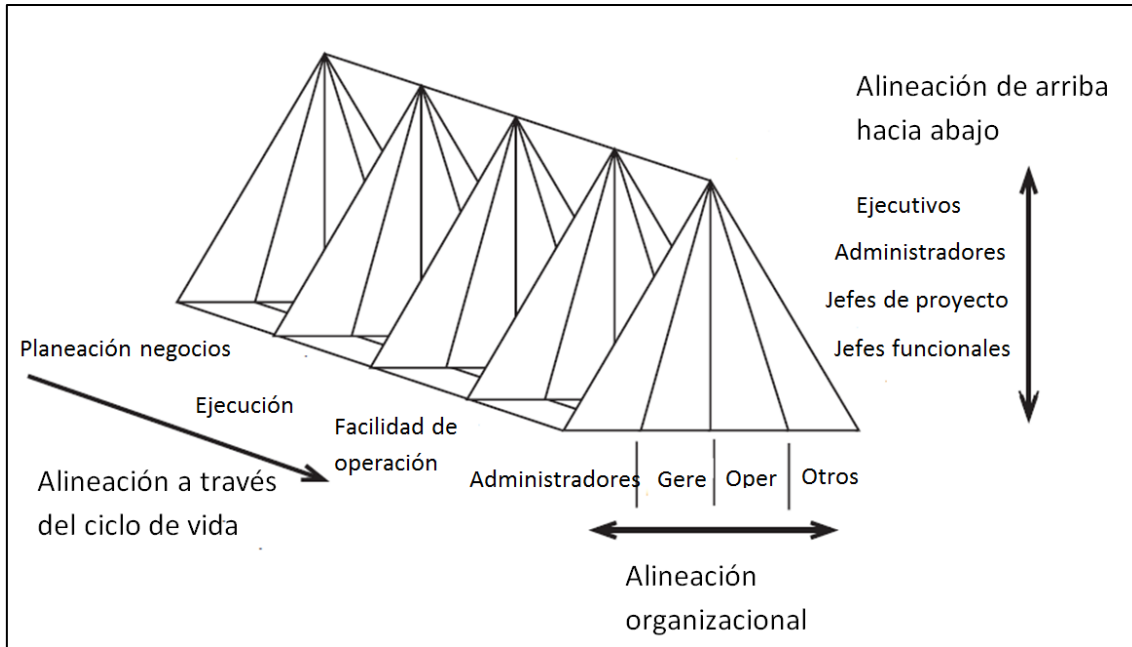
En el entorno del proyecto, existe la alineación en tres dimensiones.

Estas tres dimensiones se ilustran en la Figura 4.2. La primera dimensión, es vertical, y la ejecución va de arriba hacia abajo dentro de una organización. Los ejecutivos de empresas, administradores de empresas, jefes de proyecto, deben estar perfectamente alineados

La segunda dimensión, es horizontal, implica la alineación de toda la organización entre los grupos funcionales. También aplica para organizaciones que son ajenas entre sí pero participación dentro del mismo proyecto.

La tercera dimensión, longitudinal, implica en la alineación de los objetivos de todo el ciclo de vida del proyecto.

Figura 4.2 Esquema 3D de la organización de la alineación de un proyecto



Los factores que afectan la alineación durante la planificación previa al proyecto se puede dividir en cinco categorías:

1. Cultura: las actitudes, los valores, la conducta y el medio ambiente de la empresa.
2. Proceso de Ejecución: proyecto sistemas, procesos y procedimientos.
3. Información: los elementos de datos, incluidos los objetivos de negocio, usados para definir el alcance del proyecto.
4. Herramientas de planificación del proyecto: herramientas tales como programas de software, listas de verificación y soporte de información son normalmente utilizados para desarrollar y gestionar proyectos.
5. Barreras: Los obstáculos para la creación y el mantenimiento de la alineación.

Para que la probabilidad de éxito de un proyecto sea mayor, los esfuerzos se deben centrar en la planificación de los siguientes criterios y de este modo la alineación mejora.

1. Los afectados por el proyecto están representados apropiadamente.
2. El líder del proyecto está definido, es efectivo y es confiable.
3. La prioridad entre costos, tiempos y requerimientos es clara.

4. La comunicación entre el equipo de trabajo y los afectados es abierta y clara.
5. Las reuniones de trabajo son efectivas.
6. La cultura del equipo incluye confianza, honestidad y valores compartidos.
7. La pre planeación incluye tiempo para la difusión de los objetivos.
8. Existen sistemas de recompensa y reconocimiento cuando se alcanzan los objetivos.
9. El trabajo en equipo está programado.
10. Las herramientas de planeación son utilizadas de forma efectiva.

4.3 Comunicación⁶

Así como es de vital importancia la alineación de los participantes de un proyecto también lo es la comunicación en todos los aspectos, desde una breve conversación hasta por medio electrónicos. Cuando la comunicación es eficaz, la información se suministra en el formato adecuado, en el momento preciso y a las personas correctas. Una comunicación eficiente implica proporcionar exclusivamente la información necesaria.

Una planificación incorrecta de la comunicación puede dar lugar a problemas tales como demoras en la entrega de mensajes, comunicación de información a las personas equivocadas, comunicación insuficiente y mala interpretación del mensaje transmitido.

En el desarrollo de proyectos se tiene la necesidad de comunicar información y los métodos de distribución pueden variar ampliamente dependiendo de la organización. Se deben tener ciertas consideraciones para una buena gestión de los canales de comunicación como son:

- Quién necesita y qué información y quién está autorizado para acceder a ella
- Cuándo van a necesitar la información
- Dónde se debe almacenar la información
- En qué formato se debe almacenar la información
- Cómo se puede recuperar la información
- Si es necesario tener en cuenta zonas horarias, barreras de idioma y consideraciones interculturales.

Los métodos de comunicación técnicos pueden variar dependiendo de la empresa u organización, pueden ir desde conversaciones breves hasta reuniones prolongadas o breves documentos escritos hasta materiales extensos y sitios web.

⁶ La descripción de cada concepto está basado en Construction Industry Institute. (1997). *Alignment During Pre-Project Planning*

Para unificar como se transmite la información se deben considerar los siguientes

- La urgencia de la necesidad de información. Es preciso tener en cuenta la urgencia y la frecuencia
- El formato de la información a comunicar
- La disponibilidad de la tecnología. Es necesario asegurar que la tecnología requerida para facilitar la comunicación es compatible, está disponible y es accesible para todos.
- Facilidad de uso
- Entorno del proyecto. Es necesario determinar si el equipo se va a reunir y trabajar “cara” a “cara” o en un entorno virtual, si van a estar ubicados en la misma ciudad, estado o país y si van a utilizar varios idiomas para la comunicación,
- Sensibilidad y confidencialidad de la información. Es preciso determinar si la información a comunicar es sensible o confidencial y si se necesita adoptar medidas adicionales de seguridad.

En el proceso de comunicación, el emisor es responsable de la transmisión del mensaje, el mensaje debe ser claro y completo. El receptor es responsable de cerciorarse de que la información sea recibida en su totalidad, comprendida y confirmada o respondida adecuadamente.

Respecto a la comunicación de un concepto técnico de un miembro del equipo a otro miembro del equipo en un país diferente requiere enviar el mensaje en el idioma adecuado. Enviar el mensaje y esperar a que el receptor comprenda el mensaje y posteriormente responder y proporcione retroalimentación.

La forma de comunicar ideas o conceptos se puede contemplar en dos grupos:

- Comunicación de tipo push (empujar). Enviada a receptores específicos que necesitan recibir la información. Esto asegura la distribución de la información, pero no garantiza que sea comprendida. Este tipo de comunicación pueden ser cartas, memorandos, informes, correos electrónicos, faxes, correos de voz, etc.
- Comunicación de tipo pull (tirar). Utilizada para grandes volúmenes de información o para un grupo de personas muy grandes. Estos métodos incluyen los sitios intranet, el aprendizaje virtual (e-learning), las bases de datos de lecciones aprendidas, etc.

El dialogar con un equipo de trabajo normalmente se hace mediante reuniones, estas se pueden llevar a cabo de manera presencial o en diferentes ubicaciones es decir en las instalaciones en que se desarrolla el proyecto o las instalaciones del cliente. También en las reuniones se incluye el diálogo con contratistas, proveedores y otros interesados del proyecto. La mayoría de las reuniones de proyecto consisten en resolver problemas o tomar decisiones y tienen un carácter formal, con hora y lugar acordados previamente.

4.4 Ciclo de vida de un proyecto⁷

El ciclo de vida de un proyecto está compuesto por una serie de fases de ejecución de un proyecto desde su inicio hasta su final. Las fases son generalmente secuenciales y sus nombres y números se determinan en función de las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto.

Las fases se pueden dividir por objetivo, resultados o entregables intermedios, hitos específicos dentro del alcance global del trabajo o disponibilidad financiera. Las fases son generalmente acotadas en el tiempo, con un inicio y un final o punto de control.

Los enfoques de los ciclos de vida de los proyectos pueden variar continuamente desde enfoques predictivos u orientados a plan hasta enfoques adaptativos u orientados al cambio. En un ciclo de vida predictivo, el producto y los entregables se definen al comienzo del proyecto y cualquier cambio en el alcance es cuidadosamente gestionado. En un ciclo de vida adaptativo, el producto se desarrolla tras múltiples iteraciones y el alcance detallado para cada iteración se define solamente en el comienzo de la misma.

Características del Ciclo de Vida del Proyecto

Todos proyectos varían en tamaño y complejidad, de manera muy general la vida de un proyecto se puede clasificar con la siguiente estructura:

- Inicio del proyecto
- Organización y preparación
- Ejecución
- Cierre del proyecto

El ciclo de vida del proyecto es independiente del ciclo de vida del producto producido o modificado por el proyecto. En la figura 4.3 se ilustra la vida de un proyecto, cuando inicia el proyecto los niveles de costo y necesidad de personal son bajos y alcanzan un máximo conforme se va desarrolla el trabajo para después decaer rápidamente cuando el proyecto se acerca al cierre.

⁷ La descripción de cada concepto está basado en el Project Management Institute

Figura 4.3 Estructura genérica del Ciclo de Vida de un Proyecto

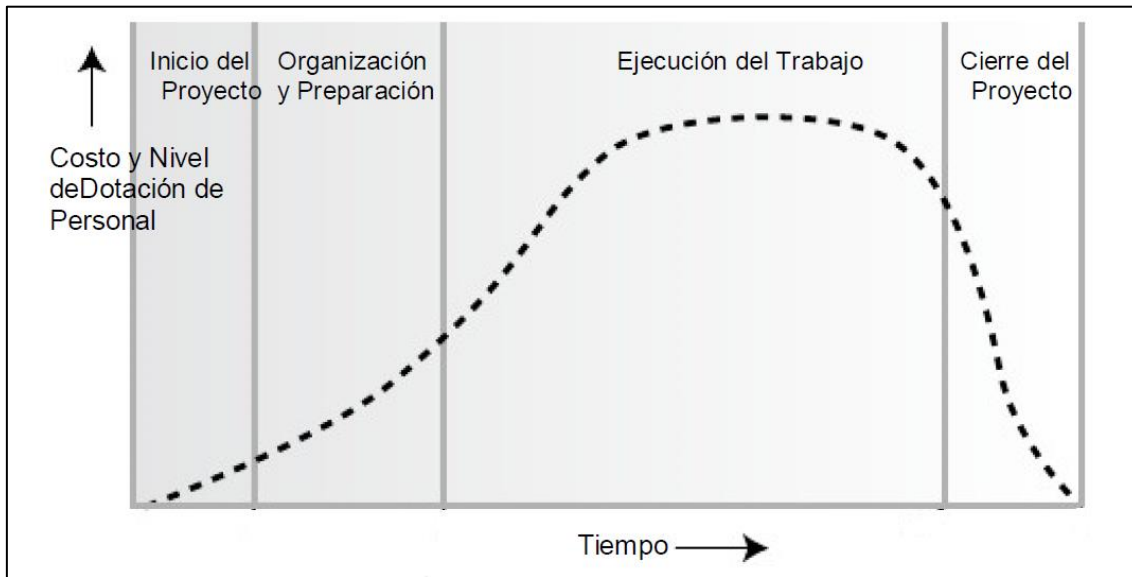


Imagen tomada del Manual Project Management Institute

La representación de la figura 4.3 es una característica no obligatoria para a todos los proyectos. Un proyecto puede requerir gastos significativos para asegurar los recursos necesarios al inicio o contar con una plantilla de personal completa desde una etapa muy temprana en la vida del proyecto.

La figura 4.4 ilustra lo siguiente; cuando inicia un proyecto la incertidumbre y falta de información son mayores, estos factores disminuyen conforme avanza el proyecto. Al inicio del proyecto, los cambios que se lleguen a realizar, no afectarán los costos significativamente pero los cambios por una mala comunicación o algún error técnico en etapas de mayor progreso, ocasionará que los costos aumenten sustancialmente, lo cual será crítico para el proyecto.

Figura 4.4 Incertidumbres y riesgos a través de un proyecto

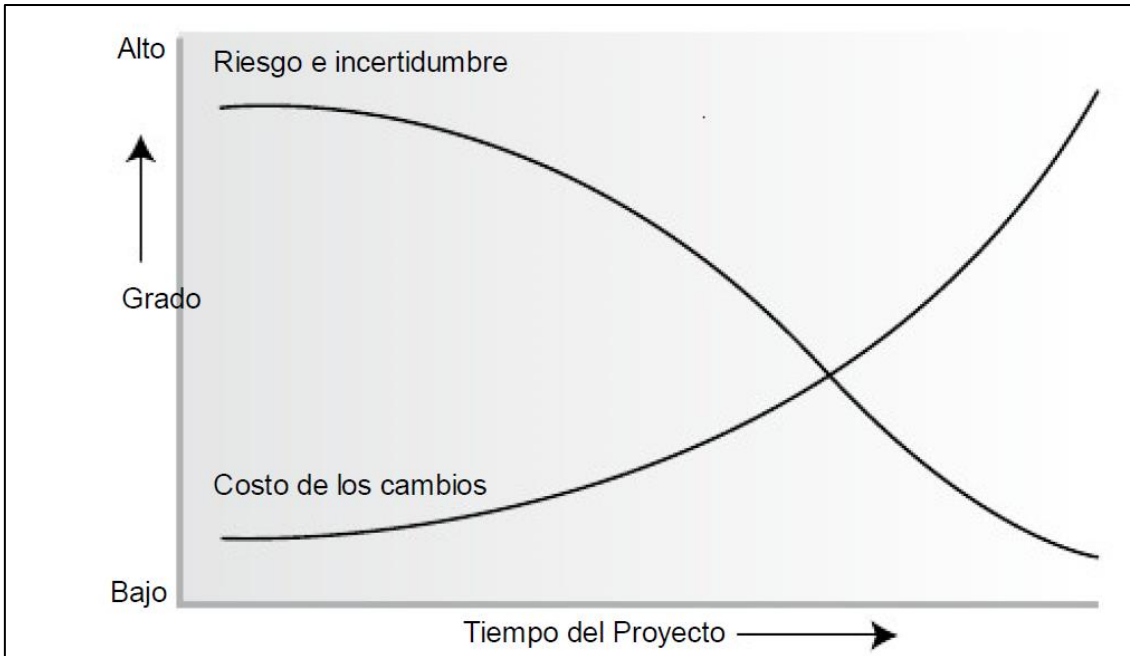


Imagen tomada del Project Management Institute

Las características anteriores permanecen presentes en casi todos los ciclos de vida de los proyectos, pero no siempre aplican a todos los proyectos, de forma concreta, en los ciclos de vida adaptativos. Estos se desarrollan con la intención de mantener, a lo largo del ciclo de vida, las influencias de los interesados más altas y los costos de los cambios más bajos.

4.5 Ingeniería Básica

La ingeniería básica es el desarrollo de la información técnica relativa a una tecnología, que normalmente es proporcionada por un licenciador. Para el diseño de una instalación; representa el punto de partida para la elaboración de las siguientes etapas de ingeniería (Ingeniería Básica Extendida e Ingeniería de Detalle) precedentes a las actividades de construcción (Petróleos Mexicanos, 2013).

La etapa que es anterior es conocida como Ingeniería Conceptual y es usada para desarrollar optimizaciones de alternativas y para congelar los conceptos que serán llevados a la Ingeniería Básica

Las principales actividades ⁸en el desarrollo de la ingeniería básica por parte del licenciador son:

- Establecer las características del proceso que será utilizado en el diseño de las instalaciones a construir, proporcionando datos de flujos, composiciones, propiedades y condiciones de operación de las corrientes involucradas y de los equipos que integran la planta o instalación
- Definir las materias primas, productos, catalizadores, aditivos, servicios auxiliares y cargas eléctricas para la operación de las instalaciones
- Diseñar los equipos de proceso, especificando sus características funcionales, geométricas, dimensiones, capacidad y materiales de construcción
- Definir y dimensionar las líneas de interconexión, tuberías y accesorios
- Definir las características de los elementos de instrumentación y control requeridos para la operación
- Definir la filosofía de operación, arranque y paro de las instalaciones
- Determinar el área requerida y la ubicación preliminar de los equipos en la misma
- Proporcionar información al usuario para que defina con mayor precisión los riesgos del proyecto y verifique la evaluación económica

Como parte del desarrollo de la ingeniería básica, se debe acordar con el licenciador que entregables de las siguientes etapas de ingeniería se deberán validar, para mantener las garantías comprometidas al cliente.

En el caso de proyectos de integración o que no involucren una licencia tecnológica, la figura del licenciador normalmente la toma la firma de ingeniería a la que se asigna el proyecto (Petróleos Mexicanos, 2013).

⁸ La descripción de cada actividad fue tomado del Sistema Institucional de Desarrollo de Proyectos (SIDP) versión 4

4.5.1 Disciplina de Proceso

En firmas de Ingeniería o en empresas IPC (Ingeniería, Procura y Construcción) cuentan con un departamento de vital importancia para la ejecución de un proyecto. Este departamento de Ingeniería generalmente es conocido como Proceso (dependiendo de la empresa variará el nombre de este departamento).

La disciplina de Proceso es donde un Ingeniero Químico pone a prueba todos sus conocimientos adquiridos durante su formación profesional, no obstante este puede laborar en otras áreas ajenas al desarrollo de proyectos del sector energético.

El desarrollo de este trabajo está sustentado dentro del sector energético y es fundamental para este trabajo describir ¿Qué hace un ingeniero de proceso? así como sus responsabilidades durante la vida de un proyecto.

4.5.1.1 Funciones y Responsabilidades

Las funciones generales del ingeniero de proceso son definir los requerimientos del proceso, complementar y validar los datos técnicos, preparar los documentos de diseño requeridos por otras disciplinas, y completar el diseño de proceso.

El ingeniero de proceso es responsable de la confiabilidad, desempeño técnico y de la seguridad en todo lo relacionado con el diseño del proceso.

Dentro de esta apartado se describen las actividades principales que la disciplina Proceso desarrolla:

Actividades técnicas

- Define el alcance y elabora las Bases de Diseño de Proceso. Es responsable de incluir los requerimientos del cliente que deberán aplicarse por las disciplinas involucradas en el desarrollo del proyecto
- Desarrolla diseños conceptuales y realiza los reportes de los estudios de Proceso, así como selección de procesos, estudios de factibilidad y simulación del proceso
- Realiza los Balances de Materia y Energía y los Balances de Servicios
- Desarrolla Diagramas de Bloques, de Flujo de Proceso y Servicios Auxiliares, Diagrama de Selección de Materiales y Diagramas de Tubería e Instrumentación de Proceso y Servicios Auxiliares. Desarrolla la Descripción de Proceso
- Programa o dirige revisiones de los DTI's con las otras disciplinas, con el cliente y con el licenciador. Es responsable de emitir los diagramas de tubería e instrumentación en sus diferentes revisiones de acuerdo a las

etapas del proyecto (APD-Aprobado para Diseño, APC-Aprobado para Construcción, HAZOP, As-Built)

- Elabora las Hojas de Datos de proceso de los equipos, además revisa solicitudes de cotización u orden de compra para asegurarse que los requerimientos del proceso han sido incluidos
- Desarrolla la lista de equipo, la lista de líneas y de motores
- Desarrolla el sumario de cargas de desfogue
- Prepara requerimientos de catalizadores (si el proceso lo necesita)
- Prepara sumario de efluentes y emisiones
- Elabora lista de puntos de interconexión
- Define el diámetro y condiciones de operación y diseño de todas las líneas; especifica las características del flujo, el material base de construcción, los requerimientos de aislamiento, el trazado de tuberías, el recubrimiento interno o externo, la instalación de chaqueta, la pendiente y sus sentido, los puntos de venteo y drenado en tuberías (requeridos por el proceso), y conexiones especiales, entre otras
- Soporta la realización de los estudios de Riesgos y Hazop requeridos en el proyecto y concilia con el cliente las resoluciones tomadas y su aplicación en el proyecto
- Participa en revisiones del arreglo general de la planta y de equipo enfocándose en cubrir aspectos de operación, seguridad en la operación y mantenimiento de los equipos
- Suministra información de los productos para que el Departamento Eléctrico realice la clasificación de áreas de la Planta
- Identifica los reactivos químicos utilizados o producidos y reporta consumos estimados, requerimientos de manejo y almacenamiento, la localización de las estaciones de seguridad (regaderas y lavaojos). Así mismo, concentra las Hojas de Seguridad de los Materiales (MSDS) para que sean incluidas en el Manual de Operación de la Planta
- Desarrolla la filosofía de control del proceso y suministra datos a Sistemas de Control para la especificación de instrumentos
- Participa en los preparativos de arranque de planta
- Participa en la elaboración de Manuales de Operación
- En materia de seguridad y contra incendio, elabora las especificaciones para los sistemas de agua contra incendio y aspersión, extinción, supresión y de detección y alarma de fuego y apoya a la disciplina de Sistemas de Control en las especificaciones de los sistemas de fuego y gas
- Verifica, apoya a la Disciplina Ambiental con los reglamentos, normas y estándares ambientales en materia de control de emisiones, calidad del aire; desechos sólidos, ruido y efluentes
- Participa en la selección de proveedores y reuniones con ellos para aclarar los datos técnicos en las cotizaciones. Revisa la información y dibujos del

proveedor para asegurar que el equipo suministrado reúne los requerimientos técnicos

- Participa en la impartición de cursos de capacitación para el personal de la Planta
- Valida que, durante la ingeniería de detalle, se respeten los criterios y consideraciones tomadas en la Ingeniería Básica a través de las revisiones interdisciplinarias y en su caso analiza las desviaciones que se presenten buscando no tener afectaciones en tiempo y costo para el Proyecto
- Durante la etapa de construcción Proceso apoya revisando que los sistemas construidos cumplan con el diseño plasmado en los diagramas y que las desviaciones o modificaciones, si las hubiera, sean controladas

Actividades administrativas

- Elabora el programa de ejecución de las actividades de la disciplina.
- Prepara reportes de avance en forma periódica indicando el avance programado y real; propone acciones preventivas e implanta acciones correctivas en caso de haber retraso, detecta pendientes de información de otras disciplinas, del cliente o proveedor y establece requerimientos para el cumplimiento del mismo.
- Elabora el presupuesto de horas hombre
- Provee soporte para el estimado de costos
- Revisa, aprueba y notifica los cambios generados por otras disciplinas dentro de los DTI's
- Organiza cálculos, archivos electrónicos y otros documentos para su transmisión

4.5.1.2 Documentos que genera Proceso

Los documentos generados por la disciplina de Proceso, dependiendo de la etapa en que se encuentre el proyecto será la cantidad de información que se tenga en cada uno de ellos; y éstos se van complementando según el proyecto va avanzando en sus fases (desde la ingeniería conceptual hasta el arranque del planta).

Algunos de los documentos serán descritos y algunos son interdisciplinarios, sin embargo la disciplina de Proceso los inicia. Los documentos descritos aquí son generales, no son obligatorios y son los que se encuentran con mayor frecuencia dentro de la vida profesional.

1. Bases de Diseño
2. Descripción del Proceso y Servicios Auxiliares
3. Narrativas de Control y Sistemas de Protección

4. Simulación de Procesos
5. Diagramas de Bloques de Proceso
6. Balance de Materia y Energía
7. Diagramas de Flujo de Proceso
8. Diagramas de Selección de Materiales
9. Diagramas de Tubería e Instrumentación
10. Lista de Equipo
11. Lista de Motores
12. Hojas de Datos de Equipo
13. Listas de Líneas
14. Lista de Accesorios Especiales
15. Lista de Puntos de Interconexiones
16. Lista de Requerimientos de Servicios Auxiliares
17. Análisis del Sistema de Relevos
18. Lista de Reactivos y Catalizadores
19. Sumario de Emisiones y Efluentes
20. Datos para Instrumentos
21. Memorias de Cálculo
22. Listado de Alarmas
23. Manual de Operación

1. Bases de Diseño

Proceso. Las bases de diseño del proceso, listan los datos y metodología de ingeniería, que serán utilizados como base del diseño del proceso. Contiene valores de diseño significativos tales como: capacidad de producción, propiedades físicas y químicas, velocidad de reacción, presiones y temperatura de diseño, equipos de relevos, factores de seguridad en equipos, factores de ensuciamiento, regulaciones y códigos tales como, NFPA (*National Fire Protection Association*) y API (*American Petroleum Institute*), entre otros.

Los criterios de diseño a menudo son incluidos como un apartado de las bases de diseño (también pueden ser un documento independiente). En los criterios de diseño se indica cuales equipos pueden ser diseñados como equipos generales y cuales como equipo para servicios redundantes.

Servicios. Este documento detalla todos los servicios requeridos, especificando: consumos, fuentes y requerimientos de almacenamiento, si es un servicio nuevo o bien una modificación o ampliación a un sistema existente. Los consumos de los servicios, deben contener un sumario de las propiedades físicas y químicas de cada servicio.

2. Descripción del Proceso y Servicios Auxiliares

Este documento describe el proceso de transformación y los requerimientos de servicios auxiliares de un proyecto, incluyendo los factores relevantes de la tecnología.

3. Narrativa de Control y Sistemas de Protección

Este documento es una narrativa de la automatización y control, aplicable en la operación de la planta.

En su contenido se establece la forma en la cual, la filosofía de las diferentes variables son detectadas, medidas, controladas y registradas para mantener las condiciones de operación del proceso. Se describe la forma en la que los instrumentos están entrelazados para tener una operación segura. Se describen también, los sistemas de Paro de Emergencia, ESD (*Emergency Shutdown*).

Este documento generalmente sólo describe los lazos de control que no pueden ser comprendidos sin ambigüedades directamente de los diagramas de tuberías e instrumentación.

4. Simulación de Procesos

Es el documento que representa al modelo de simulación de la planta ya sea completa o parte de ella, la cual incluye todos los parámetros de diseño como temperaturas, presiones, composiciones y requerimientos del Proyecto.

5. Diagrama de Bloques de Proceso (DBP)

Es una representación gráfica y simplificada de las etapas claves del proceso, en donde los equipos mayores, operaciones unitarias o procesos están representados como bloques. Se utiliza en la etapa conceptual previa al desarrollo de la Ingeniería Básica. Los diagramas de bloques se aprovechan para estudios simplificados, con objeto de señalar las diferencias más notables e importantes entre tecnologías del proceso.

6. Balance de Materia y Energía

Es el documento que representa todos los flujos de proceso en la planta incluyendo las propiedades físicas y químicas relevantes y la temperatura y la presión de cada flujo. El balance incluye también a los servicios auxiliares (puede ser de forma tabular y depende de la etapa del proyecto).

7. Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)

Es una representación gráfica secuencial de las etapas y equipos principales del proceso, en él se muestra la información más relevante del proceso como: Equipos principales (no se muestran los equipos de relevo), tabla de balances de materia y energía, instrumentación básica de control, condiciones de operación,

corrientes de proceso numeradas para su identificación y nombre e identificación de equipo. Normalmente se elaboran para una planta o sección y se tiene un balance por modo de operación.

8. Diagramas de Selección de Materiales

Es una representación gráfica, generalmente se utilizan como base los DFP's, para la selección de materiales e incluye las bases y condiciones

9. Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI's)

En este documento se representa de manera gráfica y detallada todos los equipos, incluidos los de relevo, tuberías, accesorios especiales, instrumentación y controles requeridos en las áreas o secciones del proceso. Se debe indicar la identificación del equipo, de las líneas e instrumentos, las características de los equipos y los requisitos o condiciones específicas para el óptimo funcionamiento del proceso. El conjunto de DTI's debe tener interrelación y secuencia claramente definidas.

10. Lista de Equipo

Este documento lista de manera ordenada y por grupos los equipos que componen una planta, proceso o sección mostrados en los DTI's, con su respectiva identificación y características particulares de diseño, tales como condiciones de operación, capacidad y potencia. Se debe incluir información de los equipos paquetes desglosando los equipos que los componen y sus características principales.

11. Lista de Motores

Este documento lista los motores eléctricos mostrados en los DTI's y en los documentos de diseño de la Disciplina Mecánica, indicando la identificación del motor, su potencia, y forma de operación.

12. Hoja de Datos de Equipo

Documento en el cual se establecen detalladamente los requisitos de diseño bajo los cuales deben especificarse para su adquisición o fabricación; contiene información respecto a las condiciones de operación y diseño, códigos aplicables, tipo de materiales y de servicio, característica de los fluidos con su identificación y los datos generales; como cliente, lugar de instalación, planta además, se deben indicar los requisitos y detalles específicos por Proceso que deben cumplirse en la fabricación e instalación del equipo.

13. Lista de Líneas

Documento en el cual se listan todas las líneas (tuberías) contenidas en DTI's, indicando sus principales características como son: identificación (numeración), fluido manejado, servicio, diámetro, tipo de material, origen y destino, condiciones

de operación y diseño, tipo de aislamiento, trazado, enchaquetado y el propósito del mismo y, si se requiere, observaciones a cumplir en el diseño (como relevado de esfuerzos por proceso, radiografiado por procesos, pendiente, sin bolsas o libre drenado).

14. Lista de Accesorios Especiales

Este documento lista todos los accesorios y conexiones especiales indicados en los DTI's tales como: Tee's especiales, mangueras, juntas flexibles y de expansión, filtros para aire, filtros y trampas de vapor, amortiguadores, arrestadores de flama, eyectores, silenciadores e internos de tanques relacionados con la extensión de la tubería, entre otros.

15. Lista de Puntos de Interconexiones.

Este documento indica un resumen detallado de las interconexiones (*tie-ins*) que deben efectuarse con las instalaciones existentes tanto de fluidos de proceso como de los servicios auxiliares. Es recomendable complementar esta lista con características de cada interconexión, como son el tipo de fluido, condiciones de operación (presión y temperatura) y especificaciones de tuberías.

16. Lista de Requerimientos de Servicios Auxiliares.

En este documento se muestra, en forma de resumen, las necesidades de servicios auxiliares del proceso. Contiene el consumo normal, máximo y anual, así como las calidades requeridas de estos.

17. Análisis del Sistema de Relevo

Es el documento en el que se describe el análisis detallado de todos los posibles escenarios de alivio de presión. Además, se incluye una justificación detallada de los escenarios considerados como no válidos o posibles para relevo. Como resultado se obtiene el resumen de carga simultánea debido a la falla especificada como máxima.

18. Lista de Reactivos y Catalizadores

Se indica en este documento un resumen de los consumos y carga inicial de los catalizadores y productos químicos requeridos para la operación correcta de la instalación.

19. Sumario de Emisiones y Efluentes

Se resumen todos los puntos de emisión en las plantas, mostrando el flujo promedio y máximo, composiciones y la frecuencia de ocurrencia.

20. Datos para Instrumentos

Se indican las condiciones de diseño y operación para cada uno de los tipos de instrumentos que se tengan en el alcance del proyecto. La información de diseño

varía dependiendo del tipo de instrumento. La disciplina de instrumentación se encarga de elaborar las hojas de datos dependiendo del tipo de instrumento.

21. Memorias de Cálculo

Es el documento que registra la secuencia lógica de solución de un problema de diseño. Se indica la definición del problema, criterios y consideraciones, esquema representativo, metodología, resultados y conclusiones.

22. Listado de Alarmas

Es el documento que se prepara para configurar los sistemas de anuncio de alarmas de los sistemas de control distribuidos, DCS (*Distributed Control System*), o cualquier tablero anunciador de alarmas. En este documento se listan las alarmas que aparecen indicadas en los DTI's y se indican los valores a los cuales se van a configurar las alarmas, los disparos y la prioridad según la acción requerida por cada una de ellas, ALTA – BAJA – MEDIA.

23. Manual de Operación

Este es un documento que tiene como función integrar ordenadamente y con lógica, la información del proyecto (incluso la de los proveedores, fabricantes y de otras disciplinas como Sistemas de Control y Mecánica) de tal forma que el operador de la planta pueda consultarla para llevar a cabo los preparativos para el arranque de la planta y los paros normales programados y de emergencia.

4.6 Ingeniería Básica Extendida

Durante la Ingeniería Básica Extendida se generan documentos técnicos complementarios y más detallados en comparación a la etapa de Ingeniería Básica, estos documentos son para el diseño mecánico de equipos, elementos de seguridad industrial, sistemas de instrumentación y control, sistemas de telecomunicación, instalaciones eléctricas, trayectorias y especificaciones de tuberías, planos civiles y arquitectónicos (Petróleos Mexicanos, 2013).

Adicionalmente se actualizan documentos de la Ingeniería Básica con la información resultante del avance en la definición técnica del proyecto.

Los entregables de la Ingeniería Básica Extendida que se hubieran acordado con el licenciador deberán ser validados por el mismo.

Asimismo se elaboran los entregables adicionales requeridos para el desarrollo de instalaciones complementarias que no se encuentren incluidas en la Ingeniería Básica, pero que son necesarias para la funcionalidad de la planta (como puede ser el caso de servicios, casas de bombas, medición de productos y subproductos, integración, áreas de almacenamiento, tanques de balance, manejo de químicos, etc), a fin de obtener un paquete de diseño que permita acceder a la etapa de ejecución de la Ingeniería de Detalle y de procura con una mejor definición técnica del proyecto (Petróleos Mexicanos, 2013).

Diversas organizaciones profesionales relacionadas con la estimación de costos y la administración de proyectos, han definido sus propias clasificaciones de estimados, tales como la AACE (American Association of Cost Engineering), el CII (Construction Industry Institute) y S&B Engineering and Constructors entre otras, por lo que se tienen diferentes criterios, algunos se muestran en el siguiente cuadro:

Association for Advancement of Cost Engineering AACE (18R-97)	Construction Industry Institute CII (CII – SD 6)	Aspen Technologies / S&B engineering	Lineamientos de Proyectos de Inversión en Pemex
Clase 5 -50%/100%	Orden de Magnitud +-30% a 50%	Clase V Estimado Orden de Magnitud +50%/-30%	Clase V Estimado Orden de Magnitud +50%/-30%

Association for Advancement of Cost Engineering AACE (18R-97)	Construction Industry Institute CII (CII – SD 6)	Aspen Technologies / S&B engineering	Lineamientos de Proyectos de Inversión en Pemex
Clase 4 -30%/50%	Estimado de Estudio +-25% a 30%	Clase IV Estimado Preliminar +35%/-20%	Clase IV Estimado Preliminar +35%/-20%
Clase 3 -20%/30%	Estimado de Control +-10% a 15%	Clase III Presupuesto Estimado +25%/-15%	Clase III Presupuesto Estimado +25%/-15%
Clase 2 -15%/20%	Estimado Definitivo +-<10%	Clase II Estimado de Control +15%/-10%	Clase II Estimado de Control +15%/-10%
Clase 1 -10%/15%		Clase I Estimado Definitivo +10%/-5%	Clase I Estimado Definitivo +10%/-5%

Fuente: Sistema Institucional de Desarrollo de Proyectos (SIDP)

Los principales propósitos⁹ de esta etapa son los siguientes:

- Generar información técnica suficiente para un estimado de costo Clase III o II que permita precisar los requerimientos presupuestales, la evaluación económica y el análisis de riesgos del proyecto
- Generar la información técnica requerida para la definición de los diferentes elementos de la instalación
- Actualizar, precisar y complementar, los servicios auxiliares, instalaciones complementarias y tratamientos de las corrientes de proceso

Lo antes mencionado es común para proyectos de Ingeniería, procura y construcción del sector energético.

En el desarrollo de la Ingeniería Básica Extendida puede dar la impresión que cubre el 100% de información técnica del proyecto, no se debe caer en el error de creer que en la etapa de Ingeniería de detalle ya no se revisará y verificará que la información recibida por las etapas predecesoras de ingeniería sea correcta o se complemente, o en un caso drástico se pudiera originar una corrección a algún diseño de un equipo de proceso.

⁹ La descripción de cada actividad fue tomado del Sistema Institucional de Desarrollo de Proyectos (SIDP) versión 4

4.7 Ingeniería de Detalle

En la fase de Ingeniería de Detalle se han definidos todos los subsistemas o partes que integran el proyecto, de tal manera que los documentos a desarrollar deben ser suficientes para llevar el proyecto a la etapa de construcción, ya sea bajo la dirección de la misma organización o por otro equipo de ingeniería distinto.¹⁰

Esta etapa se diferencia de las fases anteriores donde el objetivo es analizar el problema y definir las soluciones más adecuadas, en esta fase, esas soluciones deben concretarse en respuestas únicas que han de describirse en su totalidad y con el detalle necesario para iniciar la etapa de construcción.

Por tal motivo la precisión que se requiere es alta, no permitiéndose errores ni valores estimados, aunque en ocasiones no es posible disponer de toda la información.

La ingeniería de detalle, se ajusta a la ingeniería básica, siempre es conveniente antes de iniciar esta etapa, someter la ingeniería básica a una cuidadosa revisión, detectando las observaciones que merezca, y proponiendo las mejoras que correspondan.

En esta etapa se convierte la información provista por la ingeniería básica en el diseño detallado, de manera de permitir la compra, construcción y arranque cumpliendo los requerimientos técnicos del proyecto.

Algunas de las actividades en esta etapa son las siguientes:

- Revisión detallada de la ingeniería básica
- Especificaciones técnicas de equipos y materiales.
- Dimensionamiento tuberías e instalaciones eléctricas.
- Listado de equipos, instrumentación, accesorios y materiales
- Planos de detalle de las instalaciones: Layout de tuberías, isométricos, detalles de arquitectura, unifilares eléctricos etc.

En grandes empresas que suelen realizar la Ingeniería de Detalle tienen una planificación y control exhaustivos de esta fase (sobre todo en el costo, avance físico y calidad), para evitar sobre costos y cumplir con los objetivos de plazo del cliente. Pero también van más allá, incorporando a los procesos de ingeniería / diseño en esta fase técnicas avanzadas como la simulación, la modelización 3D interactiva, herramientas avanzadas de desarrollo del proyecto y de productividad, procesos automatizados e integrados de ingeniería.

¹⁰ Información tomada de la página web de la compañía FLUOR www.fluor.com

4.8 Construcción¹¹

La construcción es la última etapa en un proyecto antes de entregar las instalaciones a los usuarios finales. Es indispensable que toda la ingeniería se encuentre terminada, para evitar desviaciones en el programa de obras que se lleve a cabo en sitio, si las etapas anteriores tienen deficiencias o diseños incorrectos, en la etapa de construcción se verá reflejado en costo y tiempo de ejecución.

Las empresas que desarrollan esta etapa disponen de inspectores, coordinadores y jefes de obra con amplia experiencia al margen del personal diverso de apoyo en la programación y control de costos.

Las empresas más grandes se han especializado en la realización de programas realistas de obra, en función de las posibilidades reales de uso de recursos. La planificación, programación y ejecución simultánea de diversas actividades de ejecución, para comprimir el programa, acortando el tiempo de ejecución. Como por ejemplo el uso de la prefabricación, pre-montaje y modularización para reducir costos y tiempo. Los racks de tuberías, los componentes de unidades de proceso, o las estructuras metálicas son diseñados de una manera modular.

¹¹ Información tomada de la página web de la compañía FLUOR www.fluor.com

5 DESARROLLO DEL PAQUETE DE INGENIERÍA BÁSICA

5.1 Bases de Diseño

5.1.1 Introducción

El objetivo es describir las bases de diseño específicamente para el sistema del suministro de agua de la Central de Combustión Interna con una Capacidad Neta Garantizada de 6.54 MW ($\pm 15\%$) a condiciones de diseño de verano, considerando como combustible una mezcla de Combustóleo-Diésel garantizada (máximo 15% diésel).

Por ese motivo en este documentos se establecen las normas generales de diseño, resultado de una compilación datos, códigos, reglamentos etc, para desarrollar el diseño preliminar y detallado de los equipos mecánicos de la Central

5.1.2 Abreviaciones

La siguiente información es un glosario de abreviaciones

Tabla 5.1 Abreviaciones de Estándares y especificaciones

Abreviación	Descripción
API	American Petroleum Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society of Testing Materials
AWS	American Welding Society
CFE	Comisión Federal de Electricidad
ISA	Instrument Society of America
ISO	International Organization of Standardization
NFPA	National Fire Protection Association
NMX	Normas Mexicanas
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
NRF	Normas De Referencia

5.1.3 Códigos y estándares

Los sistemas y equipos mecánicos de la Central Combustión interna y las instalaciones respectivas se diseñarán de acuerdo a la última edición de los criterios, normas y códigos mexicanos o a falta de éstos aplicar las normas y

códigos Internacionales conciliados previamente con el cliente, así como las especificaciones técnicas de la CFE.

Leyes, Reglamentos, Criterios, Normas y Códigos Mexicanos

- Especificación CFE-D8500-01: Selección y Aplicación de Recubrimientos Anticorrosivos.
- Especificación CFE –D8500-02: Recubrimientos Anticorrosivos.
- Especificación CFE-D8500-03: Recubrimientos Anticorrosivos y Pinturas para centrales Termoeléctrica y eólicas.
- Instructivo II de la Comisión Nacional de Seguridad e Higiene de la CFE.
- CFE XE OOO –16 suministro y montaje de tanques armados en campo.
- Secretaria del Trabajo y Previsión Social.
- NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo. Condiciones de Seguridad e Higiene.
- NOM-002-STPS-2010. Condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-004-STPS-1999. De protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-009-STPS-2011. Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.
- NOM-011-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-020-STPS-2011. Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y de vapor o calderas - funcionamiento - condiciones de seguridad.
- NOM-024-STPS-2001. Vibraciones-condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
- NOM-026-STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
- NOM-027-STPS-2008. Actividades de soldadura y corte – condiciones de seguridad e higiene
- NOM-127-SSAI-1994.
- NRF-032-PMEX-2012
- NRF-113-PEMEX-2007
- ISO 8573-1:2010

Normas y Códigos Internacionales

- Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME).
- ASME PTC-26: Sistema de Gobierno de Velocidad en Unidades Moto-generadores de combustión interna.
- ASME B31.1. Power Piping.
- ASME B16.5. Pipes Flanges.
- ASME B16.34. Fittings and Valves.
- American Petroleum Institute
- Instrument Society of America (ISA)
- National Fire Protection Association (NFPA) - National Fire Codes
- API-650
- API-553
- API-551

5.1.4 Unidades de medida y convención de unidades

Tabla 5.2 se enumeran las unidades de medida que se utilizan en el proyecto, el sistema de medida que se utilizará en el proyecto seguirá el Sistema Internacional (SI) y ciertas excepciones por parte del cliente. Algunas unidades se agregan entre paréntesis en la documentación generada, para que sea más fácil su comprensión.

Tabla 5.2 Unidades de medida

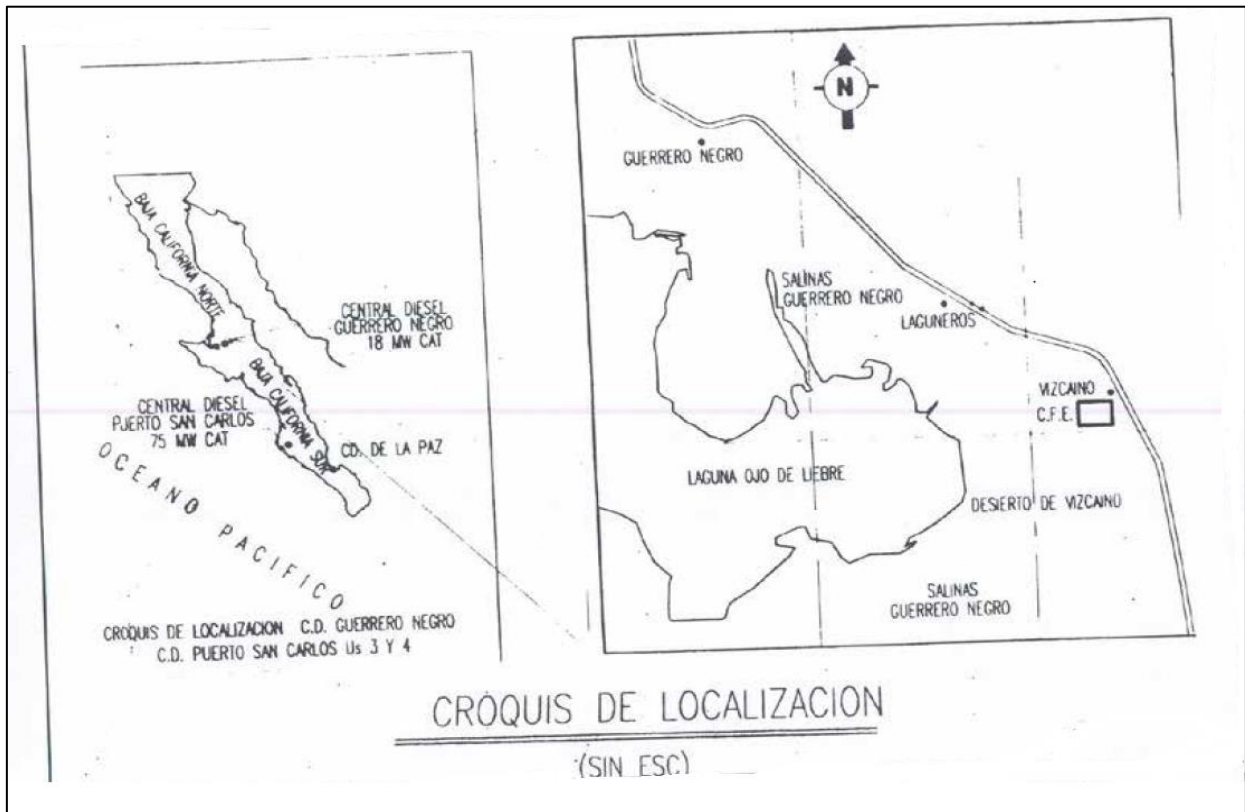
Parámetro	Unidades
Área	m ²
Concentración	ppmv (volumen) , ppmw (peso), mL/g
Conductividad	μS/cm
Corrosión permisible	mm
Densidad	kg/m ³
Cabeza diferencial	m
Dimensiones	mm
Intensidad de corriente	A, mA
Flujo volumétrico	m ³ /h
Flujo másico	kg/h
Nivel de ruido	dB
Diámetro de boquillas	in
NPSH Disponible	m
Tamaño de partícula	μm
Diámetro	In
Potencia	Hp
Presión absoluta	KPa / kg/cm ² a
Presión manométrica	kg/cm ² g
Presión de vacío	mm Hg, in H ₂ O
Caída de presión	kg/cm ²
Revoluciones	rpm
Temperatura	°C
Presión de vapor	kg/cm ² a
Velocidad	m/s
Viscosidad (dinámica)	cP
Volumen	m ³

5.1.5 Información del sitio y meteorológica

Tabla 5.3 Datos del sitio

Localización	En el extremo norte de Baja California Sur, en el Sitio denominado “El Vizcaino”, a la altura del kilómetro 142 del tramo Santa Rosalía -Guerrero Negro. El predio está ubicado en el ejido Gustavo Díaz Ordaz, Municipio de Mulegé.	
Altitud	72 msnm	
Presión atmosférica	1.025 kg/cm ²	
Precipitación pluvial media anual	124.5 mm	
Precipitación pluvial media en 24 horas	55 mm	
Tipo de clima	Muy seco, semi cálido y lluvias en invierno	
Característica Ambiental	Ambiente salino-semidesértico	
Condición	Temperatura de Bulbo Seco (°C)	Humedad Relativa (%)
Máxima de Verano	41.5	24
Diseño de Verano	32	27
Media Anual	18.7	76
Diseño de Invierno	8.6	93
Mínima de Invierno	-0.5	71

Figura 5.1 Localización de la Central de Combustión Interna



5.1.6 Zona sísmica

La aplicación del Manual de Diseño de Obras Civiles Diseño por Sismo de la Comisión Edición 2008 para determinar las acciones debidas al sismo que se considerarán en el análisis y diseño estructural de todas las obras civiles, equipos y componentes que son alcance de la Central.

5.1.7 Parámetros del agua de pozo

La calidad del agua de pozo se muestra en la tabla 5.4:

Tabla 5.4 Análisis del agua subterránea

Parámetro	Unidad	Valor
pH		8,63
Dureza	ppm	83
Conductividad	µs/cm	652
Oxígeno disuelto	ppm	6,7
Sólidos disueltos totales	mg/L	321
Hierro	ppm	0,24
Manganeso	ppm	0,0
Cobre	ppm	0,07
Zinc ppm	ppm	0,0
Cromo	ppm	9,0
Sílice	ppm	2,20
Cloruros	ppm	0,12
Nitratos	ppm	3,7

El cliente suministró el análisis del agua.

5.1.8 Parámetros para el agua suavizada

Las condiciones del agua suavizada que se presentan aquí serán confirmadas durante la Ingeniería de Detalle junto con el proveedor de la caldera de generación de vapor, para asegurar su correcto funcionamiento.

Para el suministro de agua suavizada a la central se deberá considerar un sistema de suavización a base de intercambio iónico de zeolitas con dos columnas (una en operación y otra en espera) para una dureza final de 0. El agente de regeneración será cloruro de sodio y tendrá la función de intercambiar los iones Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ de la resina por iones Na⁺.

Tabla 5.5 Parámetros de agua suavizada

Parámetros de agua suavizada	
Calcio, ppmw	No detectable
Cloruros, ppmw	< 0.01
Conductividad @ 25°C, $\mu\text{S}/\text{cm}$	< 1.0
Cobre, ppmw	< 0.01
Hierro, ppmw	< 0.01
Magnesio, ppmw	No detectable
Níquel, ppmw	< 0.01
pH @ 25°C	7.0 – 8.5
Fosfato , ppmw	< 0.01
Potasio, ppmw	< 0.1
Sodio, ppmw	< 0.05
Sulfato, ppmw	< 0.1
Compuestos orgánicos totales, ppmw	< 0.1
Sólidos disueltos totales, ppmw	< 0.5
Turbiedad	No detectable

5.1.9 Parámetros para el agua de servicios

Los parámetros del agua de servicios dentro de las instalaciones de la Central son los mismos que el agua cruda (agua de pozo), la diferencia es el contenido de sólidos suspendidos totales, los cuales son menores debido a que se eliminan a través de un filtro a la salida del pozo

Tabla 5.6 Parámetros del agua de servicios

Parámetros del agua de servicios				
Parámetros	Unidad	Mínimo	Normal	Máximo
Total de solidos suspendidos	mg/L	50	50	60

Parámetros para el agua potable

El suministro de agua potable para consumo humano será proporcionado por medio de garrafones por una empresa comercial autorizada, debiendo cumplirse con la normativa de salud correspondiente (NOM-127 SSA1-1994) para agua de consumo humano.

5.2 Criterios de Diseño

5.2.1 Presión de diseño

Presión a la succión de una bomba

Para equipo(s), tuberías y accesorios localizados a la succión de una bomba, la presión de diseño se calcula sumando la presión de diseño del equipo del que se está tomando el líquido bombeado más la presión hidrostática debido a la diferencia de alturas entre el máximo nivel de líquido y la boquilla de succión de una bomba.

$$P_{Dis} = P_{Dis_succ} + \Delta Z_{HLL}$$

Presión de descarga

Para equipo(s), tuberías y accesorios localizados a la descarga de una bomba, la presión de diseño se puede calcular como: La sumando de la presión de diseño del equipo del que se está tomando el líquido bombeado más la presión hidrostática debido a la diferencia de alturas entre el máximo nivel de líquido y la boquilla de succión de la bomba, más la presión diferencial que entrega la bomba en operación normal.

$$P_{Dis} = P_{dis_succ} + \Delta Z_{HLL} + \Delta P_{Norm}$$

5.2.2 Temperatura de diseño

El valor de la temperatura de diseño se especifica como la máxima temperatura esperada durante la operación normal, arranque, paro o cualquier otra condición de operación alterna más un margen de seguridad.

La temperatura de diseño será igual a la temperatura de operación normal más 10 °C

Temperatura mínima de diseño del metal

La temperatura mínima de diseño del metal (MDMT) no debe ser inferior a la temperatura ambiental mínima del sitio. La MDMT se especifica como -0.5 ° C a la presión de diseño especificada.

Flujo de diseño.

Igual al flujo de operación continuo en el Rango de Diseño más 10%

5.2.3 Corrosión permisible de equipos y tubería

La corrosión permisible (CA) debe ser adecuada para cumplir con las directrices de la vida de diseño de los equipos y será añadido al espesor de los equipos. La corrosión permisible se especificará en base las condiciones de operación normal.

Tabla 5.7 Corrosión permisible

Bombas, Recipientes y Equipos equivalentes	
Material	Corrosión permisible
Acero al carbón	3.2 mm (0.125 inch)
Acero inoxidable	0
Tubería	
*	*

*La corrosión permisible se tomarán en base a lo indicado en la NRF-032-PEMEX-2012.

5.2.4 Vida útil de los equipos

La vida útil equipos mecánicos es de 20 años, con operación continua de 8628 horas por año. Si el requisito de vida útil de 20 años resulta de alto costo en la selección de materiales, una desviación a la vida 20 años puede ser aceptable con la aprobación la del cliente.

Tabla 5.8 Vida útil de equipos, tuberías y válvulas

Equipos, tuberías y válvulas	Vida útil años	Norma de Referencia
Internos (no removibles)	20	-
Internos (removibles)	10	-
Tanques atmosféricos	20	-
Bombas y compresores	20	APIStd610 11th Ed. 2010 APIStd617 7th Ed. 2002 API Std.618, 5th Ed. 2007
Tubería de servicios generales (acero al carbón y aceros de baja aleación)	20	NRF-032-PEMEX-2012
Válvulas	10-20	-

Notas:

- 1) Las normas en las que está referida la vida útil estándar son mandatorias para el diseño del equipo o tubería.
- 2) La vida útil que no se encuentra referenciada a una norma, está basada en las buenas prácticas de ingeniería.

5.2.5 Mantenimiento de los equipos

Los equipos se seleccionarán de manera que se puedan mantener y reparar con las herramientas disponibles en la Central. Se proporcionarán las herramientas especiales y los instructivos para la operación y mantenimiento de los equipos.

Todas las partes de los equipos sujetos a desgaste se diseñarán de manera de tener rápido acceso a ellas para su sustitución, desde su desmontaje hasta su reinstalación.

Se considerarán aislamiento, drenaje y ventilación de los equipos para la seguridad de los mismos y del personal durante los períodos de mantenimiento, así como el espacio disponible para realizar los trabajos necesarios.

5.2.6 Nivel de ruido

Todos los equipos de la Central, deben diseñarse para emitir un nivel de ruido según la norma OSHA y el "Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos" publicado en el Diario Oficial, menor a 85 db +/-5db.

5.2.7 Bombas

El sistema de control distribuido (DCS) debe considerar el estado de la señal de bombas en operación y de relevo, así como la opción de desactivarlas.

Incluir los bypass y bloques necesarios para aislar el equipo en operación para el mantenimiento, sin necesidad de realizar un paro.

Las pérdidas de presión en Equipo (intercambiadores, etc.) deben especificarse en las hojas de datos de los equipos.

Para las válvulas de control en la descarga de las bombas considerar; a capacidad de diseño la bomba considerar $\Delta P = 0.7 \text{ kg / cm}^2$.

El $NPSH_d$ es la cabeza de succión mínima positiva disponible.

El $NPSH_d$ que se muestra en la hoja de datos de la bomba, debe incluir un margen de seguridad del 10% o 1 m adicional, lo que resulte mayor.

El $NPSH$ disponible debe calcularse a partir de la línea de tangencia inferior en recipientes verticales y del fondo del recipiente para recipientes horizontales

Para bombas centrífugas horizontales, asumir que la elevación de la línea central de la bomba es de 1 m por encima del nivel del piso terminado, a menos que se conozca la elevación real.

El caudal mínimo necesario deberá basarse en las recomendaciones del fabricante de la bomba, pero el 30% del flujo normal puede ser utilizado para determinar el tamaño inicial de la línea de flujo mínimo.

A menos que se especifique lo contrario, las bombas deben ser arrancadas por un operador desde el panel local. Si se requieren que el arranque sea automático o re-aceleración debido a razones de proceso, este requisito debe ser indicado en la hoja de datos y con revisión del cliente antes de su implementación.

Todas las bombas deberán estar instaladas con una bomba de relevo.

5.2.8 Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento atmosféricos ya fueron estudiados por el cliente y este ha proporcionado las dimensiones preliminares requeridas (el dimensionamiento del tanque esta fuera del alcance de esta tesis).

El agua suavizada se almacena en un tanque cilíndrico atmosférico con una capacidad de 130 m³. Los tanques de almacenamiento de agua de servicios y contra incendios (dos) tienen la función de abastecer agua de servicios a la Central y abastecer la demanda de agua contra incendio, la capacidad requerida por cada tanque debe ser de 250 m³

La siguiente tabla define las conexiones para la instrumentación en tanques y recipientes

Tabla 5.9 Diámetro de boquillas para instrumentación

Tipo de instrumento	Conexión (150# ANSI)
Interruptor tipo Flotador	2" bridado
Indicador de nivel tipo Vidrio	2" bridado
Indicador de nivel tipo Magnético (conexión lateral)	4" bridado
Indicador de nivel tipo Magnético (conexión superior)	4" bridado
Transmisor de nivel tipo radar	4" bridado
Transmisor de nivel tipo radar onda Guiada	4" bridado
Transmisor de nivel tipo Capacitancia	2" bridado
Transmisor de nivel tipo presión diferencial	2" bridado
Pierna de nivel	2" bridado
Manómetro	2" bridado

5.2.9 Tuberías

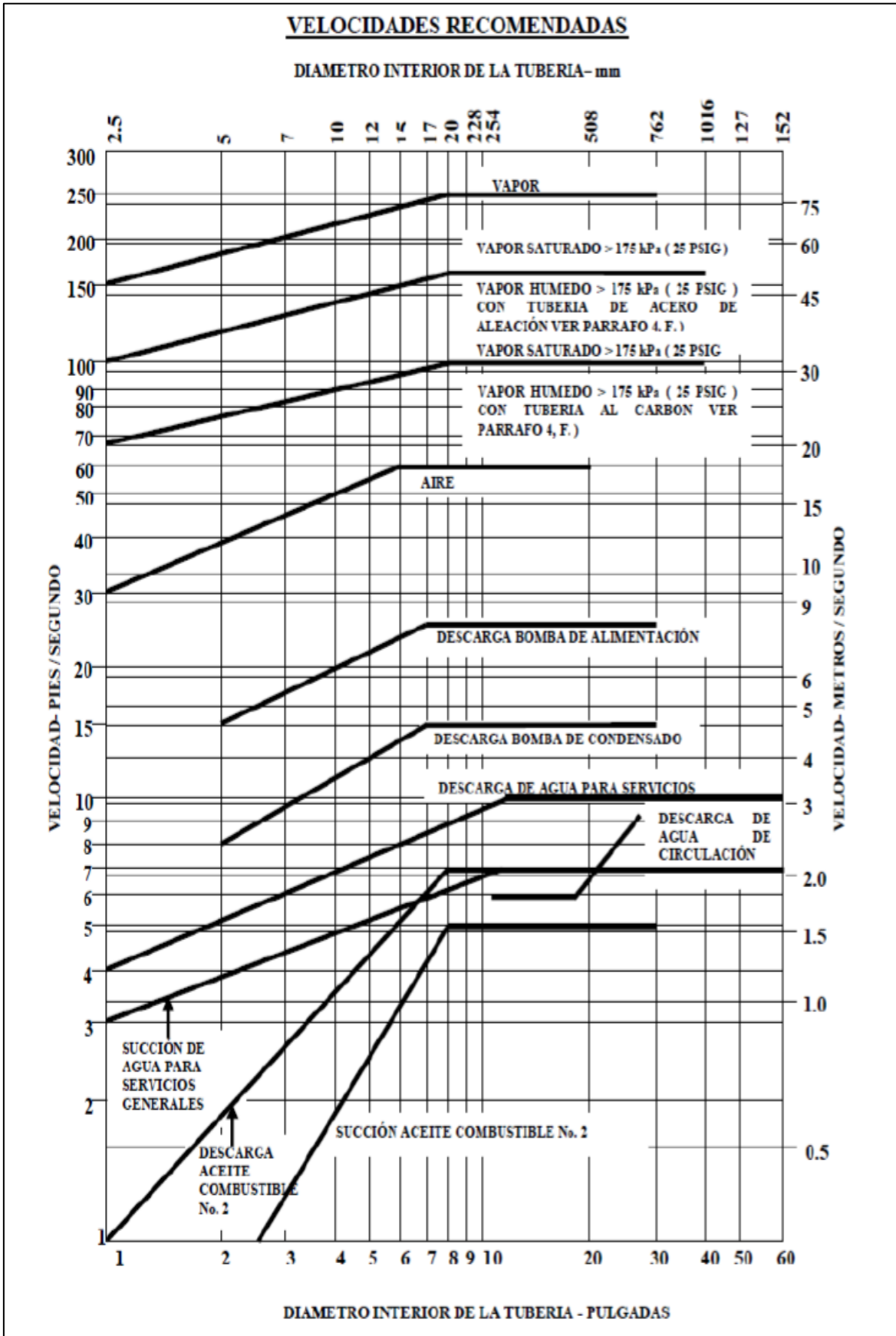
La tubería más pequeña de $\frac{3}{4}$ "no debe ser utilizado.

El Tamaño nominal de la tubería que va por el rack no debe ser inferior a 2 ".

Los tamaños nominales de tubería de 1 $\frac{1}{4}$ ", 3 $\frac{1}{2}$ ", 5" y 9 " no se deben utilizados

Los rangos de velocidades recomendadas deben estar basadas en las directrices proporcionadas en la Siguiente tabla

Tabla 5.10 Velocidades recomendadas para dimensionamiento de tuberías



5.2.10 Instrumentación

Los medidores de flujo deben especificarse para ciertas corrientes de servicios auxiliares con señal al sistema de control distribuido (DCS). Los medidores de flujo deben contar con un totalizar el consumo diario y mensual.

Bloqueos y Bypass son necesarios para aislar las válvulas de control con el fin de darles mantenimiento conforme a API-553 o API 551.

5.2.11 Válvulas de control

Todas las válvulas de control deben ser bridas. La clase de bridas y su calificación debe ser de acuerdo con la brida de la tubería y la última edición de ASME B16.5.

- Los niveles de ruido de las válvulas de control no debe ser mayor que 85 db + / - 5 dB, medido a una distancia de 1,0 metros aguas abajo de la válvula y 1,0 metros de la superficie de la tubería.

5.2.12 Niveles de líquidos

- La simbología para indicar niveles de líquidos en tanques y recipientes en los DTI's debe ser la siguiente:

HHLL Nivel de líquido alto-alto

HLL Nivel de líquido alto

NLL Nivel de líquido normal

LLL Nivel de líquido bajo

LLLL Nivel de líquido bajo-bajo

- Los niveles “alto-alto” y “bajo-bajo” establecen los puntos de ajuste para los disparos de los interruptores para que realicen la acción de paro o arranque.

5.3 Descripción de Proceso

La función del sistema de suministro de agua representado en el diagrama de flujo de proceso y diagrama de tubería e instrumentación es satisfacer los consumos de agua de servicios, de protección contra incendio y de agua suavizada.

Para tal fin, se emplean dos tanques de almacenamiento de agua. Los tanques de almacenamiento de agua de servicios y contra incendio TQ-CI-01A/B deben contener un volumen mínimo cada uno de 220.1 m³, la suma de estos volúmenes es el requerido para cubrir el escenario de mayor demanda de agua, que corresponde al incendio del tanque de almacenamiento de combustóleo TQ-CO-01. El volumen de agua almacenado, sin considerar el volumen mínimo requerido para el sistema de agua contra incendios, corresponde al agua de servicios de la central y agua suavizada.

Todos los equipos de bombeo están integrados en pareja de equipos, con número de equipo común y terminación A/B, con 100% de capacidad cada uno, de los cuales uno estará en operación y el otro de reserva.

Se enlistan las instalaciones que reciben agua de servicios:

- Área de tanques de almacenamiento
- Caseta de tratamiento de diésel
- Caseta de lavado de filtros
- Caseta de tratamiento de residuos solidos
- Caseta de tratamiento de agua y efluentes industriales
- Caseta de acondicionamiento de combustible
- Casa de maquinas
- Separador coalescente industrial
- Evaporador cristalizador

La central de combustión interna cuenta con un pozo como fuente primaria de abastecimiento de agua, este pozo cuenta con una bomba sumergible PO-PO-01 que opera a un flujo de 57.6 m³/h. En caso de incendio el suministro de agua para reponer el volumen de agua en los tanques de almacenamiento de agua de servicio y contra incendio en un tiempo menor a 8 horas.

Antes de alimentar a los tanques de almacenamiento de agua de servicios TQ-CI-01A y TQ-CI-01B la corriente de agua cruda pasa a través del filtro FA-01 para retirar partículas sólidas que se encuentran en el agua cruda proveniente del pozo.

La bomba PO-TA-01A/B brinda el abastecimiento de agua de servicios generales para las diversas instalaciones en la central y hacia la planta de suavización TA-TA-01.

El proceso de suavización es a base de intercambio iónico con zeolitas. Luego de ser tratada el agua, se envía al tanque de almacenamiento de agua suavizada TQ-TA-01.

El tanque de almacenamiento de agua suavizada TQ-TA-01 a su vez recibe una corriente de agua destilada proveniente del evaporador cristalizador EC-AN-01 de manera intermitente.

La bomba PO-TA-02 A/B distribuye agua suavizada a partir del tanque TQ-TA-01, se envía agua suavizada de reposición al tanque de mantenimiento de agua de enfriamiento TQ-CW-01(sistema de enfriamiento de motores), el agua se repone de forma intermitente. También se envía una corriente de agua para su reposición en el ciclo de vapor que sucede en el tanque de agua de alimentación con desgasificador GV-GV-03 y domos de calderas DO-GV-01.

El abastecimiento de agua suavizada al tanque de mantenimiento de agua de enfriamiento TQ-CW-01 en un tiempo aproximado de 54 minutos.

La misma bomba envía agua suavizada para satisfacer las demandas requeridas en las distintas áreas de la planta: dosificación de químicos, centrifuga de sólidos, centrifuga aceite, centrifuga de combustible, centrifuga de diésel.

El consumo de agua en sanitarios y cocina se abastece mediante un tratamiento adicional de cloración efectuado sobre el agua cruda (no suavizada).

5.4 Diagrama de flujo de proceso (DFP)

- PO-PO-01**
Bomba de pozo
Flujo Nominal: 57.6 m³/h
Potencia: 20 HP
- FA-01**
Filtro para Agua de pozo
Capacidad: 60 m³/h
- TQ-CI-01 A/B**
Tanque de almacenamiento de agua de servicios y contra incendio
Capacidad útil.: 250 m³
Diámetro: 7 m
Altura: 7.15 m
- PO-TA-01-A/B**
Bombas de suministro a servicios y tratamiento de suavización
Flujo Nominal: 5 m³/h
Presión diferencial: 2.85 kg/cm²
Potencia: 1 HP
- TA-TA-01**
Planta de suavización
Capacidad Nom.: 5 m³/hr
- TQ-TA-01**
Tanque de almacenamiento de agua suavizada
Capacidad útil.: 130 m³
Diámetro: 3.9 m
Altura: 12m
- PO-TA-02 A/B**
Bombas de agua suavizada
Flujo Nominal: 8.8 m³/h
Presión diferencial: 2 kg/cm²
Potencia: 1 HP
- TQ-TA-02**
Tanque de agua potable
Capacidad Nom.: 1 m³
- TQ-AQ-01**
Equipo de dosificación química
- PO-TA-03 A/B**
Bomba de agua potable

- Notas**
- 1.-Ver plano de simbología.
 - 2.-Reposición del 5% del vapor generado en las recuperadoras de calor en operación normal
 - 3.-En operación normal operará hasta que las calderas de recuperación alcancen el 50% de carga
 - 4.-El flujo en operación normal solo es para la reposición de agua suavizada que se pierde en el ciclo de refrigeración
 - 5.-Solo operará en caso de incendio y el flujo máximo correspondiente al escenario de incendio en la tanque de combustible TQ-CO-01
 - 6.-Solo operará en caso de derrame
 - 7.-Dren a fosa
 - 8.-Equipo paquete de dosificación química.
 - 9.-El paquete para el tratamiento, almacenamiento y distribución de agua potable es alcance de proveedor o del contratista que sea asignado.
 - 10.-Corriente de agua destilada proveniente del evaporador cristalizador EC-AN-01 opera de manera intermitente.

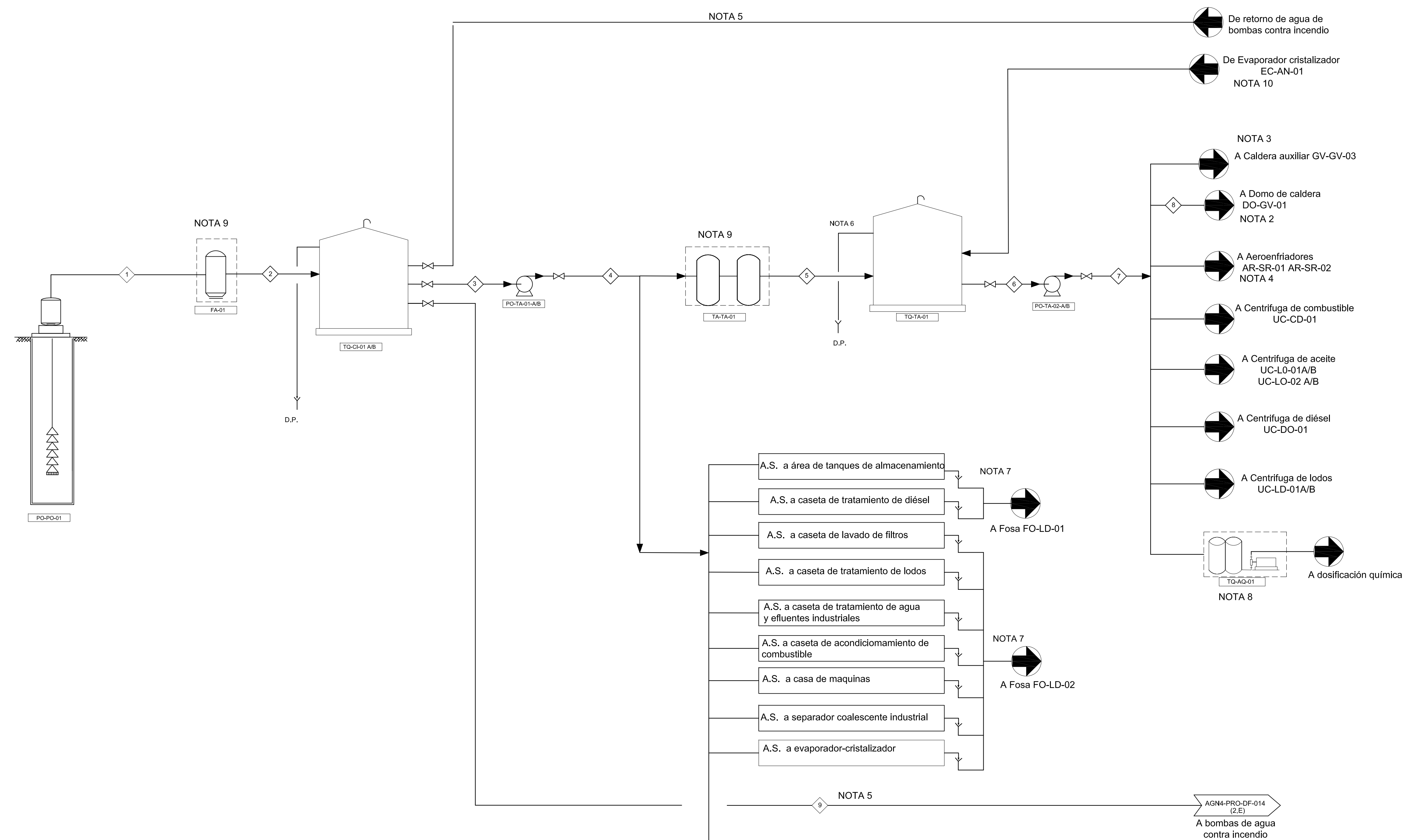
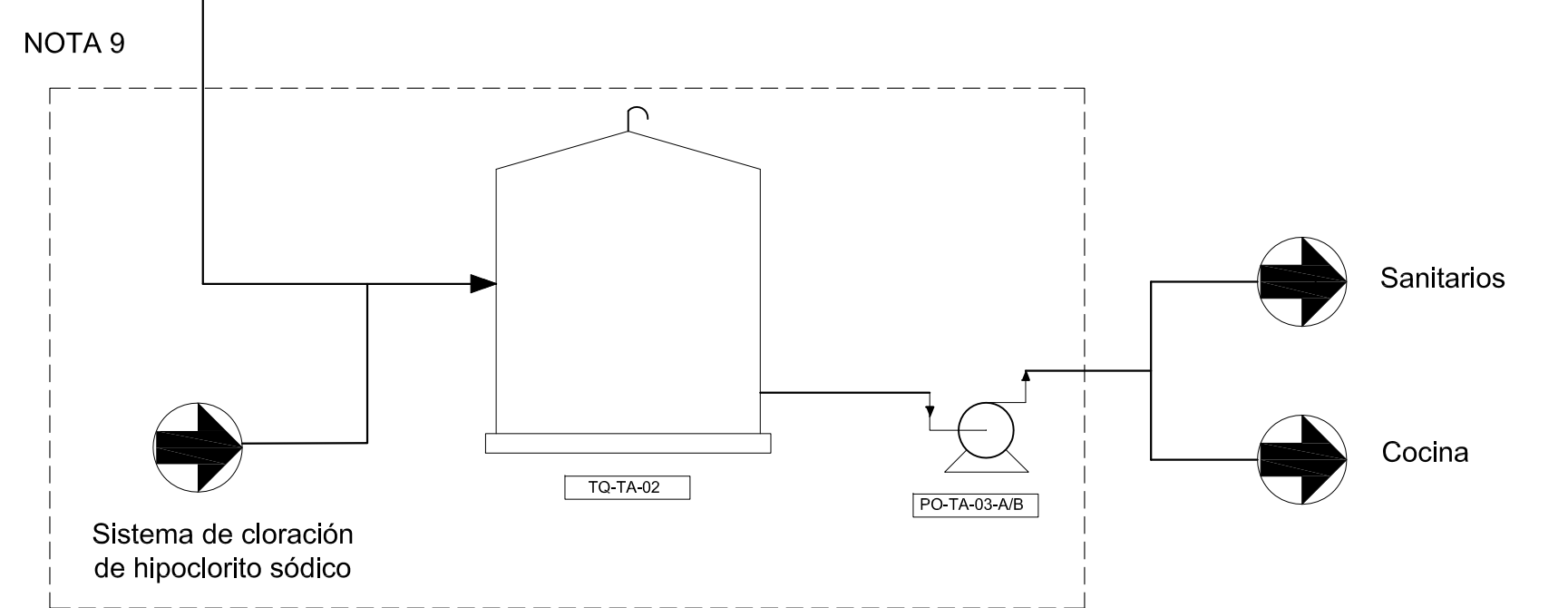


TABLA DE BALANCE

DESCRIPCIÓN	CORRIENTES UNIDADES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLUJO MASICO	kg/h	30,000	60,000	2,300	2,300	2,300	110	110	110	441,400
FLUJO VOLUMÉTRICO	m ³ /h	30	30	2.3	2.3	2.3	0.11	0.11	0.11	441.4
PRESIÓN	kg/cm ² a	4	3	1.6	3.9	2.5	1.2	3.1	3.1	1.61
TEMPERATURA	°C	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6	32.6



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE EDICIÓN Y/O DE MODIFICACIONES	REALIZADO	REVISÓ	APROBADO
0	23/10/17	Aprobado para diseño	EM	SB	JMR

PARA APROBACIÓN Y/O COMENTARIOS

PROYECTO: CENTRAL DE COMBUSTION INTERNA

TÍTULO DEL PLANO: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DEL SUMINISTRO DE AGUA

ESCALA PLANO	TAMAÑO ORIGINAL	PROYECCIÓN	CÓDIGO PLANO	ESP.	COD.	HOJA	REVISIÓN
S/E	ARCH_D	⊕		D.P.	A.C.	1_DE_1	0

5.5 Filosofía de operación

La bomba **PO-PO-01** que alimenta agua a los tanques de almacenamiento de agua de servicios y contra incendio **TQ-CI-01 A/B**; el arranque y paro será de forma manual y será local. Se contarán con lecturas de presión en la entrada y salida del filtro **FA-01** por medio de los manómetros **PI-1202** y **PI-1203**.

El agua cruda del pozo es entregada a los tanques de almacenamiento de agua de servicios y contra incendio **TQ-CI-01 A/B**, siendo medida a través del medidor de flujo del tipo magnético con integrador **FQIT-1201** para un gasto de **57.6 m³/h** (en operación normal) que enviará la indicación de flujo instantáneo y totalización al **FQI-1201** en el **SCD**.

La entrega de agua cruda a los tanques de almacenamiento de agua de servicios y contra incendio **TQ-CI-01 A/B** se interrumpirá desde el **SCD** mediante el control indicador de nivel **LIC-1201/LIC-1202** cuando se alcance un nivel de **6.85 metros** dentro de cada tanque de agua de servicios y contra incendio mediante el cierre de la válvula de dos posiciones **LV-1207/LV-1214**.

El mismo controlador de nivel **LIC-1201/LIC-1202** tendrá un punto de ajuste por bajo nivel cuando se tenga un nivel de **5.91 m** dentro de cada tanque de agua de servicios y contra incendio para parar la bomba **PO-TA-01** (A o B) que se encuentre en operación. Los controles indicadores de nivel **LIC-1201** y **LIC-1202** tendrán las correspondientes alarmas por alto y bajo nivel. La medición del nivel se efectuará por medio de los transmisores indicadores de nivel **LIT-1201** y **LIT-1202** correspondientes.

Se contará con la indicación de nivel local en los tanques **TQ-CO-01A/B** mediante los indicadores de nivel **LI 1201** y **LI 1202**.

Se contará con la lectura de presión en la descarga de las bombas **PO-TA-01 A/B** a través del indicador de presión **PI-1205** en el **SCD** que recibe la señal correspondiente a través del transmisor indicador de presión **PIT-1205** así como la lectura de presión local en la succión de las bombas **PO-TA-01 A/B** por medio del manómetro **PI-1206**.

Para el arranque de la bomba **PO-TA-01A/B** desde el **CCM** se requiere que el selector se encuentre en **LOCAL** y el arranque de las bombas se realizará por medio de las botoneras de arranque y paro localizadas en el gabinete de control de la bomba.

Para el arranque desde el **SCD** se requiere que el selector de **CCM** se encuentre en posición **REMOTO**, lo cual se podrá verificar en el gráfico de la bomba con la indicación de **REMOTO**, la bomba se accionará por medio de la botonera **PBA**

P121 A/B o parará por medio de la botonera PBP P-121 A/B, el operador recibe la conformación de que está operando mediante el cambio de color de rojo a verde. Las bombas cuentan con alarma de falla eléctrica FIE P-121 A/B y con alarma por falla mecánica FIM P-121 A/B.

Se contarán con lecturas de presión en la entrada y salida de la planta de suavización **TA-TA-01** por medio de los manómetros **PI-1206** y **PI-1207**.

La entrega de agua suavizada al tanque de almacenamiento de agua de suavizada **TQ-TA-01** y se interrumpirá desde el **SCD** mediante el control indicador de nivel **LIC-1203** cuando se alcance un nivel de **11.7 m** dentro del tanque de agua suavizada mediante el paro de la bomba **PO-TA-01** (A o B) que se encuentre en operación. El mismo controlador de nivel **LIC-1213** tendrá un punto de ajuste por bajo nivel cuando se tenga un nivel de **1.5 m** dentro del tanque de agua suavizada para encender la bomba **PO-TA-01** (A o B) y para parar la bomba **PO-TA-02** (A o B). El control indicador de nivel **LIC-1203** tendrá las correspondientes alarmas por alto y bajo nivel. La medición del nivel se efectuará por medio del transmisor indicador de nivel **LIT-1203**.

Se contará con la indicación de nivel local en el tanque mediante el indicador de nivel **LI-1203**

Se contará con la lectura de presión en la descarga de las bombas **PO-TA-02 A/B** a través del indicador de presión **PI-1209** en el **SCD** que recibe la señal correspondiente a través del transmisor indicador de presión **PIT-1209** así como la lectura de presión local en la succión de las bombas **PO-TA-02 A/B** por medio del manómetro **PI-1208**.

La instrumentación y control de la bomba **PO-TA-03 A/B**, será proporcionada por el proveedor que suministre dicho equipo junto con el tanque de almacenamiento de agua potable **TQ-TA-02**.

Para el arranque de la bomba **PO-TA-02A/B** desde el **CCM** se requiere que el selector se encuentre en **LOCAL** y el arranque de las bombas se realizará por medio de las botoneras de arranque y paro localizadas en el gabinete de control de la bomba.

Para el arranque desde el **SCD** se requiere que el selector de **CCM** se encuentre en posición **REMOTO**, lo cual se podrá verificar en el gráfico de la bomba con la indicación de **REMOTO**, la bomba se accionará por medio de la botonera **PBA P-122 A/B** o parará por medio de la botonera **PBP P-122 A/B**, el operador recibe la conformación de que está operando mediante el cambio de color de rojo a verde. Las bombas cuentan con alarma de falla eléctrica FIE P-122 A/B y con alarma por falla mecánica FIM P-122 A/B.

5.6 Diagrama de tubería e instrumentación (DTI)

PO-PO-01
Bomba de pozo
Flujo Nominal: 57.6 m³/h
Potencia: 20 HP

FA-01
Filtro para
Agua de pozo
Capacidad: 60 m³/h

TQ-CI-01 A
Tanque de almacenamiento
de agua de servicios
y contra incendio
Capacidad útil: 250 m³
Diámetro: 7 m
Altura: 7.15 m

TQ-CI-01 B
Tanque de almacenamiento
de agua de servicios
y contra incendio
Capacidad útil: 250 m³
Diámetro: 7 m
Altura: 7.15 m

PO-TA-01-A/B
Bombas de suministro a servicios
y tratamiento de suavización
Flujo Nominal: 5 m³/h
Presión diferencial: 2.85 kg/cm²
Potencia: 1 HP

TA-TA-01
Planta de suavización
Capacidad Nom.: 5 m³/hr

TQ-TA-01
Tanque de almacenamiento
de agua suavizada
Capacidad útil: 130 m³
Diámetro: 3.9 m
Altura: 12m

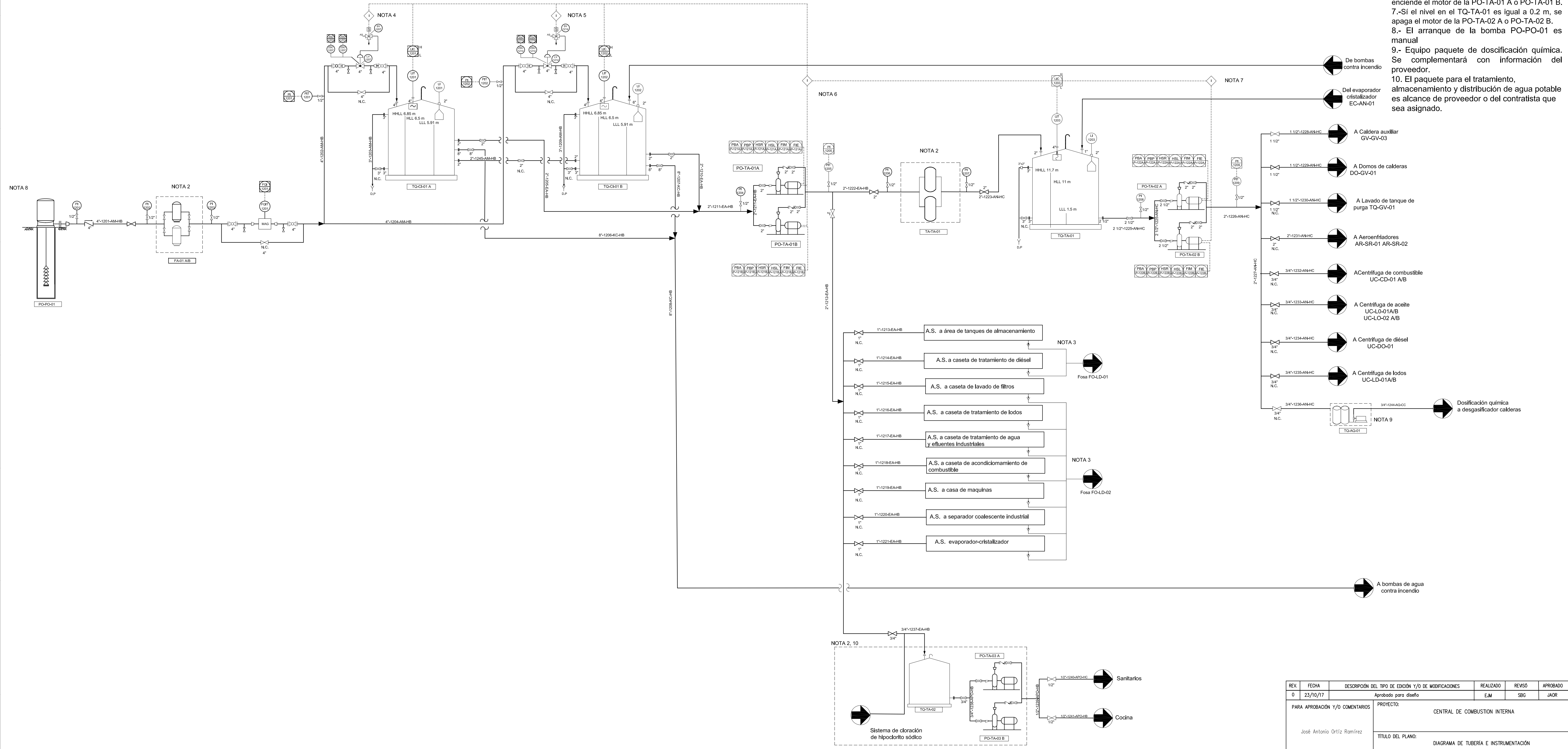
PO-TA-02 A/B
Bombas de agua suavizada
Flujo Nominal: 8.8 m³/h
Presión diferencial: 2 kg/cm²
Potencia: 1 HP

TQ-TA-02
Tanque de agua potable
Capacidad útil: 1 m³
NOTA 2, 10

- Notas**
- 1.- Ver plano de simbología.
 - 2.- Suministro y alcance del proveedor de planta de tratamiento de agua.
 - 3.- Dren a fosa.
 - 4.- Si el nivel del TQ-CI-01 A es igual o menor a 5.91 m, se abre la válvula LV-1207. Si el nivel del TQ-CI-01 A es igual a 6.85 m, se cierra la válvula LV-1207.
 - 5.- Si el nivel del TQ-CI-01 B es igual o menor a 5.91 m se abre la válvula LV-1214. Si el nivel del TQ-CI-01 B es igual a 6.85 m se cierra la válvula LV-1214.
 - 6.- Si el nivel en el TQ-CI-01 A o TQ-CI-01 B es igual o menor a 5.91 m se abre la válvula PO-TA-01 A o PO-TA-01 B, apaga su motor.
 - 7.- Si el nivel en el TQ-TA-01 es igual a 11.7 m, se apaga el motor de la PO-TA-01 A o el motor de la PO-TA-01 B.
 - 8.- El arranque de la bomba PO-PO-01 es manual
 - 9.- Equipo paquete de dosificación química. Se complementará con información del proveedor.
 - 10.- El paquete para el tratamiento, almacenamiento y distribución de agua potable es alcance de proveedor o del contratista que sea asignado.

PO-TA-03 A/B
Bomba de agua potable
NOTA 2, 10

TQ-AQ-01
Equipo de dosificación química



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE EDICIÓN Y/O DE MODIFICACIONES	REALIZADO	REVISÓ	APROBADO
0	23/10/17	Aprobado para diseño	E.M	SBC	JACR
PARA APROBACIÓN Y/O COMENTARIOS		PROYECTO:	CENTRAL DE COMBUSTION INTERNA		
José Antonio Ortiz Ramírez		TÍTULO DEL PLANO:	DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA		
ESCALA PLANO	TAMAÑO ORIGINAL	PROYECCIÓN	CÓDIGO PLANO	ESP.	COD.
S/E	ARCH_D	⊕		D.P.	A.C.
HOJA	REVISIÓN			1_DE_1	0

6 CONCLUSIONES

Se concluye: todo proyecto tiene un tiempo de vida finito, al concluir un proyecto se debe entregar un producto final con la aprobación del cliente. Un proyecto puede ser de corta duración (meses) o de larga ejecución (años) esto depende de las actividades que se deban realizar en el proyecto.

Se concluye: todos los entregables que conforman el paquete de Ingeniería Básica los cuales fueron planteados para el sistema de suministro de agua de una central de combustión interna, fueron terminados e incluidos en este trabajo. Los entregables planteados para su desarrollo y entrega son:

- Bases de diseño
- Criterios de diseño
- Descripción de proceso
- Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)
- Filosofía de operación
- Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI)
- Diagrama de Simbología
- Memorias de cálculo
- Hojas de datos
- Lista de Equipo
- Lista de Instrumentos
- Lista de Motores
- Lista de Líneas

Este trabajo tiene la intención de aportar a la comunidad estudiantil un panorama general del cómo se constituye una central de combustión interna y a la vez de manera genérica los entregables que se deben realizar en la etapa de Ingeniería Básica para el área de Proceso.

7 APÉNDICE

7.1 Memorias de cálculo

7.1.1 Bomba PO-TA-01A/B

Descripción: MEMORIA DE CÁLCULO DE LA BOMBA PO-TA-01 A/B	Elaboró	Revisó	Aprobó	Rev. 0
	EJM	SBG	JAOR	

1. ALCANCE

En este documento se determinara la potencia de la bomba PO-TA-01 A/B de la central de combustión interna

2. CONSIDERACIONES

Con el fin de obtener los puntos mas distantes, se considera la demanda de agua de servicios en el área de tanques de almacenamiento, caseta de lavado de filtros, y la operación de la planta suavizadora que alimenta al tanque TQ-TA-01.

Para obtener el caudal de la bomba, se plantea el escenario donde la planta de suavización opera a un flujo de 2.3 m³/h y a su vez las áreas mencionadas anteriormente demandan cada una 1.35 m³/h.

El flujo de operación es de : $5 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.01 gpm)

La temperatura promedio estimada: $32.60 \text{ }^\circ\text{C}$ ($90.68 \text{ }^\circ\text{F}$)

3. CRITERIOS DE DISEÑO

El sistema de agua de servicios debe estar disponible a partir de los tanques de agua de Servicios generales y contra incendio y deberá proporcionar los requerimientos de agua necesarios para satisfacer las necesidades de la Central.

Para el cálculo de la bomba se considera un 10% de factor de sobrediseño.

La eficiencia de la bomba se encuentra alrededor de 70-75%.

El rango de velocidades recomendadas para la succión de la bomba es de: 0.9 m/s - 2 m/s y para la descarga es de: 1.25 m/s- 3m/s de acuerdo a la Gráfica de Velocidades recomendadas de la Bases de Licitación de CFE.

El balance se realiza con presiones absolutas

Por cuestiones de sopertería las tuberías que suben al rack no puede ser menores a 2 in,

4. CÁLCULOS

Cálculo de la succión de la Bomba

Fluido:	Agua	
Temperatura	$32.60 \text{ }^\circ\text{C}$	($90.68 \text{ }^\circ\text{F}$)
Densidad:	1000.00 kg/m^3	(62.42 lb/ft^3)
Viscosidad:	1.00 cP	($0.0010 \text{ Pa}\cdot\text{s}$)
Presión de Vapor:	0.025 kg/cm^2	(0.35 lb/in^2)
Flujo:	$5.00 \text{ m}^3/\text{h}$	(22.01 gpm)
Material de la Tubería:	Acero al carbón	
Cédula:	40	
Diámetro nominal:	5.08 cm	(2.00 in)
Diámetro interno:	5.25 cm	(2.07 in)

Accesorio	L/D	CANTIDAD	L
Válvula de globo abierta :	350	2	36.75 m
Codo de 90° estándar	30	2	3.15 m
Tubería recta			7.012 m

Longitud de tubería recta total = 46.91 m = (153.91 ft)

Carga de Succión

Presión en el tanque: 1.02 kg/cm^2 (14.57 lb/in^2)
 Altura de Succión: 1.00 m (3.28 ft)

Tabla resumen de resultados de la Succión

SUCCIÓN			
Pérdidas por fricción:	0.75 m	}	2.47 ft
Presión en el tanque:	1.02 kg/cm ²		14.57 lb/in ²
Altura de succión:	1.00 m		3.28 ft
Carga de succión:	10.52 m		34.50 ft
Presión de succión:	1.05 kg/cm ²		14.95 lb/in ²

Cálculo de la descarga de la bomba

TRAMO RECTO ANTES DE BIFURCAR EL FLUJO

Agua		
Fluido:		
Temperatura	32.60 °C	(90.68°F)
Densidad:	1000 kg/m ³	(62.42 lb/ft ³)
Viscosidad:	1.00 cP	(0.0010 Pa*s)
Presión de Vapor:	0.025 kg/cm ²	(0.35 lb/in ²)
Flujo:	2.70 m ³ /h	(11.89 gpm)
Material de la Tubería:	Acero al carbón	
Cédula:	40	
Diámetro nominal:	5.08 cm	(2.00 in)
Diámetro interno:	5.27 cm	(2.08 in)

Accesorio	L/D	CANTIDAD	L
Codo de 90° estándar:	30	4	6.328 m
Tubería recta			41.160 m

Longitud de tubería recta total = 47.49 m = (155.80 ft)

Cálculo de la descarga de la bomba

TRAMO AL ÁREA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Agua		
Fluido:		
Temperatura	32.60 °C	(90.68°F)
Densidad:	1000 kg/m ³	(62.42 lb/ft ³)
Viscosidad:	1.00 cP	(0.0010 Pa*s)
Presión de Vapor:	0.025 kg/cm ²	(0.35 lb/in ²)
Flujo:	1.35 m ³ /h	(5.94 gpm)
Material de la Tubería:	Acero al carbón	
Cédula:	40	
Diámetro nominal:	5.08 cm	(2.00 in)
Diámetro interno:	5.27 cm	(2.08 in)

Accesorio	L/D	CANTIDAD	L
Codo de 90° estándar:	30	6	9.491 m
Válv. de compuerta totalmente abierta:	7	1	0.369 m
Tubería recta			80.410 m

Cálculo de la descarga de la bomba

TRAMO A CASETA DE LAVADOS FILTROS

Agua		
Fluido:		
Temperatura	32.60 °C	(90.68°F)
Densidad:	1000 kg/m ³	(62.42 lb/ft ³)
Viscosidad:	1.00 cP	(0.0010 Pa*s)
Presión de Vapor:	0.025 kg/cm ²	(0.35 lb/in ²)
Flujo:	1.35 m ³ /h	(5.94 gpm)
Material de la Tubería:	Acero al carbón	
Cédula:	40	
Diámetro nominal:	5.08 cm	(2.00 in)
Diámetro interno:	5.27 cm	(2.08 in)

Accesorio	L/D	CANTIDAD	L
Codo de 90° estándar:	30	4	6.328 m
Válv. de compuerta totalmente abierta:	7	1	0.369 m
Tubería recta			27.130 m

Carga de Descarga

Presión requerida en el punto: 2.02 kg/cm² { 28.8 lb/in² }
 Altura de descarga: 12.00 m { 39.37 ft }

Tabla resumen de resultados de la Descarga

DESCARGA		
Pérdidas por fricción:	6.78 m	{ 22.24 ft }
Presión en el tanque:	2.02 kg/cm ²	{ 28.79 lb/in ² }
Altura de descarga:	12.00 m	{ 39.37 ft }
Carga de descarga:	39.03 m	{ 128.05 ft }
Presión de descarga:	3.90 kg/cm ²	{ 55.50 lb/in ² }

Cálculo de la Potencia de la Bomba

Tabla resumen de resultados

BOMBA		
Gasto:	5.00 m ³ /h	{ 10.13 gpm }
Columna diferencial :	28.52 m	{ 93.55 ft }
Presión diferencial:	2.85 kg/cm ²	{ 40.55 lb/in ² }
Potencia hidráulica :	0.39 kW	{ 0.52 HP }
Eficiencia (Estimada) :	75%	
Potencia al freno:	0.57 kW	{ 0.76 HP }
Potencia Nominal:	0.75 kW	{ 1.00 HP }
NPSHd:	10.27 m	{ 33.69 ft }

5. CONCLUSIONES

La potencia de la bomba PO-TA-01 A/B es de 1 HP
 El diámetro de succión es de 2 in
 El diámetro a la descarga de la bomba es de 2 in
 Las trayectorias de las tuberías fueron estimadas en base al plano de localización general

7.1.2 Bomba PO-TA-02A/B

Descripción: MEMORIA DE CÁLCULO DE LA BOMBA PO-TA-02 A/B	Elaboró	Revisó	Aprobó	Rev. 0
	EJM	SBG	JAOR	

1. ALCANCE

En este documento se determinará la potencia de la bomba PO-TA-02 A/B de la central de combustión interna

2. CONSIDERACIONES

El caudal de operación de la bomba PO-TA-02 A/B se determina por la demanda de agua suavizada que se debe abastecer hacia el tanque de enfriamiento de mantenimiento correspondiente al área de los aerofriadores para su arranque.

Con el fin de obtener los puntos más distantes, se considera la demanda de agua de servicios en el área de tanques de almacenamiento, caseta de lavado de filtros, y la operación de la planta suavizadora que alimenta al tanque TQ-TA-01. Una vez dado el servicio descrito anteriormente en operación normal se repondrá agua suavizada correspondiente al 5% del vapor generado en las calderas recuperadoras de calor y las pérdidas que sucedan en los aerofriadores de refrigeración y en las distintas áreas de la planta donde se requiera este servicio.

Se debe seleccionar tubería y accesorios de acero inoxidable para sistemas como agua de repuesto al ciclo, agua destilada, agua suavizada, agua desmineralizada, análisis y muestreo y dosificación de químicos entre otros. El flujo de agua suavizada que se envía al tanque de agua de enfriamiento de

El flujo de operación es de : $8.8 \text{ m}^3/\text{h}$ (38.74 gpm)

La temperatura promedio estimada: $32.60 \text{ }^\circ\text{C}$ (90.68 °F)

La presión del sitio es de 100.5 kPa

3. CRITERIOS DE DISEÑO

El tipo de tubería y diámetros están basados en el balance de materia del agua suavizada

Para el cálculo de la bomba se considera un 10% de factor de sobrediseño.

La eficiencia de la bomba se encuentra alrededor de 70-75%.

El rango de velocidades recomendadas para la succión de la bomba es de: 0.9 m/s - 2 m/s y para la descarga es de: 1.25 m/s- 3m/s de acuerdo a la Gráfica de Velocidades recomendadas de la Bases de Licitación de CFE.

El balance se realizó con presiones absolutas

Por cuestiones de soportar las tuberías que suben al rack no puede ser menores a 2 in.

4. CÁLCULOS

Cálculo de la succión de la Bomba

Fluido:	Agua suavizada	
Temperatura	$32.60 \text{ }^\circ\text{C}$	(90.68°F)
Densidad:	1000.00 kg/m^3	(62.42 lb/ft ³)
Viscosidad:	1.00 cP	(0.0010 Pa*s)
Presión de Vapor:	0.025 kg/cm^2	(0.35 lb/in ²)
Flujo:	$8.80 \text{ m}^3/\text{h}$	(38.74 gpm)
Material de la Tubería:	Acero inoxidable	
Cédula:	40	
Diámetro nominal:	6.35 cm	(2 1/2 in)
Diámetro interno:	6.27 cm	(2.47 in)

Accesorio	L/D	CANTIDAD	L
Te flujo directo:	20	2	2.51 m
Codo de 90° estándar	30	4	7.53 m
Válv. de globo abierta:	350	1	21.95 m
Tubería recta			18.290 m

Longitud de tubería recta total = 50.27 m = (164.94 ft)

Carga de Succión

Presión en el tanque: 1.02 kg/cm² { 14.57 lb/in² }
 Altura de Succión: 1.50 m { 4.92 ft }

Tabla resumen de resultados de la Succión

SUCCIÓN		
Pérdidas por fricción:	0.96 m	{ 3.16 ft }
Presión en el tanque:	1.02 kg/cm ²	{ 14.57 lb/in ² }
Altura de succión:	1.50 m	{ 4.92 ft }
Carga de succión:	10.818 m	{ 35.491 ft }
Presión de succión:	1.08 kg/cm ²	{ 15.38 lb/in ² }

Cálculo de la descarga de la bomba

TRAMO A CASETA DE LAVADOS FILTROS

Fluido:	Agua suavizada	
Temperatura	32.60 °C	{ 90.68°F }
Densidad:	1000 kg/m ³	{ 62.42 lb/ft ³ }
Viscosidad:	1.00 cP	{ 0.0010 Pa*s }
Presión de Vapor:	0.025 kg/cm ²	{ 0.35 lb/in ² }
Flujo:	8.80 m ³ /h	{ 38.74 gpm }
Material de la Tubería:	Acero al carbón	
Cédula:	40	
Diámetro nominal:	5.08 cm	{ 2.00 in }
Diámetro interno:	5.27 cm	{ 2.08 in }

Accesorio	L/D	CANTIDAD	L
Codo de 90° estándar:	30	12	18.983 m
Válv. de compuerta totalmente abierta:	7	3	1.107 m
Te flujo desviado 90°:	60	1	3.164 m
Válv. de retención, obturador oscilante:	135	2	14.237 m
Tubería recta			52.440 m

Longitud de tubería recta total = 89.93 m = { 295.05 ft }

Carga de Descarga

Presión requerida en el punto: 2.02 kg/cm² { 28.8 lb/in² }
 Altura de descarga: 6.10 m { 20.01 ft }

Tabla resumen de resultados de la Descarga

DESCARGA		
Pérdidas por fricción:	4.30 m	{ 14.10 ft }
Presión de entrega:	2.02 kg/cm ²	{ 28.79 lb/in ² }
Altura de descarga:	6.10 m	{ 20.01 ft }
Carga de descarga:	30.71 m	{ 100.76 ft }
Presión de descarga:	3.07 kg/cm ²	{ 43.67 lb/in ² }

Cálculo de la Potencia de la Bomba

Tabla resumen de resultados

BOMBA		
Gasto:	8.80 m ³ /h	{ 38.74 gpm }
Columna diferencial :	19.9 m	{ 65.27 ft }
Presión diferencial:	1.99 kg/cm ²	{ 28.29 lb/in ² }
Potencia hidráulica :	0.48 kW	{ 0.64 HP }
Eficiencia (Estimada) :	75%	
Potencia al freno:	0.70 kW	{ 0.94 HP }
Potencia Nominal:	0.75 kW	{ 1.00 HP }
NPSHd:	10.57 m	{ 34.69 ft }

5. CONCLUSIONES

La potencia de la bomba PO-TA-02 A/B que transporta agua suavizada desde el tanque TQ-TA-01 hasta el tanque de mantenimiento de enfriamiento de agua es de un 1 HP

El diámetro de succión es de 2 1/2 in

El diámetro a la descarga es de 2 in

Las trayectorias de las tuberías fueron estimadas en base al plano de localización general

7.2 Hojas de datos

7.2.1 Bomba PO-TA-01A/B

Descripción HOJA DE DATOS DE LA BOMBA PO-TA-01 A/B	Elaboró	Revisó	Aprobó	Rev 0
	EJM	SBG	JAOR	

BOMBA CENTRÍFUGA HORIZONTAL																			
1	CLIENTE NA	CLAVE	PO-TA-01 A/B																
2	LUGAR "El Vizcaíno" ejido Gustavo Díaz Ordaz, Municipio de Mulegé	UNIDAD	2 (DOS)																
3	SERVICIO Bombas de suministro a servicios y tratamiento de suavización	FABRICANTE																	
4	UNIDAD MOTRIZ: MOTOR ELECTRIC0 2 (DOS)	TAMAÑO Y TIPO	Centrífuga																
5	TURBINA _____ SE DEBE SEGUIR EL EST. _____																		
8	CONDICIONES DE OPERACIÓN		FUNCIONAMIENTO																
9	LÍQUIDO AGUA	FLUJO A T.B. NORMAL 2.5 m³/h	DISEÑO 5 m³/h	CURVA PROPUESTA NO. _____															
10		PRES. DESC. 3.90 kg/cm^{2a}		NPSH REQ. DE AGUA _____															
11	TEMPERATURA DE BOMBEO 32.6 °C	PRES. SUCC. 1.05 kg/cm^{2a}	DISEÑO _____	NO. DE PASOS 1 RPM MAX 3600 R P M															
12	PRESIÓN DE VAPOR 0.025 kg/cm^{2a}	PRESIÓN DIF. 2.85 kg/cm²		EFIC. DIS _____ BHP _____															
13		CARGA DIF. 28.52 m		MAX BHP _____															
14		DESCARGA DIF. _____		MAX CARGA IMPUL DE DIS _____															
15	VISCOSIDAD T.B. 0.0010 Pa *seg	NPSH DISP. 10.27 m		CONT. TÉRMICO _____ ESTABLE _____															
16	CORR /ERO. CAUSADA POR _____	POTENCIA . HIDRÁULICA 0.52 HP		ROTACIÓN VISTA DESDE COUPLE _____															
17	POTENCIA AL FRENO 0.76 HP	EFICIENCIA 75% *	POTENCIA NOMINAL 1.00 HP	EN SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ															
18	MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN		VELOC. ESPC. DE SUCCIÓN _____																
20	MONTAJE CARCAZA: <input type="radio"/> LÍNEA DE CENTRO <input type="radio"/> PIE <input type="radio"/> SOPORTE <input type="radio"/> VERTICAL OTRO _____																		
21	PARTICIÓN: <input checked="" type="radio"/> AXIAL <input type="radio"/> RADIAL																		
22	TIPO: <input type="radio"/> VOLUTA SENCILLA <input type="radio"/> VOLUTA DOBLE <input type="radio"/> DIFUSOR <input type="radio"/> MULTITAPA																		
23	CONEX. MIS <input type="radio"/> SUCCIÓN <input type="radio"/> VENDEO <input type="radio"/> DREN <input type="radio"/> MAN.																		
24	CARCAZA: <input checked="" type="radio"/> VENDEO <input checked="" type="radio"/> DREN <input type="radio"/> MAN. CONEX. MISC TAM Y TIPO _____																		
25	DESCARGA: <input type="radio"/> VENDEO <input type="radio"/> DREN <input type="radio"/> MAN																		
26	<table border="1"> <thead> <tr> <th>BOQUILLAS</th> <th>φ</th> <th>CLASIF. ANSI</th> <th>CARA</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUCCIÓN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESCARGA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				BOQUILLAS	φ	CLASIF. ANSI	CARA	POSICIÓN	SUCCIÓN					DESCARGA				
BOQUILLAS	φ	CLASIF. ANSI	CARA	POSICIÓN															
SUCCIÓN																			
DESCARGA																			
27																			
28																			
29	IMPULSOR φ DE DISEÑO _____ MAX _____ MIN _____																		
30	TIPO: _____ MONTADO: <input type="radio"/> ENTRE COJINETES <input type="radio"/> VOLADIZO																		
31	COJINETES(TIPO /FABRICANTES NO., RADIAL EMPUJE _____																		
32	TIPO DE LUBRICACIÓN: <input type="radio"/> ANILLO DE ACEIT <input type="radio"/> NEBLINA <input type="radio"/> PRESIÓN <input type="radio"/> INUNDACIÓN <input type="radio"/> SALPICADA																		
33	<input type="radio"/> EMPAQUE: FABR/TIPO _____ TAMAÑO _____ NO. DE ANILLOS _____																		
34																			
35	<input type="radio"/> SELLO MECÁNICO: FAB. _____ MODELO _____ CÓD. FABRICANTE _____																		
36	CÓDIGO API 610 _____ TIPO DE TAPA/MATERIAL _____																		
37	<input type="radio"/> COUPLE: FABRICANTE _____ TIPO _____ MODELO _____																		
38	MITAD MONTADO POR _____ GUARDA/TIPO _____																		
39	<input type="radio"/> BASE: TIPO ACERO ESTRUCTURAL Y CHAROLA DE GOTE0 EST. API 610 NO. _____																		
40	<input type="radio"/> PERF. TAPA DE SELLO REQ. _____																		
41	INMERSIÓN <input type="radio"/> LAVADO <input type="radio"/> DREN <input type="radio"/> VENDEO																		
42	PRESIÓN MAX. PERMISIBLE _____ CONST. °C _____ CONST. T.B. _____																		
43																			
44	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		INSPECCIÓN Y PRUEBAS																
45	I HIERRO FUNDIDO	CLAVE DE INTERIORES	I	B	S	C	E	ASIGNACIÓN ASTM	PRUEBAS TALLER	REQUERIDA	A TESTIGUADA								
46	B BRONCE	CARCAZA	X					ASTM -A 48 Clase 150	FUNCIONAMIENTO		X								
47	S ACERO INOX.	FLECHA			X			ASTM -A 276-410	NPSH		X								
48	C ACERO CARBÓN	CAMISAS DE FLECHAS			X			ASTM -A 276-420 Endurecido 37.5	HIDROSTÁTICA		X								
49	E ACERO ESTRUCC.	IMPULSORES		X				ASTM B 584 Aleación C86500	DESENSAMBLE										
50		ANILLOS DE DESGASTE		X				ASTM B 584 Aleación C86500	PRESIÓN PRUEBA HIDROSTÁTICA										
51		PRESA ESTOPAS	X					ASTM -A 48 Clase 30	<input type="radio"/> INSPECCIÓN DE TALLER <input type="radio"/> CERTIF. DE MAT.										
52		TOR.PRESA ESTOPAS	X					ASTM -A 276-304	<input type="radio"/> INSPECCIÓN REQUERIDA PARA FUNCIONES										
53		BASTIDOR	X					ASTM -A 48 clase 30	<input type="radio"/> RADIOGRÁFICA <input type="radio"/> ULTRASÓNICA										
54		TOR.CARC.Y BASTIDOR				X		ASTM -A 307	<input type="radio"/> INSPECCIÓN REQUERIDA PARA SOLDADURAS										
55		BASE					X	ASTM -A 36	<input type="radio"/> PARTÍCULA MAGNÉTICA <input type="radio"/> LIQ. PENETRANTE										
56	PESOS																		
57	BOMBA	BASE																	
58	MOTOR	TURBINAS																	
59	MAX POR MANTENIMIENTO	NOTAS:																	
	NOTAS: "La eficiencia y potencia al freno se deben actualizar con datos del proveedor"																		

7.2.2 Bomba PO-TA-02A/B

Descripción HOJA DE DATOS DE LA BOMBA PO-TA-02 A/B	Elaboró	Revisó	Aprobó	Rev 0
	EJM	SBG	JAOR	

BOMBA CENTRÍFUGA HORIZONTAL HORIZONTAL																			
1	CLIENTE <u>NA</u>	CLAVE <u>PO-TA-01 A/B</u>																	
2	LUGAR <u>"El Vizcaíno" ejido Gustavo Díaz Ordaz, Municipio de Mulegé</u>	UNIDAD <u>2 (DOS)</u>																	
3	SERVICIO <u>Bombas de agua suavizada</u>	FABRICANTE																	
4	UNIDAD MOTRIZ MOTOR <u>MOTOR ELECTRICO 2 (DOS)</u>	TAMAÑO Y TIPO <u>Centrífuga</u>																	
5																			
6	TURBINA <u>NA</u>	SE DEBE SEGUIR EL EST.																	
7																			
8	CONDICIONES DE OPERACIÓN		FUNCIONAMIENTO																
9	LÍQUIDO <u>Agua suavizada</u>	FLUJO A T.B. NORMAL <u>8.80 m³/h</u>	DISEÑO	CURVA PROPUESTA NO.															
10	PRES. DESC <u>3.1 kg/cm²a</u>	PRES. SUCC. <u>1.1 kg/cm²a</u>	DISEÑO	NPSH REQ. DE AGUA															
11	TEMPERATURA DE BOMBEO <u>32.6 °C</u>	PRES. DIF. <u>2.0 kg/cm²</u>	DISEÑO	NO. DE PASOS <u>1 RPM</u> MAX 3600 RPM															
12	PRESIÓN DE VAPOR <u>0.0245 kg/cm²</u>	PRESIÓN DIF. <u>2.0 kg/cm²</u>	DISEÑO	EFIC. DIS <u>BHP</u>															
13	CARGA DIF. <u>19.90 m</u>			MAX BHP															
14	VISCOSIDAD T.B. <u>0.0010 Pa *seg</u>	NPSH DISP. <u>10.57 m</u>		MAX CARGA IMPUL. DE DIS															
15	CORR./ERO. CAUSADA POR	POTENCIA . HIDRÁULICA <u>0.640 HP</u>		CONT. TÉRMICO <u>ESTABLE</u>															
16	POTENCIA AL FRENO <u>0.940 HP</u>	EFICIENCIA <u>75%</u>	POTENCIA NOMINAL <u>1.00 HP</u>	ROTACIÓN VISTA DESDE COPLÉ															
17				EN SENTIDO DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ															
18	MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN		VELOC. ESPEC. DE SUCCIÓN																
19	MONTAJE CARCAZA: <input type="radio"/> LÍNEA DE CENTRO <input type="radio"/> PIE <input type="radio"/> SOPORTE <input type="radio"/> VERTICAL <input type="radio"/> OTRO																		
20	PARTICIÓN: <input checked="" type="radio"/> AXIAL <input type="radio"/> RADIAL																		
21	TIPO: <input type="radio"/> VOLUTA SENCILLA <input type="radio"/> VOLUTA DOBLE <input type="radio"/> DIFUSOR <input type="radio"/> MULTITAPA																		
22	CONEX. MIS <input type="radio"/> SUCCIÓN <input type="radio"/> VENDEO <input type="radio"/> DREN <input type="radio"/> MAN.																		
23	CARCAZA: <input checked="" type="radio"/> VENDEO <input checked="" type="radio"/> DREN <input type="radio"/> MAN. CONEX. MISC TAM Y TIPO																		
24	DESCARGA: <input type="radio"/> VENDEO <input type="radio"/> DREN <input type="radio"/> MAN																		
25	<table border="1"> <thead> <tr> <th>BOQUILLAS</th> <th>φ</th> <th>CLASIF. ANSI</th> <th>CARA</th> <th>POSICIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUCCIÓN</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESCARGA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		BOQUILLAS	φ	CLASIF. ANSI	CARA	POSICIÓN	SUCCIÓN					DESCARGA						
BOQUILLAS	φ	CLASIF. ANSI	CARA	POSICIÓN															
SUCCIÓN																			
DESCARGA																			
26	IMPULSOR φ DE DISEÑO _____ MAX _____ MIN _____																		
27	TIPO: _____ MONTADO: <input type="radio"/> ENTRE COJINETES <input type="radio"/> VOLADIZO																		
28	COJINETES(TIPO/FABRICANTES NO. RADIAL _____ EMPUJE _____																		
29	TIPO DE LUBRICACIÓN: <input type="radio"/> ANILLO DE ACEIT <input type="radio"/> NEBLINA <input type="radio"/> PRESIÓN <input type="radio"/> INUNDACIÓN <input type="radio"/> SALPICADA																		
30	<input type="radio"/> EMPAQUE: FABR/TIPO _____ TAMAÑO _____ NO. DE ANILLOS _____																		
31	<input type="radio"/> SELLO MECÁNICO: FAB. _____ MODELO _____ CÓD. FABRICANTE _____																		
32	CÓDIGO API 610 _____ TIPO DE TAPA/MATERIAL _____																		
33	<input type="radio"/> COPLÉ: FABRICANTE _____ TIPO _____ MODELO _____																		
34	MITAD MONTADO POR _____ GUARDA/TIPO _____																		
35	<input type="radio"/> BASE: TIPO <u>ACERO ESTRUCTURAL Y CHAROLA DE GOTEI</u> EST. API 610 NO. _____																		
36	<input type="radio"/> PERF. TAPA DE SELLO REQ.																		
37	<input type="radio"/> INMERSIÓN <input type="radio"/> LAVADO <input type="radio"/> DREN <input type="radio"/> VENDEO																		
38	PRESIÓN MAX. PERMISIBLE _____ CONST. 6°C _____ CONST. T.B. _____																		
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	CARCAZA	PARTES INT.	INSPECCIÓN Y PRUEBAS															
45	I HIERRO FUNDIDO	CLAVE DE INTERIORES	I B S C E	ASIGNACIÓN ASTM															
46	B BRONCE	CARCAZA	X	ASTM -A 48 Clase 30															
47	S ACERO INOX.	FLECHA	X	ASTM -A 276-410															
48	C ACERO CARBÓN	CAMISAS DE FLECHAS	X	ASTM -A 276-420 Endurecido 37.5															
49	E ACERO ESTRUC.	IMPULSORES	X	ASTM B 584 Aleación C86500															
50		ANILLOS DE DESGASTE	X	ASTM B 584 Aleación C86500															
51		PRENSA ESTOPAS	X	ASTM -A 48 Clase 30															
52		TOR.PRENSA ESTOPAS	X	ASTM -A 276-304															
53		BASTIDOR	X	ASTM -A 48 clase 30															
54		TOR.CARC.Y BASTIDOR	X	ASTM -A 307															
55		BASE	X	ASTM -A 36															
56	PESOS																		
57	BOMBA _____	BASE _____																	
58	MOTOR _____	TURBINAS _____																	
59	MAX POR MANTENIMIENTO _____	NOTAS: _____																	
			PRUEBAS TALLER REQUERIDA ATESTIGUADA																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>REQUERIDA</th> <th>ATESTIGUADA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FUNCIONAMIENTO</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>NPSH</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>HIDROSTÁTICA</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>DESENSAMBLE</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		REQUERIDA	ATESTIGUADA	FUNCIONAMIENTO	X	NPSH	X	HIDROSTÁTICA	X	DESENSAMBLE						
REQUERIDA	ATESTIGUADA																		
FUNCIONAMIENTO	X																		
NPSH	X																		
HIDROSTÁTICA	X																		
DESENSAMBLE																			
			PRESIÓN PRUEBA HIDROSTÁTICA																
			<input type="radio"/> INSPECCIÓN DE TALLER <input type="radio"/> CERTIF. DE MAT.																
			<input type="radio"/> INSPECCIÓN REQUERIDA PARA FUNCIONES																
			<input type="radio"/> RADIOGRÁFICA <input type="radio"/> ULTRASÓNICA																
			<input type="radio"/> INSPECCIÓN REQUERIDA PARA SOLDADURAS																
			<input type="radio"/> PARTÍCULA MAGNÉTICA <input type="radio"/> LIQ. PENETRANTE																
			NOTAS: "La eficiencia y potencia al freno se deben actualizar con datos del proveedor"																
			Las presiones reportadas son absolutas																

7.2.3 Tanque TQ-CI-01A/B

HOJA DE DATOS TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE SERVICIOS Y CONTRA INCENDIO TQ-CI-01A/B

Hoja No.: 1 de 2

Cliente: NA Servicio: Tanque de almacenamiento de agua de servicios y contra incendio	Planta: Central de combustión interna Sitio: "El Vizcaino" ejido Gustavo Díaz Ordaz, Municipio de Mulegé				
DATOS DE DISEÑO					
Número de Tanques	2				
Código (Diseño y Construcción)	NRF-113-PEMEX-2007 y API-650				
Especificaciones	Tanque Atmosférico Vertical con techo cónico fijo				
Presión de Diseño:	174 kg/cm ² a (Nota 2) Vacío: 4.5 mmHg				
Presión de Operación:	Normal Atmosférica Máxima 164 kg/cm ² a				
Temperatura de Diseño	57 °C				
Temperatura de Operación:	32.6 °C Máxima 41.5 °C				
Inspección de Soldadura Por (Radiografía/Seccionado)	Por API 650				
Corrosión Permisible	3.2 mm				
Gravedad Específica del Contenido	1000				
Capacidad	275.00 m ³				
Dimensiones:	Diámetro 7000 mm Altura 7'50 mm				
Rangos:	Llenado - m ³ /h (BSPD) Vaciado - m ³ /h (BSPD)				
Serpentín					
Calentador					
Techo (tipo)	Fijo cónico				
Sello del Techo (Tipo)					
MATERIALES					
1. Cuerpo	AC (A 285 C)				
2. Fondo	AC (A 285 C)				
3. Techo	AC (A 285 C)				
4. Cuellos de Boquillas					
5. Bridas					
6. Tornillos (Externos)					
7. Tornillos (Internos)					
8. Empaques					
9. Internos (Tubo)					
10. Internos (Miscelaneos)					
11. Otros:					
Sello					
DATOS GENERALES					
1. Las elevaciones están dadas a partir de la parte inferior de la placa del fondo (Elevación 0) a:	mm				
(a) <input checked="" type="radio"/> Línea de centros de las conexiones	(b) <input type="radio"/> Agujero superior para tornillo				
	(c) <input type="radio"/> Nivel superior del acero de Plataformas en soporte de tubería				
2. Las proyecciones de las boquillas están medidas desde la línea de centros del tanque a la cara exterior de la brida, a menos que se indique otra cosa.					
3. El fondo del tanque es:	Pendiente =				
(a) <input checked="" type="radio"/> Plana	(b) <input type="radio"/> Con pendiente al interior				
	(c) <input type="radio"/> Con pendiente al exterior				
4. El fabricante del tanque, suministrará y/o instalará los puntos indicados con:	<input type="radio"/>				
(a) <input type="radio"/> Escalera vertical con jaula de protección					
(b) <input checked="" type="radio"/> Escalera helicoidal con plataforma.					
(c) <input type="radio"/> Mirilla de medición	a				
	(tipo)				
(d) Tipo de soportes de aislamiento.					
(e) <input type="radio"/> Sumidero del fondo con drenaje.					
(f) <input type="radio"/> Pozo de muestreo (ranurado para permitir el libre movimiento del líquido)					
	(tamaño)				
(g) <input type="radio"/> serpentín interior de	(tamaño-cedula)				
	(longitud)				
(h) <input type="radio"/> Cámara de espuma					
(i) <input type="radio"/> Drenado del Techo	<input type="radio"/> Tubería con juntas				
	<input type="radio"/> Manguera flexible				
(j) <input type="radio"/> Medidor en Tanque					
(k) <input checked="" type="radio"/> Venteo Presión - vacío	Presión de ajuste =				
	(tipo)				
	Vacío =				
(l)					
(m)					
5. El fabricante suministrará solo las partes directamente soldadas al cuerpo					
6. Pintura	Por el fabricante del Tanque				
7. El aislamiento será suministrado e instalado por otros.	Espesor =				
	No aplica				
Notas 1. Techo fijo tipo cónico. 2. El diseño fabricación, inspección y pruebas debe ser de acuerdo a la NRF-113-PEMEX-2007 completada con el API STD 650					
REVISIONES					
REVISION	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	REV.	APROV.
0	Aprobado para diseño	Oct-16	EJM	SBG	JAOR

7.2.4 Tanque de almacenamiento de agua suavizada TQ-TA-01

HOJA DE DATOS TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DE SUAVIZADA TQ-TA-01

Hoja No.: 1 de 2

Cliente: NA Servicio: Tanque de almacenamiento de agua suavizada	Planta: Central de combustión interna Sitio: "El Vizcaino" ejido Gustavo Díaz Ordaz, Municipio de Mulegé				
DATOS DE DISEÑO					
Número de Tanques: 1					
Código (Diseño y Construcción): NRF-113-PEMEX-2007 y API-650					
Especificaciones: Tanque Atmosférico Vertical con techo cónico fijo					
Presión de Diseño: 2.34 kg/cm ² a (Nota 2) Vacío: 4.5 mmHg					
Presión de Operación: Normal Atmosférica Máxima: 164 kg/cm ² a					
Temperatura de Diseño: 57 °C					
Temperatura de Operación: 32.6 °C Máxima: 41.5 °C					
Inspección de Soldadura Por (Radiografía/Seccionado): Por API 650					
Corrosión Permissible: 3.2 mm					
Gravedad Específica del Contenido: 1000					
Capacidad: 143.00 m ³					
Dimensiones: Diámetro: 3900 mm Altura: 2000 mm					
Rangos: Llenado: - m ³ /h (BPSD) Vacío: - m ³ /h (BPSD)					
Serpentín Calentador: _____					
Techo (tipo): Fijo cónico					
Sello del Techo (Tipo): _____					
MATERIALES					
1. Cuerpo: Acero al carbón					
2. Fondo: Acero al carbón					
3. Techo: Acero al carbón					
4. Cuellos de Boquillas: _____					
5. Bridas: _____					
6. Tornillos (Externos): _____					
7. Tornillos (Internos): _____					
8. Empaques: _____					
9. Internos (Tubo): _____					
10. Internos (Miscelaneos): _____					
11. Otros: _____					
Sello: _____					
DATOS GENERALES					
1. Las elevaciones están dadas a partir de la parte inferior de la placa del fondo (Elevación 0) a: _____ mm					
(a) <input type="radio"/> Línea de centros de las conexiones (b) <input type="radio"/> Agujero superior para tornillo (c) Nivel superior del acero de Plataformas en soporte de tubería					
2. Las proyecciones de las boquillas están medidas desde la línea de centros del tanque a la cara exterior de la brida, a menos que se indique otra cosa.					
3. El fondo del tanque es: Pendiente = _____					
(a) <input checked="" type="radio"/> Plana (b) <input type="radio"/> Con pendiente al interior (c) <input type="radio"/> Con pendiente al exterior					
4. El fabricante del tanque, suministrará y/o instalará los puntos indicados con: <input type="radio"/>					
(a) <input type="radio"/> Escalera vertical con jaula de protección					
(b) <input checked="" type="radio"/> Escalera helicoidal con plataforma					
(c) <input type="radio"/> Mirilla de medición _____ a _____ (tipo) _____ (material) _____ (tipo)					
(d) Tipo de soportes de aislamiento: _____					
(e) <input type="radio"/> Sumidero del fondo con drenaje					
(f) Pozo de muestreo (ranurado para permitir el libre movimiento del líquido) _____ (tipo) _____					
(g) <input type="radio"/> _____ serpentín interior de _____ tubería. ver detalles (longitud) _____ (tipo) _____					
(h) <input type="radio"/> Cámara de espuma					
(i) <input type="radio"/> Drenado del Techo <input type="radio"/> Tubería con juntas <input type="radio"/> Manguera flexible					
(j) <input type="radio"/> Medidor en Tanque					
(k) <input checked="" type="radio"/> Venteo Presión - vacío Presión de ajuste = _____ Vacío = _____ (tipo) _____					
(l) _____					
(m) _____					
5. El fabricante suministrará solo las partes directamente soldadas al cuerpo					
6. Pintura: Por el fabricante del Tanque					
7. El aislamiento será suministrado e instalado por otros. Espesor = _____ No aplica					
Notas: 1. Techo fijo tipo cónico. 2. El diseño fabricación, inspección y pruebas debe ser de acuerdo a la NRF-113-PEMEX-2007 completada con el API STD 650					
REVISIONES					
REVISION	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	REV.	APROV.
0	Aprobado para diseño	Oct-16	EJM	SBG	JAOR

7.2.5 Filtro para agua de pozo FA-01 A/B

HOJA DE DATOS		FILTRO DE ARENA FILTRO PARA AGUA DE POZO FA-01 A/B		Hoja: 1 de 1	
PROYECTO:	NA	Clave No.:	FA-01A/B		
CLIENTE:	NA	SERVICIO:	Filtro para agua de pozo		
PLANTA:	Central de combustión interna	CANTIDAD (#)/(ARREC:	2 (Dos) / paralelo		
LOCALIZACION:	"El Vizcaino" ejido Gustavo Díaz Ordaz, Municipio de Mulegé	ESPECIFICACION:			
EN LÍNEA:	4"-1201-AM-HB	REVISIÓN:	0		
CARACTERÍSTICAS DEL FLUIDO					
1	NOMBRE DEL FLUIDO	Agua de pozo	Dureza Total ppm peso (max)	83	
2	pH	8.63	Dureza Calcio ppm peso (max)	75	
3	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/L	321	Cloruros ppm peso (max)	0.12	
4			Silice ppm peso (max)	2.2	
5					
CONDICIONES DE DISEÑO					
7	TIPO/NOMBRE DEL FLUIDO	Agua de pozo	HIDROSTATICA	SI	
8	PROCEDENCIA	Pozo	PRESION DE PRUEBA kg/cm ² (g)	(*)	
9	CANTIDAD DE FLUIDO A FILTRAR m ³ /h	56.70	FLUIDO PARA LA PRUEBA	(*)	
10	PRESION DE OPER. NOR kg/cm ² a	4	AMBIENTE:		
11	TEMPERATURA DE OPER. NOR. °C	32.6			
12	DENSIDAD (MASA) kg/m ³	1000			
13	VISCOSIDAD A TEMP. DE OPERACION. cP	0.76			
14	CAIDA DE PRESION LIMPIO kg/cm ²	0.5 (máximo)			
15	CAIDA DE PRESION SUCIO/PERMISIBL kg/cm ²	1			
16	TIPO DE PARTICULAS A REMOVER mg/L	Solidos suspendidos	321		
17	TAMAÑO DE PARTICULAS A REMOVER micras	NA			
18	TAMAÑO MAXIMO DE PARTICULA micras	NA			
19	TIPO(SIMPLEX/ DUPLEX/ Y)	NA			
DISEÑO MECANICO					
21	PRESION DE DISEÑO: kg/cm ² a	4.4	ACABADO DE LA CARA DE LAS BRIDAS	R.F.	
22	TEMP. DE DISEÑO: °C	42.6	TIPO DE CIERRE	(*)	
23	TEMPERATURA METALICA MINMA °C	-0.5	SOPORTES DEL FILTRO	(1)	
24	CORROSION PERMISIBLE. mm	3.2	LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA	(*)	
25	CODIGO DE DISEÑO	Nota 2	PRIMARIO	(*)	
26	ESTAMPADO ASME	--	PINTURA DE ACABADO (3)	Norma NRF-053-PEMEX-2006	
27	RELACION DE AREA LIBRE	(*)	RADIOGR./RELEVADO DE ESFUERZOS	NA	
28	DIAMETRO PERFORACION/MALLA mm	NA			
MATERIALES DE CONSTRUCCION					
BOQUILLAS					
30	ITEM	DESCRIPCION DE MATERIAL	DESCRIPCION	CANT.	DIAMETRO NP RANGO, TIPO Y CARA
31	CUERPO	Acero al carbón (3)	ENTRADA	1	4" R.F./60
32	FONDO	Acero al carbón (3)	SALIDA	1	4" R.F./60
33	TAPA BRIDADA CON PESCANTE	Acero al carbón (3)	VENTEO		(*)
34	CUELLO BOQUILLAS/BRIDAS	Acero al carbón (3)	DREN		(*)
35	INTERNOS	NA			
36	CANASTA(S)	NA			
37	ARENA	Nota 4			
38			TODAS LAS CONEXIONES DEBEN SER BRIDADAS		
39					
DATOS DEL VENDEDOR					
41	FABRICANTE		Válvula de Desviación. (Bloqueo/Compuerta)	Si (Compuerta)	
42	NUMERO DE MODELO		AUTO LIMPIABLE		
43	NUMERO DE PARTE DE LA CANASTA		INSERTOS MAGNETICOS EN CA		
44	TOTAL DE CANASTAS POR CARCASA		Dimens. del cuerpo D.E/Long (T-T)	mm	
45	TAMAÑO DE LA CANASTA, D.E. mm		ESPESOR DEL CUERPO	mm	
46	LONGITUD EFECTIVA mm		TIPO DE CIERRE		
47	ESPESOR DE LA CANASTA mm		PESCANTE		
48	AREA TOTAL DE LA CANASTA mm ²		PESO: VACIO/ LLENO DE AGUA	kg	
49	CAIDA DE PRESION, LIMPIO kg/cm ²		DIMENS. DE EMBARQUE (LXAXH)	mm	
50	CAIDA DE PRESION, 30% OBSTRUIDO kg/cm ²				
51	PRESION DIFERENCIAL DE COLAPSO DE LA CANASTA kg/ct				
52	COMENTARIOS PARTICULARES:				
53	(1) El filtro junto con sus accesorios deben ser montados en skid para una fácil instalación.				
54	(2) Diseño del filtro de acuerdo con el Código ASME Secciones: II, V, VII y VIII				
55	(3) En general el Recubrimiento externo debe estar de acuerdo con las Normas de Referencia NRF-028-PEMEX-2010 y NRF-053-PEMEX-2006				
56	(4) El fabricante deberá proponer un material adecuado para las concentraciones del fluido indicadas y las condiciones de diseño				
57	(*) El vendedor deberá incluir o confirmar esta información en su oferta				
58					
59					
60					
61					
REVISIONES					
63	REVISION	DESCRIPCION	FECHA	POR	REV.
64	0	Aprobado para diseño	#####	EJM	SBG
65					
66					

7.2.6 Especificación técnica del paquete de suavización TA-TA-01

Capacidad del paquete

La capacidad del sistema de tratamiento de suavización de es 2.3 m³/h (2300 kg/hr) en operación normal y la capacidad de diseño es de 5 m³/h. La presión de operación es de 3.9 kg/cm² a y temperatura de 32.6°C.

Caída de presión	
Servicio limpio (kg/cm ²)	0.7
Servicio sucio (kg/cm ²)	1.4

Características de alimentación

Parámetro	Unidad	Valor
pH		8,63
Dureza	ppm	83
Conductividad	µs/cm	652
Oxígeno disuelto	ppm	6,7
Sólidos disueltos totales	mg/L	50
Hierro	ppm	0,24
Manganeso	ppm	0,0
Cobre	ppm	0,07
Zinc ppm	ppm	0,0
Cromo	ppm	9,0
Sílice	ppm	2,20
Cloruros	ppm	0,12
Nitratos	ppm	3,7

Condiciones de alimentación al paquete

Propiedades	
Flujo de la corriente de proceso (kg/hr)	2300
Presión normal (kg/cm ² a)	3.9
Presión diseño (kg/cm ² a)	4.6
Temperatura (°C)	32.6
Temperatura de diseño (°C)	42.6
Densidad (kg/m ³ @ P y T)	1000
Viscosidad (CP @ P y T)	1

Características del agua suavizada

Parámetros de agua suavizada	
Calcio, ppmw	No detectable
Cloruros, ppmw	< 0.01
Conductividad @ 25°C, μS/cm	< 1.0
Cobre, ppmw	< 0.01
Hierro, ppmw	< 0.01
Magnesio, ppmw	No detectable
Níquel, ppmw	< 0.01
pH @ 25°C	7.0 – 8.5
Fosfato , ppmw	< 0.01
Potasio, ppmw	< 0.1
Sodio, ppmw	< 0.05
Sulfato, ppmw	< 0.1
Compuestos orgánicos totales, ppmw	< 0.1
Sólidos disueltos totales, ppmw	< 0.5
Turbiedad	No detectable

Especificación

Concepto	Descripción
Dimensiones de equipo	Por proveedor
Material	Acero al carbón
Posición	Los recipientes deben ser verticales (uno en operación y otro de relevo)
Tipo de Tapas	Semielípticas y con fondo plano
Medio de tratamiento	Intercambio iónico de zeolitas
Agente de regeneración	NaCl
Presión diferencial permisible máxima	1.4 kg/cm ²
Se requiere mantener el equipo en operación continua, el vendedor lo debe considerar para proponer el arreglo del equipo y que este no sea afectado en las operaciones de para regeneración lavado y drenado de sólidos	

7.3 Listas

7.3.1 Equipos

REVISION	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	REV.	APROV.			
0	Aprobado para diseño	Oct-16	EJM	SBG	JAOR			
LISTA DE EQUIPOS								
TAG	EQUIPO	CAPACIDAD	TEMP(°C)		PRESIÓN			
			DIS.	OP.	DIS KPa	DIS kg/cm2a	OP kPa	OP kg/cm2a
SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA								
PO-PO-01	Bomba de pozo	57.6 m ³ /h	42.6	32.6	1309.11	13.35	1190.10	12.14
FA-01 A/B	Filtro para agua de pozo	60 m ³ /h	42.6	32.6	431.37	4.40	392.16	4.00
TQ-CI-01-A	Tanque de almacenamiento de agua de servicios y contra incendio	250 m ³	57	32.6	170.59	1.74	atm	atm
TQ-CI-01-B	Tanque de almacenamiento de agua de servicios y contra incendio	250 m ³	57	32.6	170.59	1.74	atm	atm
PO-TA-01 A	Bombas de suministro a servicios y tratamiento de suavización	5 m ³ /h	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
PO-TA-01 B	Bombas de suministro a servicios y tratamiento de suavización	5 m ³ /h	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
TA-TA-01	Planta de suavización	5 m ³ /h	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
TQ-TA-01	Tanque de almacenamiento de agua suavizada	130 m ³	42.6	32.6	229.79	2.34	atm	atm
PO-TA-02 A	Bombas de agua suavizada	8.8 m ³ /h	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
PO-TA-02 B	Bombas de agua suavizada	8.8 m ³ /h	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
TQ-TA-02	Tanque de agua potable	1 m ³	57	32.6	110.55	1.13	100.5	1.03
TQ-AQ-01	Equipo de dosificación química	NOTA 1	43.6	33.6	321.53	3.28	301	3.07
PO-TA-03 A	Bomba de agua potable	1 m ³ /h	42.6	32.6	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1
PO-TA-03 B	Bomba de agua potable	1 m ³ /h	42.6	32.6	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1

Nota 1. En la etapa de ingeniería de detalle se deberá desarrollar y complementar la información faltante

7.3.2 Instrumentos

REVISION	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	REV.	APROV.
0	Aprobado para diseño	Oct-16	EJM	SBG	JAOR
LISTA DE INSTRUMENTOS					
CANTIDAD	TAG	INSTRUMENTO	LOCALIZACIÓN	SEÑAL	
SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA					
1	PI-1201	MANÓMETRO	SALIDA PO-PO-01	NO APLICA	
1	PI-1202	MANÓMETRO	ENTRADA FA-01 A/B	NO APLICA	
1	PI-1203	MANÓMETRO	SALIDA FA-01 A/B	NO APLICA	
1	PI-1204	MANÓMETRO	ENTRADA PO-TA-01 A/B	NO APLICA	
1	PI-1206	MANÓMETRO	ENTRADA TA-TA-01	NO APLICA	
1	PI-1207	MANÓMETRO	SALIDA TA-TA-01	NO APLICA	
1	PI-1208	MANÓMETRO	ENTRADA PO-TA-01 A/B	NO APLICA	
1	LI-1201	INDICADOR DE NIVEL CON ACCESORIOS DE MONTAJE	TQ-CI-01 A	NO APLICA	
1	LI-1202	INDICADOR DE NIVEL CON ACCESORIOS DE MONTAJE	TQ-CI-01 B	NO APLICA	
1	LI-1203	INDICADOR DE NIVEL CON ACCESORIOS DE MONTAJE	TQ-TA-01	NO APLICA	
1	LIT-1201	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL TIPO ONDA ULTRASÓNICO CON INDICADOR DE NIVEL INTEGRALMENTE MONTADO	TQ-CI-01 A	4 A 20 mA CD, HART	
1	LIT-1202	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL TIPO ONDA ULTRASÓNICO CON INDICADOR DE NIVEL INTEGRALMENTE MONTADO	TQ-CI-01 B	4 A 20 mA CD, HART	
1	LIT-1203	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL TIPO ONDA DE RADAR CON INDICADOR DE NIVEL INTEGRALMENTE MONTADO	TQ-TA-01	4 A 20 mA CD, HART	
1	LIC-1201	CONTROLADOR INDICADOR DE NIVEL	TQ-CI-01 A	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	LIC-1202	CONTROLADOR INDICADOR DE NIVEL	TQ-CI-01 B	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	LIC-1203	CONTROLADOR INDICADOR DE NIVEL	TQ-TA-01	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	ZSO-1207	INDICADOR DE POSICION ABIERTO	SCD	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	ZSO-1214	INDICADOR DE POSICION ABIERTO	SCD	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	ZSC-1207	INDICADOR DE POSICION CERRADO	SCD	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	ZSC-1214	INDICADOR DE POSICION CERRADO	SCD	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	PI-1201	INDICADOR DE PRESIÓN	SCD	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	PI-1202	INDICADOR DE PRESIÓN	SCD	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	PI-1205	INDICADOR DE PRESIÓN	SCD	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	PI-1209	INDICADOR DE PRESIÓN	SCD	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	PIT-1201	TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN	TQ-CI-01 A	4 A 20 mA CD, HART	
1	PIT-1202	TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN	TQ-CI-01 B	4 A 20 mA CD, HART	
1	PIT-1205	TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN	DESCARGA DE LA BOMBA PO-TA-01A/B	4 A 20 mA CD, HART	
1	PIT-1209	TRANSMISOR INDICADOR DE PRESIÓN	DESCARGA DE LA BOMBA PO-TA-02A/B	4 A 20 mA CD, HART	
1	LV-1207	VÁLVULA CONTROLADORA DE NIVEL, INCLUYE INTERRUPTORES, POSICIÓN ABIERTA Y POSICIÓN CERRADA, ACTIVADOR NEUMATICO	TQ-CI-01 A	NO APLICA	
1	LV-1214	VÁLVULA CONTROLADORA DE NIVEL, INCLUYE INTERRUPTORES, POSICIÓN ABIERTA Y POSICIÓN CERRADA, ACTIVADOR NEUMATICO	TQ-CI-01 B	NO APLICA	
1	SV-1207	VÁLVULA SELENOIDE	TQ-CI-01 A	0 A 20 psig	
1	SV-1214	VÁLVULA SELENOIDE	TQ-CI-01 B	0 A 20 psig	
1	FQI-1201	TOTALIZADOR INDICADOR DE FLUJO	EN SITIO	ACOPLADO Y CONFIGURADO	
1	FQIT-1201	MEDIDOR DE FLUJO MAGNÉTICO	4"-1201-AM-HB	4 A 20 mA CD, HART	

7.3.3 Motores

REVISION	DESCRIPCIÓN	FECHA	POR	REV.	APROV.
0	Aprobado para diseño	Oct-16	EJM	SBG	JAOR
LISTA DE MOTORES					
MOTOR	EQUIPO	POTENCIA	DESCRIPCIÓN	USO (CONTINUO, INTERMITENTE)	
MOTORES SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA					
Eléctrico	PO-PO-01	14.91 Kw / 20 HP	Motor eléctrico de la bomba de pozo PO-PO-01	Intermitente	
Eléctrico	PO-TA-01 A	0.75 Kw / 1 HP	Motor eléctrico de la bomba de suministro a servicios y tratamiento de suavización	Continuo	
Eléctrico	PO-TA-01 B	0.75 Kw / 1 HP	Motor eléctrico de la bomba de suministro a servicios y tratamiento de suavización	Continuo (relevo)	
Eléctrico	PO-TA-02 A	0.75 Kw / 1 HP	Motor eléctrico de bomba de agua suavizada	Intermitente	
Eléctrico	PO-TA-02 B	0.75 Kw / 1 HP	Motor eléctrico de bomba de agua suavizada	Intermitente (relevo)	
Eléctrico	PO-TA-03 A	Nota 1	Motor eléctrico de la bomba de agua potable	Continuo	
Eléctrico	PO-TA-03 B	Nota 1	Motor eléctrico de la bomba de agua potable	Continuo (relevo)	

Nota 1. En la etapa de ingeniería de detalle se deberá desarrollar y complementar la información faltante

7.3.4 Líneas

REVISIÓN		DESCRIPCIÓN						FECHA	POR	REV.	APROV.			
0		Aprobado para diseño						Oct-16	EJM	SBG	JAOR			
LISTA DE LÍNEAS														
DIÁMETRO (in)	NÚMERO	CÓDIGO	SERVICIO	ESPECIFICACIÓN	FLUIDO	AISLAMIENTO	DE	A	TEMP(°C)		PRESIÓN			
									DIS.	OP.	DIS. kPa	DIS. Kg/cm ² a	OP. Kpa	OP. Kg/cm ² a
SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA														
4	1201	AM	AGUA CRUDA DE POZO	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	POZO	BIFURCACIÓN DE ALIMENTACIONES DE TANQUES DE ALMACENAM	42.6	32.6	431.37	4.40	392.16	4.00
4	1201	AM	AGUA CRUDA DE POZO	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	POZO	BIFURCACIÓN DE ALIMENTACIONES DE TANQUES DE ALMACENAM	42.6	32.6	431.37	4.40	392.16	4.00
4	1202	AM	AGUA CRUDA DE POZO	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	BIFURCACIÓN DE ALIMENTACIONES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO TQ- CI 01 A/B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TQ- CI-01 A	42.6	32.6	431.37	4.40	294.12	3.00
3	1203	AM	AGUA CRUDA DE POZO	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TQ- CI-01 A	DRENAJE PLUVIAL	42.6	32.6	186.01	1.90	169.1	1.72
4	1204	AM	AGUA CRUDA DE POZO	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	BIFURCACIÓN DE ALIMENTACIONES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO TQ- TC 01 A/B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TQ- CI-01 B	42.6	32.6	431.37	4.40	294.12	3.00
2	1205	AE	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TQ- CI-01 A	2"-1211-EA-HB	42.6	32.6	170.65	1.74	158.5	1.62
8	1206	KC	AGUA C.I.	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TQ- CI-01 A	BOMBA CONTRA INCENDIO	42.6	32.6	170.65	1.74	158.5	1.62
8	1207	KC	AGUA C.I.	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TQ- CI-01 B	BOMBA CONTRA INCENDIO	42.6	32.6	170.65	1.74	158.5	1.62
8	1208	KC	AGUA C.I.	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	COLECTOR DE LAS LÍNEAS 8"-1206-KC-HB Y 8"-1207-KC-HB	BOMBA CONTRA INCENDIO	42.6	32.6	170.65	1.74	158.5	1.62
3	1209	AM	AGUA CRUDA DE POZO	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TQ- TC-01 B	DRENAJE PLUVIAL	42.6	32.6	170.65	1.74	169.1	1.72
2	1210	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TQ- CI-01 B	2"-1211-EA-A106	42.6	32.6	170.65	1.74	158.5	1.62
2	1211	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TQ- CI-01 A Y B	PO-TA-01 A/B	42.6	32.6	170.65	1.74	158.5	1.62
2	1212	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	PO-TA-01 A/B	LÍNEA DE DISPAROS 2"-1212-EA-A106	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
1	1213	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	LÍNEA DE DISPAROS	ÁREA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
1	1214	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	LÍNEA DE DISPAROS	CASETA DE ALMACENAMIENTO DE DIÉSEL	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
1	1215	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	LÍNEA DE DISPAROS	CASETA DE LAVADO DE FILTROS	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90

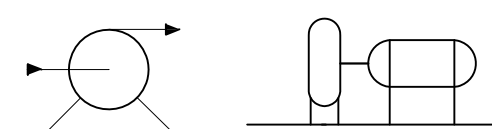
Notas: Ac-Acero al carbon, Ai-Acero inoxidable

LISTA DE LÍNEAS														
DÍAMETRO (in)	NÚMERO	CÓDIGO	SERVICIO	ESPECIFICACIÓN	FLUIDO	AISLAMIENTO	DE	A	TEMP(°C)		PRESIÓN			
									DIS.	OP.	DIS. kPa	DIS. Kg/cm ² a	OP. Kpa	OP. Kg/cm ² a
SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA														
1	1216	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	LÍNEA DE DISPAROS	CASETA DE TRATAMIENTOS DE LODO	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
1	1217	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	LÍNEA DE DISPAROS	CASETA DE TRATAMIENTO DE AGUA Y EFLUENTES INDUSTRIALES	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
1	1218	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	LÍNEA DE DISPAROS	CASETA DE ACONDICIONAMIENTO DE COMBUSTIBLE	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
1	1219	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	LÍNEA DE DISPAROS	CASETA DE MÁQUINAS	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
1	1220	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	LÍNEA DE DISPAROS	SEPARADOR COALESCENTE INDUSTRIAL	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
1	1221	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	LÍNEA DE DISPAROS	EVAPORADOR-CRISTALIZADOR	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
2	1222	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	PO-TA-01 A/B	TA-TA-01	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
2	1223	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	TA-TA-01	TQ-TA-01	42.6	32.6	450.98	4.60	244.55	2.49
2 1/2	1225	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	TQ-TA-01	PO-TA-02 A/B	42.6	32.6	230	2.35	115	1.17
2	1226	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	PO-TA-02 A/B	Cabezal de distribución	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
2	1227	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	Requerimientos	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
1 1/2	1228	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	CALDERA AUXILIAR	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
1 1/2	1229	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	TANQUE DESGASIFICADOR DT-GV-01 DOMOS DE CALDERAS DO-GV-01 DO-GV-02	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
1 1/2	1230	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	LAVADO DE TANQUE DE PURGA	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
2	1231	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	AEROENFRIADORES AR-SR-01 AR-SR-02	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
3/4	1232	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	CENTRIFUGA COMBUSTIBLE UC-CD-01	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
3/4	1233	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	CENTRIFUGA ACEITE UC-LO-01 A/B Y UC-LO-02 A/B	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
3/4	1234	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	CENTRIFUGA DIÉSEL UC-DO-01	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
3/4	1235	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	CENTRIFUGA DE LODOS UC-LD-01 A/B	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
3/4	1236	AN	AGUA SUAVIZADA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA	NO	Cabezal de distribución	DOSIFICACIÓN QUÍMICA	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
3/4	1237	EA	AGUA DE SERVICIOS	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	Cabezal de distribución	TANQUE DE AGUA POTABLE TQ-TA-02	42.6	32.6	450.98	4.60	382.35	3.90
3/4	1238	APO	AGUA POTABLE	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	TQ-TA-02	PO-TA-03 A/B	42.6	32.6	174.35	1.78	158.5	1.62
1/2	1239	APO	AGUA POTABLE	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	PO-TA-03 A/B	Cabezal de distribución	42.6	32.6	690.39	7.04	627.63	6.40
1/2	1240	APO	AGUA POTABLE	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	Cabezal de distribución	SANITARIOS	42.6	32.6	690.39	7.04	627.63	6.40
1/2	1241	APO	AGUA POTABLE	Ac ASTM A106B	AGUA	NO	Cabezal de distribución	COCINA	42.6	32.6	690.39	7.04	627.63	6.40
3/4	1244	AQ	DOSIFICACIÓN QUÍMICA	Ai ASTM 312 TP304	AGUA-QUÍMICOS	NO	EQUIPO DE DOSIFICACIÓN QUÍMICA	EQUIPO DE DOSIFICACIÓN QUÍMICA A DESGASIFICADOR DT-GV-01 Y CALDERAS DO-GV-01 DO-GV-02	42.6	32.6	425.49	4.34	301.0	3.07
2	1245	AQ	AGUA CRUDA DE POZO	ACERO AL CARBÓN ASTM A106B	AGUA	NO	TQ-CI 01 A	TQ-CI 01 B	42.6	32.6	111.32	1.14	101.2	1.03

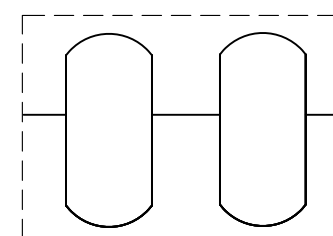
Notas: Ac-Acero al carbon, Ai-Acero inoxidable

8 DIAGRAMA DE SIMBOLOGÍA

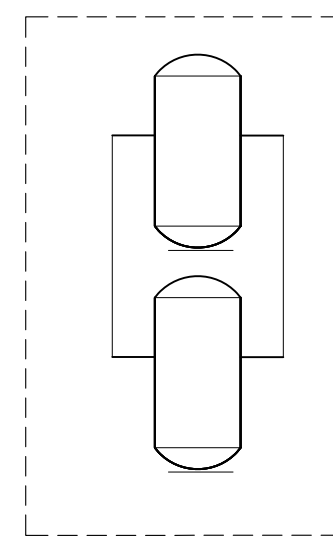
SIMBOLOGÍA DE EQUIPOS



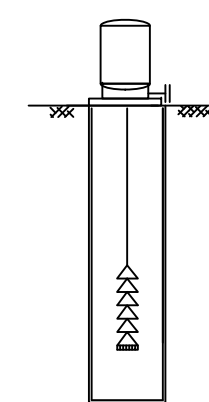
BOMBAS CENTRIFUGAS



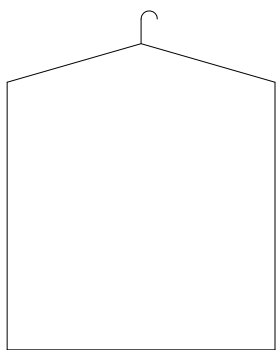
PLANTA DE SUAVIZACIÓN



FILTRO DE ARENA



BOMBA DE POZO

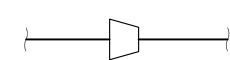


TANQUE ATMOSFÉRICO

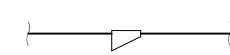


EQUIPO O DISPOSITIVO PAQUETE

ACCESORIOS



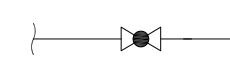
REDUCCIÓN CONCENTRICA



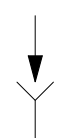
REDUCCIÓN EXCÉNTRICA



VÁLVULA DE COMPUERTA NORMALMENTE CERRADA

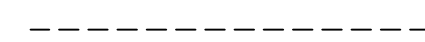


VÁLVULA DE GLOBO

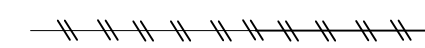


DRENAJE

LÍNEAS DE SEÑAL



SEÑAL ELÉCTRICA

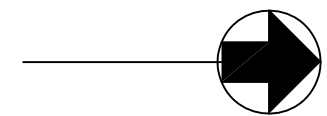


SEÑAL NEUMÁTICA

CONECTORES DE DTI'S



A FOSA CAPTADORA DE ACEITE PROCEDENCIA O CONTINUACIÓN DE DIAGRAMA



ENTRADA O SALIDA DE LIMITES DE BATERIA

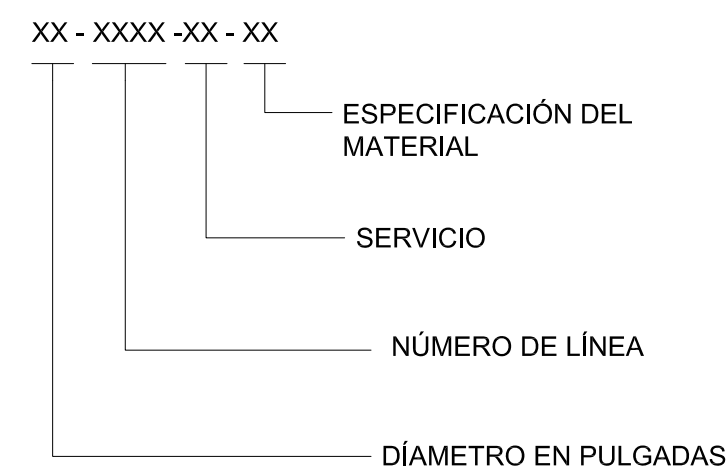
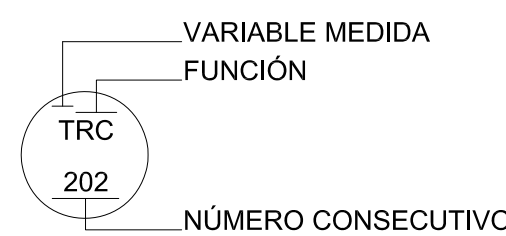
CÓDIGOS DE SERVICIO

AN	AGUA SUAVIZADA
EA	AGUA DE SERVICIOS
AM	AGUA CRUDA
KC	AGUA CONTRA INCENDIO
APO	AGUA POTABLE
HB	ACERO AL CARBÓN CLASE 150
HC	ACERO INOXIDABLE CLASE 150

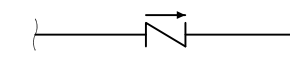
ABREVIATURAS

A.S.	AGUA DE SERVICIOS
D.P.	DRENAJE PLUVIAL
S.A.I.	SUMINISTRO DE AIRE DE INSTRUMENTOS

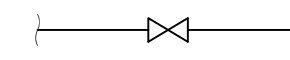
IDENTIFICACIÓN



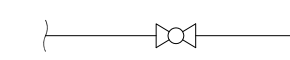
SIMBOLOGÍA DE VÁLVULAS E INSTRUMENTOS



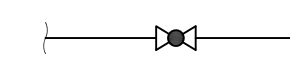
VÁLVULA DE RETENCIÓN (CHECK)



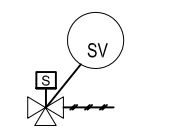
VÁLVULA DE COMPUERTA



VÁLVULA DE BOLA



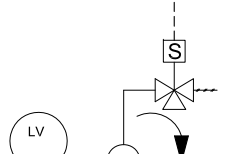
VÁLVULA DE GLOBO



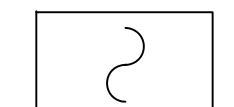
VÁLVULAS SOLENOIDE



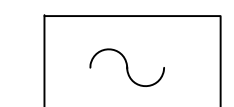
MEDIDOR DE FLUJO TIPO MAGNÉTICO



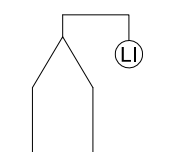
VÁLVULA DE CONTROL DE NIVEL ON-OFF SIN POSICIONADOR



TRANSMISOR DE NIVEL TIPO RADAR



TRANSMISOR DE NIVEL TIPO ULTRASONICO



INDICADOR DE NIVEL TIPO REGLETA

LETRAS PARA IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS

PRIMERA LETRA		LETRAS SUBSECUENTES			
	VARIABLE MEDIDA ó PRINCIPAL	VARIABLE MODIFICADA	ANUNCIADOR ó FUNCIÓN PASIVA	FUNCIÓN DE SALIDA	VARIABLE MODIFICADA
A	ANÁLISIS		ALARMA		
B	QUEMADOR, FLAMA, COMBUSTIÓN		SELECCIONADA POR EL USUARIO	SELECCIONADA POR EL USUARIO	SELECCIONADA POR EL USUARIO
C	SELECCIONADA POR EL USUARIO (NORMALMENTE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA)			CONTROL	CERRADO
D	DENSIDAD, GRAVEDAD ESPECIFICA	DIFERENCIAL			DESVIACIÓN
E	VOLTAJE		ELEMENTO PRIMARIO		
F	FLUJO	RELACIÓN (FRACCIÓN)			
G	SELECCIONADA POR EL USUARIO (DIMENSIONAL)		VIDRIO, MIRILLA		
H	MANUAL				ALTO
I	CORRIENTE ELECTRICA		INDICADOR		
J	POTENCIA				
K	TIEMPO PROGRAMADO	VEL. DE CAMBIO		ESTACIÓN DE CONTROL	
L	NIVEL		LUZ		BAJO
M	SELECCIONADA POR EL USUARIO (NORMALMENTE HUMEDAD)				MEDIO, INTERMEDIO
N	SELECCIONADA POR EL USUARIO		SELECCIONADA POR EL USUARIO	SELECCIONADA POR EL USUARIO	SELECCIONADA POR EL USUARIO
O	SELECCIONADA POR EL USUARIO		ORIFICIO, RESTRICCIÓN		ABRE
P	PRESIÓN, VACIO		PUNTO DE CONEXIÓN ó PRUEBA		
Q	CARGA TERMICA	INTEGRADOR, TOTALIZADOR			
R	RADIACIÓN		REGISTRO		ARRANQUE
S	VELOCIDAD, FRECUENCIA	SEGURIDAD		INTERRUPTOR	PARO
T	TEMPERATURA			TRANSMISOR	
U	MULTIVARIABLE		MULTIFUNCIÓN	MULTIFUNCIÓN	
V	VIBRACIÓN ANÁLISIS MECANICO			VALVULA COMPUERTA	
W	PESO, FUERZA		POZO		
X	NO CLASIFICADA	EJE X	NO CLASIFICADA	NO CLASIFICADA	NO CLASIFICADA
Y	EVENTO, ESTADO ó PRESENCIA	EJE Y		RELEVADOR, COMPUTAR CONVERTIDOR	
Z	POSICIÓN, DIMENSIÓN	EJE Z		MOTOR ACTUADOR, ELEMENTO FINAL DE CONTROL	

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE EDICIÓN Y/O DE MODIFICACIONES	REALIZADO	REVISÓ	APROBADO		
0	23/10/17	APROBADO PARA DISEÑO	E.M	SBG	JADR		
PARA APROBACIÓN Y/O COMENTARIOS		PROYECTO:	CENTRAL DE COMBUSTION INTERNA				
José Antonio Ortiz Ramirez		TÍTULO DEL PLANO:	SIMBOLOGIA DE DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACIÓN				
ESCALA PLANO	TAMAÑO ORIGINAL	PROYECCIÓN	CÓDIGO PLANO	ESP.	COD.	HOJA	REVISIÓN
S/E	ARCH_D	⊕		D.P.	A.C.	1_DE_1	0

9 PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL

10 BIBLIOGRAFÍA

- Anaya Durand, A., Barragán Acevedo, R., & Vergara Verga, A. (2013). *Manual de temas selectos de Ingeniería de Proyectos*. Distrito Federal: UNAM.
- CFE Comisión Federal de Electricidad. (2015). *Informe anual 2015*.
- Comisión Federal de Electricidad. (10 de Noviembre de 2014). *CFE Comisión Federal de Electricidad*. Recuperado el 25 de Agosto de 2016, de CFE Comisión Federal de Electricidad:
http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/CFE_y_la_electricidad_en_Mexico/Paginas/CFEylaelectricidadMexico.aspx
- Construction Industry Institute. (1997). *Alignment During Pre-Project Planning*. United States of America.
- FLUOR. (s.f.). Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de FLUOR-Global Engineering and Construction Company: www.fluor.com
- Petróleos Mexicanos. (2013). *Sistema Institucional de Desarrollo de Proyectos*.
- Project Management Institute. (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Newtown Square : Project Management Institute Inc.
- Ramírez Vázquez, D., & Beltrán Vidal, D. (1995). *Centrales eléctricas: Enciclopedia CEAC de electricidad*. Barcelona, España: Ceac.
- Ramos Gutiérrez, L., & Montenegro Frago, M. (4 de Octubre de 2011). *La generación de energía eléctrica. Las ciencias del agua*. México: Universidad Panamericana.
- Servicio Meteorológico Nacional. (s.f.). Recuperado el 10 de Octubre de 2016, de Servicio Meteorológico Nacional: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=bcs>
- Toro Vergara, W. (Agosto de 2005). *Electro Industria*. Recuperado el 04 de Septiembre de 2016, de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=307>
- UNESA Asociación Española de la Industria Eléctrica. (s.f.). *UNESA*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2016, de <http://www.unesa.es/sector-electrico/funcionamiento-de-las-centrales-electricas>