

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO PARA
TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ETIL ESTER EN LA
PLANTA DE PRODUCCION DE ACEITE OMEGA 3 EN
CATACAOS-PIURA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

EDDY MANUEL GUERREROS VILCHEZ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Eddy Manuel Guerrero Vilchez".

**Callao, 2021
PERÚ**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Gustavo Ordóñez Cárdenas".

MSC. Ing. Gustavo Ordóñez Cárdenas
Reg. CIP 30887
ASESOR.

(Resolución N°156-2021-D-FIME)

**ACTA N° 067 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL DEL III CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO No. 115 ACTA N° 067 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE
SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

A los 13 días del mes noviembre, del año 2021, siendo las 09:36 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn>, el **JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de **Ingeniero en Energía** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY	: Presidente
Mg. JUAN CARLOS HUAMÁN ALFARO	: Secretario
Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA	: Miembro
Mg. RENZO IVAN VILA ARCE	: Suplente

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **GUERREROS VILCHEZ, EDDY MANUEL**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar al Título Profesional de Ingeniero en **ENERGÍA**, sustenta el informe titulado "**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ETIL ESTER EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ACEITE OMEGA 3 EN CATACAOS - PIURA**", cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario".

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (QUINCE)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018

Se dio por cerrada la Sesión a las 10:01 horas del día 13 del mes de noviembre y año en curso.

Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
PRESIDENTE

Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO
SECRETARIO

Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA
MIEMBRO

Mg. RENZO IVAN VILA ARCE
SUPLENTE

Msc. GUSTAVO ORDOÑEZ CARDENAS
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
III Ciclo Taller de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional 2021

Jurado de Exposición

I N F O R M E

Visto el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO PARA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ETIL ESTER EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ACEITE OMEGA 3 EN CATACAOS - PIURA”**, presentado por el señor Bachiller en Ingeniería en Energía **GUERREROS VILCHEZ, EDDY MANUEL**

A QUIEN CORRESPONDA:

El Presidente del Jurado del señor bachiller en Ingeniería en Energía **GUERREROS VILCHEZ, EDDY MANUEL**, manifiesta que la Exposición de su Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, se realizó en forma virtual, mediante la sala [://meet.google.com/ktd-ynee-ofn](https://meet.google.com/ktd-ynee-ofn) el día sábado 13 de Noviembre del 2021 a las 09.36 horas, no encontrándose observación alguna, ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

En tal sentido, en mi calidad de Presidente de Jurado, emito el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 13 de Noviembre del 2021



Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY
Presidente de Jurado de Exposición

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALENTAMIENTO PARA
TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ETIL ESTER EN LA
PLANTA DE PRODUCCION DE ACEITE OMEGA 3 EN
CATACAOS - PIURA”**

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo incondicional para alcanzar mis metas, por sus consejos para ser mejor persona cada día. Gracias a mi pareja por su ayuda y comprensión; eres mi inspiración y motivación.

A mis amigos por compartir sus conocimientos y experiencias para así poder ser un mejor profesional.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la UNAC, por los conocimientos brindados durante todo el proceso de formación. Y a mi asesor por su ayuda para poder culminar este informe.

Al gerente de la empresa Electro Nor Perú S.A.C. por compartir sus conocimientos y experiencias.

INTRODUCCIÓN

DSM Marine Lipids Perú, empresa que se dedica al rubro alimentario tiene una Planta de Producción de aceite omega 3 y está ubicada en la calle Av. Principal La Legua, Distrito de Catacaos, Departamento de Piura, Perú.

La planta procesa Etil Ester a partir del aceite omega 3 extraído del pescado, por lo cual cuenta con 3 tanques de almacenamiento (TK-230, TK-240 y TK-250), los cuales presentaban sedimentos debido a que la temperatura ambiental esta entre los 16 °C a 33 °C. Y el Etil Ester se solidifica a temperaturas menores a 30 °C y se quema a temperaturas superiores a los 50 °C, por lo cual se requería un diseño de un sistema de calentamiento para mejorar el proceso de almacenamiento del Etil Ester.

El presente trabajo se realiza el diseño del sistema de calentamiento para los tanques de almacenamiento (TK-230, TK-240 Y TK-250) de Etil Ester y se describe los requerimientos técnicos y operativos de dicho sistema, contemplando los siguientes capítulos:

En el capítulo uno podemos encontrar el contexto de la realidad problemática del proyecto, así como también los objetivos planteados. Adicionalmente se hace referencia a la organización de la empresa encargada del diseño del sistema de calentamiento para los tanques de almacenamiento de Etil Ester, indicando sus antecedentes históricos, filosofía empresarial y estructura organizacional.

En el capítulo dos se desarrolla el marco teórico en donde se definen los principios de transferencia de calor, balance de energía, serpentines de calentamiento, aislamiento térmico entre otros. Asimismo, se describen las etapas del proyecto.

En el capítulo tres encontramos los aportes realizados por mi persona mediante el diseño del sistema de calentamiento para los tanques. Además, se puede

encontrar la planificación, ejecución y control de las etapas del diseño, la evaluación técnico-económico y el análisis de resultados.

En el capítulo cuatro, se encuentran la discusión y conclusiones a las que se ha llegado después de desarrollar el proyecto.

Finalmente, en el capítulo cinco se redacta las recomendaciones y en el capítulo seis las referencias bibliográficas y anexos de la investigación.

ÍNDICE

I. ASPECTOS GENERALES	6
1.1 Objetivos	7
1.1.1 Objetivo General	7
1.1.2 Objetivos específicos	7
1.2 Organización de la Empresa o Institución.	8
1.2.1 Antecedentes históricos	8
1.2.2 Filosofía empresarial	12
1.2.3 Estructura organizacional	15
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	17
2.1 Marco Teórico	17
2.1.1 Bases teóricas.....	17
2.1.1.1 Conceptos básicos	17
2.1.2 Aspectos normativos	50
2.1.3 Simbología técnica	53
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas	54
2.2.1 Etapas de las actividades	54
2.2.2 Diagrama de flujo	55
2.2.3 Cronograma de actividades	56
III. APORTES REALIZADOS.....	57
3.1 Planificación, ejecución y control de etapas	57
3.2 Evaluación técnica – económica.....	83
3.3 Análisis de resultados	87
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	88
4.1 Discusión	88
4.2 Conclusiones	88
V. RECOMENDACIONES	89
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	90
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Conductividades Térmicas de algunos Metales, Solidos no Metálicos, Líquidos y Gases.....	21
Tabla N°2 Orden de Magnitud de Coeficientes de Transferencia de calor por Convección hc	25
Tabla N°3 Espesor mínimo en chapa lisa para el aluminio	44
Tabla N°4 Espesor mínimo en chapa lisa para aceros aluminizados.....	45
Tabla N°5 Espesor mínimo en chapa lisa para aceros inoxidable.....	45
Tabla N°6 Simbología utilizada	53
Tabla N°7 Cronograma de Actividades	56
Tabla N°8 Condiciones Ambientales del Lugar	58
Tabla N°9 Características del tanque TK-230.....	59
Tabla N°10 Características del tanque TK-240.....	59
Tabla N°11 Características del tanque TK-250.....	60
Tabla N°12 Nomenclatura.....	62
Tabla N°13 Condiciones Iniciales y de Operación para el Etil Ester	63
Tabla N°14 Balance de Energía para los Tanques de Almacenamiento.....	65
Tabla N°15 MLDT para el tanque (TK – 230).....	66
Tabla N°16 MLDT para el tanque (TK – 240).....	66
Tabla N°17 MLDT para el tanque (TK – 250).....	67
Tabla N°18 Coeficiente Global de Transferencia de Calor Promedio	67
Tabla N°19 Área de Transferencia para el tanque (TK-230).....	68
Tabla N°20 Área de Transferencia para el tanque (TK-240).....	68
Tabla N°21 Área de Transferencia para el tanque (TK-250).....	68
Tabla N°22 Dimensiones para el Serpentín del tanque (TK-230)	69
Tabla N°23 Dimensiones para el Serpentín del tanque (TK-240)	69
Tabla N°24 Dimensiones para el Serpentín del tanque (TK-250)	70
Tabla N°25 Cálculo del aislamiento térmico para la Tubería.....	70

Tabla N°26 Resumen del cálculo térmico para los tanques	71
Tabla N°27 Consideraciones para el Cálculo Hidráulico	72
Tabla N°28 Documentación del Proyecto	81
Tabla N°29 Planos del Proyecto	82
Tabla N°30 Costo de Ingeniería	83
Tabla N°31 Costo de Materiales, Pruebas e Inspección	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 Logotipo de la empresa Electro Nor Perú S.A.C	9
Figura N°2 Instalación de llenado balones de GLP - Planta Envasadora Solgas (Pucallpa).....	9
Figura N°3 Proyecto de Mantenimiento de los Transformadores de la Mina Cerro Verde.....	10
Figura N°4 Logo de la Empresa Termodinámica S.A.	10
Figura N°5 Logo de Empresa Ingevap S.A.C.	11
Figura N°6 Logo de la empresa Energía y Combustión S.A.C.	11
Figura N°7 Organigrama de Electro Nor Perú S.A.C.....	15
Figura N°8 Conducción de calor a través de una pared plana	18
Figura N°9 Conducción de calor a través de una pared compuesta.....	19
Figura N°10 Variación de la Conductividad Térmica con la Temperatura de fluidos comunes: a) Gases y b) Líquidos	21
Figura N°11 Variación de la Conductividad Térmica con temperatura para Elementos y Aleaciones Metálicas comunes.....	22
Figura N°12 Perfil de Velocidad y Temperatura para Transferencia de Calor por Convección de una placa calentada con flujo sobre su superficie.....	23
Figura N°13 Distribución de Velocidad y Temperatura para Convección Natural sobre una placa plana, calentada e inclinada a un ángulo β con respecto a la horizontal	24
Figura N°14 Intervalos de Conductividad Térmica Efectiva para aislantes Fibrosos y Celulares Comunes. A la derecha de los aislantes se encuentra las Temperaturas de uso Máximo Aproximadas.....	30
Figura N°15 Conductividad Térmica Efectiva contra Temperatura de algunos aislantes de alta temperatura. La temperatura útil máxima se indica entre paréntesis	31
Figura N°16 Flujo Paralelo en un Intercambiador de Calor de Tubo doble	33
Figura N°17 Flujo a Contracorriente en un Intercambiador de Calor de Tubo doble....	34
Figura N°18 Distribución de Temperatura en un Condensador de un Paso.....	35

Figura N°19 Distribución de Temperatura en un Intercambiador de Calor de Flujo Paralelo de un Paso.....	35
Figura N°20 Serpentes Helicoidales en SS304.....	40
Figura N°21 Serpente de Espiral con Anillo de Recirculaci3n	40
Figura N°22 Serpente Horquilla	41
Figura N°23 Serpente de Horquilla con Anillo Envolvente.....	41
Figura N°24 Etapas del Proyecto.....	55
Figura N°25 Esquema de Distribuci3n del Sistema de calentamiento de Etil Ester	72

I. ASPECTOS GENERALES

Contexto de la realidad problemática.

El consumo de ácidos grasos aceite omega 3 ha aumentado debido a que previene enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas, por lo que ha motivado la producción y desarrollo de procesos que permitan obtener altas concentraciones de ácidos grasos omega 3 (etil ester).

El Etil Ester es una sustancia muy sensible a los cambios bruscos de temperatura y además se debe procesar a una temperatura que oscile entre los 30 °C a 50 °C para no deteriorar el producto.

El presente trabajo tiene como requerimiento diseñar un sistema de calentamiento para los tanques de almacenamiento de etil ester (TK-230, TK-240 y TK-250) a solicitud de nuestro cliente para su posterior implementación en la planta de producción de aceite omega 3 “DSM Marine Lipids Perú”.

En base a lo solicitado la empresa Electro Nor Perú S.A.C. se encargó del diseño del sistema de calentamiento para los tanques de almacenamiento de Etil Ester; excluyendo el cálculo y dimensionamiento de la Unidad de Calentamiento de agua, ya que dicho proyecto fue dado a otra empresa.

Por lo que el planteamiento a la problemática antes descrita fue de la siguiente manera:

¿Cómo realizar el diseño de un sistema de calentamiento para los tanques de almacenamiento Etil Ester en la planta de producción de aceite omega 3 en Catacaos – Piura?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Diseñar un sistema de calentamiento para mantener el Etil Ester a una temperatura que oscile entre 30 °C a 50 °C dentro de los 3 tanques de almacenamiento en la planta de producción de aceite omega 3 en Catacaos – Piura.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el tipo de sistema de calentamiento para los 03 tanques de almacenamiento de etil ester.
- Definir los parámetros de diseño del sistema de calentamiento, con el propósito de mantener el etil ester a una temperatura que oscile entre 30 °C a 50 °C para no deteriorar el producto.
- Realizar el cálculo térmico para la selección de los componentes térmicos del sistema de calentamiento garantizando la plena operatividad del sistema.
- Realizar el cálculo hidráulico para la selección de los componentes mecánicos del sistema de calentamiento con el cumplimiento de la normativa vigente.

1.2 Organización de la Empresa o Institución.

1.2.1 Antecedentes históricos

La empresa Electro Nor Perú S.A.C. es una empresa peruana que inicio sus actividades el 18/07/2016. Se especializa en brindar servicios de ingeniería y consultoría en la industria en general. Su principal cliente es Petroperú S.A.

En sus inicios los primeros trabajos fueron orientados a la industria Petrolera, realizando trabajos de consultorías sobre estudios de riesgo, sistemas contra incendios, montaje de equipos electromecánicos, posteriormente se expandió a otras industrias como el rubro alimentario y minería.

El equipo de Electro Nor Perú S.A.C. trabaja encaminados a satisfacer las necesidades y requerimientos de nuestros clientes.

El trabajo en equipo es de suma importancia y el conocimiento personal orientado hacia el logro de objetivos personales y de la empresa. La mejora continua nos permite brindar un servicio de calidad a nuestros clientes y como expresión de respeto por nuestro trabajo.

A continuación, se menciona los datos generales de la empresa:

- Razón Social: Electro Nor Perú S.A.C.
- RUC: 20601371387
- Oficina Principal: Calle Cuzco Nro. 423 Int. 202 Res. Magdalena del Mar.
- Email: mtavara@electronorperu.com

Figura N°1 Logotipo de la empresa Electro Nor Perú S.A.C.



Fuente: Electro Nor Perú S.A.C.

En general, brindamos un servicio de ingeniería básica, ingeniería de detalle, estudios de factibilidad en temas de combustión y transferencia de calor, entregándoles soluciones prácticas económicas y viables a cada problema o necesidad de nuestros clientes.

Figura N°2 Instalación de llenado balones de GLP - Planta Envasadora Solgas (Pucallpa)



Fuente: Electro Nor Perú S.A.C.

Figura N°3 Proyecto de Mantenimiento de los Transformadores de la Mina Cerro Verde



Fuente: Empresa Electro Nor Perú S.A.C.

Las empresas que están en el mismo rubro en el mercado y que compiten con Electro Nor Perú S.A.C. son:

TERMODINAMICA S.A., empresa peruana con más de 53 años de experiencia, líderes en diseño, fabricación y ejecución de proyecto de ingeniería. Su alcance de trabajo de Ingeniería abarca los Sistemas de Vapor, Gas Natural, Petróleo, Aire Comprimido, Agua Industrial, Agua Contra incendio y amoniaco.

Figura N°4 Logo de la Empresa Termodinámica S.A.



Fuente: Empresa Termodinámica S.A.

INGEVAP S.A.C., empresa de metalmecánica que inicio sus actividades desde el año 2003 desarrollando servicios en la fabricación de calderas, equipos térmicos a servicio y desarrollo de la industria, de funcionamiento totalmente automático, configuración horizontal, espalda seca o húmeda (Wet back) y de tres pases de gases de combustión.

Figura N°5 Logo de Empresa Ingevap S.A.C.



Fuente: Empresa Ingevap S.A.C.

ENERGIA Y COMBUSTION S.AC, es una empresa fundada en 2013, realizan el diseño, fabricación e instalación de calderas, calentadores de agua, calentadores de aceite térmico, quemadores y accesorios de sala de calderas. Además, realizan ensayos no destructivos y evaluaciones técnicas a calderas, hornos, cámaras de combustión y equipos afines, con servicios de Metalografía, Rayos X, Medición de espesores, Partículas magnéticas y Tintes Penetrantes.

Figura N°6 Logo de la empresa Energía y Combustión S.A.C.



Fuente: Empresa Energía y Combustión S.A.C.

1.2.2 Filosofía empresarial

La empresa Electro Nor Perú S.A.C. tiene la siguiente filosofía empresarial:

Misión

Proveer al mercado nacional con productos y servicios de calidad cumpliendo con las especificaciones técnicas y tiempos requeridos por nuestros clientes buscando constantemente mejorar nuestros procesos, y alianzas estrategias como base para el crecimiento.

Visión

Ser una empresa líder y punto de referencia al momento de elegir para el desarrollo de estudios de consultoría e ingeniería, para la industria pública y privada en el mercado nacional.

Política de Calidad

Electro Nor Perú S.A.C., para asegurar la calidad en el servicio brindado, se compromete a:

- Cumplir con la aplicación rigurosa de los requisitos del Sistema Integrado de Gestión, así como mejorar continuamente su eficacia.
- Satisfacer a nuestros clientes, internos como externos, sus necesidades, expectativas y especificaciones establecidas siguiendo las normas y la legislación vigente para lograr así su confianza.
- Conseguir la mejora continua involucrando al personal, adaptando nueva tecnología, mejorando los procesos y previniendo fallos.
- Mantener un nivel de orden y limpieza adecuado para garantizar buenas condiciones de trabajo, mejorar la productividad y la calidad de los trabajos.

Política de seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente

Electro Nor Perú S.A.C. con respecto a la Seguridad Salud en el Trabajo y Medio Ambiente, establece los siguientes compromisos:

- Proteger la seguridad y salud de todos los miembros de la organización mediante la prevención de las lesiones, enfermedades e incidentes relacionados con el trabajo.
- Establecer medidas de control para minimizar el impacto sobre el entorno, respetando la biodiversidad y los recursos naturales.
- Proporcionar capacitación, información y comunicación a todos los colaboradores con el fin de sensibilizarlos y orientarlos a la adopción de una cultura de prevención de riesgos al medio ambiente.
- Prevenir los daños, el deterioro de la salud y del medio ambiente, reduciendo los riesgos en los puestos y mejorando las condiciones de trabajo.
- Mantener compatibilidad entre el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Ley 29783, Gestión Ambiental basado en el DS N°017-2015-PRODUCE y los sistemas de gestión de OHSAS 18001 e ISO 9001 que se vienen adoptando.

Política Anticorrupción

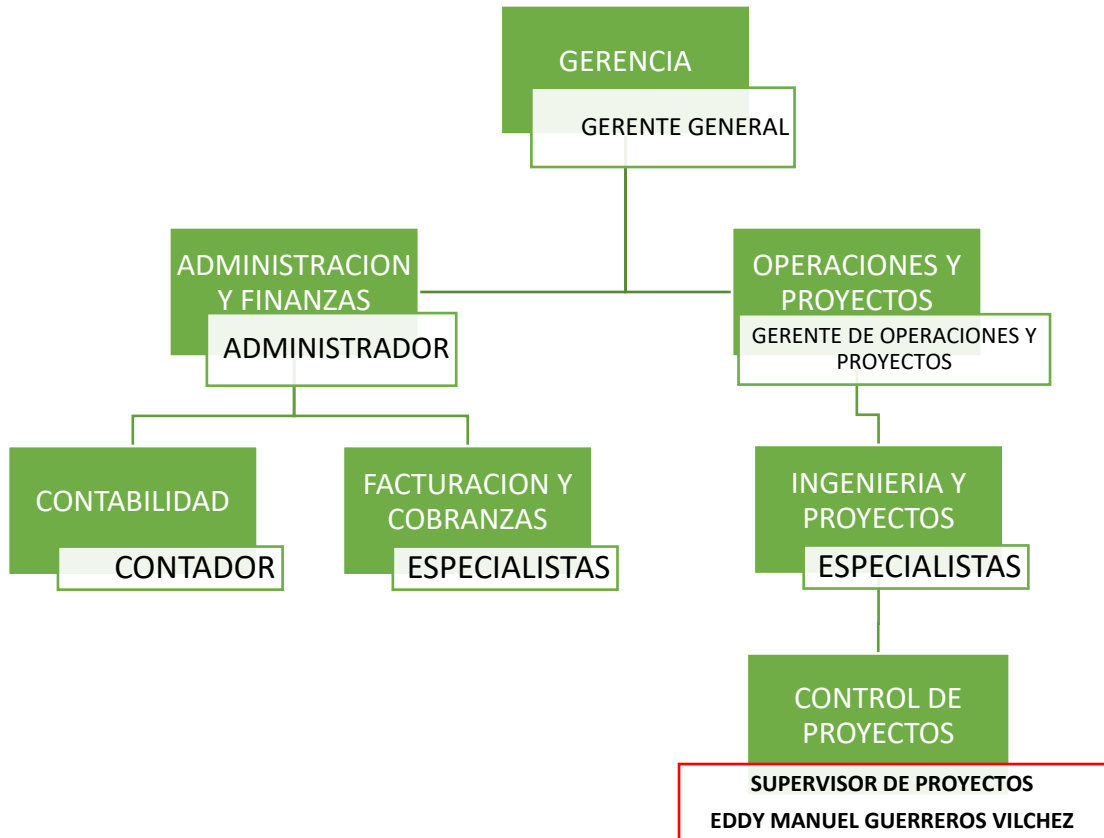
Electro Nor Perú S.A.C. tiene como objetivo establecer los lineamientos generales que deben seguir los empleados con el fin de detectar y prevenir, actos de corrupción. A continuación, se describen dichos lineamientos:

- La empresa establece que bajo ninguna circunstancia se deberá efectuar pago, regalo o promesa alguna a ningún funcionario o empleado de alguna entidad pública o privada, con el fin de que sus decisiones, acciones u omisiones beneficien a Electro Nor Perú S.A.C.
- Electro Nor Perú S.A.C. respaldará a todos sus empleados que se nieguen a realizar pagos impropios, aunque como resultado de ello se pierda una oportunidad de negocio.
- Si un empleador identifica una solicitud de soborno o de pago sospechoso proveniente de cualquier persona o entidad, o tiene una duda o preocupación en relación con las actividades que se contemplan o interpretan de la presente Política, tiene la responsabilidad individual de solicitar aclaraciones a Gerencia.
- La Gerencia General y empleados pueden proponer medidas correctivas y de remediación que permitan la mejora continua de la presente política.
- La Gerencia General es el encargado de supervisar la ejecución de lo establecido en la presente Política.

1.2.3 Estructura organizacional

A continuación, podemos apreciar la configuración institucional de la empresa Electro Nor Perú S.A.C., donde podemos apreciar que me desempeñe como Supervisor de Proyectos.

Figura N°7 Organigrama de Electro Nor Perú S.A.C



Fuente: Elaboración propia

- **Descripción de cargo y funciones**

Electro Nor Perú S.A.C se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Gerente General: Es el encargado de administrar la empresa además de coordinar con el Administrador y el Gerente de Operaciones y Proyectos el Plan de trabajo mensual para así poder velar por el cumplimiento de los objetivos y metas.

Administrador: Es el responsable de toda la parte financiera de la empresa a su cargo se encuentra el área contabilidad, facturación y cobranzas.

Gerente de Operaciones y Proyectos: Es el responsable de planificar, dirigir y asegurar el buen manejo de los recursos así mismo del desarrollo de los proyectos o de los clientes a cargo del área de Ingeniería conjuntamente con el área de Administración.

Descripción de funciones: El cargo que desempeñe en la empresa Electro Nor Perú S.A.C. fue de Supervisor de Proyectos.

- Recopilación de información en campo del proyecto asignado.
- Era responsable de desarrollar la documentación requerida, con las especificaciones técnicas de cada proyecto.
- La documentación principal a elaborar era memorias descriptivas, memorias de cálculo, diagramas de flujo, planos para diseño, dimensionamiento.

Principales clientes de la empresa:

- Ministerio de Economía y Finanzas.
- Petróleos del Perú – PETROPERU S.A.
- Osinergmin
- DIRADM/DIVLOG PNP Y DEPARM PNP
- DSM Marine Lipids Perú
- Entre otras empresas.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Bases teóricas

2.1.1.1 Conceptos básicos

- **Transferencia de Calor**

En la gran mayoría de los procesos químicos se intercambia calor y en las plantas industriales ahí diferentes procesos que intervienen fluidos, con fines de calentamiento y enfriamiento. Siempre que exista una diferencia de temperatura entre dos partes del sistema, ocurrirá una transmisión de calor en alguna de las tres formas diferentes, tal como conducción, convección y radiación. (Kreith, y otros, 2012)

Muchas de las aplicaciones de transferencia de calor en ingeniería intervienen los tres mecanismos de conducción, convección y radiación.

La ecuación más sencilla que representa la transmisión de calor se puede escribir así:

$$Q = UA\Delta T \quad (1)$$

Donde:

Q: Es el calor transmitido por unidad de tiempo.

A: Es el área disponible para el flujo de calor.

ΔT : Es la diferencia de temperatura.

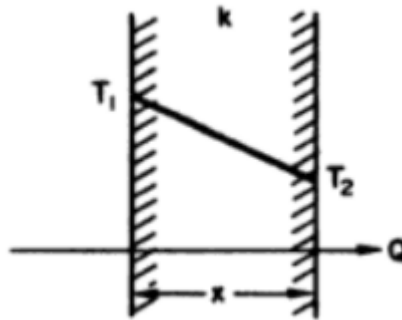
U: Es el coeficiente global de transmisión de calor (Wm^2/K en unidades de SI)

➤ **Transferencia de Calor por Conducción**

Siempre que exista un gradiente de temperatura en un medio sólido, el calor fluirá de la región de mayor temperatura a la de menor temperatura. La transmisión de calor por conducción puede deberse también al movimiento de electrones libres. Este proceso es particularmente importante en el caso de metales y es el responsable de la elevada conductividad calorífica de los mismos. (Kreith, y otros, 2012)

Para el caso de flujo de calor a través de una pared plana, de espesor x , tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura N°8 Conducción de calor a través de una pared plana



Fuente: Ingeniería química. (Flujo de Fluidos, transmisión de calor y transferencia de materia). Tomo I.

La velocidad de flujo de calor Q a través del área A viene dada por

$$Q = kA(T_1 - T_2) \quad (2)$$

Que para una pequeña distancia dx puede escribirse como:

$$Q = -kA \left(\frac{dT}{dx} \right) \quad (3)$$

Donde el signo negativo indica que el gradiente de temperatura es de sentido opuesto al del flujo de calor, y k es la conductividad calorífica del material de la pared.

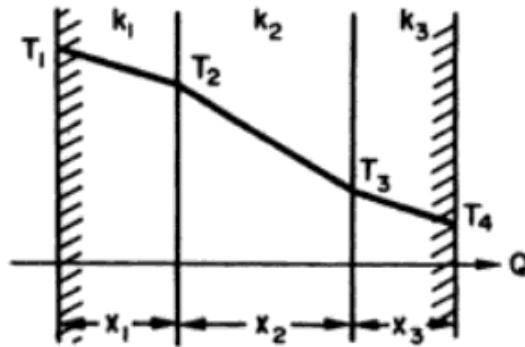
- **Resistencias Térmicas en serie**

Para el caso de transmisión de calor a través de una sección completa formada por medios diferentes.

En la siguiente figura se muestra una pared compuesta formada por tres materiales con conductividades caloríficas k_1, k_2 y k_3 , con los espesores que se indican y con temperaturas T_1, T_2, T_3 y T_4 en las caras correspondientes. (Richardson, 2013)

Aplicando la ecuación (1) a cada sección y considerando que pasa la misma cantidad de calor a través de cada área A , tendremos:

Figura N°9 Conducción de calor a través de una pared compuesta



Fuente: Ingeniería química. (Flujo de Fluidos, Transmisión de calor y Transferencia de materia). Tomo I.

$$T_1 - T_2 = \frac{x_1}{k_1 A} Q, \quad T_2 - T_3 = \frac{x_2}{k_2 A} Q \quad \text{y} \quad T_3 - T_4 = \frac{x_3}{k_3 A} Q$$

Sumando lo anterior:

$$(T_1 - T_4) = \left(\frac{x_1}{k_1 A} + \frac{x_2}{k_2 A} + \frac{x_3}{k_3 A} \right) \quad (4)$$

La ecuación (4), se puede expresar de la siguiente manera:

$$Q = \frac{T_1 - T_4}{\sum(x_i/k_i A)} = \frac{\text{Fuerza impulsora total}}{\text{Totales (resistencia termica/area)}} \quad (5)$$

- **Conductividad Térmica**

De acuerdo con la ley de Fourier, la conductividad térmica se define como:

$$k = \frac{Q/A}{|dT/dx|} \quad (6)$$

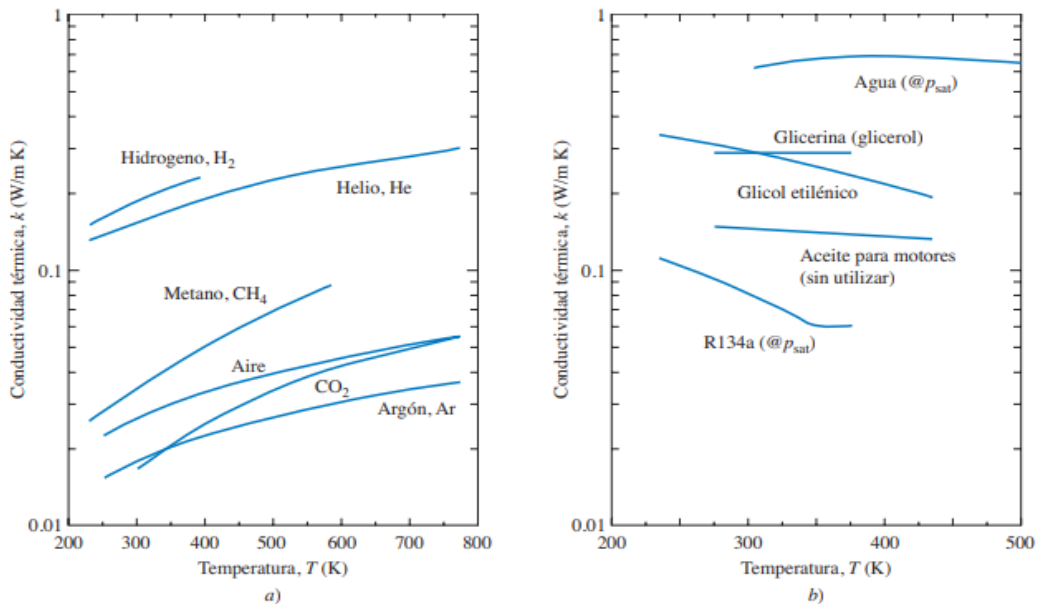
En los cálculos en ingeniería por lo general se utilizan valores de la conductividad térmica medidos de manera experimental, aunque para gases a temperaturas moderadas la teoría cinética de los gases se puede emplear para predecir los valores experimentales de manera precisa. También se han propuesto teorías para calcular las conductividades térmicas para otros materiales, pero en el caso de líquidos y sólidos, las teorías no son adecuadas para predecir la conductividad térmica con una precisión satisfactoria. (Kreith, y otros, 2012)

Tabla N°1 Conductividades Térmicas de algunos Metales, Sólidos no Metálicos, Líquidos y Gases.

Material	Conductividad térmica a 300 K (540 °R)	
	W/m K	Btu/h ft °F
Cobre	399	231
Aluminio	237	137
Acero al carbono, 1% C	43	25
Vidrio	0.81	0.47
Plásticos	0.2–0.3	0.12–0.17
Agua	0.6	0.35
Etileno glicol	0.26	0.15
Aceite para motores	0.15	0.09
Freón (líquido)	0.07	0.04
Hidrogeno	0.18	0.10
Aire	0.026	0.02

Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

Figura N°10 Variación de la Conductividad Térmica con la Temperatura de fluidos comunes: a) Gases y b) Líquidos

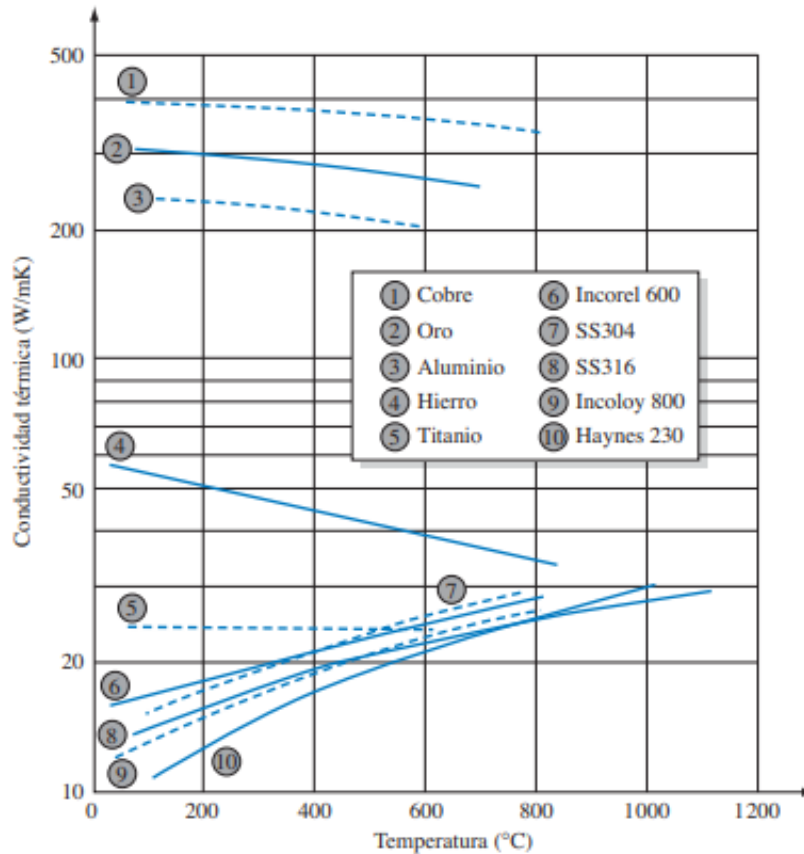


Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

Los aislantes térmicos son un grupo importante de materiales sólidos para el diseño de la transferencia de calor. Estos materiales son sólidos, pero

su estructura contiene espacios de aire que son lo suficientemente pequeños para suprimir el movimiento gaseoso y así aprovechan la baja conductividad térmica de los gases.

Figura N°11 Variación de la Conductividad Térmica con temperatura para Elementos y Aleaciones Metálicas comunes



Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

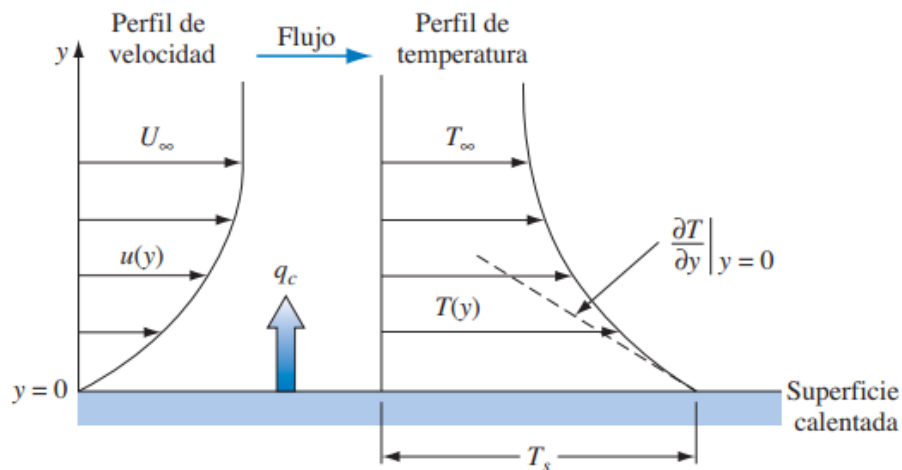
➤ Transferencia de Calor por Convección

La transmisión de calor por convección es atribuible al movimiento macroscópico del fluido y, por tanto, se produce tan solo en gases y líquidos. La convección natural es originada por diferencias de densidad que se producen como consecuencia de la presencia de gradientes de temperatura existentes en el sistema. En la convección forzada la

transmisión de calor se debe a corrientes de remolinos existentes en un fluido con movimiento turbulento. (Kreith, y otros, 2012)

En la siguiente figura se muestra una placa a una temperatura superficial T_s y un fluido a una temperatura T_∞ que fluye paralelo a la placa. Como resultado de las fuerzas viscosas la velocidad del fluido será cero en la pared y aumentará a U_∞ como se muestra. Dado que el fluido no se mueve en la interfaz, el calor se transfiere en esa ubicación sólo por conducción.

Figura N°12 Perfil de Velocidad y Temperatura para Transferencia de Calor por Convección de una placa calentada con flujo sobre su superficie



Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

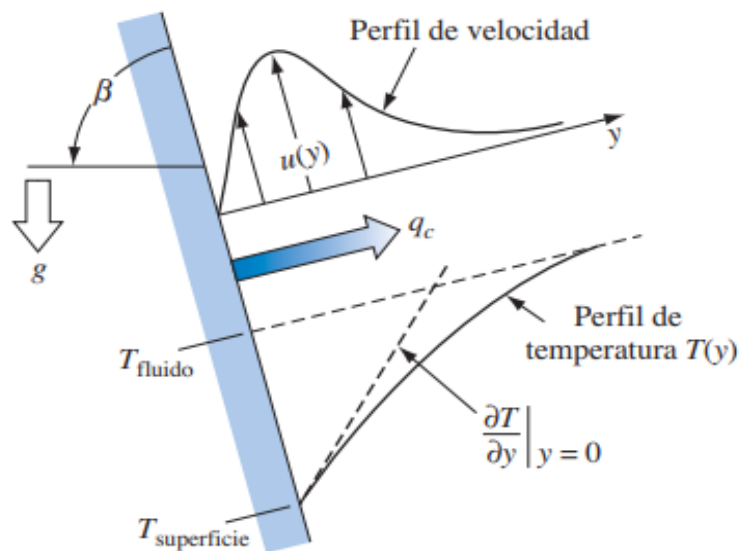
Si se conociera el gradiente de temperatura y la conductividad térmica en esta interfaz, se podría evaluar la tasa de transferencia de calor empleando la ecuación (3):

$$Q_C = -k_{\text{fluido}} A \left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{\text{en } y=0} \quad (7)$$

La situación es muy similar en la convección natural. La diferencia principal es que en la convección forzada la velocidad lejos de la superficie

se aproxima al valor de corriente libre impuesto por una fuerza externa, en tanto que en la convección natural la velocidad al principio aumenta con el aumento de la distancia desde la superficie de transferencia de calor y después disminuye, como se muestra en la siguiente figura.

Figura N°13 Distribución de Velocidad y Temperatura para Convección Natural sobre una placa plana, calentada e inclinada a un ángulo β con respecto a la horizontal



Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

Independientemente de los detalles del mecanismo, la tasa de transferencia de calor por convección entre una superficie y un fluido se puede calcular a partir de la relación:

$$Q_c = \bar{h}_c A \Delta T \quad (8)$$

Donde:

Q_c : Tasa de transferencia de calor por convección, W (Btu/h)

A : Área de transferencia de calor, m^2 (ft^2)

ΔT : Diferencia entre la temperatura superficial T_s y una temperatura del fluido T_∞ en una ubicación especificada (suele estar alejada de la de la superficie, K (°F))

\bar{h}_c : Coeficiente de transferencia de calor por convección promedio sobre el área A (con frecuencia denominado coeficiente superficial de transferencia de calor o coeficiente de transferencia de calor por convección, W/m^2K ($Btu/hft^2°F$))

Los valores comunes del orden de magnitud de los coeficientes de transferencia de calor promedio que se encuentran en la práctica ingenieril de dan en la siguiente tabla.

Tabla N°2 Orden de Magnitud de Coeficientes de Transferencia de calor por Convección \bar{h}_c

Fluido	Coeficiente de transferencia de calor por convección	
	W/m ² K	Btu/h ft ² °F
Aire, convección libre	6–30	1–5
Vapor o aire sobrecalentado, convección forzada	30–300	5–50
Aceite, convección forzada	60–1 800	10–300
Agua, convección forzada	300–18 000	50–3 000
Agua, en ebullición	3 000–60 000	500–10 000
Vapor, condensándose	6 000–120 000	1 000–20 000

Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

De la ecuación (8), se puede definir la conductancia térmica para transferencia de calor por convección K_C (W/K), como:

$$K_C = \bar{h}_c A \quad (9)$$

Además, la resistencia térmica a la transferencia de calor por convección R_C (K/W), que es igual al recíproco de la conductancia, como:

$$R_C = \frac{1}{\bar{h}_c A} \quad (10)$$

➤ **Transferencia de Calor por Radiación**

Todos los materiales radian energía calorífica en forma de ondas electromagnéticas. Cuando esta radiación incide sobre un segundo cuerpo puede ser parcialmente reflejada, transmitida o absorbida. Solamente la fracción absorbida es la que se manifiesta en forma de calor en el cuerpo.

La cantidad de energía que sale de una superficie como calor radiante depende de la temperatura absoluta y de la naturaleza de la superficie. Un radiador perfecto, al cual se le refiere como cuerpo negro, emite energía radiante de su superficie a una tasa dada. (Kreith, y otros, 2012)

$$Q_r = \sigma A_1 T_1^4 \quad (11)$$

Donde:

Q_r : La tasa de transferencia de calor (w) o (Btu/h)

A_1 : Área superficial en (m^2) o (ft^2)

T_1 : Temperatura superficial en ($^{\circ}K$) o ($^{\circ}R$)

σ : Constante de Stefan-Boltzmann $5,67 \times 10^{-8} (W/m^2 K^4)$ o $0,1714 \times 10^{-8} (Btu/h ft^2 R^4)$

• **Balance de energía en equipos de transferencia de calor**

Los equipos de transferencia de calor son muy utilizados en la industria. Por lo general, estos equipos utilizan corrientes de fluido, una caliente y una fría para propiciar el intercambio térmico. La ecuación de balance de energía para intercambiadores de calor puede reducirse en la siguiente expresión. (Química, 2020)

$$\Delta H = Q \quad (12)$$

Donde:

Q : Es el calor que se intercambia.

ΔH : Es el cambio de entalpia del sistema.

Para sistemas sin cambio de estado, donde solamente hay calentamiento o enfriamiento, la ecuación (12), se puede expresar de la siguiente manera:

$$m(\Delta H) = m(C_p)\Delta T \quad (13)$$

Donde:

m : Masa del sistema.

C_p : Capacidad calorífica a presión constante.

ΔT : Variación de la temperatura.

Sin embargo, si la sustancia se encuentra a volumen constante, el calor se utiliza para aumentar la energía interna y la ecuación (12), se expresaría así:

$$m(\Delta H) = m(C_p)\Delta T \quad (14)$$

Donde:

m : Masa del sistema.

C_p : Capacidad calorífica a volumen constante.

ΔT : Variación de la temperatura.

La capacidad calorífica, ya sea a volumen constante o a presión constante, varía según el estado físico de la sustancia (sólido, líquido o gaseoso) o si es una mezcla.

- **Coeficiente global de transferencia de calor**

El problema común de la transferencia de calor es determinar la tasa de flujo de calor entre dos fluidos, gaseosos o líquidos, separados por una pared. Si la pared es plana y el calor se transfiere sólo por convección en los dos lados, la tasa de transferencia de calor en términos de las dos temperaturas de los fluidos está dada por la siguiente ecuación. (Kreith, y otros, 2012)

$$q = \frac{\Delta T}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (15)$$

Además de la siguiente expresión:

$$q = UA\Delta T_{total} \quad (16)$$

Donde:

U : Coeficiente global de transferencia de calor o transmitancia global.

Al escribir la ecuación (15) en términos de un coeficiente global, ecuación (16), se obtiene:

$$UA = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{1}{R_{total}} \quad (17)$$

- **Aislamiento térmico**

Los materiales de aislamiento térmico deben tener una conductividad térmica baja. Estos tipos de materiales de aislamiento térmico utilizan la conductividad inherentemente baja de un gas para inhibir el flujo de calor.

Por tanto, la conductividad de los materiales aislantes no es en realidad una propiedad del material, sino más bien el resultado de una combinación de mecanismos de flujo de calor. (Kreith, y otros, 2012)

Los diferentes tipos de materiales aislantes en esencia se pueden clasificar en las tres categorías amplias siguientes:

➤ **Fibrosos:**

Los materiales fibrosos consisten en partículas de filamentos de baja densidad de pequeño diámetro que se pueden verter en un espacio libre como “relleno suelto” o formados en tableros, bloques o mantas. Los materiales fibrosos tienen una porosidad muy alta (90%). La lana mineral es un material fibroso común para aplicaciones a temperaturas menores a 700 °C y con frecuencia se utiliza fibra de vidrio para temperaturas menores a 200 °C. Para protección térmica a temperaturas entre 700 y 1700 °C se pueden emplear fibras refractarias como la alúmina o la sílice. (Kreith, y otros, 2012)

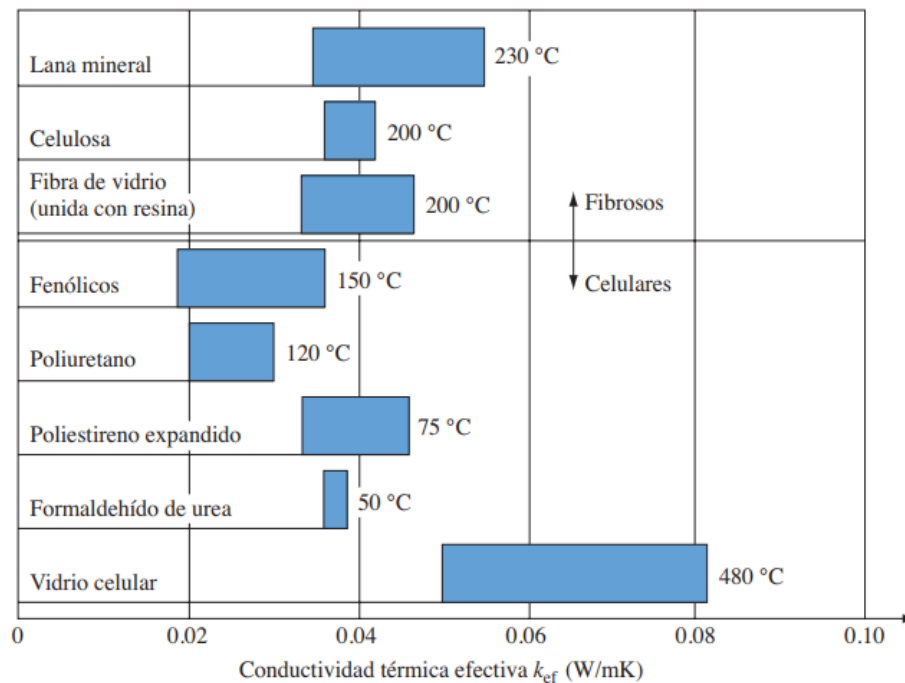
➤ **Celular:**

Los aislantes celulares son materiales de celdas cerradas o abiertas que suelen tener la forma de tableros extendidos flexibles o rígidos. Sin embargo, también se les puede dar forma o rociar en el lugar para lograr las formas geométricas deseadas. El aislamiento celular tiene la ventaja de tener una baja densidad, capacidad térmica baja y resistencia a la compresión relativamente buena. Algunos ejemplos son el poliuretano y la espuma de poliestireno expandido. (Kreith, y otros, 2012)

➤ **Granular:**

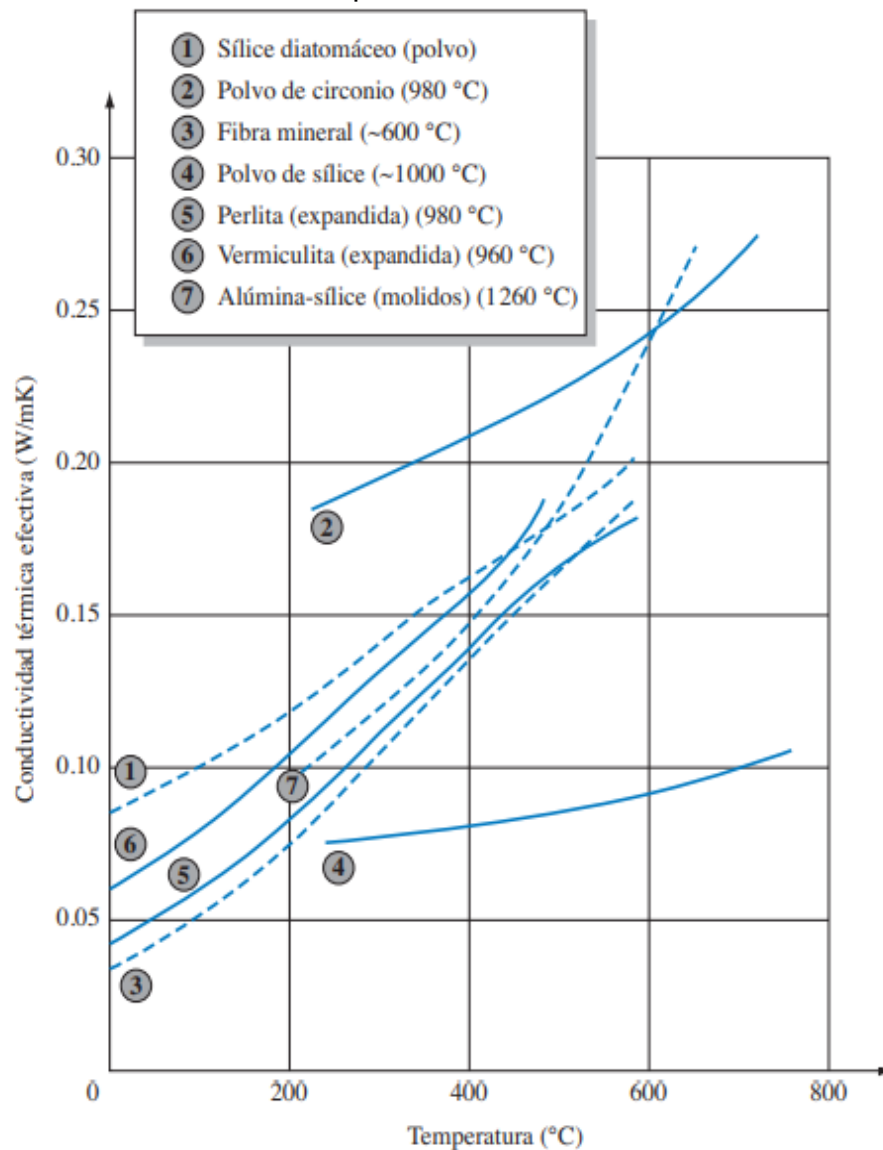
El aislamiento granular consiste en hojuelas o partículas pequeñas de materiales inorgánicos aglomerados en formas prefabricadas o utilizadas como polvos. Algunos ejemplos son polvo de perlita, sílice diatómaceo y vermiculita. (Kreith, y otros, 2012)

Figura N°14 Intervalos de Conductividad Térmica Efectiva para aislantes Fibrosos y Celulares Comunes. A la derecha de los aislantes se encuentra las Temperaturas de uso Máximo Aproximadas



Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

Figura N°15 Conductividad Térmica Efectiva contra Temperatura de algunos aislantes de alta temperatura. La temperatura útil máxima se indica entre paréntesis



Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

- **Intercambiadores de Calor**

Son equipos que facilitan el intercambio de calor entre dos fluidos que se encuentran a temperaturas diferentes y evitan al mismo tiempo que se mezclen entre sí. En un intercambiador la transferencia de calor suele comprender convección en cada fluido y conducción a través de la pared que los separa. (Cengel, 2007)

En la industria para diferentes aplicaciones, existen diferentes tipos de intercambiadores de calor. Como, por ejemplo:

- **Intercambiador de tubo doble**

Este tipo de intercambiador, uno de los fluidos pasa por el tubo más pequeño, en tanto que el otro lo hace entre el espacio anular entre los dos tubos. (Cengel, 2007)

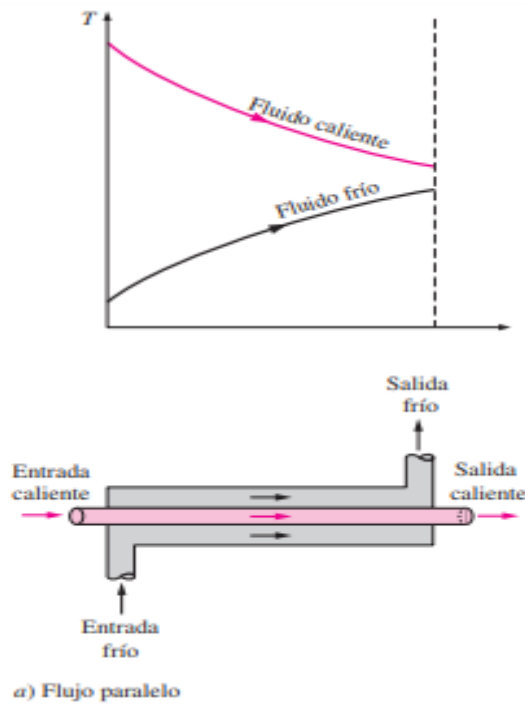
Además, son posibles dos disposiciones de flujo:

- **Flujo Paralelo**

Los dos fluidos, el frío y el caliente entran en el intercambiador entran por el mismo extremo y se mueven en la misma dirección. (Cengel, 2007)

Como el calor se transfiere del fluido con mayor temperatura hacia el fluido de menor temperatura, la temperatura de los fluidos se aproxima la una a la otra; tratando de alcanzar el equilibrio térmico entre ellos. Debe quedar claro que el fluido con menor temperatura nunca alcanza la temperatura del fluido más caliente. (Jaramillo, 2007)

Figura N°16 Flujo Paralelo en un Intercambiador de Calor de Tubo doble



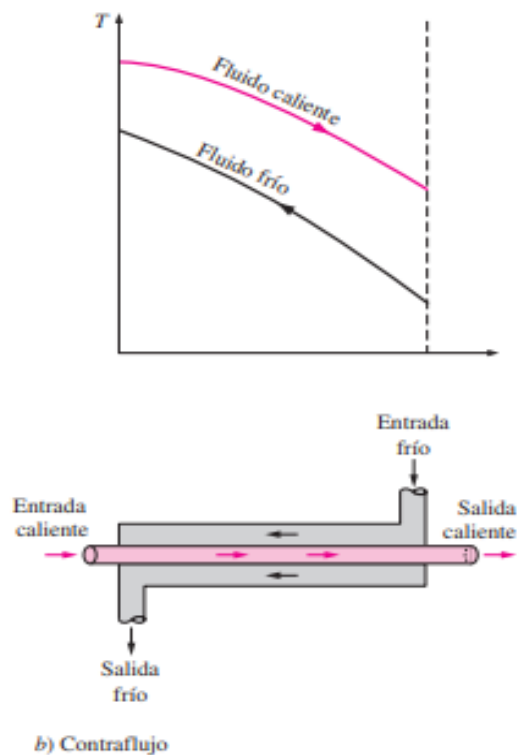
Fuente: Transferencia de Calor y Masa. Yunus A. Cengel.

- Flujo a Contracorriente o Contraflujo

Los fluidos entran en el intercambiador por los extremos opuestos y fluyen en direcciones opuestas. (Cengel, 2007)

En contraste con el intercambiador de calor de flujo paralelo, el intercambiador de contraflujo puede presentar la temperatura más alta en el fluido frío y la más baja temperatura en el fluido caliente una vez realizada la transferencia de calor en el intercambiador. (Jaramillo, 2007)

Figura N°17 Flujo a Contracorriente en un Intercambiador de Calor de Tubo doble

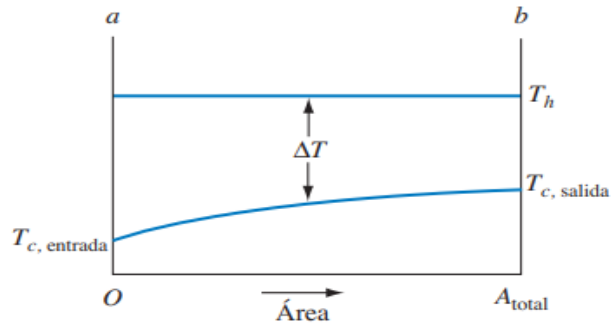


Fuente: Transferencia de Calor y Masa. Yunus A. Cengel.

- **Diferencia de temperatura media logarítmica**

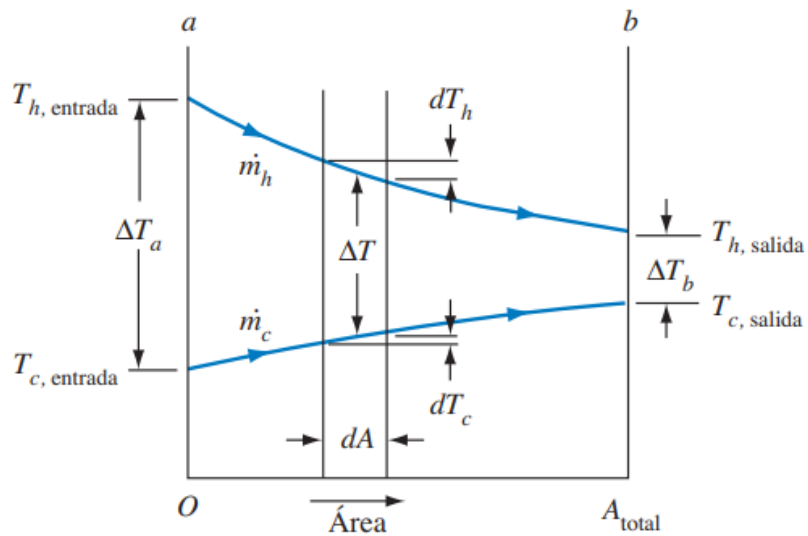
Las temperaturas de los fluidos en un intercambiador de calor en general no son constantes, sino que varían de un punto a otro conforme el calor circula del fluido más caliente al más frío. Para contraflujo, por otro lado, la temperatura final del fluido más frío puede sobrepasar la temperatura de salida del fluido más caliente ya que existe un gradiente de temperatura favorable en todo el intercambiador de calor. Una ventaja adicional de la configuración del contraflujo es que, para una tasa dada de flujo de calor, se necesita menos área superficial que en flujo paralelo. (Kreith, y otros, 2012)

Figura N°18 Distribución de Temperatura en un Condensador de un Paso



Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

Figura N°19 Distribución de Temperatura en un Intercambiador de Calor de Flujo Paralelo de un Paso



Fuente: Transferencia de Calor, Séptima Edición de Frank Kreith, Raj M. Manglik, Mark S. Bohn.

Al inspeccionar la figura (19) se concluye que, sin importar la longitud del intercambiador, la temperatura final del fluido más frío nunca puede alcanzar la temperatura de salida del fluido más caliente en flujo paralelo. Para contraflujo, por otro lado, la temperatura final del fluido más frío puede sobrepasar la temperatura de salida del fluido más caliente ya que

existe un gradiente de temperatura favorable en todo el intercambiador de calor.

Para determinar la tasa de transferencia de calor en cualquiera de los casos antes mencionados, la ecuación es:

$$dq = U(dA)\Delta T \quad (18)$$

Al realizar un balance de energía sobre un dA , queda:

$$q = UA \frac{\Delta T_a - \Delta T_b}{\ln(\Delta T_a / \Delta T_b)} \quad (19)$$

Donde los subíndices, a y b se refieren a los extremos respectivos del intercambiador y ΔT_a es la diferencia de temperatura entre las corrientes de fluido caliente y frío en la entrada, en tanto que ΔT_b es la diferencia de temperatura en el extremo de salida.

En la práctica es conveniente utilizar una diferencia de temperatura promedio efectiva $\overline{\Delta T}$ para todo intercambiador de calor se define por:

$$q = UA\overline{\Delta T} \quad (20)$$

Al comparar las ecuaciones (19) y (20), se tiene que para el flujo paralelo o contraflujo:

$$\overline{\Delta T} = \frac{\Delta T_a - \Delta T_b}{\ln(\Delta T_a / \Delta T_b)} \quad (21)$$

Donde:

La diferencia de temperatura promedio, $\overline{\Delta T}$, se denomina diferencia de temperatura media logarítmica, que con frecuencia se denomina LMTD.

- **Instrumentación**

Es el conjunto de aparatos destinados a medir variables del proceso, como caudal, temperatura, presión y niveles en equipos o recipientes.

- **Temperatura**

Es una medida de la intensidad del calor. En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de temperatura es el Kelvin. Sin embargo, fuera del ámbito científico, es común el uso de la escala Celsius (antes llamada centígrada) y en los países anglosajones, la escala Fahrenheit. También existe la escala Rankine ($^{\circ}\text{R}$) que establece su punto de referencia en el mismo punto de la escala Kelvin. (Correro Luque, 2009)

Existen multitud de instrumentos en la industria para medir la temperatura, entre ellos tenemos:

- Termómetros eléctricos.
- Termómetros de radiación (pirómetros).
- Termopares.
- Termo resistencias.
- Sensores semiconductores.

- **Presión**

Es una magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.

En el Sistema Internacional de Unidades, la presión se mide en una unidad derivada que se denomina pascal (Pa ó kg/cm^2) que es equivalente a una fuerza total de un newton actuando uniformemente en un metro cuadrado

Los diferentes tipos de presión se diferencian entre sí solamente por su punto de referencia a presión cero. Si una presión está referida al cero

absoluto se conoce como presión absoluta. La presión necesaria para la vida en la Tierra se conoce como presión atmosférica. La diferencia entre dos presiones se conoce como presión diferencial, la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica se conoce como presión relativa. (Correro Luque, 2009)

La presión se puede medir de forma directa o indirecta. Cualquier instrumento que mide directamente la presión se conoce con el nombre genérico de manómetro.

➤ **Nivel**

El nivel, corresponde a la altura que alcanza un líquido en el interior de un recipiente. La importancia de controlar esta variable radica en que, de no ser así, los equipos de proceso podrían llegar a desbordarse, a vaciarse completamente o bien podrían darse calentamientos excesivos que podrían ocasionar explosiones considerables. (Correro Luque, 2009)

A continuación, se enumeran algunos medidores de nivel convencionales:

- Medidores locales de nivel con cristales de reflexión.
- Medidas de nivel utilizando desplazador.
- Medidor de desplazador con tubo de torsión.
- Medidas de nivel por presión diferencial.
- Medidores hidrostáticos de nivel en tanques.
- Interruptores de nivel.

• **Serpentín**

Es un componente formado por tubos de diferentes materiales, doblados o soldados, en forma de espiral u horquilla. Que sirve para calentar o enfriar un sistema de fluidos.

- **Clasificación de Serpentes**

Se fabrican tanques con serpentines, en una amplia variedad de configuraciones, dependiendo de las aplicaciones y de la geometría del recipiente. (Shilling, y otros, 2008)

- **Serpentes Estampados**

Son ranuras estampadas en una placa de metal que forman la mitad de los espacios para el vapor. Al soldar las dos mitades se crean los conductos para el vapor, donde se produce la transferencia de calor y donde se evacua el condensado. (Acosta Fiallos, y otros, 2007)

Es común en tanques abiertos con agua o con químicos.

- **Serpentes Tubulares**

Son tubos para transferencia de calor que se sumergen en tanques que son bastante grandes en comparación al tamaño del serpentín.

Al igual que los serpentines estampados, los tubulares pueden ser drenados por gravedad o por sifón, dependiendo de las condiciones que existan donde sean instalados. (Acosta Fiallos, y otros, 2007)

A diferencia de los serpentines estampados, la mayoría de los serpentines tubulares se instalan en recipientes cerrados.

A continuación, se mencionan dos que generalmente se usan en los procesos industriales.

- **Serpentes helicoidales y en espiral**

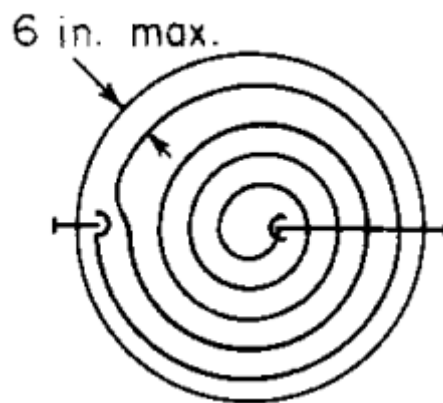
Se emplean, principalmente, en tanques de proceso y recipientes a presión, en los que precisa de grandes áreas para un rápido enfriamiento o calentamiento; se recomienda para una buena cobertura del fondo del tanque y una separación de pared del tanque. (Acosta Fiallos, y otros, 2007)

Figura N°20 Serpentes Helicoidales en SS304



Fuente: Empresa TTC del Perú S.A.C.

Figura N°21 Serpentín de Espiral con Anillo de Recirculación

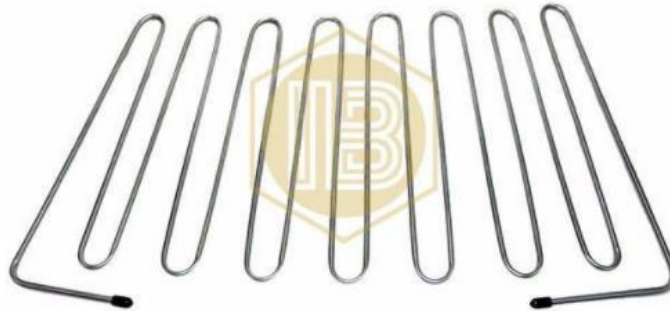


Fuente: Manual del Ingeniero Químico, McGraw Hill, Séptima Edición.

- **Serpentines tipo horquilla**

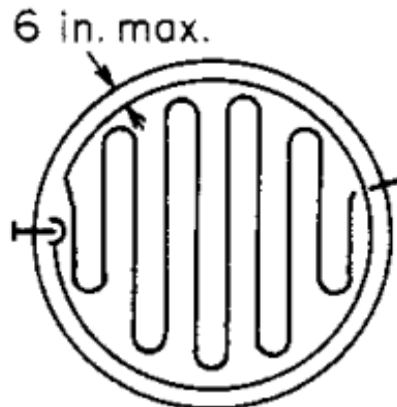
Se fabrican en el lugar de utilización del mismo. Son comunes en tanques verticales cilíndricos, esto significa añadir un anillo circundante de abrazadera a una distancia de separación de la pared del tanque. (Acosta Fiallos, y otros, 2007)

Figura N°22 Serpentín Horquilla



Fuente: Empresa Install Beer

Figura N°23 Serpentín de Horquilla con Anillo Envoltivo



Fuente: Manual del Ingeniero Químico, McGraw Hill, Séptima Edición.

➤ Configuración del serpentín

En el presente informe, se opta por la elección de un serpentín de tipo horquilla, debido al tamaño de los tanques y ubicación. Por ello estos fueron fabricados en el lugar de utilización en planta.

No es recomendable emplear serpentines de diámetro mayores a tres pulgadas (in), debido a la mala transferencia de calor. (Correro Luque, 2009)

- Diseño térmico

En el diseño térmico se determina el área de intercambio de calor requerida para llevar el contenido del tanque, Etil Ester a la temperatura idónea de descarga. (Correro Luque, 2009)

Para el cálculo de intercambio se hará uso de la siguiente fórmula:

$$A_c = \left[D_d + U_e A_e \left(\frac{T_f + T_0}{2} - T_\infty \right) \right] \left[\frac{1}{U_s [T_v - (T_f + T_0)/2]} \right] \cdot F \quad (22)$$

Donde:

A_c : Área del serpentín, (m^2).

A_e : Área equivalente, (m^2).

F : Factor de diseño (seguridad), adimensional.

T_f : Temperatura final del contenido del tanque, ($^{\circ}C$).

T_0 : Temperatura inicial de calentamiento, ($^{\circ}C$).

T_v : Temperatura del medio de calentamiento, ($^{\circ}C$).

U_e : Coeficiente global de transmisión de calor equivalente del tanque, ($kcal/h.m^2^{\circ}C$).

U_s : Coeficiente global de transmisión de calor del serpentín, ($kcal/h.m^2^{\circ}C$).

D_d : Duty de diseño, ($kcal/h$).

• Sistema de Tuberías y Accesorios

En el diseño del sistema de calentamiento, se va a considerar la selección del material de construcción de las tuberías, el diámetro y el espesor de las mismas, así como la caída de presión. Para ello se ha seguido la norma ANSI B31.3 del código B31 (Code for pressure piping) patrocinado por ASME.

➤ Diseño de Tuberías

En la instalación se va a considerar para los cálculos, la línea de alimentación al sistema después de la unidad de calentamiento. Debido a las condiciones del fluido para cada tanque, el tamaño de las tuberías va ser distinto.

Presión de diseño (P_D): Esta presión debe ser mayor a la máxima de operación o servicio. No obstante, si no se conoce, se opta por lo siguiente. (Correro Luque, 2009)

- $P_D \geq 1,1 \times$ Presión máxima de operación (kg/cm^2)
- $P_D \geq$ Presión máxima de operación + 2 kg/cm^2
- $P_D \geq 3,5 kg/cm^2$

Temperatura de diseño (T_D): Debe de ser superior a la máxima que se produzca durante la operación. Es habitual adoptar como temperatura de diseño el siguiente valor. (Correro Luque, 2009)

- $T_D =$ Temperatura de operación + 20°C

Selección de materiales: La selección de los materiales de construcción es de relevante importancia, para lo cual se define una secuencia lógica para la selección de éstos, teniendo en cuenta los siguientes aspectos. (Correro Luque, 2009)

- Vida estimada de la instalación.
- Requerimientos de proceso y operación.
- Duración estimada del material.
- Disponibilidad y tiempo de entrega del material.
- Costo del material.
- Costo de mantenimiento e inspección.

➤ **Aislamiento térmico**

La línea de alimentación hacia los tanques necesita de un aislante térmico para evitar en todo lo posible pérdidas de calor a lo largo de la trayectoria. Es necesario para que la pérdida de calor sea mínima.

Los tanques de almacenamiento también se encuentran aislados para que las pérdidas de calor en las paredes del mismo sean las mínimas y de esta forma el producto almacenado mantenga la temperatura entre los 30°C y 50°C, objeto de calentamiento, durante un mayor periodo de tiempo.

➤ **Recubrimientos**

- **Recubrimientos metálicos**

▪ **Aluminio:**

Tabla N°3 Espesor mínimo en chapa lisa para el aluminio

DIÁMETRO EXTERIOR CON AISLAMIENTO (mm)	ESPESOR MÍNIMO EN CHAPA LISA (mm)
Hasta 300 mm	0,6
Desde 301 mm a 800 mm	0,8
Más de 801 y superficies planas	1

Fuente: Guía de Buenas Prácticas en el Aislamiento Industrial.

En chapas perfiladas, el espesor mínimo será 0,7 mm y dependerá de las necesidades mecánicas de la solución constructiva.

- **Aceros aluminizados:**

Tabla N°4 Espesor mínimo en chapa lisa para aceros aluminizados

DIÁMETRO EXTERIOR CON AISLAMIENTO (mm)	ESPESOR MÍNIMO EN CHAPA LISA (mm)
Hasta 300 mm	0,5
Desde 301 mm a 800 mm	0,5
Más de 801 y superficies planas	0,8

Fuente: Guía de Buenas Prácticas en el Aislamiento Industrial.

En chapas perfiladas, el espesor mínimo será 0,6 mm y dependerá de las necesidades mecánicas de la solución constructiva.

- **Aceros galvanizados:**

En chapas perfiladas, el espesor mínimo será 0.6 mm y dependerá de las necesidades mecánicas de la solución constructiva.

- **Aceros inoxidables:**

Tabla N°5 Espesor mínimo en chapa lisa para aceros inoxidables

DIÁMETRO EXTERIOR CON AISLAMIENTO (mm)	ESPESOR MÍNIMO EN CHAPA LISA (mm)
Hasta 300 mm	0,4
Desde 301 mm a 800 mm	0,6
Más de 801 y superficies planas	0,8

Fuente: Guía de Buenas Prácticas en el Aislamiento Industrial.

En chapas perfiladas, el espesor mínimo será 0.5 mm y dependerá de las necesidades mecánicas de la solución constructiva.

Las aleaciones recomendadas según su aplicación son las siguientes:

Para ambientes medianamente corrosivos se recomienda AISI 304L.

Para ambientes altamente corrosivos, marinos, etc.; se recomienda AISI 316L.

- **Recubrimientos no metálicos: Políester reforzados (GRP)**

Es un polímero reforzado con fibra de vidrio que se presenta en rollos como un sólido pegajoso y curado por la exposición a la luz.

➤ **Dimensiones de las tuberías. Cálculo del diámetro y espesor.**

Se comienza por determinar el diámetro de cada una de las tuberías. Después, es establecer dicho diámetro inicialmente en función del caudal de fluido que por ella ha de circular y de la elección de una velocidad de fluido. (Correro Luque, 2009)

La ecuación básica para el cálculo del diámetro es:

$$Q = v \cdot S = v \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} \quad (23)$$

Donde:

D : Diámetro de la tubería, (m).

Q : Caudal volumétrico, (m^3/s)

v : Velocidad del fluido, (m/s)

Por lo general, este valor de diámetro será un valor teórico calculado, que no coincidirá con un diámetro comercial, por lo tanto, desde el punto de vista práctico será necesario elegir el diámetro comercial inmediatamente superior al valor calculado.

Pasa al cálculo del espesor se hace uso de la fórmula de Barlow, según el código ASME B31.8:

$$t = \frac{P \cdot D_0}{2S} \quad (24)$$

Donde:

t : Espesor mínimo de tubería (in).

P : Presión interna de diseño (psi).

D_0 : Diámetro externo de tubería (in).

S : Tensión máxima admisible del material a la temperatura de diseño (psi).

Dicha fórmula es adaptada por ANSI "Code for Pressure Piping", B31 y por ASME "Boiler Construcción Code", dando lugar a la siguiente expresión:

$$t_m = \left(\frac{P \cdot D_0}{2(SE + PY)} + C \right) \cdot M \quad (25)$$

Donde:

t_m : Espesor mínimo de pared de una tubería, (in).

E : Factor de eficacia de la soldadura, adimensional.

Y : Coeficiente que depende del material de la tubería y de la temperatura, adimensional.

C : Sobre-espesor de corrosión, (in).

M : Tolerancia de fabricación.

➤ **Caída de presión**

Al realizar los cálculos hay que distinguir entre las pérdidas de carga continuas; debido al rozamiento del fluido con las paredes de los conductos, las pérdidas de carga singulares; debido a la resistencia de los codos, las válvulas y todos los elementos que obstaculizan el paso del líquido, y las pérdidas de carga singulares debidas a otros elementos como serpentines en los depósitos, colectores solares, etc. (Correro Luque, 2009)

Las pérdidas de energía mecánica debida a la fricción del fluido a su paso por la sección de una tubería se calculan mediante la ecuación de Darcy:

$$h_L = \left(f \cdot \frac{L}{D}\right) \cdot \frac{v^2}{2g} = K \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (26)$$

Donde:

h_L : Pérdida de carga, (m).

f : Factor de fricción de Darcy, adimensional.

L : Longitud de la tubería, (m).

D : Diámetro de la tubería, (m).

v : Velocidad del fluido (m/s).

g : Aceleración de la gravedad (m/s²).

K : Coeficiente de resistencia, adimensional.

➤ **Accesorios**

En los sistemas de tuberías indistintamente del fluido que se va a transportar de un punto a otro; la incorporación de accesorios es de vital importancia, que permitan cambiar la dirección, conectar diferentes ramas, el diámetro de las líneas, etc. (Correro Luque, 2009)

- **Codos de 90°.** Se emplearán codos de radio largo, con un radio de curvatura grande, debido a que en estos el flujo es menos turbulento que en el caso de codos de radio corto, reduciéndose en la medida de lo posible los fenómenos de corrosión y erosión.
- **Válvula de bola, válvula Check o Antirretorno, válvula de globo.** Se necesitan para las siguientes funciones:
 - Impedir la circulación de fluidos para aislar equipos o tuberías para el mantenimiento, sin interrumpir a otras unidades conectadas.
 - Regular el caudal del fluido.
 - Impedir el retorno de un fluido, como medida de seguridad.
- **Conexiones T.** Permite realizar una conexión de tres bandas o ramales.
- **Reducciones y Ampliaciones.** Nos permite cambiar de diámetro de tubería en el recorrido del fluido.

➤ **Sistema de tuberías**

- **Sistema de tuberías en serie:** Las tuberías en serie si son conectadas, extremo con extremo de manera que el fluido que circula en forma continua sin ningún ramal. Por ello la ecuación de continuidad, el caudal que circula por un conjunto de tuberías en serie se mantiene constante. (Puebla, 2018)
- **Sistema de tuberías en paralelo:** Para varias tuberías conectadas en paralelo, si el flujo original se ramifica en dos o más tuberías, que vuelven a unirse aguas abajo; se cumplen las siguientes condiciones. (Puebla, 2018)

- El caudal entrante total en un nudo ha de ser igual al caudal saliente total del nudo.
 - La pérdida de carga entre los nudos, es la misma en cada una de las ramas que unos los nudos.
- **Sistema de tuberías ramificadas:** Se da cuando de una tubería se separa y no se vuelve a juntar, o de dos tuberías distintas que se unen. El problema radica en calcular los caudales y su dirección en cada tubería. La solución depende de las presiones de entrada o salida, de las alturas geométricas y de los diámetros. (Perez Remesal, y otros)

2.1.2 Aspectos normativos

- **Reglamentación Nacional:**

- **RNE:** Reglamento Nacional De Edificaciones; tiene por objeto normar los criterios y requisitos mínimos para el Diseño y ejecución de las Habilitaciones Urbanas y las Edificaciones.

- **Normativa Internacional:**

- **GMP:** Buenas prácticas de manufactura. En el sector de la industria alimentaria, los certificados GMP más importantes son:
 - La certificación ISO 22000, para la inocuidad de los alimentos.
 - Código SQF: Sistema de Gestión en Inocuidad Alimentaria.
 - ISO 9001, para sistemas de gestión de la calidad.
 - Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC).









Asimismo, para el presente informe se ha considerado la normativa ASME (American Society of Mechanical Engineers) y las normas ANSI (American National Standards Institute), entre las cuales están:

- **ASME B31.1:** Power Piping. Prescribe requisitos mínimos para el diseño, materiales, fabricación, montaje, prueba, examen, inspección, operación y mantenimiento de sistemas de tuberías que se encuentran típicamente en la industria.
- **ASME B16.1:** Pipe and Flanged Fittings Cast Iron. Normaliza las bridas y accesorios fundidos en clases 25, 125, 250 y 800lbs. En medidas hasta 96" para Clase 25, hasta 48" para 125 y 250 y hasta 12" en clase 800.
- **ASME B16.5:** Pipe Flanges and Flanged Fittings Steel from ½" to 24" diameter nominal. Es la norma de bridas más utilizada en el mundo. Incluye bridas forjadas, fundidas o de chapa. Cubre Presiones de servicio, materiales, dimensiones, tolerancias, marcado, y pruebas para bridas. Se Describen todos los tipos en medidas de 1/2" hasta 24" en clases de presión 150, 300, 400, 600, 900 y 1500 y de 1/2" a 12" en 2500lbs.
- **ASME 1.20.1:** Pipe Threads General Purpose. Establece el estándar, sobre roscas de tubería, uso en general, pulgadas, ampliamente referenciado, cubre las dimensiones y la medición de las roscas de tubería más comunes del mundo: NPT, NPSC, NPTR, NPSM y NPSL.
- **API 650:** Welded Tanks for Oil Storage. El API estándar 650 cubre el diseño y cálculo de los diferentes elementos del tanque. El código se basa en los conocimientos y experiencias de los compradores, fabricantes y usuarios de tanques de almacenamiento de fabricación soldada de diferentes tamaños y capacidades.
- **ASTM:** American Society for Testing Materials. es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.

- **AWS:** American Welding Society. El cual indica las especificaciones de todos los electrodos y las aplicaciones que puede dárseles para optimizar su funcionamiento en pro de su máximo rendimiento.
- **ISO:** International Organization for Standardization. Es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales, tanto de productos como de servicios, a través de la estandarización de normas voluntarias que se usan en las empresas.

2.1.3 Simbología técnica

Tabla N°6 Simbología utilizada

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	Norma
	Válvula de bola	ANSI /ISA S 5.1
	Válvula de globo	ANSI /ISA S 5.1
	Válvula antirretorno (check)	ANSI /ISA S 5.1
	Bomba	ANSI /ISA S 5.1
	Intercambiador de calor	ANSI /ISA S 5.1
	Envase de procesos	ANSI /ISA S 5.1
	Tanque de almacenamiento	ANSI /ISA S 5.1
	Serpentín de calentamiento	ANSI /ISA S 5.1

Fuente: Elaboración Propia

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1 Etapas de las actividades

El diseño de un sistema de calentamiento para tanques de etil ester en la planta de producción de aceite omega 3 en Catacaos – Piura, se realizó durante los meses de setiembre y octubre del año 2017, ejecutados en cuatro etapas.

- **Etapa 1**

Recopilación de información en planta: En esta etapa consistió en compilar información técnica y análisis de requerimientos para así definir el tipo de serpentín a utilizar para el proyecto.

- **Etapa 2**

Definir parámetros para el diseño: En esta etapa se definen la normativa, nomenclatura y los parámetros iniciales de trabajo, como presión, caudal, temperatura.

- **Etapa 3**

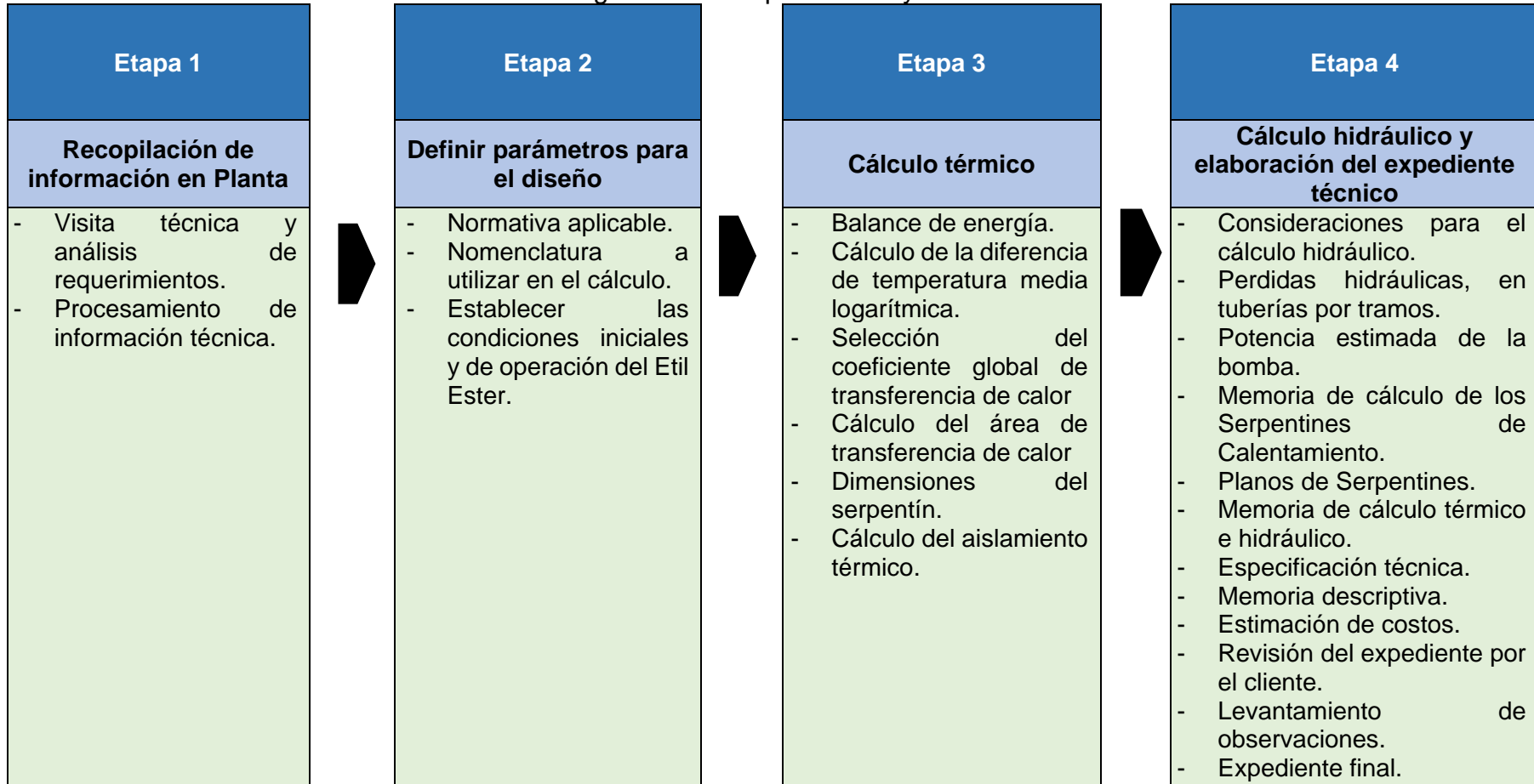
Cálculo térmico: En esta etapa se realiza diversas actividades con la finalidad de obtener las dimensiones del serpentín para cada tanque, así como el aislamiento térmico.

- **Etapa 4**

Cálculo hidráulico y elaboración del expediente técnico: En esta etapa se realiza diversas actividades con la finalidad de obtener la potencia de la bomba que va alimentar al sistema de calentamiento. Y así poder a elaborar los planos de los serpentines para cada tanque y elaborar el expediente técnico para el cliente.

2.2.2 Diagrama de flujo

Figura N°24 Etapas del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

III. APORTES REALIZADOS

Este informe constituye un aporte a la industria alimentaria, ya que sirve como guía para el cálculo térmico e hidráulico de un sistema de calentamiento, proporcionando fundamentos teóricos que permiten diseñar de un sistema de calentamiento para tanques de almacenamiento de Etil Ester. Se describe los requerimientos técnicos, operativos y funcionales del sistema de calentamiento de los tanques TK-230, TK-240 y TK-250 mediante serpentines de calentamiento.

3.1 Planificación, ejecución y control de etapas

- **Planificación**

Para nuestro caso la planificación se realizó ya adjudicado el proyecto, las etapas del proyecto se describen en la figura N°24, y se establece un cronograma de actividades (véase la tabla N°7).

El presente proyecto describe los requerimientos técnicos, operativos y funcionales de un sistema de calentamiento para los tanques de almacenamiento de Etil ester, mediante serpentines.

Así mismo comprendió en diseñar un sistema de calentamiento para los tanques de almacenamiento de Etil Ester mediante serpentines, que proporcionen un grado de confiabilidad y funcionabilidad, tal que permita obtener un adecuado suministro de calor al producto almacenado en un tiempo determinado.

- **Ejecución**

Durante el diseño del sistema de calentamiento para los tanques de almacenamiento de Etil Ester se basó en un cronograma de actividades que se describen a continuación:

➤ **Etapa 1: Recopilación de información en Planta**

Consistió en compilar información técnica y análisis de requerimientos para así definir el tipo de serpentín a utilizar para el proyecto.

✓ **Visita técnica y análisis de requerimientos**

Consistió en establecer las condiciones del sitio donde el sistema de calentamiento, deberá operar como mínimo bajo las siguientes condiciones ambientales:

Tabla N°8 Condiciones Ambientales del Lugar

Altitud	25 msnm
Temperatura máxima	33 °C
Temperatura mínima	16 °C
Humedad relativa	80%
Vientos	18 km/h

Fuente: Elaboración Propia

Además, se analizó la siguiente información:

- Alcances del criterio de diseño por parte de su departamento técnico.
- Layout de tanques TK-230, TK-240 y TK- 250.
- Características de los tanques de almacenamiento.
- Hoja de datos del Etil Ester.

✓ **Procesamiento de la información**

Los tanques de almacenamiento (TK-230, TK-240 y TK-250) son tipo cilíndrico vertical soldados de pared simple, fabricados de acero inoxidable AISI 304. Cada tanque deberá ser adaptado para que alberguen en su interior un sistema de serpentines de calentamiento. Los tanques de almacenamiento constan de las siguientes características:

Tabla N°9 Características del tanque TK-230

CARACTERÍSTICAS	TANQUE
	TK-230
Tipo de tanque	Cilindro Vertical Soldado
Material de tanque	Acero inoxidable AISI 304
Diámetro (m)	5.73
Altura (m)	7.5
Aislamiento	no
Presión de diseño	3 bar g
Presión de operación	Atmosférica
Techo cerrado	Si
Volumen nominal (gal.)	50985
Volumen operación (gal.)	46441

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°10 Características del tanque TK-240

CARACTERÍSTICAS	TANQUE
	TK-240
Tipo de tanque	Cilindro Vertical Soldado
Material de tanque	Acero inoxidable AISI 304
Diámetro (m)	4.77
Altura (m)	5.25
Aislamiento	no
Presión de diseño	3 bar g
Presión de operación	Atmosférica
Techo cerrado	Si
Volumen nominal (gal.)	24832
Volumen operación (gal.)	22534

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°11 Características del tanque TK-250

CARACTERÍSTICAS	TANQUE
	TK-250
Tipo de tanque	Cilindro Vertical Soldado
Material de tanque	Acero inoxidable AISI 304
Diámetro (m)	3.82
Altura (m)	5.25
Aislamiento	no
Presión de diseño	3 bar g
Presión de operación	Atmosférica
Techo cerrado	Si
Volumen nominal (gal.)	15850
Volumen operación (gal.)	14450

Fuente: Elaboración Propia

Para los tanques TK-230, TK-240 y TK-250, se realizarán los cálculos para un diseño de un serpentín de tipo horquilla con anillo envolvente, se tuvieron las siguientes consideraciones para la elección:

- Fácil instalación dados sus componentes.
- Ocupa poca área dado su ubicación en la parte inferior de los tanques
- No interfiere con la instrumentación instalada en el casco de los tanques
- Minimiza la formación de sedimentos debido a su ubicación y forma envolvente.
- Permite la dilatación térmica longitudinal y superficial.
- Transferencia de calor periódica, ya que el Etil Ester es muy sensible a los cambios bruscos de temperatura.

Asimismo, el tipo serpentines helicoidales se utilizan en tanques a presión para un calentamiento y enfriamiento rápido del producto.

➤ **Etapa 2: Definir los parámetros para el diseño**

✓ **Normativa aplicable**

La normativa aplicable a tener en cuenta, tiene como base que el etil ester es parte del proceso de extracción de los ácidos grasos del aceite omega 3 y que el producto final va a ser para consumo humano. Por lo cual los materiales a utilizar no deben favorecer a la generación de bacterias, virus, parásitos o contaminantes químicos. Por lo que el cumplimiento de las normativas es fundamental para la obtención de un producto inocuo para la salud del consumidor.

Por ello es importante el cumplimiento de las GMP (Good Manufacturing Practices) también conocida como las Normas de Correcta Fabricación (NCF); para la obtención de un producto inocuo. Para el sector alimentario, los certificados más importantes son:

- La certificación ISO 22000, para la inocuidad de los alimentos.
- Código SQF: Sistema de Gestión en Inocuidad Alimentaria.
- ISO 9001, para sistemas de gestión de la calidad.
- Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC).

Por lo antes indicado los serpentines de calentamiento serán de acero inoxidable 304/ASTM A312 y para el cálculo se tomarán en cuenta las siguientes normas:

- ASME B31.1: Power Piping.
- ASME B16.1: Pipe and Flanged Fittings Cast Iron.
- ASME B16.5: Pipe Flanges and Flanged Fittings Steel from ½" to 24" diameter nominal.
- ASME 1.20.1: Pipe Threads General Purpose.
- API 650: Welded Tanks for Oil Storage.
- ASTM: American Society for Testing Materials.
- AWS: American Welding Society.
- ISO: International Organization for Standardization.

✓ **Nomenclatura**

Para el desarrollo del presente informe se utilizará la siguiente nomenclatura a considerar para el diseño de los serpentines de calentamiento de los tanques TK-230, TK-240, TK-250 de Etil Ester:

Tabla N°12 Nomenclatura

DESCRIPCION	UNIDADES
Temperatura de ingreso del Etil Ester (t_1)	°C
Temperatura de salida del Etil Ester (t_2)	°C
Temperatura de ingreso del agua caliente al serpentín (T_1)	°C
Diámetro del tanque de Etil Ester (D)	m
Altura del tanque de Etil Ester (H)	m
Densidad del Etil Ester (ρ_{ee})	kg/m ³
Densidad del agua (ρ_{H_2O})	kg/m ³
Calor Específico del Etil Ester (CE_{ee})	j/kg°k
Calor Específico del agua (CE_{H_2O})	j/kg°k
Volumen maximo del Etil Ester (V_{ee})	m ³
Flujo Volumétrico del agua (V'_{H_2O})	m ³
Tiempo de Calentamiento (t)	hrs
Temperatura de salida del agua del serpentín (T_2)	°C
Flujo Másico del Etil Ester (m'_{ee})	kg/hr
Flujo Másico del agua (m'_{H_2O})	kg/hr
Calor cedido por el agua ($Q_{cedido_H_2O}$)	BTU/hr
Calor absorbido por el Etil Ester ($Q_{absorbido_ee}$)	BTU/hr
Coeficiente Global de Calor (U)	BTU/hr-pie ² °F
Diámetro exterior del ducto del serpentín (\emptyset)	pulg
Diámetro nominal del ducto del serpentín ($\emptyset_{nominal}$)	pulg
Espesor del ducto del serpentín (e)	pulg
Diferencia de Temperatura Media Logarítmica (MLDT)	°C
Área de Transferencia de calor (A_t)	pie ²
Perímetro del tubo (p)	m
Longitud total de Tubos (L_t)	m
Número de tubos (N_t)	
Coeficiente Global de Calor (U)	Btu/hr-pie ² °F

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Condiciones iniciales y de operación para el Etil Ester**

En la siguiente tabla se describe las condiciones iniciales y de operación para el Etil Ester.

Tabla N°13 Condiciones Iniciales y de Operación para el Etil Ester

DESCRIPCION	TANQUES			UNIDADES
	TK-230	TK-240	TK-250	
Temperatura de ingreso del Etil Ester (t_1)	20.0	20.0	20.0	°C
Temperatura de salida del Etil Ester (t_2)	40.0	40.0	40.0	°C
Temperatura de ingreso del agua caliente al serpentín (T_1)	71.0	71.0	71.0	°C
Diámetro del tanque de Etil Ester (D)	5.7	4.8	3.8	m
Altura del tanque de Etil Ester (H)	7.5	5.3	5.3	m
Densidad del Etil Ester (ρ_{ee})	920.0	920.0	920.0	kg/m ³
Densidad del agua (ρ_{H_2O})	1000.0	1000.0	1000.0	kg/m ³
Calor Específico del Etil Ester (CE_{ee})	1970.0	1970.0	1970.0	J/kg°k
	0.5	0.5	0.5	Btu/Lb-°F
Calor Específico del agua (CE_{H_2O})	4186.8	4186.8	4186.8	J/kg°k
	1.0	1.0	1.0	Btu/Lb-°F
Volumen operación del Etil Ester (V_{ee})	175.8	85.3	54.7	m ³
Flujo Volumétrico del agua (V'_{H_2O})	50.0	50.0	50.0	GPM
	11.4	11.4	11.4	m ³ /Hr
Tiempo de Calentamiento (t)	12.0	12.0	12.0	Hr

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Etapa 3: Calculo Térmico**

✓ **Balance de Energía:**

Para la selección de un intercambiador de calor, cuya función es transferir energía térmica desde un fluido a alta temperatura hacia otro fluido a baja temperatura con ambos fluidos moviéndose a través del equipo, se realizará un balance de energía, basado en la 1ra ley de la termodinámica.

$$Q_{\text{ABSORVIDO}_{ee}} = Q_{\text{CEDIDO}_{H_2O}} \quad (27)$$

Donde:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ABSORVIDO}_{ee}} &= m'_{ee} \cdot CE_{ee} \cdot (t_2 - t_1) \\ Q_{\text{CEDIDO}_{H_2O}} &= -m'_{H_2O} \cdot CE_{H_2O} \cdot (T_1 - T_2) \end{aligned}$$

Reemplazando en la ecuación 27:

$$Q_{\text{ABSORVIDO}_{ee}} = m'_{ee} \cdot CE_{ee} \cdot (t_2 - t_1) = m'_{H_2O} \cdot CE_{H_2O} \cdot (T_1 - T_2) = Q_{\text{CEDIDO}_{H_2O}}$$

▪ **Cálculo del flujo masico para el Etil Ester**

$$m'_{ee} = \frac{V_{ee} \cdot \rho_{ee}}{t}$$

▪ **Cálculo del flujo masico del agua**

$$m'_{H_2O} = V'_{H_2O} \cdot \rho_{H_2O}$$

▪ **Cálculo de la temperatura final del agua**

$$T_2 = T_1 - \left(\frac{m'_{ee} \cdot CE_{ee}}{m'_{H_2O} \cdot CE_{H_2O}} \right) \cdot (t_2 - t_1)$$

▪ **Cuadro de Cálculo del balance de energía**

Tabla N°14 Balance de Energía para los Tanques de Almacenamiento

DESCRIPCION	TANQUES			UNID.
	TK-230	TK-240	TK-250	
Temperatura de salida del Etil Ester (t_2)	40.0	40.0	40.0	°C
Temperatura de ingreso del Etil Ester (t_1)	20.0	20.0	20.0	°C
Flujo Másico del Etil Ester (m'_{ee})	13478.0	6539.7	4193.7	Kg/Hr
	29651.6	14387.3	9226.1	Lb/Hr
Calor absorbido por el Etil Ester ($Q_{absorbido_ee}$)	279037	135392	86822	BTU/Hr
Flujo Volumétrico del agua (V_{H_2O})	11.4	11.4	11.4	m ³ /Hr
Densidad del agua (ρ_{H_2O})	1000.0	1000.0	1000.0	kg/m ³
Flujo Másico del agua (m'_{H_2O})	11356.2	11356.2	11356.2	Kg/Hr
	24983.7	24983.7	24983.7	Lb/Hr
Temperatura de ingreso del agua caliente al serpentín (T_1)	71.0	71.0	71.0	°C
Calor Específico del Etil Ester (CE_{ee})	0.5	0.5	0.5	Btu/Lb-°F
Calor Específico del agua (CE_{H_2O})	1.0	1.0	1.0	BTU/Lb-°F
Temperatura de salida del agua del serpentín (T_2)	59.8	65.6	67.5	°C
Calor cedido por el agua ($Q_{cedido_H_2O}$)	-279037	-135392	-86822	BTU/Hr

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Diferencia de temperatura media logarítmica - MLDT:**

$$Q = \dot{m} \cdot CE \cdot \Delta T^\circ = U.A. MLDT$$

Donde:

$$MLDT = \frac{((T_1 - t_2) - (T_2 - t_1))}{\ln\left(\frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1}\right)}$$

Tabla N°15 MLDT para el tanque (TK – 230)

DESCRIPCION	TANQUE	UNID.
	TK-230	
Temperatura de salida del Etil Ester (t_2)	40	°C
Temperatura de ingreso del Etil Ester (t_1)	20	°C
Temperatura de salida del agua del serpentín (T2)	60	°C
Temperatura de ingreso del agua caliente al serpentín (T1)	71	°C
T1-t2 (°C)	31	°C
T2-t1 (°C)	40	°C
Diferencia de Temperatura Media Logarítmica (MLDT)	35.23	°C

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°16 MLDT para el tanque (TK – 240)

DESCRIPCION	TANQUE	UNID.
	TK-240	
Temperatura de salida del Etil Ester (t_2)	40	°C
Temperatura de ingreso del Etil Ester (t_1)	20	°C
Temperatura de salida del agua del serpentín (T2)	66	°C
Temperatura de ingreso del agua caliente al serpentín (T1)	71	°C
T1-t2 (°C)	31	°C
T2-t1 (°C)	46	°C
Diferencia de Temperatura Media Logarítmica (MLDT)	37.82	°C

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°17 MLDT para el tanque (TK – 250)

DESCRIPCION	TANQUE	UNID.
	TK-250	
Temperatura de salida del Etil Ester (t ₂)	40	°C
Temperatura de ingreso del Etil Ester (t ₁)	20	°C
Temperatura de salida del agua del serpentín (T2)	68	°C
Temperatura de ingreso del agua caliente al serpentín (T1)	71	°C
T1-t2 (°C)	31	°C
T2-t1 (°C)	48	°C
Diferencia de Temperatura Media Logarítmica (MLDT)	38.68	°C

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Coefficiente global de transferencia de calor:**

Para los intercambiadores de calor Aceite - Agua el Coeficiente Global oscila entre 19.37 a 61.64 Btu/hr-pie² °F, consideramos el valor promedio para el cálculo:

Tabla N°18 Coeficiente Global de Transferencia de Calor Promedio

DESCRIPCION	TANQUES			UNIDAD
	TK-230	TK-240	TK-250	
Coeficiente Global de Calor (U)	40.51	40.51	40.51	Btu/hr-pie ² °F

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Área de transferencia de calor:**

Se determinará de la siguiente manera.

$$At = \frac{Q_{\text{ABSORVIDO}(ee)}}{U \cdot \text{MLDT}}$$

Tabla N°19 Área de Transferencia para el tanque (TK-230)

DESCRIPCION	TANQUE	UNIDADES
	TK-230	
Calor absorbido por el Etil Ester ($Q_{\text{absorbido_ee}}$)	279037.2	BTU/hr
Coeficiente Global de Calor (U)	40.51	Btu/hr-pie ² °F
Diferencia de Temperatura Media Logarítmica (MLDT)	35.23	°C
Área de Transferencia de calor (A_t)	195.53	pie²
	18.17	m²

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°20 Área de Transferencia para el tanque (TK-240)

DESCRIPCION	TANQUE	UNIDADES
	TK-240	
Calor absorbido por el Etil Ester ($Q_{\text{absorbido_ee}}$)	135391.8	BTU/hr
Coeficiente Global de Calor (U)	40.51	Btu/hr-pie ² °F
Diferencia de Temperatura Media Logarítmica (MLDT)	37.82	°C
Área de Transferencia de calor (A_t)	88.37	pie²
	8.21	m²

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°21 Área de Transferencia para el tanque (TK-250)

DESCRIPCION	TANQUE	UNIDADES
	TK-250	
Calor absorbido por el Etil Ester ($Q_{\text{absorbido_ee}}$)	86822.2	BTU/hr
Coeficiente Global de Calor (U)	40.51	Btu/hr-pie ² °F
Diferencia de Temperatura Media Logarítmica (MLDT)	38.68	°C
Área de Transferencia de calor (A_t)	55.42	pie²
	5.15	m²

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Dimensiones del serpentín:**

Considerando que los tanques TK-230, TK-240 y TK-250 cuentan con aislamiento térmico. Los serpentines serán fabricados con tubos de material de acero inoxidable AISI 304, ASTM A-312, sin costura, Sch.10

Se utilizarán las siguientes ecuaciones para el cálculo del perímetro (p) y longitud total de tubería (Lt):

$$p = (\emptyset \cdot \pi) \times 0.0254$$

$$Lt = At/P$$

Tabla N°22 Dimensiones para el Serpentín del tanque (TK-230)

DESCRIPCION	TANQUE	UNIDADES
	TK-230	
Diámetro nominal (\emptyset nominal)	3.0	pulg
Diámetro exterior del ducto del serpentín (\emptyset ext)	3.50	pulg
Espesor de tubería (e)	0.120	pulg
Perímetro (p)	0.28	m
Longitud total de tubería (Lt)	65.04	m
Número de tubos de 6 m	10.84	unid.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°23 Dimensiones para el Serpentín del tanque (TK-240)

DESCRIPCION	TANQUE	UNIDADES
	TK-240	
Diámetro nominal (\emptyset nominal)	3.0	pulg
Diámetro exterior del ducto del serpentín (\emptyset ext)	3.50	pulg
Espesor de tubería (e)	0.120	pulg
Perímetro (p)	0.28	m
Longitud total de tubería (Lt)	29.40	m
Número de tubos de 6 m	4.90	unid.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°24 Dimensiones para el Serpentín del tanque (TK-250)

DESCRIPCION	TANQUE	UNIDADES
	TK-250	
Diámetro nominal ($\varnothing_{nominal}$)	2.5	pulg
Diámetro exterior del ducto del serpentín (\varnothing_{ext})	2.87	pulg
Espesor de tubería (e)	0.120	pulg
Perímetro (p)	0.23	m
Longitud total de tubería (Lt)	22.45	m
Número de tubos de 6 m	3.74	unid.

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Cálculo del aislamiento térmico:**

Para realizar cálculo de aislamiento térmico para las tuberías que alimentan a los serpentines de calentamiento usaremos las fórmulas recomendadas por el reglamento de instalaciones térmicas de los edificios de España, el cual para nuestro caso plantean la siguiente formula; para superficies de sección circular:

$$r = \frac{D_i}{2} \left[\text{EXP} \left(\frac{k}{k_{ref}} \ln \left(\frac{D_i + 2 \cdot r_{ref}}{D_i} \right) \right) - 1 \right]$$

Tabla N°25 Cálculo del aislamiento térmico para la Tubería

DESCRIPCION	TUBERÍA		UNIDADES
	$\varnothing 3''$	$\varnothing 2.5''$	
Material Aislante	Lana Mineral		
Conductividad térmica (K)	0.038	0.038	W/m-k
Espesor mínimo de referencia (*) (r_{ref})	30.00	30.00	mm
Conductividad térmica referencial (*) (k_{ref})	0.04	0.04	mm
Diámetro interior del material aislante (Di)	82.80	66.90	mm
Espesor mínimo del aislamiento teórico	28	28	mm
Espesor mínimo de aislamiento comercial	25	25	mm

Fuente: Elaboración Propia

(*) El espesor mínimo de referencia fue tomado de la tabla 1.2.4.2.1 del Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios de España.

✓ **Resumen del cálculo térmico:**

Con la finalidad de incrementar la temperatura del producto Etil Ester de 20 °C a 40 °C en un periodo de 12 horas se realizó el cálculo térmico, teniendo como resultados los siguientes parámetros principales.

Tabla N°26 Resumen del cálculo térmico para los tanques

DESCRIPCION	TANQUES			UNIDADES
	TK-230	TK-240	TK-250	
Flujo Volumétrico del agua (V' H ₂ O)	50.00	50.00	50.00	GPM
Temperatura de ingreso del agua caliente al serpentín (T1)	71.00	71.00	71.00	°C
Temperatura de salida del agua del serpentín (T2)	59.83	65.58	67.52	°C
Diámetro nominal de la tubería del serpentín (Ønominal)	3.00	3.00	2.50	pulg
Longitud total de tubería (Lt)	65.0	29.4	22.5	m
Espesor mínimo de aislamiento comercial	TUBERÍA			UNIDADES
	Ø3"	Ø2.5"		
	25	25		mm

Fuente: Elaboración Propia

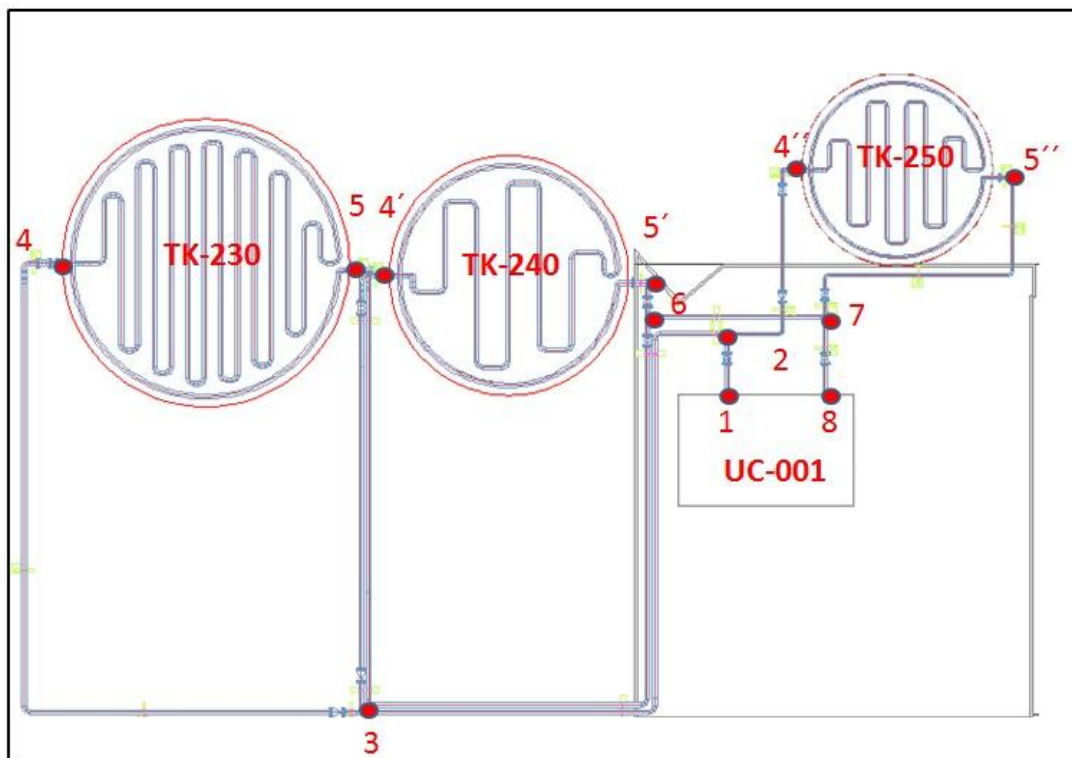
➤ **Etapa 4: Calculo Hidráulico – Red de tuberías de transferencia de calor**

Tabla N°27 Consideraciones para el Cálculo Hidráulico

Gravedad (g)	9.81 m/s ²
Caudal requerido para cada tanque(Q)	50 GPM
Nivel del piso	0.00 m
Nivel más alto de la red de agua caliente	1.66 m
Temperatura promedio del agua (T)	65 °C
Densidad del agua (ρ)	980.5 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

Figura N°25 Esquema de Distribución del Sistema de calentamiento de Etil Ester



Fuente: Elaboración Propia

✓ **Perdidas hidráulicas de tubería por tramo:**

Para los siguientes cálculos se va a utilizar la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 \pm H_m = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_p + h_s$$

Donde:

h_p : son las pérdidas primarias o longitudinales

h_s : son las pérdidas ocasionadas en accesorios, válvulas, etc.

Para ello las pérdidas primarias se evalúan por:

$$h_p = f \frac{L}{D_H} \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Donde:

L: Longitud considerada.

V: Velocidad media del fluido.

D_H : Diámetro hidráulico.

g: Aceleración de la gravedad.

f: Factor de fricción, este se evalúa de dos maneras distintas analíticamente y gráficamente.

Además, las pérdidas secundarias se evalúan de la siguiente manera:

$$h_s = k \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

k: Coeficiente de pérdidas, depende de la geometría y el acabado superficial interno del accesorio y/o válvula.

- Pérdidas de tuberías en el tramo 8-7

Diámetro nominal (D_{8-7}) =	0.076 m \equiv 3 pulg
Diámetro int. de tubería (d_{8-7}) =	0.083 m \equiv 3.26 pulg SCH 10
Área de tubería (A_{8-7}) =	0.005 m ²
Rugosidad absoluta (ϵ_{8-7}) =	0.060 m
Caudal Requerido (Q_{8-7}) =	0.009 m ³ /s \equiv 150 gpm
Velocidad del fluido (V_{8-7}) =	1.76 m/s
Número de Reynolds (Re_{8-7}) =	3263 (Flujo en transición)
Factor de pérdida (f_{8-7}) =	0.022 m

Parámetros	Valores	K	K _T
Accesorios tramo 8-7 =	1 Tee	0.430988	1.51
	1 válvula bola	1.08	
Longitud de tubería (L_{8-7}) =	1.6 m	0.41	0.41
Pérdida prim (h_{prim}) =	0.06474 mca		
Pérdida sec (h_{sec}) =	0.23790 mca		

Donde:

$$h_L = h_{prim} + h_{sec}$$

Pérdida total tubería(h_L) =	0.30264 mca \equiv 0.43 psi
Presión geodésica (h_{geo}) =	0.35200 mca \equiv 0.50 psi
Presión residual requerida (h_{res}) =	0.04679 mca \equiv 0.066 psi

De lo anterior se obtiene:

$$h_{req} = h_L + h_{geo} + h_{res}$$

Presión requerida (h_{req}) =	0.70143 mca \equiv 0.99 psi
---	---

- Pérdidas de tuberías en el tramo 7-6

Diámetro nominal (D_{7-6}) =	0.076 \equiv 3 pulg)
Diámetro int. de tubería (d_{7-6}) =	0.083 \equiv 3.26 pulg SCH 10
Área de tubería (A_{7-6}) =	0.005 m ²
Rugosidad absoluta (ϵ_{7-6}) =	0.060 m
Caudal Requerido (Q_{7-6}) =	0.006 m ³ /s \equiv 100 gpm
Velocidad del fluido (V_{7-6}) =	1.17 m/s
Número de Reynolds (Re_{7-6}) =	2176 (Flujo en transición)
Factor de pérdida (f_{7-6}) =	0.022 m

Parámetros	Valores	K	K _T
Accesorios tramo 7-6 =	1 Tee	0.430988	0.431
Longitud de tubería (L_{7-6}) =	3.5 m	0.92	0.92
Pérdida prim (h_{prim}) =	0.06474 mca		
Pérdida sec (h_{sec}) =	0.23790 mca		

Donde:

$$h_L = h_{prim} + h_{sec}$$

Pérdida total tubería(h_L) =	0.09463 mca \equiv 0.14 psi
Presión geodésica (h_{geo}) =	0.35200 mca \equiv 0.50 psi
Presión residual requerida (h_{res}) =	0.70143 mca \equiv 0.99 psi

De lo anterior se obtiene:

$$h_{req} = h_L + h_{geo} + h_{res}$$

Presión requerida (h_{req}) =	1.14806 mca \equiv 1.63 psi
---	---

- Pérdidas de tuberías en el tramo 6-5

Diámetro nominal (D_{6-5}) =	0.076 \equiv 3 pulg
Diámetro int. de tubería (d_{6-5}) =	0.083 \equiv 3.26 pulg SCH 10
Área de tubería (A_{6-5}) =	0.005 m ²
Rugosidad absoluta (\mathcal{E}_{6-5}) =	0.060 m
Caudal Requerido (Q_{6-5}) =	0.003 m ³ /s \equiv 50 gpm
Velocidad del fluido (V_{6-5}) =	0.59 m/s
Número de Reynolds (Re_{6-5}) =	1088 (Flujo laminar)
Factor de pérdida (f_{6-5}) =	0.059 m

Parámetros	Valores	K	K _T
Accesorios tramo 6-5 =	4 codo 90°	1.7650975	28.145
	1 válvula bola	1.08	
	1 válvula globo	20.00	
Longitud de tubería (L_{6-5}) =	22.2 m	15.79	15.789
Pérdida prim (h_{prim}) =	0.27622 mca		
Pérdida sec (h_{sec}) =	0.49236 mca		

Donde:

$$h_L = h_{prim} + h_{sec}$$

Pérdida total tubería (h_L) =	0.76858 mca \equiv 1.09 psi
Presión geodésica (h_{geo}) =	0.35200 mca \equiv 0.50 psi
Presión residual requerida (h_{res}) =	1.14806 mca \equiv 1.63 psi

De lo anterior se obtiene:

$$h_{req} = h_L + h_{geo} + h_{res}$$

Presión requerida (h_{req}) =	2.26863 mca \equiv 3.23 psi
---	---

- **Pérdidas de tuberías en el tramo 5-4**

Diámetro nominal (D_{5-4}) =	0.076 \equiv 3 pulg
Diámetro int. de tubería (d_{5-4}) =	0.083 \equiv 3.26 pulg SCH 10
Área de tubería (A_{5-4}) =	0.005 m ²
Rugosidad absoluta (\mathcal{E}_{5-4}) =	0.060 m
Caudal Requerido (Q_{5-4}) =	0.003 m ³ /s \equiv 50 gpm
Velocidad del fluido (V_{5-4}) =	0.59 m/s
Número de Reynolds (Re_{5-4}) =	1088 (Flujo laminar)
Factor de pérdida (f_{5-4}) =	0.059 m

Parámetros	Valores	K	K _T
Accesorios tramo 5-4 =	31 codo 90°	1.7650975	54.718
Longitud de tubería (L_{5-4}) =	65.0 m	46.22	46.217
Pérdida prim (h_{prim}) =	0.80851 mca		
Pérdida sec (h_{sec}) =	0.95722 mca		

Donde:

$$h_L = h_{prim} + h_{sec}$$

Pérdida total tubería(h_L) =	1.76574 mca \equiv 2.51 psi
Presión geodésica (h_{geo}) =	1.66000 mca \equiv 2.36 psi
Presión residual requerida (h_{res}) =	2.26863 mca \equiv 3.23 psi

De lo anterior se obtiene:

$$h_{req} = h_L + h_{geo} + h_{res}$$

Presión requerida (h_{req}) =	5.69437 mca (8.09 psi)
---	-------------------------------

- Pérdidas de tuberías en el tramo 4-3

Diámetro nominal (D_{4-3}) =	0.076 \equiv 3 pulg
Diámetro int. de tubería (d_{4-3}) =	0.083 \equiv 3.26 pulg SCH 10
Área de tubería (A_{4-3}) =	0.005 m ²
Rugosidad absoluta (\mathcal{E}_{4-3}) =	0.060 m
Caudal Requerido (Q_{4-3}) =	0.003 m ³ /s \equiv 50 gpm
Velocidad del fluido (V_{4-3}) =	0.59 m/s
Número de Reynolds (Re_{4-3}) =	1088 (Flujo laminar)
Factor de pérdida (f_{4-3}) =	0.059 m

Parámetros	Valores	K	K τ
Accesorios tramo 4-3 =	2 codo 90°	1.7650975	48.246
	1 Tee	1.1767317	
	1 válvula globo	20.00	
Longitud de tubería (L_{4-3}) =	16.2 m	23.53	11.512
Pérdida prim (h_{prim}) =	0.20138 mca		
Pérdida sec (h_{sec}) =	0.84400 mca		

Donde:

$$h_L = h_{prim} + h_{sec}$$

Pérdida total tubería (h_L) =	1.04539 mca \equiv 1.49 psi
Presión geodésica (h_{geo}) =	0.35200 mca \equiv 0.50 psi
Presión residual requerida (h_{res}) =	5.69437 mca \equiv 8.09 psi

De lo anterior se obtiene:

$$h_{req} = h_L + h_{geo} + h_{res}$$

Presión requerida (h_{req}) =	7.09176 mca \equiv 10.09 psi
---	--

- Pérdidas de tuberías en el tramo 3-2

Diámetro nominal (D_{3-2}) =	0.076 \equiv 3 pulg
Diámetro int. de tubería (d_{3-2}) =	0.083 \equiv 3.26 pulg SCH 10
Área de tubería (A_{3-2}) =	0.005 m ²
Rugosidad absoluta (ϵ_{3-2}) =	0.060 m
Caudal Requerido (Q_{3-2}) =	0.006 m ³ /s \equiv 100 gpm
Velocidad del fluido (V_{3-2}) =	1.17 m/s
Número de Reynolds (Re_{3-2}) =	2176 (Flujo laminar)
Factor de pérdida (f_{3-2}) =	0.022 m

Parámetros	Valores	K	K _T
Accesorios tramo 3-2 =	2 codo 90°	0.646482	2.804
	1 Tee	0.430988	
	1 válvula bola	1.08	
Longitud de tubería (L_{3-2}) =	13.6 m	3.53	3.5292
Pérdida prim (h_{prim}) =	0.24695 mca		
Pérdida sec (h_{sec}) =	0.19621 mca		

Donde:

$$h_L = h_{prim} + h_{sec}$$

Pérdida total tubería (h_L) =	0.44316 mca \equiv 0.63 psi
Presión geodésica (h_{geo}) =	0.35200 mca \equiv 0.50 psi
Presión residual requerida (h_{res}) =	7.09176 mca \equiv 10.09 psi

De lo anterior se obtiene:

$$h_{req} = h_L + h_{geo} + h_{res}$$

Presión requerida (h_{req}) =	7.88692 mca \equiv 11.22 psi
---	--

- **Pérdidas de tuberías en el tramo 2-1**

Diámetro nominal (D_{2-1}) =	0.076 \equiv 3 pulg
Diámetro int. de tubería (d_{2-1}) =	0.083 \equiv 3.26 pulg SCH 10
Área de tubería (A_{2-1}) =	0.005 m ²
Rugosidad absoluta (\mathcal{E}_{2-1}) =	0.060 m
Caudal Requerido (Q_{2-1}) =	0.009 m ³ /s \equiv 150 gpm
Velocidad del fluido (V_{2-1}) =	1.76 m/s
Número de Reynolds (Re_{2-1}) =	3263 (Flujo en transición)
Factor de pérdida (f_{2-1}) =	0.022 m

Parámetros	Valores	K	K _T
Accesorios tramo 2-1 =	1 Tee	0.430988	1.511
	1 válvula bola	1.08	
Longitud de tubería (L_{2-1}) =	1.2 m	0.31	0.3123
Pérdida prim (h_{prim}) =	0.04917 mca		
Pérdida sec (h_{sec}) =	0.23790 mca		

Donde:

$$h_L = h_{prim} + h_{sec}$$

Pérdida total tubería(h_L) =	0.28707 mca \equiv 0.41 psi
Presión geodésica (h_{geo}) =	0.35200 mca \equiv 0.50 psi
Presión residual requerida (h_{res}) =	7.88692 mca \equiv 11.22 psi

De lo anterior se obtiene:

$$h_{req} = h_L + h_{geo} + h_{res}$$

Presión requerida (h_{req}) =	8.52599 mca \equiv 12.10 psi
---	--

- **Potencia estimada del motor**

Donde:

$$Pot. hidraulica teorica = (h_{req})(Q)$$

$$Pot. del motor teorica = \frac{Pot. hidraulica teorica}{(efic. bomba)(efic. transmision)(efic. motor)}$$

De lo anterior se obtiene:

Presión requerida (h_{req}) =	8.53 mca \equiv 83611.37 Pa
Caudal Requerido (Q) =	0.009 m ³ /s \equiv 150 gpm
Potencia hidráulica teórica =	791.256 watts \equiv 1.06 HP
Eficiencia de bomba =	70%
Eficiencia de transmisión =	65%
Eficiencia del motor =	75%
Potencia del motor teórica =	2318.7 watts \equiv 3.1 HP
Potencia comercial estimada =	3.5 HP

- **Elaboración de documentación y planos.**

En esta actividad se elaboraron (04) documentos y (06) planos. El gerente de operaciones los reviso y aprobó en primera instancia.

Estos documentos de trabajaron de forma paralela debido a que uno dependía del otro para su elaboración.

Tabla N°28 Documentación del Proyecto

Ítem	Nombre del Documento	Código de Entregable
01	Memoria de Calculo	MC-4500297314-05-001
02	Especificación Técnica	ET-4500297314-05-001
03	Memoria Descriptiva	MD-4500297314-05-001
04	Estimación de costos de capital	ECC-4500297314-05-001

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra los planos elaborados para el proyecto.

Tabla N°29 Planos del Proyecto

Ítem	Nombre del Plano	Código de Entregable
01	Diagrama de Flujo de Procesos	PL-DSM-001
02	Arreglo general del sistema de calentamiento	PL-DSM-002
03	Arreglo general de serpentines – TK 230	PL-DSM-003
04	Arreglo general de serpentines – TK 240	PL-DSM-004
05	Arreglo general de serpentines – TK 250	PL-DSM-005
06	Secciones A, B, C, D y E	PL-DSM-006

Fuente: Elaboración Propia

- **Control de Etapas**

- **Control de la Etapa 1**

En esta etapa se realizó una visita técnica al cliente, así mismo se nos hizo llegar los requerimientos y alcances del proyecto por parte del cliente. Se elaboro un informe técnico de la visita realizada.

- **Control de la Etapa 2**

Se elaboro un listado de la documentación a elaborar bajo los requerimientos dados (listado de entregables), lo cual permite dejar en claro que documentación será entregará al cliente.

- **Control de la Etapa 3 y 4**

Se realizo un seguimiento por parte del cliente y el gerente de operaciones de la empresa respetando las fechas acordadas, con el fin de mantener la planificación del proyecto. Para así poder entregar la documentación ofrecida al cliente para su revisión y levantamiento de observaciones. Y así poder entregar un expediente final.

3.2 Evaluación técnica – económica

En esta evaluación se estimó la inversión para implementar un sistema de calentamiento para tanques de almacenamiento de Etil Ester. Así mismo se elaboró un presupuesto del costo de ingeniería, materiales, pruebas e inspección.

Tabla N°30 Costo de Ingeniería

Ítem	Descripción	Und.	Cant.	Total (S/)
1	Ingeniero Senior	1	7000	7000
2	Ingeniero Junior - Proyectos	1	3500	3500
3	Cadista	1	2500	2500
Total				23000

Fuente: Electro Nor Perú S.A.C.

Tabla N°31 Costo de Materiales, Pruebas e Inspección

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	EQUIPOS Y MATERIALES				INSTALACIÓN		SUBTOTAL POR MATERIAL Y EQUIPO	TOTAL (\$)
				EQUIPOS		MATERIALES		Parcial (\$)	Total (\$)		
				Parcial (\$)	Total (\$)	Parcial (\$)	Total (\$)				
1.-ADECUACIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ETIL ESTER											
1.1-TK-230											
1.1.1	Boquillas de acero inoxidable ASTM A-351 Gr. CF8M, bridada, diámetro Ø 3". (Incluye plancha de refuerzos)	Unid.	2	0.0	0.0	83.8	168	125.7	251.4	167.6	419.1
1.2-TK-240											
1.2.1	Boquillas de acero inoxidable ASTM A-351 Gr. CF8M, bridada, diámetro Ø 3". (Incluye plancha de refuerzos)	Unid.	2	0.0	0.0	83.8	168	125.7	251.4	251.4	502.9
1.3-TK-250											
1.3.1	Boquillas de acero inoxidable ASTM A-351 Gr. CF8M, bridada, diámetro Ø 2.5". (Incluye plancha de refuerzos)	Unid.	2	0.0	0.0	62.9	126	125.7	251.4	251.4	502.9
2.-SERPENTINES DE CALENTAMIENTO											
2.1-Serpentin de calentamiento para el TK-230											
2.1.1	Tubería de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 3".	m	65	0.0	0.0	60.2	3,912	39.1	2,543.1	2,543.1	5,086.2
2.1.2	Codo largo de 90° soldable de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 3".	Unid.	33	0.0	0.0	14.3	472	9.3	306.7	306.7	613.5
2.1.3	Brida de acero inoxidable soldable ASTM A-351 Gr. CF8M, diámetro Ø 3".	Unid.	2	0.0	0.0	43.8	88	28.5	57.0	57.0	113.9
2.1.4	Soporte típico - 1 (Ver plano PL-4500297314-05-003_B)	Unid.	2	0.0	0.0	85.7	171	55.7	111.4	111.4	222.7
2.1.5	Soporte típico - 2 (Ver plano PL-4500297314-05-003_B)	Unid.	4	0.0	0.0	13.7	55	8.9	35.6	35.6	71.2
2.1.6	Soporte típico - 3 (Ver plano PL-4500297314-05-003_B)	Unid.	2	0.0	0.0	22.7	45	14.8	29.5	29.5	59.0
2.2-Serpentin de calentamiento para el TK-240											
2.2.1	Tubería de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 3".	m	29	0.0	0.0	60.2	1,746	39.1	1,134.6	1,134.6	2,269.2
2.2.2	Codo largo de 90° soldable de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 3".	Unid.	19	0.0	0.0	14.3	272	9.3	176.6	176.6	353.2
2.2.3	Brida de acero inoxidable soldable ASTM A-351 Gr. CF8M, diámetro Ø 3".	Unid.	2	0.0	0.0	43.8	88	28.5	57.0	57.0	113.9
2.1.5	Soporte típico - 2 (Ver plano PL-4500297314-05-004_B)	Unid.	9	0.0	0.0	13.7	123	8.9	80.1	80.1	160.2
2.3-Serpentin de calentamiento para el TK-250											
2.3.1	Tubería de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312,	m	22	0.0	0.0	49.0	1,079	31.9	701.1	701.1	1,402.2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	EQUIPOS Y MATERIALES				INSTALACIÓN		SUBTOTAL POR MATERIAL Y EQUIPO	TOTAL (\$)
				EQUIPOS		MATERIALES		Parcial (\$)	Total (\$)		
				Parcial (\$)	Total (\$)	Parcial (\$)	Total (\$)				
	Sch.10, sin costura, diámetro Ø 2.5".										
2.3.2	Codo largo de 90° soldado de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 2.5".	Unid.	21	0.0	0.0	8.9	186	5.8	120.9	120.9	241.8
2.3.3	Brida de acero inoxidable soldable ASTM A-351 Gr. CF8M, diámetro Ø 2.5".	Unid.	2	0.0	0.0	52.2	104	33.9	67.9	67.9	135.7
2.1.5	Soporte típico - 2 (Ver plano PL-4500297314-05-005_B)	Unid.	2	0.0	0.0	13.7	27	8.9	17.8	17.8	35.6
2.3.5	Soporte típico - 4 (Ver plano PL-4500297314-05-005_B)	Unid.	2	0.0	0.0	56.3	113	36.6	73.2	73.2	146.4
3.-SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA CALIENTE											
3.01	Tubería de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 3".	m	73	0.0	0.0	60.2	4,394	39.1	2,856.1	2,856.1	5,712.2
3.02	Tubería de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 2.5".	m	15	0.0	0.0	49.0	735	31.9	478.0	478.0	956.0
3.03	Codo largo de 90° soldable de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 3".	Unid.	11	0.0	0.0	14.3	157	9.3	102.2	102.2	204.5
3.04	Codo largo de 90° soldable de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 2.5".	Unid.	7	0.0	0.0	8.9	62	5.8	40.3	40.3	80.6
3.05	Tee 90° soldable de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, diámetro Ø 3".	Unid.	4	0.0	0.0	9.9	40	6.4	25.7	25.7	51.5
3.06	Reducción de 3" a 2 1/2" soldable de Acero Inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura.	Unid.	2	0.0	0.0	10.7	21	7.0	13.9	13.9	27.9
3.07	Brida soldable de acero inoxidable ASTM A-351 Gr. CF8M, diámetro Ø 3".	Unid.	2	0.0	0.0	43.8	88	28.5	57.0	57.0	113.9
3.08	Válvula anti retorno de acero inoxidable ASTM A-351 Gr. CF8M, bridada, diámetro Ø 3", clase 150#	m	3	0.0	0.0	210.0	630	136.5	409.5	409.5	819.0
3.09	Válvula globo de acero inoxidable ASTM A-351 Gr. CF8M, bridada, diámetro Ø 3", clase 150#	Unid.	6	0.0	0.0	260.0	1,560	169.0	1,014.0	1,014.0	2,028.0
3.1	Válvula de bola de acero inoxidable ASTM A-351 Gr. CF8M, bridada, diámetro Ø 3", clase 150#	Unid.	5	0.0	0.0	180.0	900	117.0	585.0	585.0	1,170.0
3.11	Soporte típico - 1A (Ver plano PL-4500297314-05-006_B)	Unid.	6	0.0	0.0	20.7	124	14.5	86.9	86.9	173.8
3.12	Soporte típico - 1B (Ver plano PL-4500297314-05-006_B)	Unid.	1	0.0	0.0	16.0	16	11.2	11.2	11.2	22.4
3.13	Soporte típico - 1C (Ver plano PL-4500297314-05-006_B)	Unid.	5	0.0	0.0	35.7	179	25.0	125.0	125.0	250.0

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	EQUIPOS Y MATERIALES				INSTALACIÓN		SUBTOTAL POR MATERIAL Y EQUIPO	TOTAL (\$)
				EQUIPOS		MATERIALES		Parcial (\$)	Total (\$)		
				Parcial (\$)	Total (\$)	Parcial (\$)	Total (\$)				
3.14	Soporte típico - 2A (Ver plano PL-4500297314-05-006_B)	Unid.	3	0.0	0.0	24.2	73	16.9	50.8	50.8	101.7
3.15	Soporte típico - 2B (Ver plano PL-4500297314-05-006_B)	Unid.	2	0.0	0.0	39.2	78	27.5	54.9	54.9	109.9
3.16	Soporte típico - 2C (Ver plano PL-4500297314-05-006_B)	Unid.	1	0.0	0.0	43.7	44	30.6	30.6	30.6	61.2
4.-SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS TUBERÍAS DE RECIRCULACIÓN											
4.01	Preformado de lana de mineral de 100 kg/m3 de densidad, espesor de 25 mm x 1.00 m de longitud, para tubería de Ø 3"	m	73	0.0	0.0	73.9	5,391	6.0	438.0	438.0	876.0
4.02	Preformado de lana de mineral de 100 kg/m3 de densidad, espesor de 25 mm x 1.00 m de longitud, para accesorios de Ø 3"	Und	17	0.0	0.0	55.4	942	18.0	306.0	306.0	612.0
4.03	Preformado de lana de mineral de 100 kg/m3 de densidad, espesor de 25 mm x 1.00 m de longitud, para Válvulas de Ø 3"	Und	14	0.0	0.0	81.2	1,137	25.0	350.0	350.0	700.0
4.04	Preformado de lana de mineral de 100 kg/m3 de densidad, espesor de 25 mm x 1.00 m de longitud, para tubería de Ø 2 1/2"	m	15	0.0	0.0	71.1	1,066	4.5	67.5	67.5	135.0
4.05	Preformado de lana de mineral de 100 kg/m3 de densidad, espesor de 25 mm x 1.00 m de longitud, para accesorios de Ø 2 1/2"	Und	7	0.0	0.0	53.3	373	14.0	98.0	98.0	196.0
4.06	Aluminio liso de 0.5 mm de espesor x 1.00 m.de longitud rolado y pestañado para tubería de Ø 3" con 25 mm de espesor de aislamiento.	m	73	0.0	0.0	54.3	3,967	9.0	657.0	657.0	1,314.0
4.07	Aluminio liso de 0.5 mm de espesor x 1.00 m.de longitud rolado y pestañado para tubería de Ø 2 1/2" con 25 mm de espesor de aislamiento.	m	15	0.0	0.0	48.8	732	8.0	120.0	120.0	240.0
5.-PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS E INSPECCIÓN											
5.01	Prueba de hermeticidad	Gbl	1	0.0	0.0	0.0	0	1,050.0	1,050.0	0.0	1,050.0
5.02	Inspección de soldaduras (Placas radiográficas al 10% y tintes penetrantes al 100%)	Gbl	1	0.0	0.0	0.0	0	2,250.0	2,250.0	0.0	2,250.0
COSTO TOTAL US\$											31,705.3

Fuente: Electro Nor Perú S.A.C.

3.3 Análisis de resultados

Se logro el objetivo principal de diseñar un sistema de calentamiento para mantener el Etil Ester a una temperatura que oscile entre 30°C y 50°C; de los cálculos realizados se determinó la diferencia de temperatura media logarítmica para cada tanque de almacenamiento donde para el TK- 230 la MDLT es 35.23°C, para el TK-240 la MDLT es 37.82°C y para el TK-250 es 38.68°C.

Los tanques contarán con serpentines de calentamiento en su interior de tipo horquilla con anillo de recirculación, estos serpentines serán fabricados con tubos de acero inoxidable AISI 304/ ASTM A-312, Sch.10, sin costura, los cuales serán instalados según los planos de fabricación del proyecto. (Ver Planos PL-DSM-003, PL-DSM-004 y PL-DSM-005).

El sistema de recirculación de agua caliente consta de un arreglo de tuberías que conectará a los serpentines de calentamiento ubicados en el interior de los tanques TK- 230, TK-240 y TK-250 con la unidad de calentamiento.

Este Sistema de recirculación será fabricado con tubos de material de Acero Inoxidable 304, ASTM A-312, sin costura, Sch. 10, los cuales serán instalados según el plano de fabricación (Ver PL-DSM-002).

El sistema de aislamiento térmico de las tuberías de recirculación, se aplicará a los tramos, que conectarán a los serpentines de calentamiento que se encuentran en el interior de los tanques TK-230, TK-240 y TK-250, con la unidad de calentamiento (UC- 001).

Este aislamiento será de lana mineral (ASTM C 547) con conductividad térmica de 0.038 W/m°K, espesor mínimo comercial de 25 mm y fabricada con una resina con bajo contenido de cloruros, inferior a 10 ppm. (ASTM C 795).

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- El primer punto que se tomó en cuenta fue como mejorar el rendimiento y producción en la línea del Etil Ester, para ello consistía en seleccionar el tipo de serpentín adecuado para el proyecto para así determinar los parámetros para el cálculo y diseño del sistema de calentamiento.
- Bajo las condiciones iniciales de operación dadas, se tuvo que tener en cuenta en los cálculos las temperaturas críticas, así como el tiempo de calentamiento, para evitar el deterioro del producto durante su procesamiento.
- Utilizar la normativa vigente respetando las consideraciones de operación del producto, para la elaboración de una ingeniería de detalle para el proyecto.

4.2 Conclusiones

- Se determinó que para los tres tanques de almacenamiento de Etil Ester el tipo de sistema de calentamiento, estará compuesto por tres serpentines tipo horquilla con anillo envolvente y un sistema de recirculación
- Se definieron los parámetros de diseño del sistema de calentamiento, tales como la temperatura de almacenamiento del Etil Ester de 40 °C, la temperatura de ingreso del agua de calentamiento a 71 °C, el caudal de calentamiento del agua a 150 GPM y el tiempo de calentamiento de 12 horas, con el propósito de mantener el Etil Ester a una temperatura que oscile entre 30 °C a 50 °C para no deteriorar el producto.
- Se realizó el cálculo térmico para la selección de los componentes térmicos teniendo 95 m de tubería de Ø 3" de diámetro y 23 m de tubería de Ø 2.5" de diámetro que deberán ser aislado con 25 mm de lana mineral y cobertura metálica para garantizar la plena operatividad del sistema de calentamiento.
- Se realizó el cálculo hidráulico para el sistema de calentamiento considerándose como componentes mecánicos 5 válvulas tipo bola, 6 válvulas tipo globo, 3 válvulas tipo check y obteniéndose como resultado una potencia hidráulica de 1.06 HP y una potencia del motor de 3.10 HP para dar cumplimiento de la norma vigente.

V. RECOMENDACIONES

- Para el diseño de cualquier equipo o sistema, es imprescindible la disponibilidad de los planos en los que se detallan el material y las medidas de cada una de las partes. Ya que de esta manera nos permite conocer la cantidad de material a utilizar evitando desperdicios.
- Es importante considerar la reutilización de recursos para el diseño de un sistema de calentamiento, en este caso se está considerando reutilizar el agua blanda del tanque de condensado para hacerlo recircular a través de una unidad de calentamiento (intercambiador de calor) y una electrobomba.
- Se debe de tener cuidado en la fabricación de cada serpentín, ya que debe evitarse las deformaciones excesivas para que así el periodo de vida útil sea prolongado.
- Se recomienda mantener un buen estado del aislamiento térmico, eso se logra mediante el recubrimiento del aislamiento con cobertura metálica en todo el recorrido del sistema de recirculación.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- **Richardson, J.M. Coulson / J.F. 2013.** *Ingeniería Química (Flujo de Fluidos, transmisión de calor y transferencia de materia)*. s.l. : REVERTE S.A., 2013.
- **Shilling, Richard L., y otros. 2008.** *Manual del Ingeniero Químico*. Ciudad de Mexico : McGraw-Hill, 2008.
- **Cengel, Yunus A. 2007.** *Transferencia de Calor y Masa*. Ciudad de Mexico : McGraw-Hill, 2007.
- **Kreith, Frank, Manglik, Raj M. y Bohn, Mark S. 2012.** *Principio de Transferencia de Calor*. Ciudad de Mexico : Editec S.A., 2012.
- **Acosta Fiallos, Edwin Patricio y Villalta Carrera, Sergio Alberto. 2007.** Diseño de un Sistema de Condensación para Emisión de Vapor originado en el Área de Cocción de la Planta de Producción de la Cervecería Andina S.A. Quito : s.n., 2007.
- **AFELMA, ANDIMAI. 2016.** *Guía de Buenas Prácticas en el Aislamiento Industrial*. Madrid : Graficas Arias Montano S.A., 2016.
- **Correro Luque, Eva María. 2009.** Diseño Básico de un Sistema de Vapor para Calefacción de Tanques de Almacenamiento de Aceite Vegetal. Andalucía : s.n., 2009.
- **Jaramillo, O. A. 2007.** *Intercambiadores de Calor*. Ciudad de Mexico : Universidad Nacional Autónoma de Mexico, 2007.
- **Perez Remesal, Severiano F. y Renedo Estebanez, Carlos. 2009.** *Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas*. Cantabria : s.n.
- **Puebla, Benemerita Universidad Autónoma de Puebla. 2018.** Sistemas Complejos de Tuberías. *Redes de distribución de Agua*. Puebla : s.n., 2018.

PAGINAS DE INTERNET

- **Spirax Sarco.** <https://www.spiraxsarco.com/global/es-PE>. [En línea]
- **Valvulas Industriales S.A.** <https://www.valvulasindustriales.com/>. [En línea]
- **Jahesa S.A.** <https://www.jahesa.com/tubosdeaceroinoxidable>. [En línea]
- **2020.** IQR Ingeniería química. [En línea] 14 de Agosto de 2020. <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/>.

ANEXOS

Anexo 1: Alcance del Departamento de Ingeniería de DSM

Anexo 2: Registro Fotográfico de los Tanques de Almacenamiento

Anexo 3: Hoja de datos del Etil Ester

Anexo 4: Hojas técnica de tuberías, accesorios (Válvulas) y lana mineral

Anexo 5: Layout - Ubicación en Planta de los Tanques de Almacenamiento

Anexo 6: Planos del Proyecto

ANEXO 1: Alcance del Departamento de Ingeniería de DSM

		Código :
	Proyecto: "MEJORAS EN LINEA DE EE"	Revisión : 1
		Página : 1 de 4



OCEAN NUTRITION – DSM

Proyecto "MEJORAS EN LINEAS DE EE"

2017

	Proyecto: "MEJORAS EN LINEA DE EE"	Código : _____
		Revisión : 1
		Página : 2 de 4

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 ALCANCES DEL PROYECTO

El proyecto contempla implementar mejoras en línea de Etil Ester, donde se ven involucrados los tanque 230, 240 y 250.

1.2 OBJETIVO

1. Mejorar el rendimiento y producción en la línea de EE.
2. Evitar el deterioro del producto durante su procesamiento.
3. Elaboración de una Ingeniería detalle del proyecto.

1.3 MEMORIA CONCEPTUAL DEL PROYECTO

Actualmente los tanques 230, 240 y 250, que son usado para el procesamiento de la línea de EE, presentan las siguientes características:

Parámetros	T-230	T-240	T-250
Tipo de tanque	Autosoportado	Autosoportado	Autosoportado
Material de tanque	Acero Inoxidable 304	Acero Inoxidable 304	Acero Inoxidable 304
Dimensiones	D= 5.73 m, H= 7.5 m	D= 4.77 m, H= 5.25 m	D= 3.82 m, H= 5.25 m
Aislamiento	NO	NO	NO
Techo abierto	NO (tiene blanketing)	NO (tiene blanketing)	NO (tiene blanketing)
Volumen maximo	192 m ³	96 m ³	60 m ³
Temperatura de diseño	100	100	100
Presión de diseño	3 bar-g	3 bar-g	3 bar-g
Presión de vapor	3 bar-g (sobresaturado) T = 143.5 °C	3 bar-g (sobresaturado) T = 143.5 °C	3 bar-g (sobresaturado) T = 143.5 °C
Tipo de fluido	Etil Ester	Etil Ester	Etil Ester
Densidad	0.845	0.845	0.845
Viscosidad (mm ² /s) a 40 °C	2.681	2.681	2.681

		Código :
	Proyecto: "MEJORAS EN LINEA DE EE"	Revisión : 1
		Página : 3 de 4

Uno de los principales problemas en estos recipientes es la acumulación de sólidos en el fondo de los tanques, que en algunos casos llega hasta 1.5 Toneladas de producto.

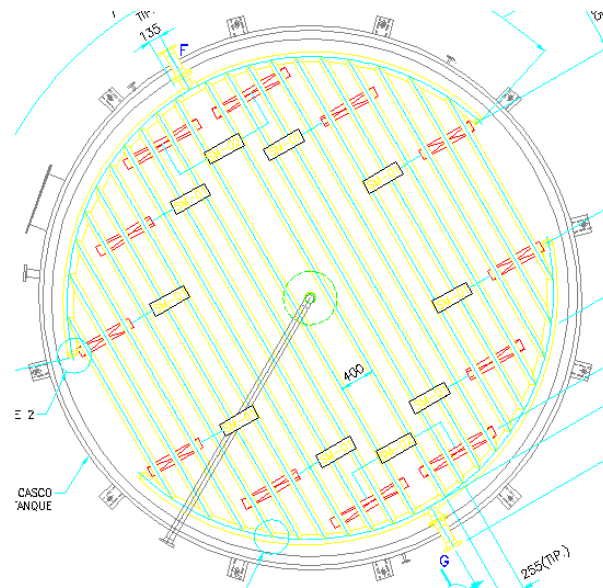
Por este motivo, se tomó la iniciativa instalar serpentines de calentamiento a los tanques para garantizar una temperatura no mayor a 40 °C, con el objetivo de no tener sólidos en el fondo. Pero debemos tener en cuenta que este producto es muy débil, por ello se debe considerar el uso de agua caliente en el interior de serpentines. Por otro lado, para mantener homogéneo el producto se debe considerar la instalación de un sistema de agitación en cada tanque.

1.3.1 PLAN DE ACCIÓN

Para cumplir el objetivo de este documento se deberá realizar las siguiente actividades:

1. Selección de agitadores para cada tanque.
 2. Selección de serpentines de calentamiento para cada tanque.
 3. Selección de unidad de calentamiento para los 03 serpentines de calentamiento.
1. **Selección de agitadores para cada tanque:** Dicha labor será realizada por una empresa especializada en el tema y deberán cumplir nuestros requerimiento en su selección.
 2. **Selección de serpentines de calentamiento para cada tanque:** Para los tanques de almacenamiento en planta tenemos sistema de calentamiento tipo: Serpentin parrilla y tipo espiral, y su dimensionamiento y distribución dependerá del área de transferencia requerida.
No encontramos interesados en instalar serpentines de calentamiento tipo parrilla, pues el objetivo es calentar el fondo de cada tanque. Debido a que el fluido de calentamiento es agua, su coeficiente será menor, por ello su área de transferencia será mayor a la usada en el caso de vapor. El detalle de la fabricación se puede visualizar a continuación.

	Proyecto: "MEJORAS EN LINEA DE EE"	Código : _____
		Revisión : 1
		Página : 4 de 4



3. **Selección de unidad de calentamiento para los 03 serpentines:** Este requerimiento es enlazado con el dimensionamiento de los serpentines, por ello ambos trabajos se deberán realizar en paralelo.

Consideraciones principales:

- La temperatura de homogenización no debe superar los 40 °C.
- El tiempo de calentamiento debe ser 12 horas.
- La presión de vapor disponible es 3 bar-g.
- Existe disponibilidad de agua osmotizada en planta.

1.3.2 CONCLUSIONES

- Se deberán respetar todas las consideraciones mencionadas para cumplir con todos los objetivos mencionados al inicio del documento.
- Se deberán entregar los planos de fabricación de los serpentines y la selección de la unidad de calentamiento para los 03 tanques de almacenamiento.

ANEXO 2: Registro Fotográfico de los Tanques de Almacenamiento

REGISTRO FOTOGRAFICO – DSM

FOTO 01

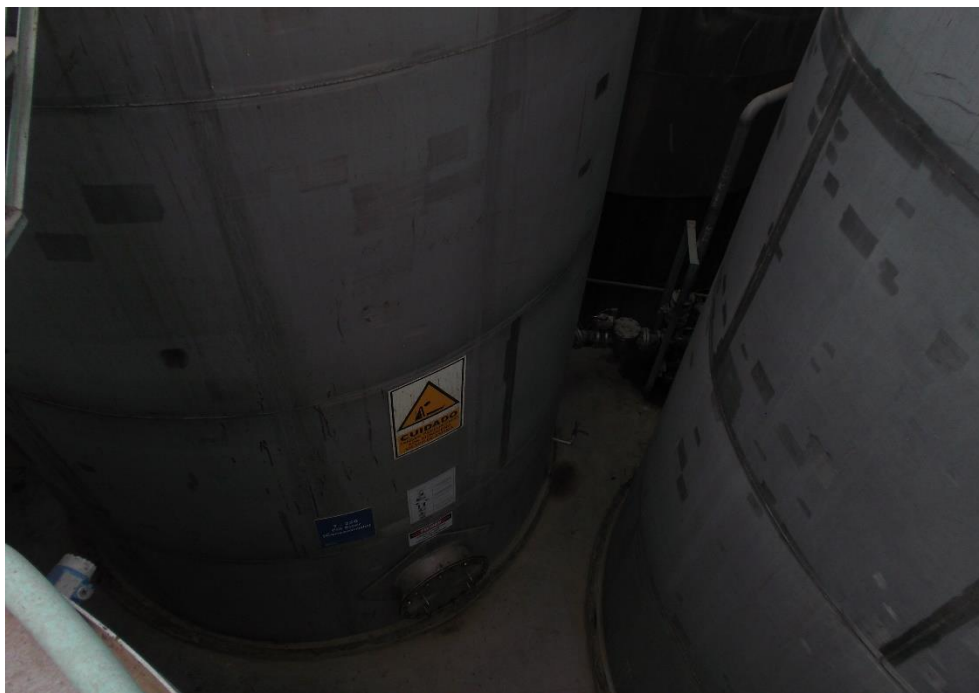


FOTO 02

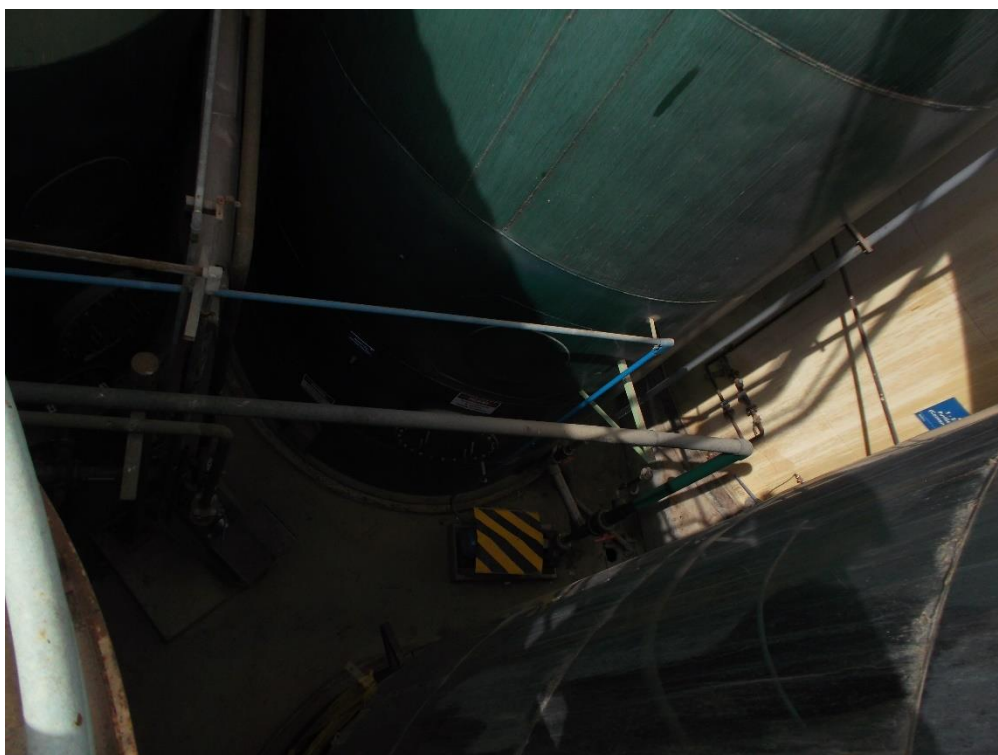


FOTO 03

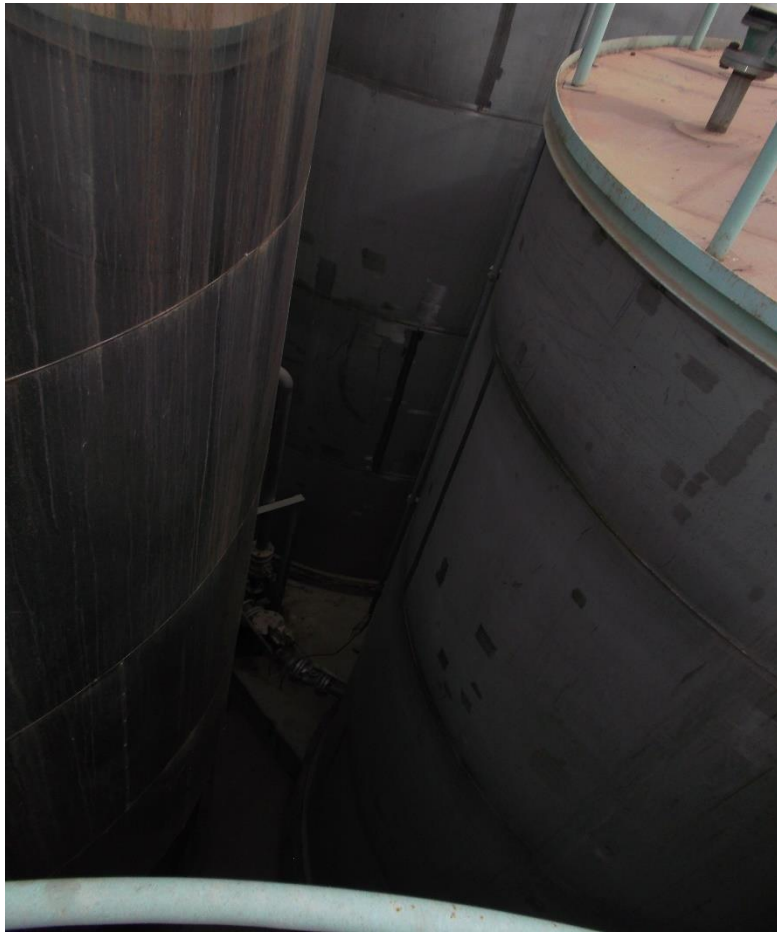


FOTO 04



FOTO 05



FOTO 06



FOTO 07



FOTO 08



FOTO 09



FOTO 10



ANEXO 3: Hoja de datos del Etil Ester

Hoja de Seguridad

ACRILATO DE ETILO

Página 1 de 7

Hoja de Seguridad

MSDS: PQ-27

Fecha de Revisión: 9/1/03

Producto: **ACRILATO DE ETILO**

BASF Química Colombiana S.A.
Calle 99 A #51-32 Bogotá



Teléfonos de emergencia

Bogotá	(1) 632 2260	(24 Horas)
Medellín	(4) 370 2020	(Horario de Oficina)
CISPROQUIM	(1) 2886012	(24 Horas)
	(01) 8000 91 6012	(24 Horas)
ATMI	(1) 6433 927	(24 Horas)
	(01) 8000 91 6818	(24 Horas)

1. Identificación del producto químico y la compañía

ACRILATO DE ETILO

Empresa:
BASF Corporation

Dirección de contacto:
3000 Continental Drive North
Mount Olive, NJ 07828
U.S.A.

Teléfono: (800) 424-9300 CHEMTREC

Información en caso de urgencia:
Teléfono de Emergencia: (800) 832- HELP
(BASF hotline)

2. Composición, información sobre los componentes

Descripción química: Etil Ester de Acido Acrilico
Sinónimos: Etil 2-Propenoato, Etil Ester del Acido 2-Propenoico
Familia química: Esteres de Acidos Orgánicos.
Fórmula molecular: C5 H8 O2
Peso molecular: 100.1
Número UN: 1917

<u>Componentes</u>		<u>#CAS</u>
Acrilato de Etilo	> 99.5 %	140-88-5
Hidroquinona Monometil Eter (Inhibidor)	15.0 ppm	150-76-5
Contenido total de metales pesados	0.013 ppm	
Contenido del metal específico : Cromo	0.013 ppm	

Hoja de Seguridad**MSDS: PQ-27**

Fecha de Revisión: 9/1/03

Producto: **ACRILATO DE ETILO**

3. Identificación de peligros

El producto es extremadamente irritante para todos los tejidos.
El contacto con los ojos puede causar quemaduras severas y la posible pérdida de la visión.
El contacto con la piel puede causar quemaduras las cuales pueden aparecer tardamente.

4. Medidas de primeros auxiliosInhalación:

Mantener al paciente calmado y trasladarlo a un lugar fresco. Si la respiración es irregular o se detiene, practicar la respiración artificial. Solicitar atención médica inmediata.

Ingestión:

Si es ingerido, administre abundante cantidad de agua para diluir el producto ingerido. No induzca el vómito. Nunca suministre líquidos o induzca el vómito si la víctima está inconsciente o está convulsionando. Consultar inmediatamente al médico.

Contacto con la piel:

Remover la ropa contaminada. Lavar la zona afectada con abundante agua y jabón. Enjuagar rigurosamente. Solicitar atención médica inmediata.
Lavar la ropa contaminada antes del reuso.

Contacto con los ojos:

Solicitar atención médica inmediata.

5. Medidas para extinción de incendiosMedios de extinción:

Dióxido de carbono o medios de extinción químicos secos.

Equipo de protección especial:

En caso de incendio, utilizar equipo de protección personal con sistema de respiración autónomo.

Los vapores son más pesados que el aire. En incendios en estado avanzado o incendios masivos, los bomberos deberían mantener distancias de seguridad.

Información adicional:

Evitar que el agua utilizada contra incendios pase al alcantarillado o a cursos de agua.
El agua podría ser inefectiva pero podría ser usada para mantener los envases expuestos refrigerados.

Punto de inflamación: 8 °C (TAG copa cerrada)

Temperatura de autoignición: 372 °C

Límite inferior de explosión: 1.4 %

Límite superior de explosión: 14.0 %

6. Medidas en caso de vertido accidentalMedidas de protección para el medio ambiente:

Evitar la descarga del producto en el alcantarillado, aguas superficiales o subterráneas, en el suelo y subsuelo. En caso de contaminación de ríos, lagos o alcantarillados, informar a las autoridades

Hoja de Seguridad**MSDS: PQ-27**

Fecha de Revisión: 9/1/03

Producto: **ACRILATO DE ETILO**

pertinentes, según lo establecido en la legislación local.

Método para la limpieza:

Mantener controlado el derrame, recoger con materiales absorbentes adecuados (por ejemplo: arena, tierra de diatomeas, ligante universal, serrín). Transferirlos a un recipiente para la eliminación. Lavar el área del derrame con agua y absorberlo en material adecuado. Eliminar el material recogido de acuerdo a las regulaciones locales vigentes. Después de solidificado es posible incinerarlo.

7. Manejo y almacenamientoManejo:

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas y respetar las prácticas de seguridad.

Mantener alejado de toda fuente de ignición ó de llamas desprotegidas. Emplear herramientas que no produzcan chispas. Evite la luz solar directa.

Protegerlo del calor excesivo, evitar pérdida del inhibidor, y el contacto con contaminates incluyendo la humedad.

Almacenamiento:

Los equipos eléctricos deben estar protegidos de explosiones, según las normas vigentes.

Mantener el producto en una atmosfera con un contenido de oxigeno entre 5-21% . No usar atmosfera inerte en contacto con el producto.

Bajo estas condiciones, se espera una estabilidad del producto durante el almacenamiento de un año a temperatura ambiente.

8. Controles de exposición y protección personalEquipo de protección personal:

Protección de las vías respiratorias: Si se generan vapores o nieblas, utilizar respirador NIOSH / MSHA aprobado para vapores/ nieblas orgánicas. A concentraciones >250 ppm, utilizar un equipo respiratorio autonomo.

Protección de las manos: Utilizar guantes protectores. El tipo de guantes protectores deberían ser ensayados con respecto a su desempeño (por ejemplo: antielectrostática, resistencia mecánica y química, etc).

Protección de los ojos: Utilizar gafas protectoras herméticas, químico-resistentes. Utilizar mascara protectora para la cara si existe peligro que el producto salpique.

Protección del cuerpo: Usar guantes, overoles, delantales, botas. Estos son necesarios para minimizar la probabilidad de contacto.

Medidas generales de seguridad e higiene:

Observar las precauciones habituales en el manejo de los productos químicos.

Procurar una buena ventilación, lo cual puede conseguirse con un extractor de aire local o un sistema general de extracción.

Hoja de Seguridad**MSDS: PQ-27**

Fecha de Revisión: 9/1/03

Producto: **ACRILATO DE ETILO**

Valores límites de Exposición:

Acrilato de Etilo:

ACGIH	TLV	STEL	15	PPM
		TWA	5	PPM
OSHA	PEL	SKIN		
		TWA	25	PPM

Hidroquinona Monometil Eter (Inhibidor):

ACGIH	TLV	TWA	5	PPM
-------	-----	-----	---	-----

9. Propiedades físicas y químicas

Apariencia:	Líquido
Color:	Incoloro
Olor:	Picante
Umbral de Olor:	1 PPB
Gravedad Especifica:	0.923
Punto de Ebullición a 760 mmHg:	100 °C
Punto de Congelación a 1 atmósfera:	-75 °C
Solubilidad en agua:	Muy leve
Solubilidad:	2% a 20 °C
Presión de Vapor:	31 mm Hg a 20 °C
Densidad de Vapor (aire=1)	3.5
Tasa Estándar de Evaporación:	Aire

10. Estabilidad y reactividadEstabilidad:

Estable bajo condiciones normales de manejo y almacenamiento.

No es corrosivo para los metales.

No es un oxidante.

Incompatibilidad:

Con Oxidantes fuertes, aldehidos, éteres y azidas.

Condiciones a evitar: No almacenar más de 6 meses con menos del 10% de espacio libre sobre el líquido, en los recipientes.

Productos de descomposición peligrosos:

Puede ocurrir una polimerización peligrosa. Evitar el excesivo calor, pérdida del inhibidor, y contaminantes, incluyendo la humedad.

Descomposición de productos peligrosos: Monóxido y Dióxido de Carbono.

11. Información toxicológicaDL₅₀ oral: Aprox. 550 mg/kg (Rata)DL₅₀ dérmica: 1800 mg/kg (Conejo)CL₅₀ inhalatoria: 4- 8 mg/l (Rata)

Hoja de Seguridad**MSDS: PQ-27**

Fecha de Revisión: 9/1/03

Producto: **ACRILATO DE ETILO**

Información adicional:

Test Toxicológico:

Ratón, Estudio de Inhalación Oncogenicidad a 5, 25, 75 PPM
Sin efectos oncogenicos los compuestos relacionados.

Rata, Estudio de Inhalación Oncogenicidad a 5, 25, 75 PPM
Sin efectos oncogenicos los compuestos relacionados.

Rata, 1 Hora de Inhalación LC50 - 6493 PPM
Moderada a baja toxicidad

Conejo, Irritación del ojo: Irritante

Conejo, Irritación primaria de la piel: Corrosivo.

Rata, Absorción percutanea: Absorción de la piel en cantidades letales.

Conejo, Absorción percutanea: Absorción de la piel en cantidades letales.

Guinea Pig, Sensibilización de la piel: NEGATIVO

No es sensibilizante.

Conejo, Irritación primaria de la piel: Corrosivo.

Rata, 3 meses de estudio oral (bebiendo agua)- LESIONES

Ensayo Ames Salmonella (Plato Directo)- NEGATIVO

No hay incremento en la frecuencia de mutación.

Ensayo Ames Salmonella (Plato con S-9)- NEGATIVO

No hay incremento en la frecuencia de mutación/ Hiperplasia.

Ratón, Test Micronucleico: Médula Osea-NEGATIVO.

Rata, Oral LD50 - Aprox. 550 mg/kg

Moderadamente tóxico.

Conejo, Dérmica LD50 - 1800 mg/kg

Moderadamente tóxico.

Rata, 4 horas de Inhalación LC50 - 4- 8 mg/l

Moderadamente tóxico.

Rata, Inhalación Test de Riesgo: Sat. Vapor/ 20C - No hay muertos en 3 minutos; Se presentan muertos ante una exposición a largo plazo.

Efectos sobreexposición crónica:

Ratas expuestas a 70-540 ppm de Acrilato de Etilo por 30 días, mostraron daños en pulmones, hígado y riñones. Al exponer cincuenta veces, a conejos, ratas y Guinea pigs, a niveles de Acrilato de Etilo sobre 75 ppm, les causó la muerte, edemas pulmonares y daños en corazón, hígado y pulmones.

En otro estudio, fueron reportadas lesiones nasales en ratas y ratones expuestos a 75 ppm. En un estudio de alimentación por dos años, el Acrilato de Etilo fue encontrado como cancerígeno en ratas y ratones.

12. Información ecológicaEcotoxicidad:

Test Toxicológico ambiental:

Golden Orfe, static 96 horas LC50 - >10 >22 mg/l

Peligro insignificante

Golden Orfe Acute LC-0 - >10 mg/l

Daphnia, Acute Flow-Through 48 horas EC50 - 7.9 mg/l

Moderadamente Tóxico

Hoja de Seguridad**MSDS: PQ-27**

Fecha de Revisión: 9/1/03

Producto: **ACRILATO DE ETILO**

Trucha Arcoiris, 96 horas. Flow-through LC50 - 4.6 mg/l
Moderadamente Tóxico: 11 mg/l

Octanol/ Coeficiente de Partición Agua - 1.18

Daphnia, Static 48 horas EC50- 4.41 mg/l
Moderadamente Tóxico

Toxicidad en Bacteria - EC10= 710 mg/l
Toxicidad en Bacteria - EC50= 1536 mg/l

Toxicidad Aguda Algas, 72 horas. EC/LC50 - 48 mg/l
Levemente Tóxica

Toxicidad Crónica Daphnia, 21 días - 0.29 mg/l
Maxima concentración tóxica aceptable.

Información adicional:

Eliminación (método no especificado) - > 60%

Buen potencial para eliminación.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): 1.55 G/G
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), 5 días: 1.20 G/G

13. Consideraciones sobre la disposición del productoDisposición del producto:

Debe ser tratado de forma especial respetando las legislaciones locales vigentes. La incineración es el método recomendado.

Disposición de envases contaminados:

Se recomienda destruir los envases contaminados para prevenir su reuso. Para luego, disponerlos siguiendo las legislaciones locales vigentes.

14. Información sobre transporteTransporte por tierra:

ADR/RID

Clase: 3

Grupo de embalaje II

Número UN: 1917

Denominación del producto: Acrilato de Etilo, inhibido.

Transporte marítimo:

IMDG/ GGVSee

Clase: 3

Grupo de embalaje II

Número UN: 1917

Denominación del producto: Acrilato de Etilo, inhibido.

Hoja de Seguridad**MSDS: PQ-27**

Fecha de Revisión: 9/1/03

Producto: **ACRILATO DE ETILO**

15. Información reglamentaria

Clasificación de Peligrosidad:

	Salud	Incendio	Reactividad	Especial
HMIS	3	3	2	NS
NFPA	2	3	2	NS

Este producto es peligroso o contiene componentes los cuales son peligrosos conforme a los Standards de OSHA

16. Información adicional

Referencia MSDS: Acrilato de Etilo Fecha original: 01/04/2000, Fecha de Revisión: 03/21/2000.
BASF Corporation.

Los datos indicados corresponden a nuestros conocimientos actuales y no representan una garantía de las propiedades. El receptor de nuestro producto deberá observar, bajo su responsabilidad, las reglamentaciones y normativas correspondientes.

ANEXO 4: Hoja técnica de tuberías, accesorios (válvulas) y lana mineral

DIMENSIONES Y PESOS

DIÁMETRO NOMINAL		DIÁMETRO EXTERIOR		CÉDULA	ESPESOR DE PARED		PESO TEÓRICO APROXIMADO	
mm.	Pulg.	mm.	Pulg.	SCH	mm.	Pulg.	Lb/Pies	kg/m
3.175	1/8"	10.287	0.405	10	1.245	0.049	0.190	0.283
		10.287	0.405	40	1.727	0.068	0.250	0.372
6.350	1/4"	13.716	0.540	10	1.651	0.065	0.336	0.501
		13.716	0.540	40	2.235	0.088	0.433	0.645
9.525	3/8"	17.145	0.675	10	1.651	0.065	0.432	0.643
		17.145	0.675	40	2.311	0.091	0.579	0.862
12.700	1/2"	21.336	0.840	10	2.108	0.083	0.685	1.019
		21.336	0.840	40	2.769	0.109	0.868	1.292
19.050	3/4"	26.670	1.050	10	2.108	0.083	0.875	1.301
		26.670	1.050	40	2.870	0.113	1.154	1.717
25.400	1"	33.401	1.315	10	2.769	0.109	1.432	2.131
		33.401	1.315	40	3.378	0.133	1.713	2.549
31.750	1 1/4"	42.164	1.660	10	2.769	0.109	1.842	2.741
		42.164	1.660	40	3.556	0.140	2.319	3.450
38.100	1 1/2"	48.260	1.900	10	2.769	0.109	2.127	3.165
		48.260	1.900	40	3.683	0.145	2.773	4.126
50.800	2"	60.325	2.375	10	2.769	0.109	2.691	4.005
		60.325	2.375	40	3.912	0.154	3.727	5.546
63.500	2 1/2"	73.025	2.875	10	3.048	0.120	3.602	5.361
		73.025	2.875	40	5.156	0.203	5.910	8.795
76.200	3"	88.900	3.500	10	3.048	0.120	4.419	6.577
		88.900	3.500	40	5.486	0.216	7.729	11.502
88.900	3 1/2"	101.600	4.000	10	3.048	0.120	5.073	7.550
		101.600	4.000	40	5.740	0.226	9.293	13.830
101.600	4"	114.300	4.500	10	3.048	0.120	5.727	8.522
		114.300	4.500	40	6.020	0.237	11.008	16.382
127.000	5"	114.300	4.500	80	8.560	0.337	15.286	22.749
		141.300	5.563	10	3.404	0.134	7.927	11.796
152.400	6"	141.300	5.563	40	6.553	0.258	14.913	22.193
		168.275	6.625	10	3.404	0.134	9.477	14.103
203.200	8"	168.275	6.625	40	7.112	0.280	19.357	28.807
		168.275	6.625	80	10.973	0.432	29.150	43.381
254.000	10"	219.075	8.625	10	3.759	0.148	13.670	20.343
		219.075	8.625	40	8.179	0.322	29.130	43.351
304.800	12"	273.050	10.075	10	4.191	0.165	19.030	28.319
		273.050	10.075	40	9.271	0.365	41.301	61.462
		323.850	12.750	10	4.572	0.180	24.653	36.687
		323.850	12.750	40	10.312	0.406	54.606	81.263



TUBO DE CÉDULA CON COSTURA

WELDED PIPE

NORMAS DE FABRICACIÓN	TIPO	APLICACIÓN
ASTM A - 312	Normal	Usos Generales.
A - 358	Especial (5 clases)	Para alta temperatura.
A - 409	Grandes diámetros	Para alta temperatura.
A - 778	Sin tratamiento térmico	Para baja temperatura y corrosión.
A - 530 ANSI B - 36. 19 B - 36. 10	Requerimientos generales y Dimensionamiento.	

TUBO REDONDO

NORMA ASTM A - 554

ROUND TUBE

CALIDAD 304 / 304L

Acabado	Espesor de Pared	Diámetro exterior (pulgadas/mm)														
		3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
		9.525mm	12.70mm	15.875mm	19.05mm	22.225mm	25.40mm	28.575mm	31.75mm	38.10mm	50.80mm	63.50mm	76.20mm	101.60mm	127.00mm	152.40mm
		Peso teórico aproximado (kg/m)														
Brillante	1.00 mm	0.214	0.294	0.374	0.454	0.533	0.613	-	0.773	0.932	-	-	-	-	-	-
	1.20 mm	-	0.347	0.443	0.538	0.634	0.730	-	0.921	1.113	1.496	-	-	-	-	-
	1.50 mm	-	0.422	0.542	0.662	0.781	0.901	1.021	1.140	1.380	1.859	2.337	2.816	3.774	4.731	5.689
	2.00 mm	-	-	-	-	-	-	-	1.495	-	-	3.091	-	5.006	6.283	-
Satinado	1.50 mm	-	0.422	0.542	0.662	-	0.901	-	1.140	1.380	1.859	-	2.816	3.774	-	-

CALIDAD Ni 1 -1.5%

Acabado	Espesor de Pared	Diámetro exterior (pulgadas/mm)														
		3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	
		9.525mm	12.70mm	15.875mm	19.05mm	22.225mm	25.40mm	31.75mm	38.10mm	50.80mm	63.50mm	76.20mm	101.60mm	127.00mm	152.40mm	
		Peso teórico aproximado (kg/m)														
Brillante	1.00 mm	-	-	-	-	-	-	0.773	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.20 mm	-	0.347	0.443	0.538	-	0.730	0.921	1.113	1.496	-	-	-	-	-	-
	1.50 mm	0.303	0.422	0.542	0.662	0.781	0.901	1.140	1.380	1.859	2.337	2.816	3.774	-	-	-
	2.00 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.283	7.560	-
Satinado	1.50 mm	-	-	-	-	-	0.901	-	1.380	1.859	-	-	-	-	-	-

TUBO CUADRADO

NORMA ASTM A - 554

SQUARE TUBE

CALIDAD 304 / 304L

Acabado	Espesor de Pared	Lados iguales (pulgadas/mm)													
		1/2"	-	3/4"	-	1"	-	1 1/4"	1 1/2"	-	2"	-	3"	4"	
		12.70mm	15.00mm	19.05mm	20.00mm	25.40mm	30.00mm	31.75mm	38.10mm	40.00mm	50.80mm	70.00mm	76.20mm	101.6mm	
		Peso teórico aproximado (kg/m)													
Brillante	1.20 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.905	-	-	-	
	1.50 mm	-	-	0.842	-	1.147	-	1.452	1.757	-	2.366	-	3.586	4.805	
	2.00 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.123	-	-	-	
Satinado	1.00 mm	-	-	-	0.608	0.781	-	-	1.187	-	-	-	-	-	
	1.20 mm	0.442	0.530	0.685	-	0.929	1.106	1.173	1.417	-	1.905	-	-	-	
	1.50 mm	0.538	-	0.842	-	1.147	1.368	1.452	1.757	1.848	2.366	3.288	3.586	4.805	
	2.00 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.123	-	-	6.374	
	3.00 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.466	

CALIDAD Ni 1 -1.5%

Acabado	Espesor de Pared	Lados iguales (pulgadas/mm)											
		1/2"	3/4"	1"	-	1 1/4"	1 1/2"	-	2"	3"	-	4"	
		12.70mm	19.05mm	25.40mm	30.00mm	31.75mm	38.10mm	40.00mm	50.80mm	76.20mm	100.00mm	101.6mm	
		Peso teórico aproximado (kg/m)											
Brillante	1.20 mm	-	0.685	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.50 mm	-	0.842	1.147	-	1.452	1.757	-	2.366	-	-	-	-
Satinado	1.20 mm	-	0.685	0.929	-	-	1.417	-	1.905	-	-	-	-
	1.50 mm	0.538	0.842	1.147	1.368	1.452	1.757	1.848	2.366	-	-	-	-
	2.00 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	4.749	6.272	6.374	-

TUBO RECTANGULAR

NORMA ASTM A - 554

RECTANGULAR TUBE

CALIDAD 304 / 304L

Acabado	Espesor de Pared	Lado (mm)													
		10 x 20	10 x 30	10 x 40	10 x 50	10 x 60	10 x 80	15 x 30	20 x 40	25 x 38	25 x 50	30 x 60	40 x 80	50 x 100	
		Peso teórico aproximado (kg/m)													
Brillante	1.50 mm	0.648	0.888	1.128	1.368	1.608	2.088	1.008	1.368	-	1.728	2.088	2.808	3.528	
Satinado	1.00 mm	-	-	-	-	-	-	0.688	-	-	-	-	-	-	
	1.50 mm	0.648	0.888	1.128	1.368	1.608	2.088	1.008	1.368	1.440	1.728	2.088	2.808	3.528	

CALIDAD Ni 1 -1.5%

Acabado	Espesor de Pared	Lado (mm)													
		10 x 20	10 x 30	10 x 40	10 x 50	10 x 60	10 x 70	15 x 30	20 x 40	25 x 50	30 x 60	40 x 80	50 x 100		
		Peso teórico aproximado (kg/m)													
Brillante	1.50 mm	0.648	0.888	1.128	1.368	1.608	1.848	1.008	1.368	1.728	2.088	2.808	3.528		
Satinado	1.50 mm	0.648	-	1.128	1.368	-	-	1.008	1.368	1.728	2.088	2.808	3.528		

La longitud de cada tubo es de 6 metros.

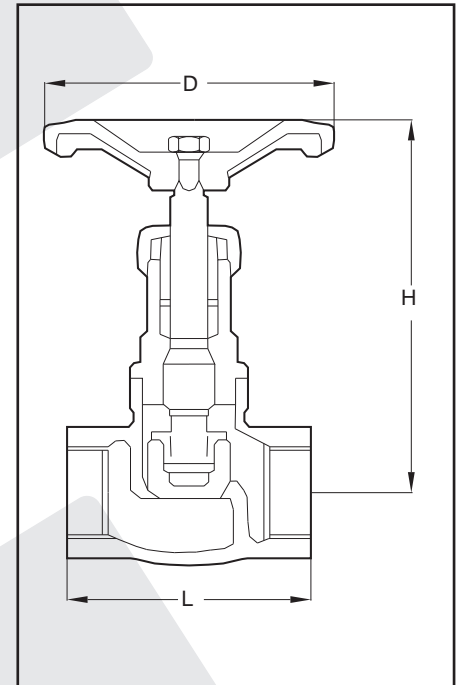
Otras dimensiones a pedido.



VALVULA GLOBO

VALVULA GLOBO ACERO INOXIDABLE
200 LBS CWP
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE ROSCADO

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero inoxidable 316
VASTAGO	Acero inoxidable 316
TAPON	Acero inoxidable 316
ASIENTO	Acero inoxidable 316
EMPAQUE	PTFE
VOLANTE	Hierro maleable pintado
EXTREMOS	Hilo NPT
MARCA	Visa
FIGURA	G1-SS
PROCEDENCIA	Taiwan



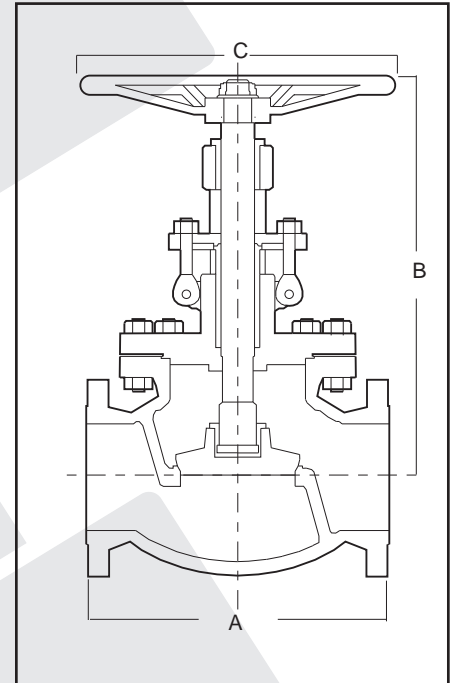
		DIMENSIONES							
MEDIDAS	Pulg.	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	
	mm	10	15	20	25	32	40	50	
DIMENSIONES	L	55	65	80	90	105	120	140	
	D	65	65	80	80	100	100	140	
	H	104	104	126	128	165	171	210	



VALVULA GLOBO

VALVULA GLOBO CF8M
150 LBS. VAPOR - 300 LBS. WOG
VASTAGO ASCENDENTE, BONETE APERNADO
LINEA ECONOMICA

PIEZA	MATERIALES
CUERPO	Acero inoxidable ASTM A351 tipo CF8M (316)
VASTAGO	Acero inoxidable ASTM A276 tipo CF8M (316)
TAPON	Acero inoxidable ASTM A351 tipo CF8M (316)
ASIENTO	Acero inoxidable ASTM A351 tipo CF8M (316)
EMPAQUE	PTFE
VOLANTE	Hierro maleable pintado
EXTREMOS	Flange ANSI B16.5
MARCA	Visa
FIGURA	G1-SS
PROCEDENCIA	Taiwan

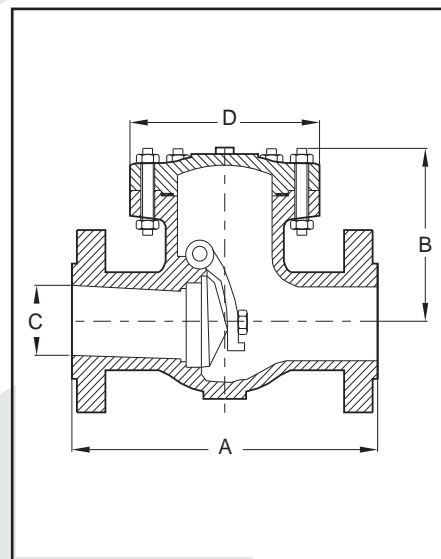


		DIMENSIONES											
DIAMETRO	Pulg.	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12
DIMENSIONES	A	4 1/4	4 5/8	5	6 1/2	8	8 1/2	9 1/2	11 1/2	16	19 1/2	24 1/2	27 1/2
	B	7	7 5/16	8 3/4	10 5/16	11 1/2	12 7/8	14	16 1/2	19 5/8	22 3/4	38 1/4	43 1/4
	C	3 15/16	3 15/16	4 3/4	6 1/2	8	9	10	12	14	16	20	22



VALVULA RETENCION CLASE 150, 300
MATERIAL ACERO CARBONO
NORMA ANSI 150, 300

PIEZA	MATERIALES
TIPO	CHAPALETA
CUERPO	A-216 (WCB)
CUÑA	WCB, 13% CR
ASIENTO	STELLITE 6
ANSI	150 Y 300
EMPAQUE	GRAFITO
MARCA	VISA
FIGURA	CLASE 150 R1AY CLASE 300 R3AY
PROCEDENCIA	CHINA



DN pulg.	ANSI 150 - mm				ANSI 300 - mm			
	A	B	C	D	A	B	C	D
2	203	146	51	171	267	152	51	171
2 1/2	216	159	64	171	292	159	64	171
3	241	197	76	216	318	197	76	216
4	292	222	102	260	356	222	102	260
6	356	273	152	318	445	273	152	318
8	495	324	203	400	533	324	203	400
10	622	394	254	470	622	413	254	470
12	699	432	305	521	711	432	305	521
14	787	499	337	584				
16	864	559	387	673				



Cert. No. LRQ 0963008

ISO 9001

Válvulas de retención de disco para alimentación de calderas DCV2/B

Descripción

La válvula de retención de disco de alimentación de caldera DCV2/B está diseñada específicamente para su uso en sistemas de agua de alimentación a calderas. Consta de un disco de acero inoxidable con asiento blando de para asegurar un cierre hermético contra la presión de la caldera incluso con malas condiciones de agua. La DCV2/B suele instalarse entre bridas en la línea de agua de aportación de la caldera. El diseño del cuerpo en forma de leva, facilita el centrado durante el montaje. Dimensiones entre caras conforme a EN558 parte 1, serie 49.

Nota: La Spirax Sarco DCV2HE es similar en especificación y apariencia, pero tiene un diseño de asiento ligeramente diferente. Solo recomendamos la DCV2/B para aplicaciones de agua de alimentación de caldera.

Normas

Diseñada y fabricada de acuerdo con BS 7438.

Pérdidas de asiento

Las válvulas estándar cumplen DIN 3230 parte 3 BN1 y BO1 siempre que exista una presión diferencial.

Certificación

Este producto está disponible con certificación de materiales EN 10204 2.2. **Nota:** todos los certificados/requisitos de inspección deberán indicarse al pasar pedido.

ATENCIÓN:

La DCV2/B no puede usarse en fluidos con categoría de Grupo 1 según la Directiva E.C. de clasificación de sustancias peligrosas, por ej. sustancias explosivas, inflamables, tóxicas y oxidantes.

Tamaños y conexiones

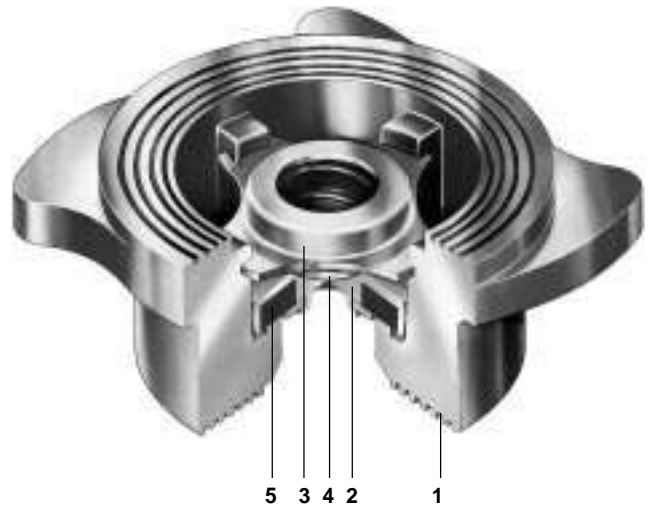
DN20, DN25, DN32, DN40 y DN50.

Las válvulas se seleccionan para adecuarse al tamaño de la línea de agua de alimentación y son adecuadas para instalar entre las siguientes bridas:-

EN 1092 PN6, 10, 16, 25, 40 y BS 10 Tabla D, E, F, y H.

Condiciones límite

Condiciones de diseño máximo del cuerpo	PN40
Temperatura de diseño máximo del cuerpo	300°C
Temperatura mínima ambiental	-50°C
Presión máxima de caldera	32 bar r
Presión máxima de bomba de alimentación	40 bar r
Temperatura máxima de agua de alimentación	150°C
Altura máxima de agua de alimentación	6 m
Presión de apertura aproximada	0,8 bar r
Prueba hidráulica	60 bar r

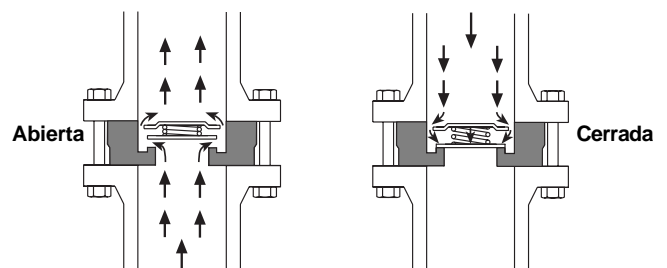


Materiales

No. Parte	Material	
1	Cuerpo	Acero inox. ferrítico WS 1.4313
2	Disco	Acero inox. austenítico BS 1449 316 S11
3	Retenedor resorte	Acero inox. austenítico BS 1449 316 S11
4	Resorte	Acero inox. austenítico BS 2056 316 S42
5	Asiento	EPDM

Funcionamiento

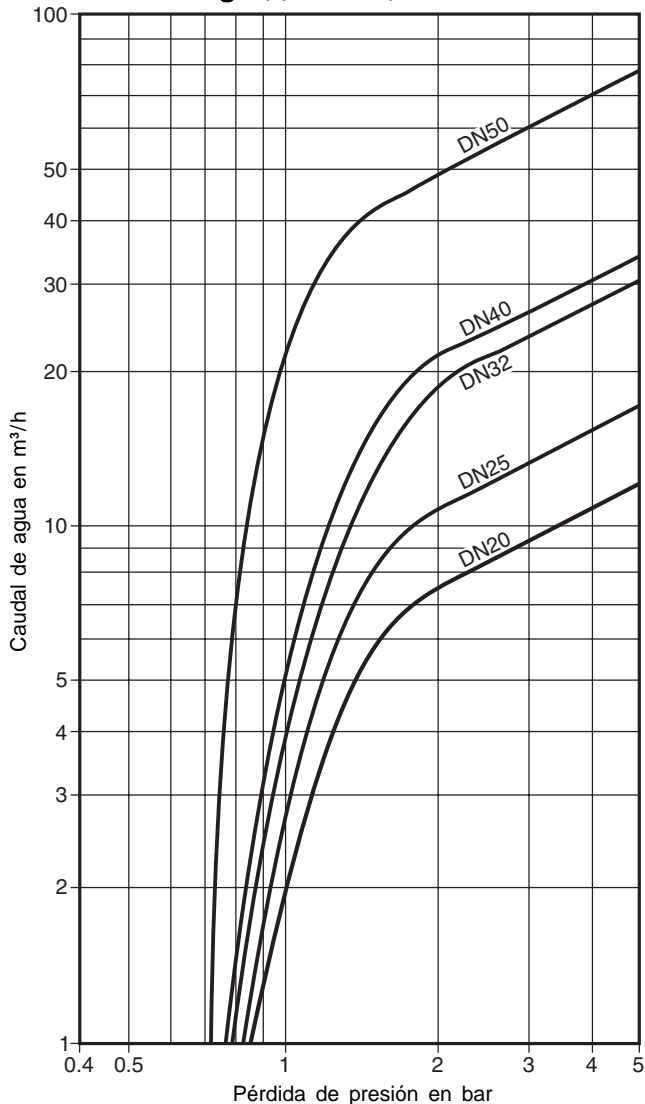
La DCV2/B abre por efecto de la presión del agua de alimentación de caldera y cierra por efecto del resorte en el momento que cesa, evitando que se invierta el flujo. El resorte soporta la altura de agua en un tanque de alimentación elevado cuando no hay presión en la caldera, evitando que la caldera se llene de agua. Se recomienda la instalación de un rompedor de vacío para evitar que la válvula se eleve del asiento mientras se enfría la caldera.



Valores Kv

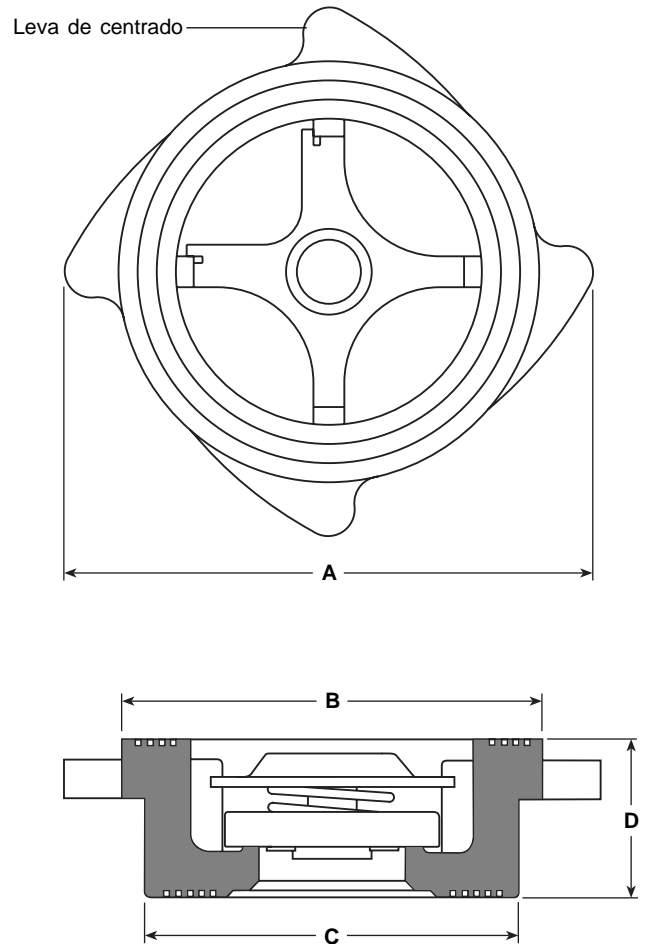
Tamaño	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50
Kv	6,8	10,8	17	26	43
Para convertir	$C_V (UK) = K_V \times 0,963$		$C_V (US) = K_V \times 1,156$		

Pérdida de carga (aproximada) a través de la DCV2/B



Dimensiones/peso (aproximados) en mm y kg

Tamaño	A	B	C	D	Peso
DN20	69,5	53	45	19,0	0,19
DN25	80,5	63	55	22,0	0,32
DN32	90,5	75	68	28,0	0,55
DN40	101,0	85	79	31,5	0,74
DN50	115,0	95	93	40,0	1,25



Seguridad, instalación y mantenimiento

Atención

Este documento no contiene suficiente información para instalar la DCV2/B con seguridad.

Ver instrucciones de instalación y mantenimiento que acompañan al equipo.

Nota: Las bridas, tornillos (o espárragos), tuercas, y juntas serán suministradas por el instalador. Las válvulas de retención de disco no tienen mantenimiento (no se dispone de recambios). Las válvulas de retención de disco no se pueden usar con caudales pulsantes.

Nota de instalación:

La DCV2/B debe ser montada de forma que la dirección del flujo sea la indicada por la flecha en el cuerpo de la válvula. Puede instalarse en cualquier posición entre bridas usando las juntas adecuadas. El diseño del cuerpo en forma de leva, permite centrar la válvula girando el cuerpo hasta contactar con los tornillos de unión de las bridas. La válvula debe instalarse como mínimo a 1 metro de la bomba de agua de alimentación.

Es imprescindible que siempre haya agua en ambos lados de la válvula – temperaturas del vapor superiores a los 150°C causarán daños al asiento de EPDM.

Como pasar pedido

Ejemplo: 1 válvula de retención para caldera Spirax Sarco DCV2/B de DN40.

Fiberglas® Aislamiento para Tubería

Mejor Desempeño Térmico con un Producto más Ligero, Manejable y 0% de shot*.



Descripción

Los materiales aislantes para Tuberías, Fiberglas® de Owens Corning están fabricados con fibras de vidrio inorgánicas aglutinadas con resina. Se presentan en preformados abisagrados de 36 pulg. (91.4 cm) de largo para su fácil y rápida instalación, sólo se tienen que abrir, colocar sobre la tubería, cerrar y fijar.

El aislamiento para Tubería, Fiberglas® está disponible en preformados con un corte longitudinal **abisagrado** en presentación **ASJ** (All Service Jacket), **FSK** (Foil Scrim Kraft) y **sin recubrimiento**.

La tubería ASJ y FSK cuentan con una barrera de vapor de foil de aluminio y papel kraft reforzado con fibra de vidrio con un cierre autoadhesivo doble DOUBLESURE+ que viene aplicado de fábrica, proporcionando un sello mecánico y una barrera de vapor para la junta longitudinal. Se recomienda usar cinta adhesiva transversal para lograr un sellado hermético e impedir la entrada de vapores, eliminando así la necesidad de adhesivos o flejes adicionales. A partir de 18" de diámetro, el aislante para tuberías Fiberglas® ASJ y FSK viene con una solapa adhesiva.

Usos y Aplicaciones

El aislamiento para tubería con y sin recubrimiento que funciona con temperaturas de 0°F (-18°C) a 850°F (454°C), son aislamientos térmicos ideales para

tuberías de proceso y servicio, que conducen vapor, agua caliente, agua helada, refrigerantes, gases y toda clase de fluidos en que se requiera ahorrar energía. Por sus características, los preformados de fibra de vidrio son los de mayor uso en las áreas de: petroquímica básica, petroquímica secundaria, refinación, gas, farmacéutica, alimenticia, química y generación de electricidad. Además de aplicaciones en hoteles, hospitales, edificios comerciales, restaurantes y clubes deportivos.

Ventajas

- **Máxima eficiencia térmica**

Garantiza la menor pérdida de calor del sistema, lo que se traduce en un ahorro en el consumo de energéticos y por consiguiente, se reduce la emisión de contaminantes.

- **Resistencia a la vibración**

El diámetro y la longitud de nuestra fibra, además del tipo de fibrado, hacen que **no tenga shot (0% de shot)**. Esto impide que el aislamiento se asiente en los equipos sujetos a vibraciones. Al conservar su forma original se garantiza uniformidad en la conductividad térmica y flujo de calor en cualquier lugar.

- **Baja conductividad térmica**

Al tener la más baja conductividad térmica que cualquier otro aislante de su tipo garantiza menores pérdidas de calor y ahorro en combustible, por ello requiere menor espesor aislante, lo que hace que se tenga ahorro en productos de recubrimiento (aluminio, lámina galvanizada, fieltro) y un menor peso muerto en la tubería.

* Material no convertido a Fibra.

+ Marca Registrada de Morgan Adhesives Company.



- Incombustible**
 Su naturaleza y componentes no combustibles evitan el riesgo de propagación del fuego, lo que reduce el costo de las primas de los seguros contra incendio.
- Fácil de instalar y manejar**
 No crea hongos ni bacterias, con lo que se evita la aparición de olores y se alarga la vida útil del material.
- Dimensionalmente estable**
 La fibra de vidrio no se expande ni se contrae al estar expuesta a bajas o altas temperaturas, con lo cual se evita la formación de aberturas que permitan la fuga o entrada de calor.
- Inorgánico e inodoro**
 No favorece la formación de hongos, ni bacterias con lo que se evita la aparición de olores y se alarga la vida útil del material.
- Resilente**
 El diámetro y la longitud de la fibra le permiten al material recuperar su forma y espesor siempre y cuando la presión que lo de forma se retire, asegurando su valor R (resistencia térmica).
- Bajos costos de operación**
 Al utilizar un material de alta eficiencia térmica se incrementa la productividad de los equipos, ahorrando mayor energía que se traduce en la baja de costos de operación.
- Bajo mantenimiento y larga duración**
 La fibra de vidrio se caracteriza por su larga duración, por lo que los gastos de mantenimiento son mínimos y la reposición del aislamiento en un sistema bien instalado, es a largo plazo.
- Ligero**
 Es el material más ligero de su tipo en el mercado de los termoaislantes.
- No favorece la corrosión**
 La naturaleza no ferrosa de la fibra de vidrio no favorece la corrosión en acero, cobre y aluminio. Resultado: Mayor vida útil en equipos e instalaciones.
- Flexible**
 El diámetro y la longitud de nuestra fibra, lo vuelve resistente al impacto e irrompible, lo cual le permite conservar sus propiedades inclusive en tuberías sujetas a vibraciones.

Propiedades físicas

Propiedades Físicas	Método de Prueba	Valor
Límites de temperatura de uso	ASTM C 411	0°F a 850°F (-18°C a 454°C)*
Límites de temperatura de la barrera de vapor	ASTM C 1136	-20°F a 160°F (-29°C a 66°C)
Permeancia del ASJ barrera de vapor	ASTM E 96, Proc. A	0.02 perm.
Resistencia a la perforación	ASTM D 781	50 unidades
Características de combustión superficial	UL 723 o CAN/ULC-S102-M	Propagación de las llamas 25** Desprendimiento de humo 50**

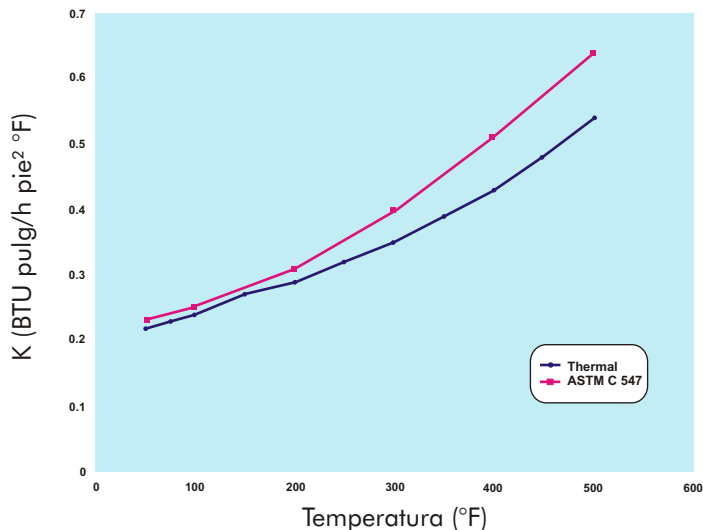
*Limitado a aplicaciones de una sola capa por encima de 650°F (343°C), pero no más de 6 pulg. (15.24 cm) de espesor.

**Se ha determinado que las características de combustión superficial de estos productos están de acuerdo con lo dispuesto en UL 723 o CAN/ULC-S102-M. Se deben usar estas normas para medir y describir las propiedades de los materiales, productos o ensamblados en respuesta al calor y las llamas en condiciones controladas dentro de un laboratorio, pero no deben utilizarse para describir ni evaluar los peligros o riesgos de incendio de los materiales, productos o ensamblados en condiciones reales de incendio. Sin embargo, los resultados de esta prueba pueden usarse como elementos de una evaluación de riesgos de incendio que tenga en cuenta todos los factores que correspondan a una evaluación de peligro de incendio de un determinado uso en particular. Los valores que se indican están redondeados al quintuple que corresponda por proximidad.



Gráfica de Conductividad Térmica

Gráfica de Conductividad Térmica (Aislamiento para Tubería vs. ASTM C 547)



Temp. Media °F	Temp. Media °C	k BTU pulg/h pie² °F	Temp. Media °C	k W/m°C
50	10	0.22	10	0.032
75	25	0.23	25	0.034
100	50	0.24	50	0.037
150	100	0.27	100	0.043
200	125	0.29	125	0.047
250	150	0.32	150	0.051
300	175	0.35	175	0.056
350	200	0.39	200	0.062
400	225	0.43	225	0.068
450	250	0.48	250	0.075
500	275	0.54	275	0.082

▲ Temperatura promedio de la temperatura de operación y la temperatura superficial.

FACTOR DE CONVERSIÓN: BTU pulg/h ft² °F = 0.146 W/m°C m

Conductividad térmica aparente obtenida de acuerdo con la Práctica C 1045 de ASTM, obteniéndose por el Método de Prueba C 177 de ASTM.

Los valores son nominales y están sujetos a las tolerancias normales de ensayo y fabricación.

Normatividad

- **NRF-034-PEMEX-2004**, Aislamientos Térmicos para altas temperaturas en equipos, recipientes y tubería superficial.
- **ASTM C 547**, Preformado de Fibra Mineral para aislamiento de tuberías Tipo I a 850°F (454°C).
- **ASTM C 1136**, Aislamiento térmico flexible de baja densidad retardante al vapor Tipo I y II.
- **ASTM C 795**, Aislamiento térmico para el uso sobre acero inoxidable*
- **Mil Spec. MIL-1-22344D**, Aislamiento térmico de fibra de vidrio para tubería .
- **CAN/CGSB-519 - Tipo I**, Clase 2.
- **ASTM C 411**, Método de prueba para el comportamiento de superficie caliente de aislantes térmicos para alta temperatura (Standard Test Method for Hot-Surface Performance of High-Temperature Thermal Insulation).
- **ASTM E 96 Proc A**, Método de prueba de transmisión de vapor de agua de materiales (Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials).
- **ASTM D 781**, Resistencia a la perforación en presentaciones ASJ y FSK.
- **UL 723 (SBC 25/50)**, Prueba de características de combustibilidad de superficies de materiales de construcción (Test for Surface Burning Characteristics of Building Materials).
- **ULC/CAN-S-102M (SBC 25/50)**, Características de combustibilidad de superficies de materiales de construcción y ensambles (Surface Burning Characteristics of Building Materials and Assemblies).
- **ASTM E 84 (SBC 25/50)**, Método de Prueba de características de combustibilidad de superficies de materiales de construcción (Standard Test Método for Surface Burning Characteristics of Building Materials).
- **NOM-009-ENER**, Eficiencia Energética en aislamientos térmicos industriales.
- **CFE-D-4500-04**, Aislamiento térmico.
- **NFPA 90A**, (National Fire Protection Agency) Materiales suplementarios en sistemas de aire acondicionado y ventilación.

*Para realizar la prueba completa de pre-producción de un archivo es requisito contar con un análisis químico de cada lote de producción para su total conformidad.



Espesores Recomendados Aislamiento para Tubería Fiberglas® Tuberías Calientes Ta= 25 °C (77 °F)¹

TEMP. OPERACION		HASTA 65°C (150°F)						HASTA 121°C (250°F)						HASTA 177°C (350°F)						HASTA 232°C (450°F)					
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.	
pulg.	mm	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	1	25.4	7.44	7.15	28.7	83.6	1	25.4	20.0	19.23	33.8	92.9	1	25.4	36.2	34.80	40	104.0	1 1/2	38.0	45.9	44.13	38.9	102.0
3/4	19.1	1	25.4	8.95	8.60	29.4	84.9	1	25.4	24.2	23.27	35.4	95.8	1	25.4	43.7	42.01	42.2	108.0	1 1/2	38.0	53.3	51.24	41.1	106.0
1	25.4	1	25.4	9.28	8.92	28.8	83.9	1	25.4	25.0	24.03	34.2	93.5	1 1/2	38.0	45.2	43.45	40.6	105.0	2	50.8	49.7	47.78	36.4	97.5
1 1/2	38.0	1	25.4	12.1	11.63	29.3	84.8	1	25.4	32.5	31.24	35.3	95.6	1 1/2	38.0	46.5	44.70	36.8	98.2	2	50.8	57.6	55.37	36.2	97.2
2	51.0	1	25.4	14.1	13.56	29.5	85.1	1	25.4	38.2	36.72	35.8	96.5	1 1/2	38.0	53.0	50.95	37.1	98.7	2	50.8	70.2	67.49	38.3	101.0
3	76.0	1	25.4	19.1	18.36	29.9	85.9	1	25.4	51.6	49.61	36.8	98.2	1 1/2	38.0	70.3	67.58	38.3	101.0	2	50.8	91.6	88.06	40.0	104.0
4	102.0	1	25.4	22.9	22.02	30.3	86.5	1	25.4	62.1	59.70	37.0	98.6	2	50.8	69.7	67.01	35.7	96.2	2	50.8	109.3	105.08	40.5	105.0
6	152.0	1	25.4	33.9	32.59	30.6	87.1	1 1/2	38.0	66.6	64.03	34.3	93.8	2	50.8	94.4	90.75	36.6	97.8	2	50.8	148.0	142.28	42.2	108.0
8	203.0	1	25.4	42.3	40.67	30.7	87.3	1 1/2	38.0	80.4	77.29	34.3	93.8	2	50.8	116.0	111.52	37	98.6	2 1/2	63.5	149.0	143.24	38.9	102.0
10	254.0	1	25.4	54.6	52.49	31.2	88.2	1 1/2	38.0	94.2	90.56	34.2	93.6	2	50.8	137.0	131.71	37.1	98.7	2 1/2	63.5	181.0	174.01	39.4	103.0
12	304.0	1 1/2	38.0	40.6	39.03	28.9	84.0	1 1/2	38.0	109.0	104.79	34.4	93.9	2	50.8	158.0	151.90	37.3	99.1	2 1/2	63.5	208.0	199.96	40.0	104.0
14	356.0	1 1/2	38.0	46.8	44.99	29.2	84.6	2	50.8	99.0	95.18	32.8	91.0	2 1/2	63.5	149.0	143.24	35.6	96.1	2 1/2	63.5	233.0	224.00	40.6	105.0
16	406.0	1 1/2	38.0	52.8	50.76	29.3	84.7	2	50.8	110.0	105.75	32.9	91.2	2 1/2	63.5	167.0	160.55	35.8	96.4	3	76.0	225.0	216.31	38.3	101.0
18	457.0	1 1/2	38.0	58.8	56.53	29.1	84.4	2	50.8	124.0	119.21	33.0	91.4	2 1/2	63.5	185.0	177.85	35.9	96.7	3	76.0	249.0	239.38	38.9	102.0
20	508.0	1 1/2	38.0	64.9	62.39	29.3	84.8	2	50.8	136.0	130.75	33.1	91.5	2 1/2	63.5	203.0	195.16	36.1	96.9	3	76.0	273.0	262.45	38.9	102.0
24	610.0	1 1/2	38.0	76.9	73.93	29.4	84.9	2	50.8	161.0	154.78	33.2	91.7	2 1/2	63.5	239.0	229.77	36.2	97.2	3	76.0	320.0	307.64	38.9	102.0
26	660.0	1 1/2	38.0	81.0	77.87	29.3	84.8	2	50.8	170.4	163.82	33.1	91.5	2 1/2	63.5	254.7	244.86	36.2	97.1	3	76.0	340.0	326.87	38.9	102.0
28	711.0	1 1/2	38.0	86.9	83.54	29.3	84.8	2	50.8	182.5	175.45	33.1	91.6	2 1/2	63.5	271.5	261.01	36.2	97.2	3	76.0	364.0	349.94	38.9	102.0
30	762.0	2	50.8	73.6	70.76	28.4	83.2	2 1/2	63.5	163.0	156.70	31.8	89.2	3	76.0	250.0	240.34	34.7	94.4	3 1/2	89.0	342.0	328.79	37.4	99.4

TEMP. OPERACION		HASTA 287°C (550°F)						HASTA 343°C (650°F)						HASTA 399°C (750°F)						HASTA 454°C (850°F)					
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.	
pulg.	mm	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	2	50.8	67.0	64.41	44.4	112.0	2	50.8	82.2	79.02	44.4	112.0	2	50.8	110.0	105.75	50	122.0	2 1/2	63.5	126.0	121.13	47.2	117.0
3/4	19.1	2	50.8	77.7	74.70	47.2	117.0	2	50.8	93.6	89.98	46.7	116.0	2	50.8	126.0	121.13	52.8	127.0	2 1/2	63.5	140.0	134.59	49.4	121.0
1	25.4	2	50.8	72.5	69.70	44.1	106.0	2	50.8	100.7	96.81	46.1	115.0	2 1/2	63.5	122.0	117.29	46.7	116.0	3	76.0	147.0	141.32	47.8	118.0
1 1/2	38.0	2	50.8	83.9	80.66	40.6	105.0	2	50.8	116.6	112.10	45.6	114.0	2 1/2	63.5	142.0	136.51	46.7	116.0	3	76.0	171.0	164.39	48.3	119
2	51.0	2	50.8	102.0	98.06	43.3	110.0	2 1/2	63.5	142.1	136.61	49.4	121.0	2 1/2	63.5	169.0	162.47	50.6	123.0	3	76.0	201.0	193.23	51.7	125.0
3	76.0	2	50.8	134.0	128.82	45.6	114.0	2 1/2	63.5	161.5	155.26	47.2	117.0	3	76.0	194.0	186.51	48.3	119.0	3 1/2	89.0	230.0	221.11	50.0	122.0
4	102.0	2	50.8	159.4	153.24	46.7	116.0	2 1/2	63.5	191.1	183.72	48.3	119.0	3	76.0	225.0	216.31	49.4	121.0	3 1/2	89.0	268.0	257.65	51.1	124.0
6	152.0	2 1/2	63.5	184.0	176.89	43.9	111.0	3	76.0	224.4	215.73	46.1	115.0	3	76.0	302.0	290.33	52.2	126.0	3 1/2	89.0	346.0	332.63	53.3	128.0
8	203.0	2 1/2	63.5	217.0	208.62	43.9	111.0	3	76.0	164.7	158.34	46.1	115.0	3 1/2	89.0	319.0	306.68	66.7	120.0	4	102.0	382.0	367.24	51.1	124.0
10	254.0	2 1/2	63.5	264.0	253.80	45.0	113.0	3	76.0	319.5	307.16	47.8	118.0	3 1/2	89.0	383.0	368.20	50	122.0	4	102.0	454.0	436.46	52.8	127.0
12	304.0	2 1/2	63.5	304.0	292.26	45.6	114.0	3	76.0	366.6	352.44	48.3	119.0	3 1/2	89.0	438.0	421.08	50.6	123.0	4	102.0	518.0	497.99	53.3	128.0
14	356.0	3	76.0	293.0	281.68	43.3	110.0	3	76.0	406.8	391.08	49.4	121.0	3 1/2	89.0	483.0	464.34	51.7	125.0	4	102.0	555.0	533.56	53.9	129.0
16	406.0	3	76.0	328.0	315.33	43.9	111.0	3 1/2	89.0	401.1	385.60	46.1	115.0	4	102.0	472.0	453.77	48.3	119.0	4 1/2	114.3	578.0	555.67	52.2	126.0
18	457.0	3	76.0	362.0	348.02	43.9	111.0	3 1/2	89.0	443.0	425.89	46.7	116.0	4	102.0	520.0	499.91	48.9	120.0	4 1/2	114.3	636.0	611.43	52.8	127.0
20	508.0	3 1/2	89.0	349.0	335.52	41.7	107.0	3 1/2	89.0	484.7	465.98	47.2	117.0	4	102.0	568.0	546.06	48.9	120.0	4 1/2	114.3	694.0	667.19	53.3	128.0
24	610.0	3 1/2	89.0	409.0	393.20	41.7	107.0	4	102.0	494.4	475.30	44.4	112.0	4	102.0	664.0	638.35	50.6	122.0	4 1/2	114.3	810.0	778.71	53.9	129.0
26	660.0	3 1/2	89.0	434.0	417.23	41.7	107.0	4	102.0	538.9	518.08	42.8	109.0	4	102.0	724.0	696.03	50.6	123.0	4 1/2	114.3	858.0	824.85	53.9	129.0
28	711.0	3 1/2	89.0	464.0	446.07	42.2	108.0	4	102.0	575.1	552.88	45.0	113.0	4	102.0	773.0	743.14	50.6	123.0	4 1/2	114.3	915.0	879.65	53.9	129.0
30	762.0	4	102.0	432.0	415.31	40.0	104.0	4 1/2	114.3	559.0	537.40	43.3	110.0	4 1/2	114.3	751.0	721.99	48.3	119.0	5	127.0	897.0	862.35	51.7	125

E.R.: ESPESOR RECOMENDADO
T.S.: TEMPERATURA DE SUPERFICIE APROXIMADA

P.C.: PÉRDIDA DE CALOR
Ta.: TEMPERATURA AMBIENTE

¹ Estos valores son una referencia para cálculos específicos con los valores indicados. Para mayor información, favor de consultar a su representante de ventas, que con gusto responderá a todas sus preguntas.

Espesores Recomendados Aislamiento para Tubería Fibreglas® Tuberías Frías Ta= 25 °C (77 °F)²

Humedad relativa 80%

TEMP. OPERACION		112.22°C (10°F)						-6.66°C (20°F)						-1.11°C (30°F)						4.44°C (40°F)						10°C (50°F)					
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.	
pulg.	mm	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	1	25.4	5.9	5.67	21.9	71.5	1	25.4	5.1	4.90	22.3	72.2	1	25.4	4.3	4.13	22.8	73.0	1	25.4	3.3	3.17	23.2	73.8	1	25.4	2.5	2.40	23.7	74.6
3/4	19.1	1 1/2	38.0	5.6	5.38	22.8	73.1	1	25.4	6.1	5.86	21.8	71.3	1	25.4	5.1	4.90	22.3	72.2	1	25.4	4.0	3.85	22.8	76.9	1	25.4	3.0	2.88	23.4	74.1
1	25.4	1 1/2	38.0	6.1	5.86	22.9	73.2	1	25.4	6.3	6.06	22.2	72	1	25.4	5.3	5.10	22.7	72.8	1	25.4	4.2	4.04	23.1	73.6	1	25.4	3.1	2.98	23.6	74.5
1 1/2	38.0	1 1/2	38.0	7.6	7.31	22.6	72.7	1 1/2	38.0	6.5	6.25	22.9	73.3	1	25.4	6.8	6.54	22.4	72.3	1	25.4	5.4	5.19	22.9	73.2	1	25.4	4.0	3.85	23.4	74.1
2	51.0	1 1/2	38.0	8.7	8.36	22.6	72.6	1 1/2	38.0	7.5	7.21	22.9	73.2	1	25.4	8.0	7.69	22.3	72.1	1	25.4	6.4	6.15	22.8	73.0	1	25.4	4.7	4.52	23.3	74.0
3	76.0	1 1/2	38.0	11.5	11.06	22.3	72.1	1 1/2	38.0	9.9	9.52	22.6	72.7	1	25.4	10.8	10.38	22	71.6	1	25.4	4.3	4.13	24.2	75.6	1	25.4	6.3	6.06	23.2	73.7
4	102.0	1 1/2	38.0	13.9	13.36	22.1	71.8	1 1/2	38.0	11.9	11.44	22.5	72.5	1	25.4	13.0	12.50	21.9	71.5	1	25.4	10.3	9.90	22.6	72.6	1	38.0	7.6	7.31	23.2	73.7
6	152.0	1 1/2	38.0	19.7	18.94	21.8	71.2	1 1/2	38.0	16.9	16.25	22.2	72.0	1 1/2	38.0	14.0	13.46	22.7	72.8	1	25.4	15.2	14.61	22.2	72.0	1	25.4	11.1	10.67	22.9	73.2
8	203.0	1 1/2	38.0	23.8	22.88	21.8	71.2	1 1/2	38.0	20.4	19.61	22.2	72.0	1 1/2	38.0	16.9	16.25	22.7	72.8	1	25.4	19.0	18.27	22.2	71.9	1	25.4	13.9	13.36	22.9	73.2
10	254.0	1 1/2	38.0	27.9	26.82	21.8	71.3	1 1/2	38.0	23.4	22.50	22.2	72.0	1 1/2	38.0	19.8	19.04	22.7	72.8	1	25.4	24.5	23.55	21.9	71.4	1	25.4	18.0	17.30	22.7	72.8
12	304.0	1 1/2	38.0	32.4	31.15	21.8	71.2	1 1/2	38.0	27.7	26.63	22.2	71.9	1 1/2	38.0	23.0	22.11	22.6	72.7	1	25.4	25.5	24.51	22.2	72.0	1	25.4	18.7	17.98	22.9	73.3
14	356.0	2	50.8	29.4	28.26	22.3	72.2	1 1/2	38.0	31.9	30.67	21.9	71.5	1 1/2	38.0	26.5	25.48	22.4	72.4	1	25.4	31.0	29.80	21.8	71.3	1	25.4	22.7	21.82	22.7	72.8
16	406.0	2	50.8	33.0	31.73	22.3	72.1	1 1/2	38.0	36.0	34.61	21.9	71.5	1 1/2	38.0	30.0	28.84	22.4	72.3	1	25.4	35.1	33.74	21.8	71.3	1	25.4	25.8	24.80	22.6	72.7
18	457.0	2	50.8	36.7	35.28	22.3	72.1	1 1/2	38.0	40.2	38.65	21.9	71.4	1 1/2	38.0	33.6	32.30	22.4	72.3	1	25.4	39.2	37.69	21.8	71.3	1	25.4	28.8	27.69	22.6	72.7
20	508.0	2	50.8	40.4	38.84	22.2	72.0	1 1/2	38.0	44.3	42.59	21.9	71.4	1 1/2	38.0	36.8	35.38	22.4	72.3	1	25.4	43.3	41.63	21.8	71.2	1	25.4	31.8	30.57	22.6	72.7
24	610.0	2	50.8	47.7	45.86	22.2	71.9	1 1/2	38.0	52.5	50.47	21.8	71.3	1 1/2	38.0	43.6	41.92	22.3	72.2	1	25.4	51.5	49.51	21.8	71.2	1	25.4	37.8	36.34	22.6	72.6
26	660.0	2	50.8	50.5	48.55	22.2	72.0	1 1/2	38.0	55.3	53.16	21.9	71.4	1 1/2	38.0	45.9	44.13	22.4	72.3	1	25.4	51.1	49.13	22.0	71.6	1	25.4	37.5	36.05	22.8	73.0
28	711.0	2	50.8	54.1	52.01	22.2	72.0	1 1/2	38.0	59.3	57.01	21.9	71.4	1 1/2	38.0	49.2	47.30	22.4	72.3	1	25.4	54.8	52.68	22.0	71.6	1	25.4	40.2	38.65	22.8	73.0
30	762.0	2	50.8	58.7	56.43	22.2	71.9	1 1/2	38.0	64.8	62.30	21.8	71.2	1 1/2	38.0	53.8	51.72	22.3	72.1	1	25.4	63.9	61.43	21.7	71.1	1	25.4	46.8	44.99	22.6	72.6

Humedad relativa 90%

TEMP. OPERACION		112.22°C (10°F)						-6.66°C (20°F)						-1.11°C (30°F)						4.44°C (40°F)						10°C (50°F)					
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.	
pulg.	mm	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	2 1/2	63.5	3.7	3.56	24.1	75.3	2	50.8	3.7	3.56	23.8	74.8	2	50.8	3.0	2.88	24.0	75.2	1 1/2	38.0	2.7	2.60	23.9	75.0	1 1/2	38.0	2.0	1.92	24.2	75.5
3/4	19.1	2 1/2	63.5	4.2	4.04	23.9	75.1	2 1/2	63.5	3.6	3.46	24.1	75.3	2	50.8	3.5	3.36	23.8	74.9	1 1/2	38.0	3.2	3.08	23.7	74.7	1 1/2	38.0	2.3	2.21	24.1	75.3
1	25.4	2 1/2	63.5	4.7	4.52	23.8	74.8	2 1/2	63.5	4.1	3.94	23.9	75.1	2	50.8	3.7	3.56	23.9	75.0	1 1/2	38.0	4.2	4.04	23.1	73.6	1 1/2	38.0	2.5	2.40	24.1	75.3
1 1/2	38.0	3	76.0	5.0	4.81	24.0	75.2	2 1/2	63.5	4.7	4.52	23.9	75.1	2	50.8	4.5	4.33	23.9	75.0	2	50.8	3.4	3.27	24.1	75.4	1 1/2	38.0	3.2	3.08	23.9	75.1
2	51.0	3	76.0	6.0	5.77	23.8	74.9	2 1/2	63.5	5.6	5.38	23.4	74.2	2	50.0	5.3	5.10	23.7	74.6	2	50.8	4.2	4.04	23.9	75.1	1 1/2	38.0	3.6	3.46	23.9	75.0
3	76.0	3	76.0	7.5	7.21	23.7	74.6	3	76.0	6.5	6.25	24.1	75.3	2 1/2	63.5	6.0	5.77	23.8	74.9	2	50.8	5.4	5.19	23.8	74.8	1 1/2	38.0	4.8	4.61	23.8	74.8
4	102.0	3 1/2	89.0	8.0	7.69	23.8	74.9	3	76.0	7.5	7.21	23.8	74.9	2 1/2	63.5	7.1	6.83	23.8	74.8	2	50.8	6.5	6.25	23.7	74.7	1 1/2	38.0	5.8	5.58	23.7	74.7
6	152.0	3 1/2	89.0	10.3	9.90	23.7	74.7	3	76.0	10.0	9.61	23.7	74.6	3	76.0	8.3	7.98	23.9	75.0	2 1/2	63.5	7.5	7.21	23.9	75.0	2	50.8	6.5	6.25	23.9	75.1
8	203.0	3 1/2	89.0	12.4	11.92	23.7	74.6	3 1/2	89.0	10.6	10.19	23.8	74.9	3	76.0	9.8	9.42	23.9	75.0	2 1/2	63.5	8.8	8.46	23.9	75.0	2	50.8	8.0	7.69	24.0	75.2
10	254.0	4	102.0	13.5	12.98	23.8	74.8	3 1/2	89.0	12.7	12.21	23.8	74.8	3	76.0	11.8	11.34	23.8	74.8	2 1/2	63.5	10.7	10.29	23.8	74.9	2	50.8	9.3	8.94	23.9	75.1
12	304.0	4	102.0	15.4	14.81	23.7	74.7	3 1/2	89.0	14.5	13.94	23.7	74.7	3	76.0	13.6	13.07	23.8	74.8	2 1/2	63.5	12.4	11.92	23.8	74.9	2	50.8	10.8	10.38	23.8	75.0
14	356.0	4	102.0	16.5	15.86	23.7	74.7	3 1/2	89.0	16.0	15.38	23.7	74.6	3	76.0	15.0	14.42	23.7	74.7	2 1/2	63.5	13.8	13.27	23.7	74.7	2	50.8	12.2	11.73	23.8	74.9
16	406.0	4	102.0	18.3	17.59	23.7	74.6	4	102.0	15.7	15.09	23.8	74.9	3	76.0	16.8	16.15	23.7	74.6	2 1/2	63.5	15.5	14.90	23.7	74.7	2	50.8	13.7	13.17	23.8	74.8
18	457.0	4 1/2	114.3	18.9	18.17	23.8	74.8	4	102.0	17.3	16.63	23.8	74.9	3 1/2	89.0	16.4	15.77	23.8	74.9	2 1/2	63.5	17.2	16.54	23.7	74.7	2	50.8	15.3	14.71	23.8	74.8
20	508.0	4 1/2	114.3	20.6	19.80	23.8	74.8	4	102.0	18.9	18.17	23.8	74.9	3 1/2	89.0	18.0	17.30	23.8	74.9	2 1/2	63.5	18.9	18.17	23.7	74.6	2	50.8	16.8	16.15	23.8	74.8
24	610.0	4 1/2	114.3	24.0	23.07	23.7	74.7	4	102.0	22.1	21.25	23.8	74.8	3 1/2	89.0	21.0	20.19	23.8	74.9	2 1/2	63.5	22.2	21.34	23.7	74.6	2	50.8	19.8	19.04	23.8	74.8
26	660.0	4 1/2	114.3	25.4	24.42	23.7	74.7	4	102.0	24.0	23.07	23.8	74.8	3 1/2	89.0	22.4	21.53	22.8	74.9	2 1/2	63.5	23.6	22.69	23.7	74.6	2	50.8	21.0	20.19	23.8	74.8
28	711.0	4 1/2	114.3	27.1	26.05	23.7	74.7	4	102.0	25.7	24.71	23.7	74.7	3 1/2	89.0	23.9	22.98	23.8	74.8	2 1/2	63.5	25.2	24.23	23.7	74.6	2	50.8	22.5	21.63	23.8	74.8
30	762.0	4 1/2	114.3	29.1	27.98	23.7	74.6	4	102.0	26.8	25.76	23.8	74.8	3 1/2	89.0	25.6	24.61	23.8	74.8	3	76.0	23.3	22.40	23.8	74.6	2	50.8	24.4	23.46	23.7	74.7

² Estos valores son una referencia para cálculos específicos con los valores indicados. Para mayor información, favor de consultar

Presentación

Material	Presentación	Espesor*	Diámetro*	Longitud	
				cm	pies
Aislamiento para Tubería	Corte Longitudinal Abisagrado	De 1" a 3"	De ½" a 30"	91.4	3

* Los materiales aislantes de tuberías FIBERGLAS® están fabricados con dimensiones nominales de acuerdo con la norma ASTM C585 para diámetros interiores y exteriores de Aislamiento Térmico Rígido para dimensiones nominales de ductos y tuberías.

Si requiere espesores de aislamiento mayores a 3" y/o diámetros de más de 30" ó longitudes especiales, consulte a su Representante de Ventas de Owens Corning.

Instalación

1. Antes de iniciar la instalación del aislamiento, limpie y seque perfectamente la superficie de la tubería. Se recomienda aplicar una mano de pintura anticorrosiva a la superficie (Fig.1).
2. Consulte las tablas de espesores recomendados para seleccionar el espesor adecuado para aislar tuberías frías o calientes.
3. Coloque el aislamiento para tubería Fiberglas® en torno a la tubería y sujételo con cinchos de alambre galvanizado calibre 16 y colóquelos a 30 cm de distancia para retener firmemente el aislamiento (Fig 2).
4. Aplique los acabados finales tomando en cuenta las siguientes consideraciones de acuerdo al tipo de servicio de la tubería que va a aislar (Fig 3).

Servicio Caliente

a) Instalación bajo techo y sin abuso mecánico.

Si desea dar mayor protección al aislamiento, utilice un acabado de lámina galvanizada o de aluminio; se recomienda utilizar Aislamiento para Tubería "No-wrap" de Fiberglas®, ya que no requiere ningún otro acabado. También puede utilizar Aislamiento para Tubería, "No wrap" de Fiberglas® y como acabado final le puede colocar una manta y aplicar dos manos de pintura impermeable.

b) Instalación bajo techo con abuso mecánico.

Se recomienda proteger el aislamiento con un recubrimiento rígido como lámina galvanizada o de aluminio. El calibre de la lámina puede ser de 24 a 28 de acuerdo a su preferencia.

Procure que los traslapes de las láminas sean por lo menos 2" (5.08 cm). Sujete las láminas con flejes de aluminio o de acero inoxidable de ¾" (1.9 cm) y colóquelos a una distancia no menor a 12" (22.9 a 30.5 cm) de centro a centro.



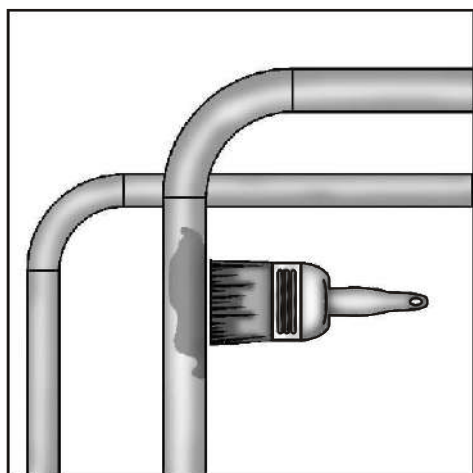


figura 1

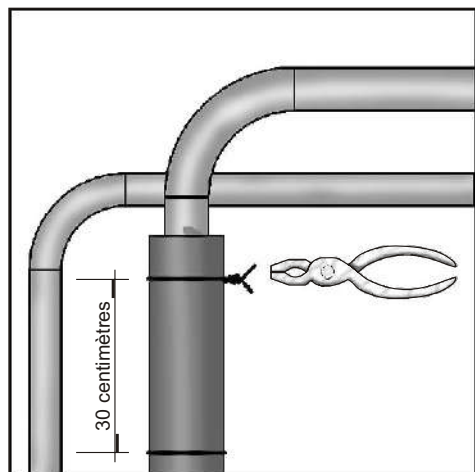


figura 2

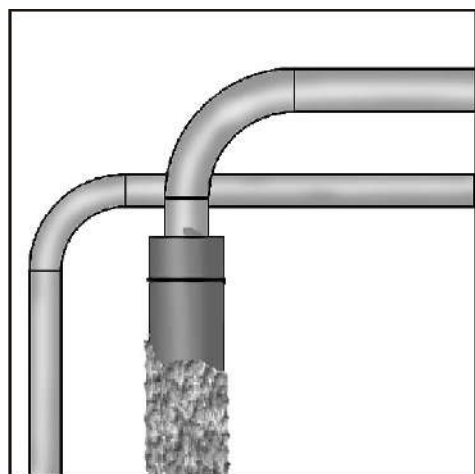


figura 3

c) Instalación a la intemperie.

Siga las instrucciones del punto anterior sólo que deberá sellar las juntas con chaquetas de lámina con un impermeabilizante de calidad.

Servicio Frío

Es importante mencionar que todos los materiales aislantes del mercado requieren de una barrera de vapor para evitar la entrada de condensaciones y formaciones de hielo dentro del aislamiento. Para instalaciones frías se recomienda el uso de Aislamiento para Tubería, Fiberglas SSL II® ya que su recubrimiento integrado funciona como una excelente barrera de vapor.

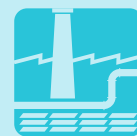
a) Instalación interior sin abuso mecánico

Instale Aislamiento para tubería, Fiberglas® SSL II® cuidando que las juntas longitudinales y transversales de la cubierta ASJ queden perfectamente selladas. Para mayor protección a la barrera de vapor y al aislamiento coloque una lámina de aluminio o galvanizada del calibre 24 al 28 según el lugar.

b) Instalaciones a la intemperie

Siga las instrucciones del punto anterior y coloque una chaqueta de lámina galvanizada o de aluminio calibre 24 o 28 sellando las juntas con un material que funcione como barrera de vapor, es muy importante que la barrera de vapor no tenga ninguna perforación y si la hay, deberá sellarse perfectamente.

"Owens Corning proporciona estas instrucciones "tal como están" y renuncia a cualquier y a toda responsabilidad por cualquier falta de precisión, omisión, error tipográfico causado por el equipo de terceras personas. Al utilizar estas recomendaciones, usted está aceptando estar sujeto a las disposiciones contenidas en este párrafo. Estas recomendaciones proporcionan un método ilustrativo para instalar Aislamiento para Tubería y/o accesorios de Owens Corning. Las instrucciones de Owens Corning no tienen por objeto resolver toda contingencia posible que pudiera presentarse durante la instalación ni recomendar el uso de una herramienta en particular. Por la presente, Owens Corning renuncia expresamente a toda responsabilidad por cualquier reclamación por lesiones o fallecimiento relacionados o derivados por el uso de estas recomendaciones de instalación y de otras instrucciones de instalación que Owens Corning haya proporcionado de alguna otra forma."





Recomendaciones de Almacenaje

Para evitar la alteración de las propiedades de las colchas termoaislantes RW-4300 y RW-4600 le recomendamos lo siguiente:

- Almacene el material en lugares protegidos de la intemperie.
- Asegúrese que la primera cama del producto esté sobre una tarima de madera.
- Conserve el producto en su empaque hasta su uso.
- Estibe sólo 4 cajas.
- Evite colocar el producto sobre pisos mojados.
- Evite someter el producto a abusos mecánicos.
- Para mejor identificación, deje visibles las etiquetas que identifican el producto.



Soluciones Aislantes

THE PINK PANTHER TM & © 1964-2008 Metro Goldwyn-Mayer Studios Inc.
Todos los derechos reservados. © 2008 Owens Corning.

Pub. No. FT-AISL-TUBERÍA-03
Impresa en México, D.F., Abril 2008.

Por su seguridad

Evite ser sorprendido por comprar productos de dudosa calidad, los productos fabricados y comercializados por Owens Corning se apegan a estrictas normas de calidad, todos llevan etiquetas originales nunca fotocopiadas y empaques con los logotipos y marcas registradas por Owens Corning, en caso de duda llámenos de inmediato.

Asistencia Técnica

Todo un equipo de profesionales está a su servicio sin costo alguno para resolver sus dudas acerca de nuestros productos, permitiéndole conocer todos los beneficios de aislar con fibra de vidrio. Con sólo llamar al (55) 5089 6767 o visitar nuestra página en Internet, Owens Corning responderá sus preguntas.



INNOVACIONES PARA VIVIR[®]

Ventas México Celular (044 55) 2955 5534
(044 55) 2900 8804

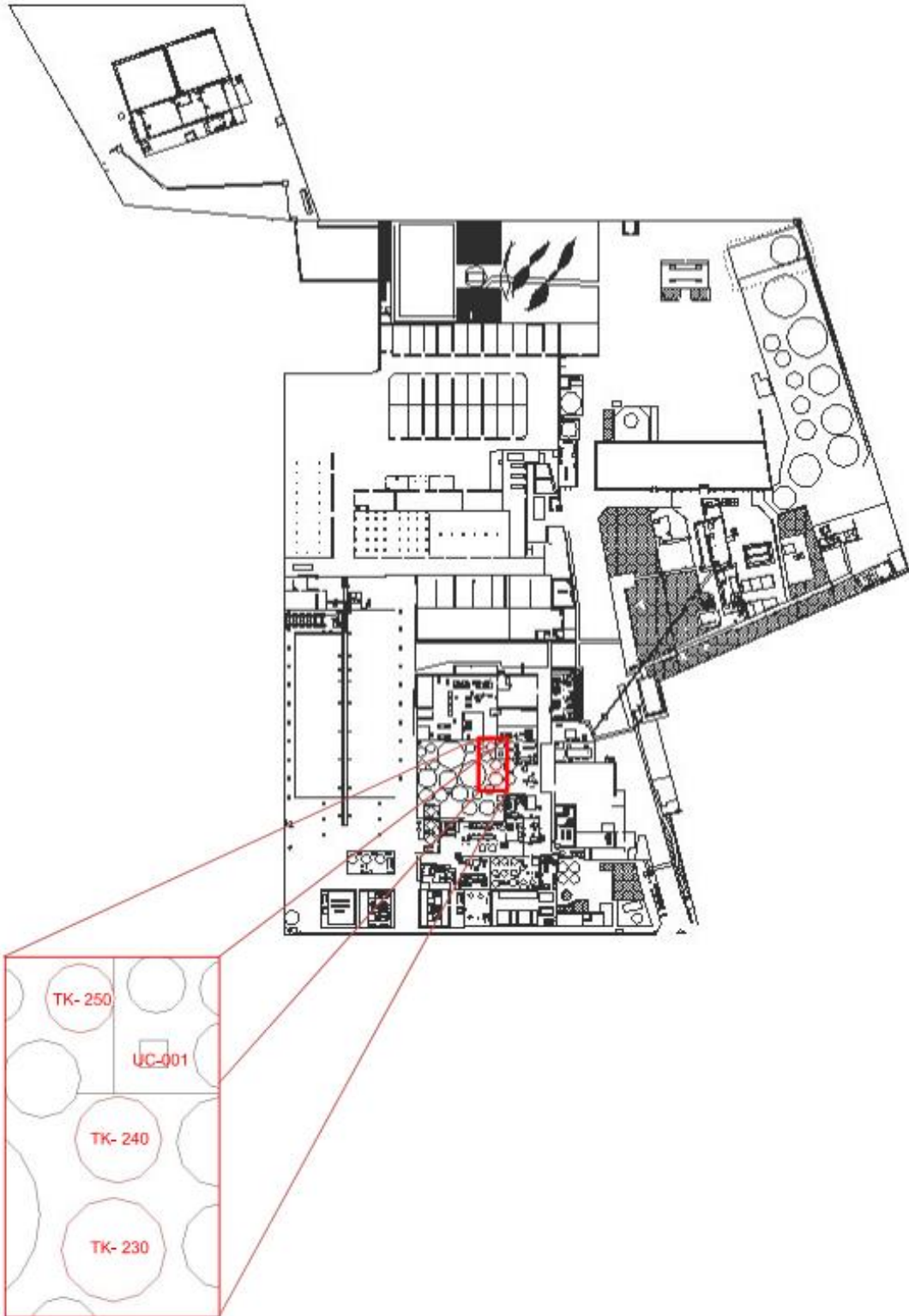
Conmutador (55) 5089 6700
01 800 654 7463

Servicio a Clientes México (55) 5089 6767
E-mail latam.oc@owenscorning.com

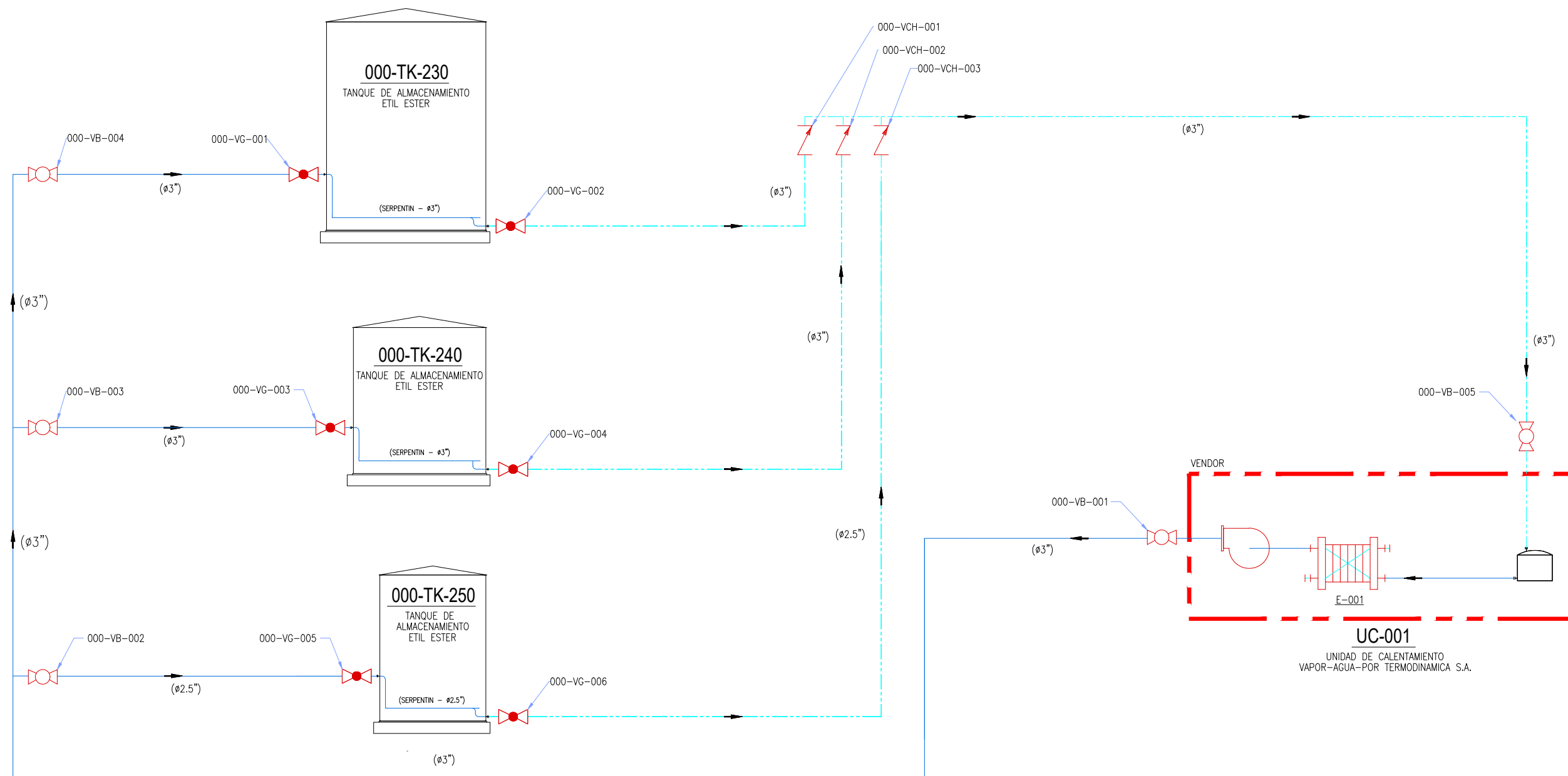
Av. Acueducto No. 459, Col. Zacatenco,
07360 México, D.F.

ANEXO 5: Layout - Ubicación en Planta de los Tanques de Almacenamiento

LAYOUT - UBICACIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO



ANEXO 6: Planos del Proyecto



LÍNEA	DESCRIPCIÓN	CAUDAL (gpm)	DIÁMETRO (pulg)	MATERIAL	OPERATIVIDAD	TEMPERATURA (°C)
101	SALIDA PRINCIPAL DE AGUA CALIENTE	150	ø3"	AISI 304 - SCH 10	CONTINUO	71.00
102	LLEGADA DE AGUA CALIENTE A SERPENTIN A TANQUE TK-250	50	ø2.5"	AISI 304 - SCH 10	CONTINUO	71.00
103	LLEGADA DE AGUA CALIENTE A SERPENTIN A TANQUE TK-240	50	ø3"	AISI 304 - SCH 10	CONTINUO	71.00
104	LLEGADA DE AGUA CALIENTE A SERPENTIN A TANQUE TK-230	50	ø3"	AISI 304 - SCH 10	CONTINUO	71.00
105	RETORNO DE AGUA CALIENTE DEL SERPENTIN DEL TANQUE TK-250	50	ø3"	AISI 304 - SCH 10	CONTINUO	59.83
106	RETORNO DE AGUA CALIENTE DEL SERPENTIN DEL TANQUE TK-240	50	ø2.5"	AISI 304 - SCH 10	CONTINUO	65.58
107	RETORNO DE AGUA CALIENTE DEL SERPENTIN DEL TANQUE TK-230	50	ø3"	AISI 304 - SCH 10	CONTINUO	59.83
108	LLEGADA DE AGUA CALIENTE A SERPENTIN	150	ø3"	AISI 304 - SCH 10	CONTINUO	64.31

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE



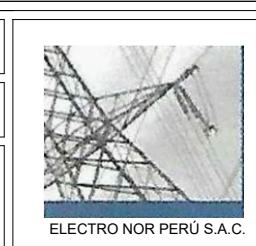
DIRECCIÓN LEGAL: CALLE LA LEGUA S/N
CATACAOS - PIURA - PERÚ

COORDINADOR: P. BARREDA N° DE CONTRATO: -

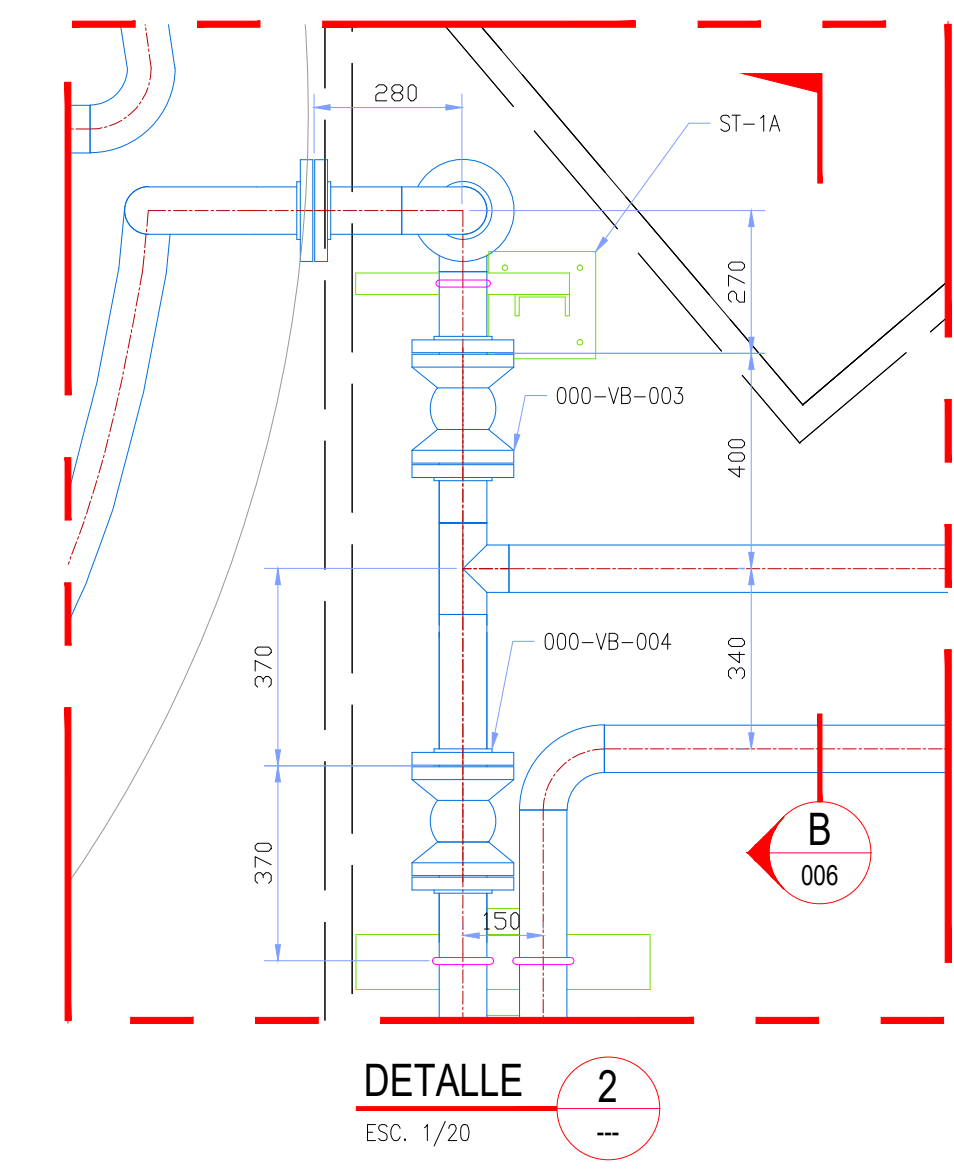
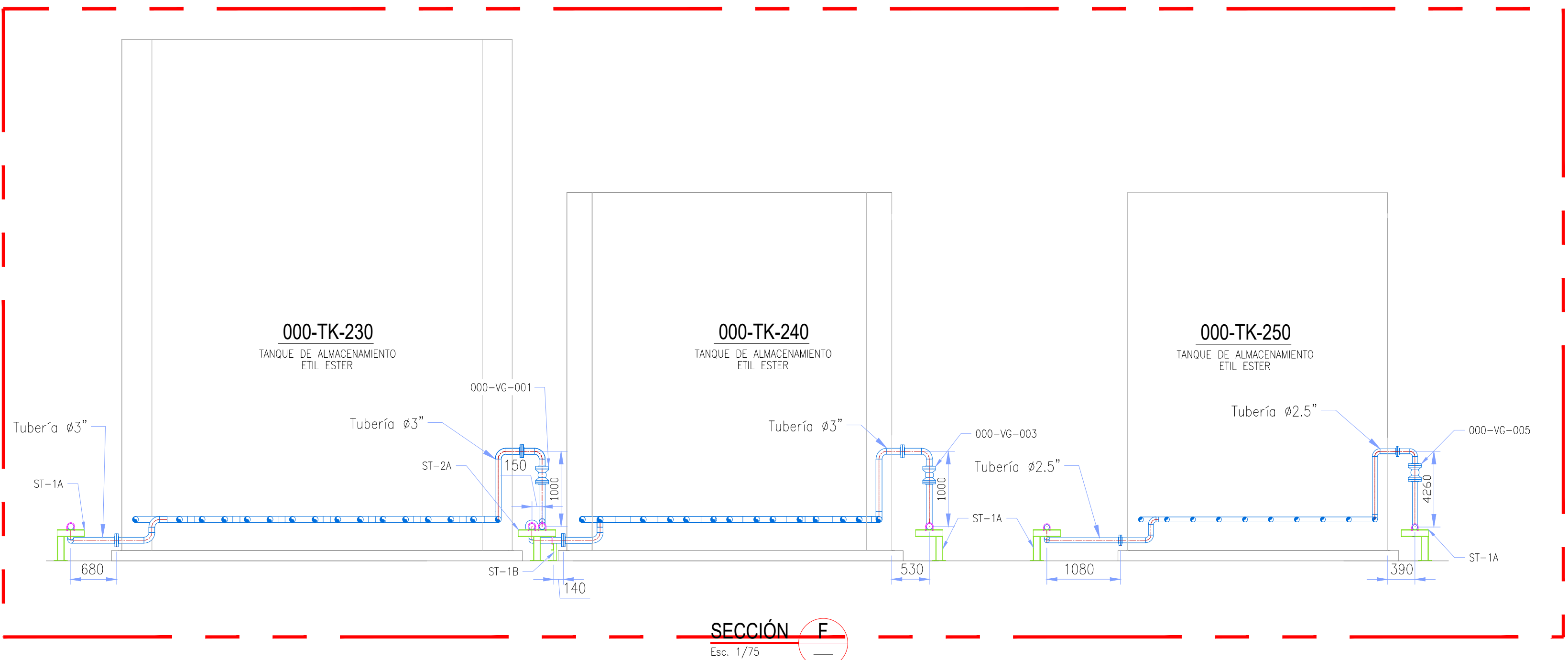
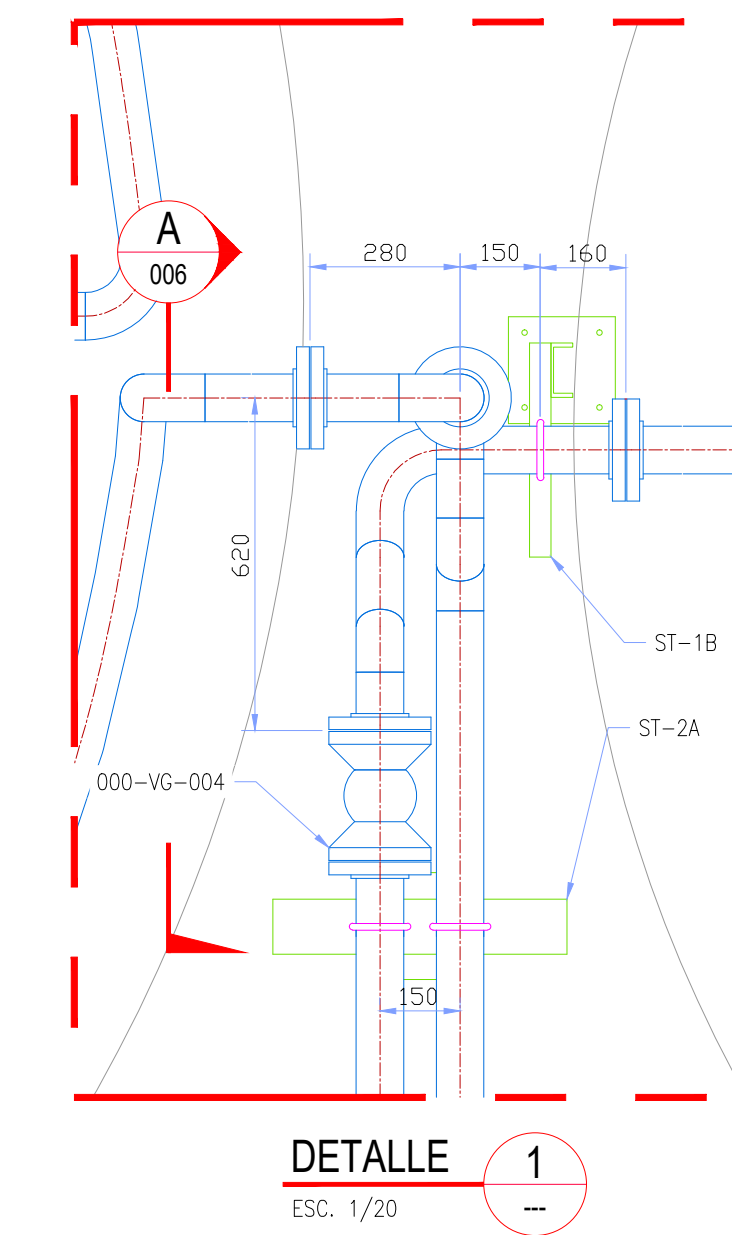
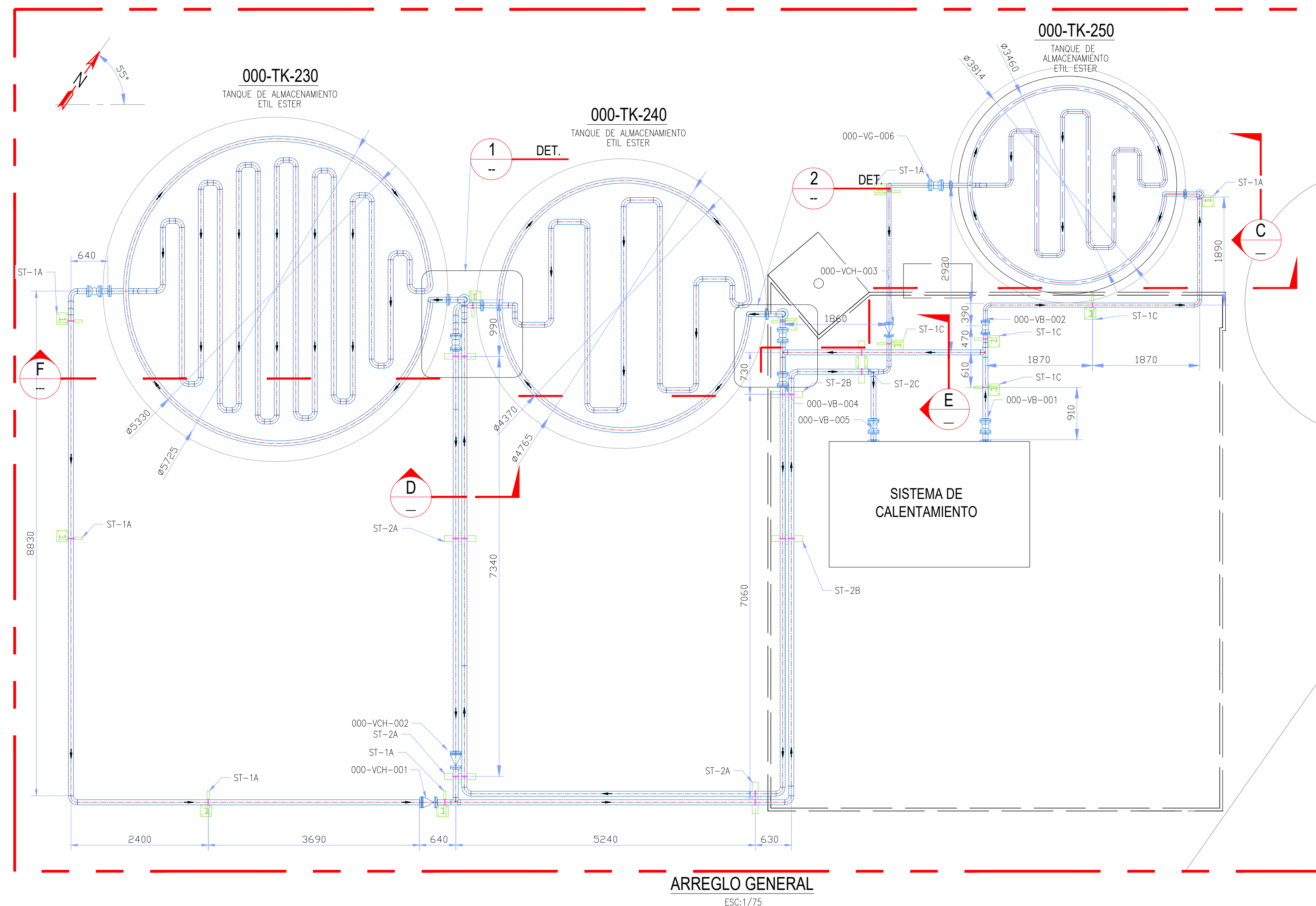
REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	V.B.	FECHA	DESCRIPCIÓN
A	E.G.	M. T.		24/09/17	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
B	E.G.	M. T.		12/10/17	EMITIDO PARA COMENTARIOS DEL CLIENTE
0	E.G.	M. T.		20/10/17	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN

PLANOS DE REFERENCIA	
CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN

DIBUJADO POR: U. D.	DISEÑADO POR: E. G.
REVISADO POR: M. T.	APROBADO POR: DSM
Nota:	



INSTALACIÓN:	DSM NUTRITIONAL PRODUCTS PLANTA PRODUCCIÓN PIURA
PROYECTO:	SISTEMAS DE SERPENTINES DE CALENTAMIENTO
PLANO:	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS
ESCALA: SIN ESCALA	COD. PLANO: PL-DSM-001
Fecha: 20/10/17	REV.: 0



INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE



DIRECCIÓN LEGAL: CALLE LA LEGUA SIN
CATACAOS - PIURA - PERÚ

COORDINADOR: P. BARREDA N° DE CONTRATO: -

NOTAS:

- TODAS LAS DIMENSIONES SON EXPRESADAS EN MM
- LAS TUBERÍAS SON DE ACERO INOXIDABLE AISI 304, SCH10, SIN COSTURA.
- LAS CIMENTACIONES DE LOS TANQUES SON REFERENCIALES

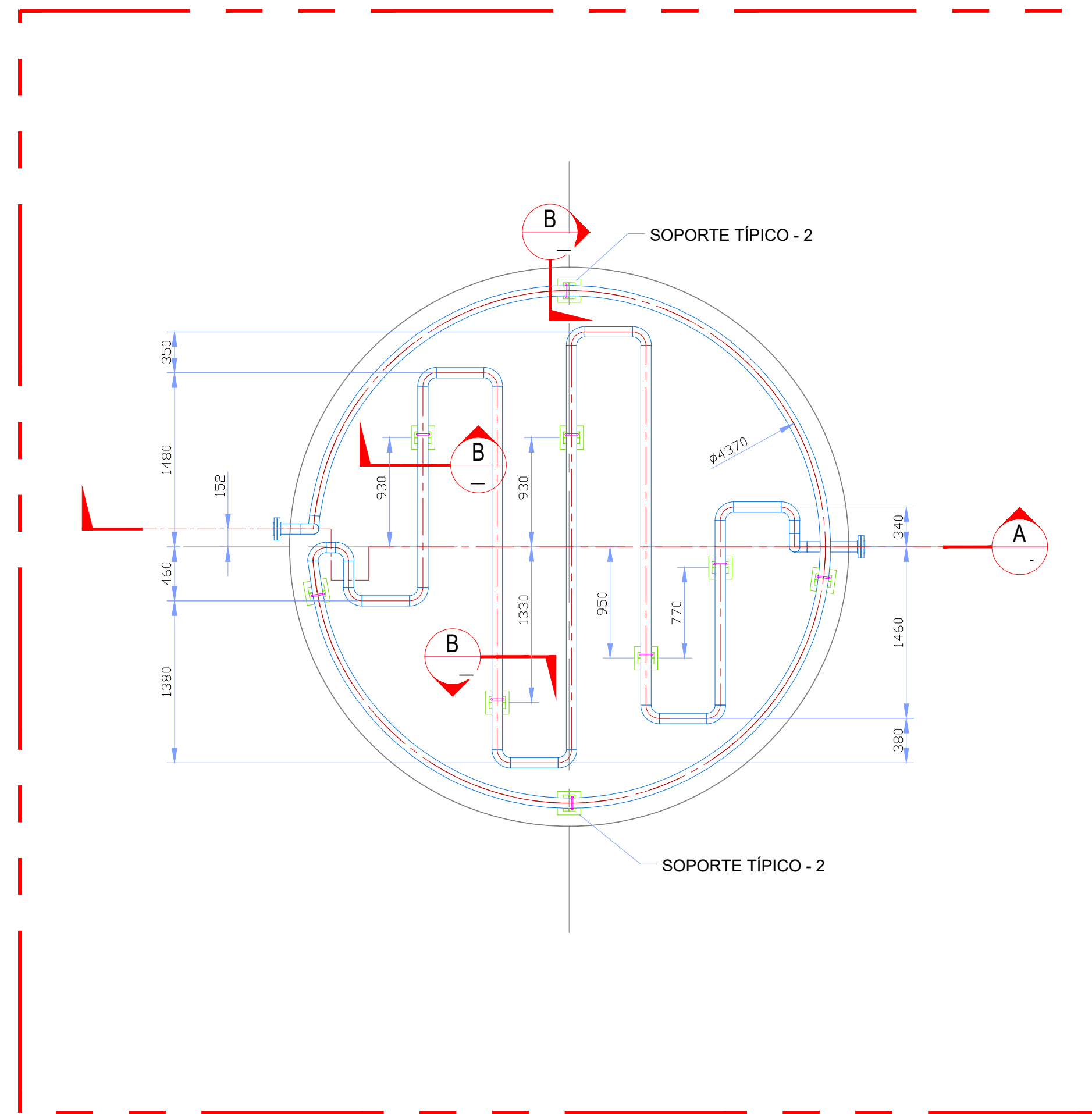
REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	V. B.	FECHA	DESCRIPCIÓN
A	E. G.	M. T.		24/09/17	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
B	E. G.	M. T.		12/10/17	EMITIDO PARA COMENTARIOS DEL CLIENTE
0	E. G.	M. T.		20/10/17	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN

PLANOS DE REFERENCIA	
CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
PL-DSM-001	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

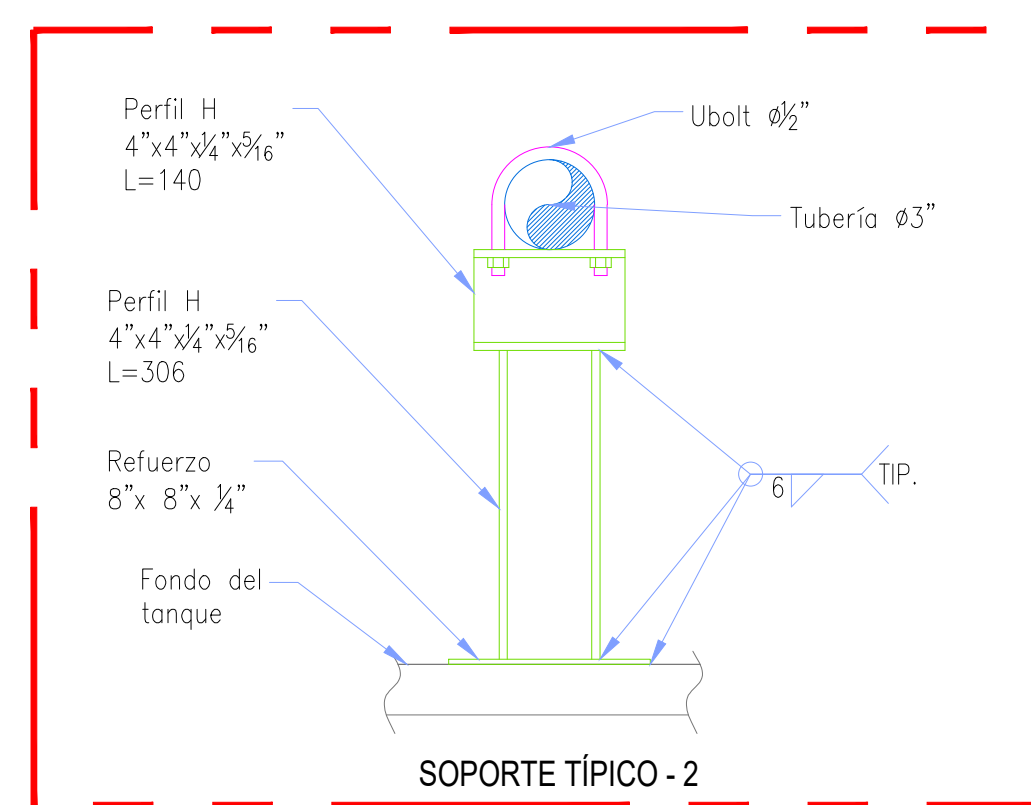
DIBUJADO POR: U. D.
 DISEÑADO POR: E. G.
 REVISADO POR: M. T.
 APROBADO POR: DSM



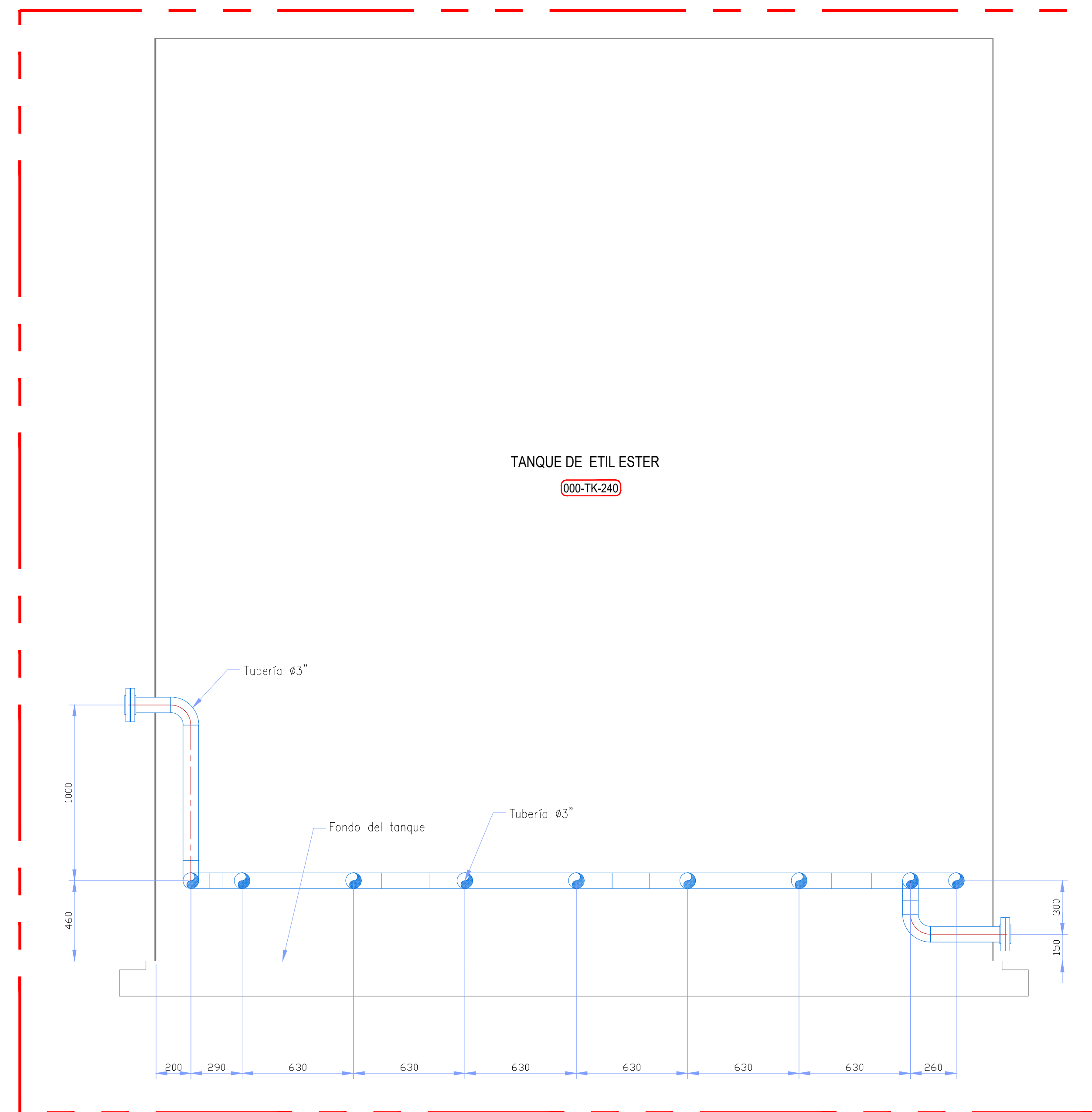
INSTALACIÓN:	DSM NUTRITIONAL PRODUCTS PLANTA PRODUCCIÓN PIURA		
PROYECTO:	SISTEMAS DE SERPENTINES DE CALENTAMIENTO		
PLANO:	ARREGLO GENERAL DE SISTEMA DE CALENTAMIENTO		
ESCALA:	INDICADA	COD. PLANO:	PL-DSM-002
Fecha:	20/10/17	REV.:	0



VISTA DE PLANTA T- 240
Esc: 1/50



SECCIÓN B
Esc. 1/10



SECCIÓN A
Esc. 1/50

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE



DIRECCIÓN LEGAL: CALLE LA LEGUA S/N
CATACAOS - PIURA - PERÚ

COORDINADOR: P. BARREDA N° DE CONTRATO: -

NOTAS:
1. TODAS LAS DIMENSIONES SON EXPRESADAS EN MM
2. LAS TUBERIAS SON DE ACERO INOXIDABLE AISI 304, SCH10, SIN COSTURA.
3. LAS CIMENTACIONES DE LOS TANQUES SON REFERENCIALES.

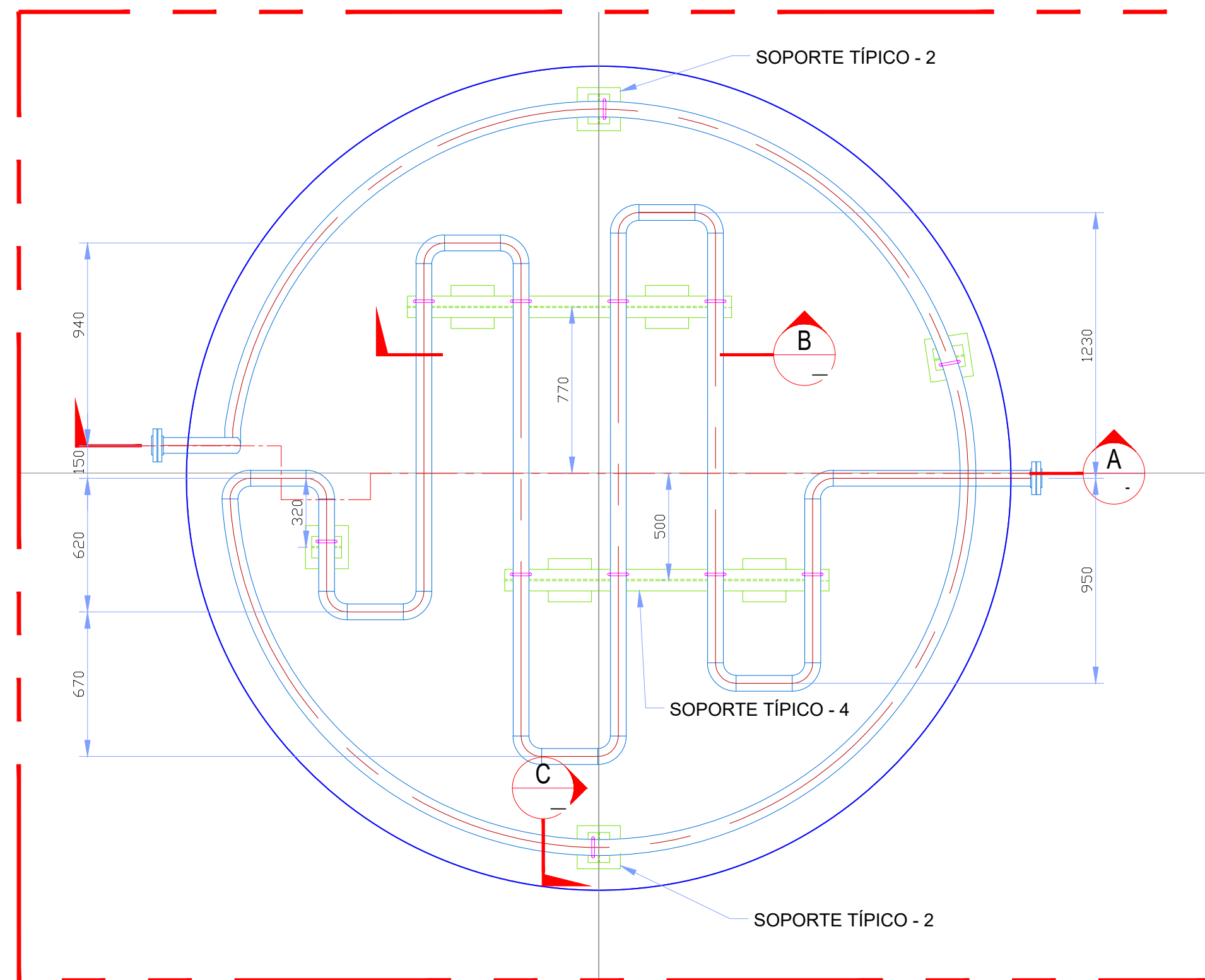
REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	V. B.	FECHA	DESCRIPCIÓN
A	E. G.	M. T.		24/09/17	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
B	E. G.	M. T.		12/10/17	EMITIDO PARA COMENTARIOS DEL CLIENTE
0	E. G.	M. T.		20/10/17	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN

PLANOS DE REFERENCIA	
CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
PL-DSM-001	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

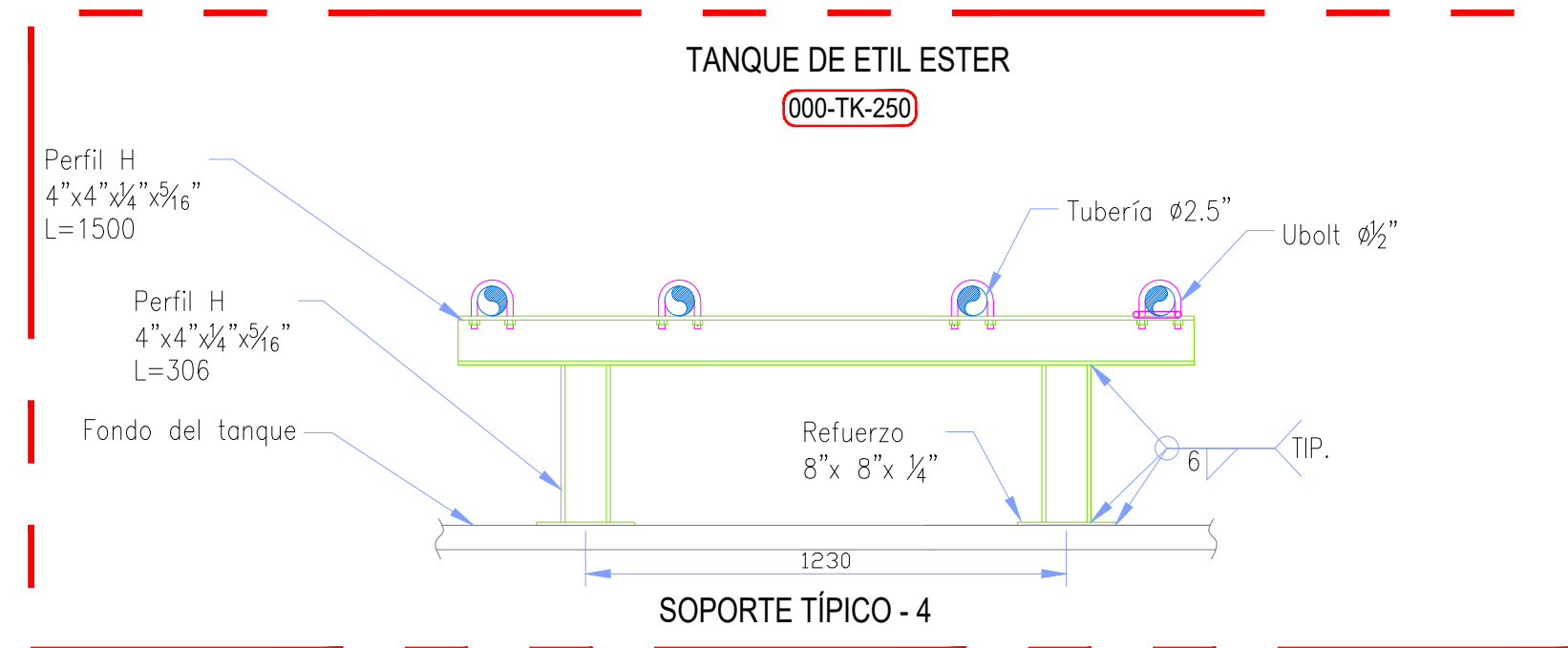
DIBUJADO POR:
U. D.
DISEÑADO POR:
E. G.
REVISADO POR:
M. T.
APROBADO POR:
DSM



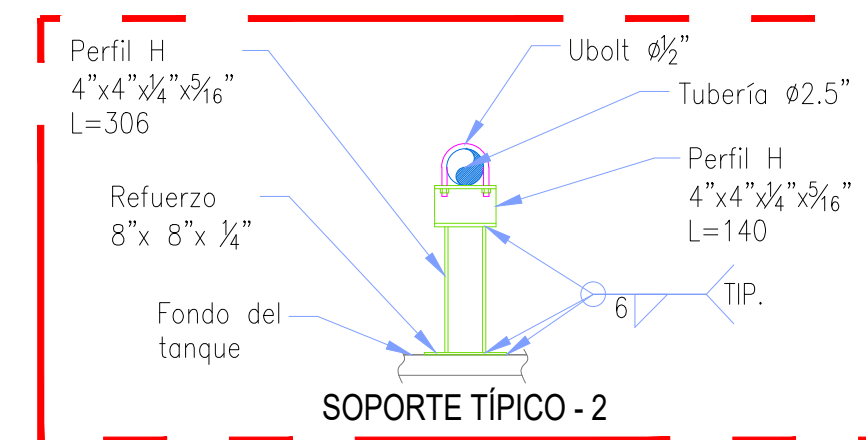
INSTALACIÓN:	DSM MARINE LIPIDS PERÚ PLANTA PRODUCCIÓN PIURA			
PROYECTO:	SISTEMAS DE SERPENTINES DE CALENTAMIENTO			
PLANO:	ARREGLO GENERAL DE SERPENTINES - TK 240			
ESCALA:	INDICADA	COD. PLANO:	PL-DSM-004	Fecha: 20/10/17 REV.: 0



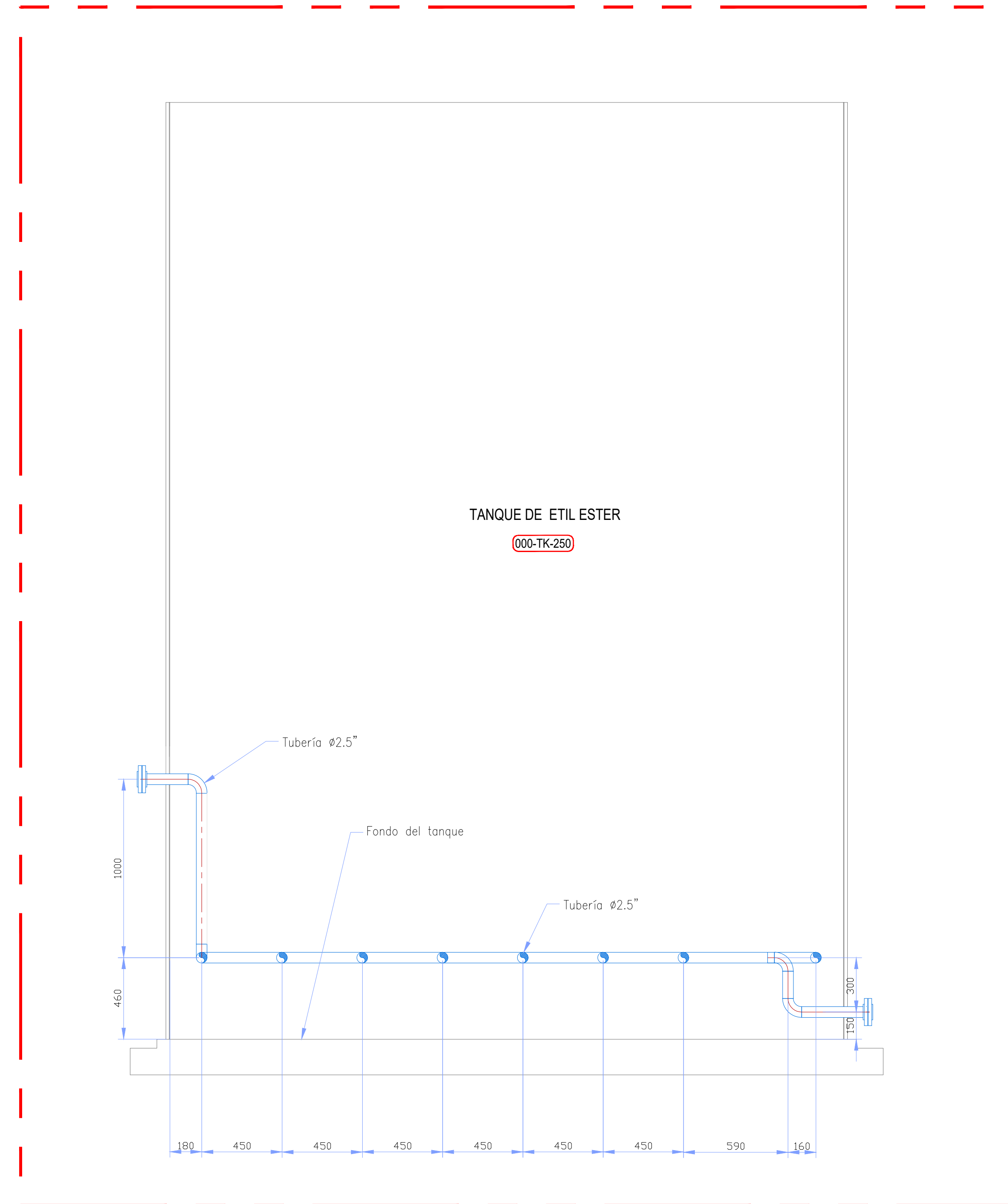
VISTA DE PLANTA TK-250
Esc: 1/30



SECCIÓN B
Esc. 1/25



SECCIÓN C
Esc. 1/25



SECCIÓN A
Esc. 1/25

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE



DIRECCIÓN LEGAL: CALLE LA LEGUA S/N
CATACAOS - PIURA - PERÚ

COORDINADOR: P. BARREDA N° DE CONTRATO: -

NOTAS:

- TODAS LAS DIMENSIONES SON EXPRESADAS EN MM.
- LAS TUBERÍAS SON DE ACERO INOXIDABLE AISI 304, SCH10, SIN COSTURA.
- LAS CIMENTACIONES DE LOS TANQUES SON REFERENCIALES.

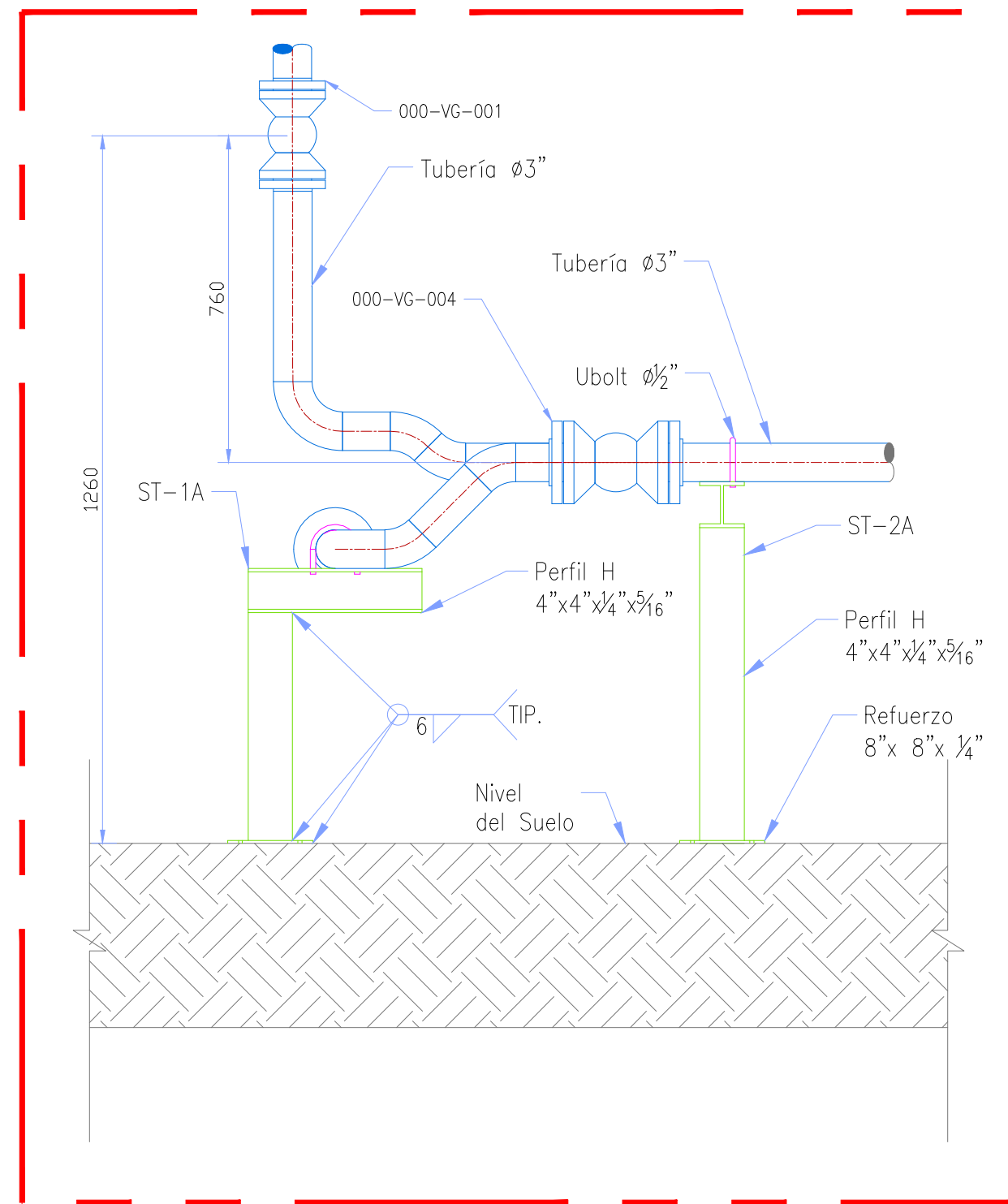
REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	V. B.	FECHA	DESCRIPCIÓN
A	E. G.	M. T.		24/09/17	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
B	E. G.	M. T.		12/10/17	EMITIDO PARA COMENTARIOS DEL CLIENTE
0	E. G.	M. T.		20/10/17	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN

PLANOS DE REFERENCIA	
CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
PL-DSM-001	DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

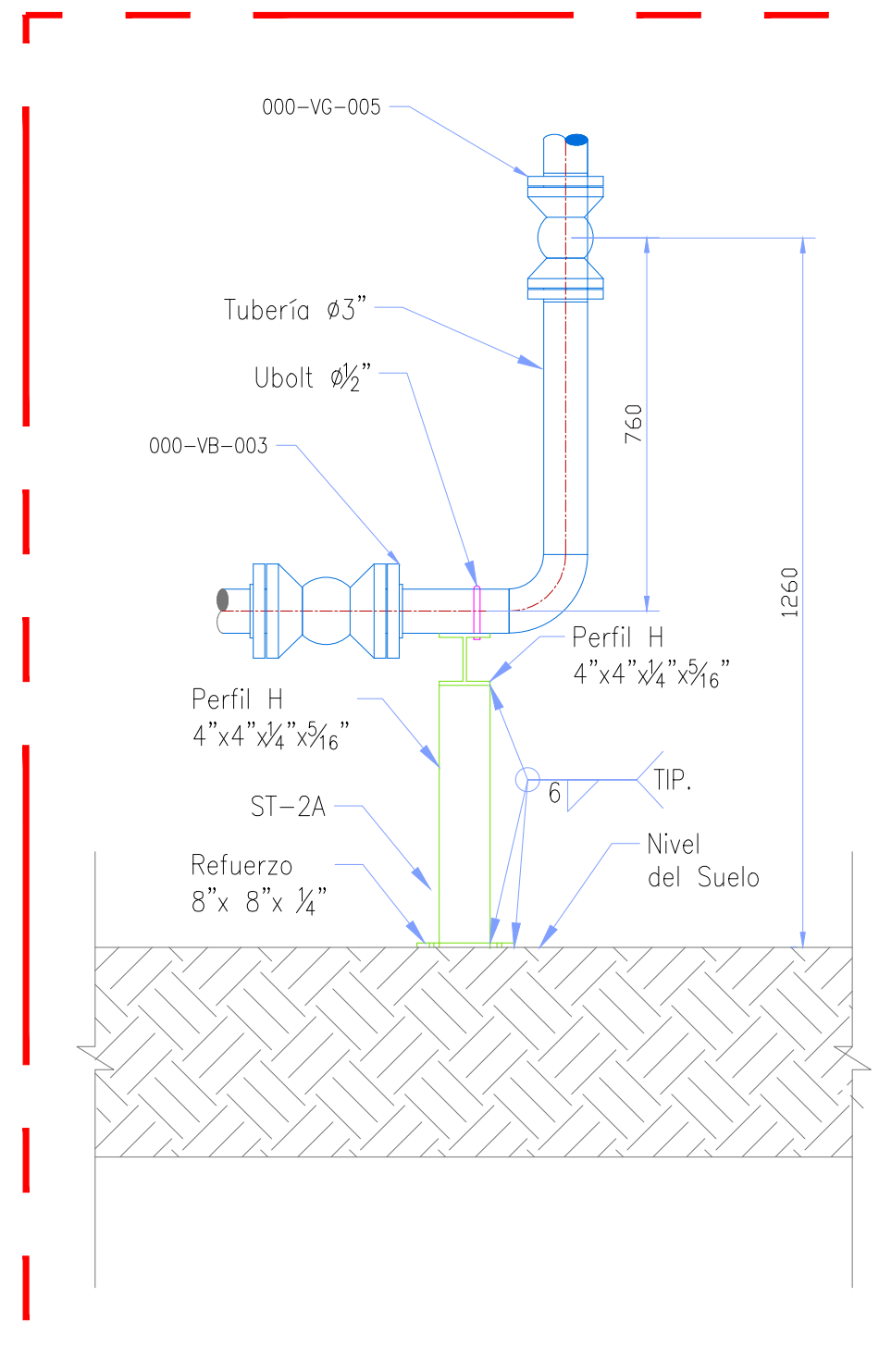
DIBUJADO POR: U. D.
DISEÑADO POR: E. G.
REVISADO POR: M. T.
APROBADO POR: DSM



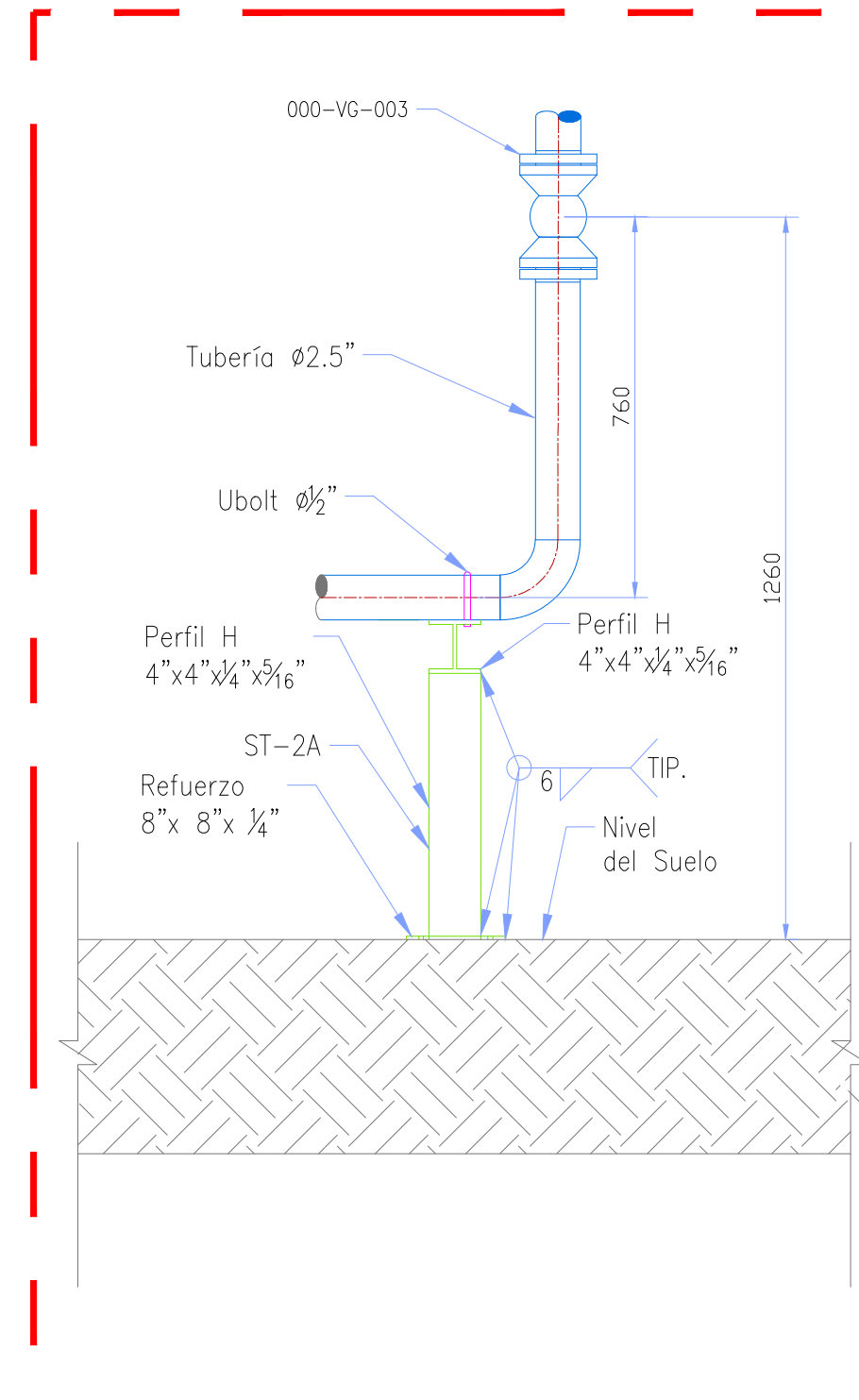
INSTALACIÓN:	DSM MARINE LIPIDS PERÚ PLANTA PRODUCCIÓN PIURA			
PROYECTO:	SISTEMAS DE SERPENTINES DE CALENTAMIENTO			
PLANO:	ARREGLO GENERAL DE SERPENTINES - TK 250			
ESCALA: INDICADA	COD. PLANO: PL-DSM-005	Fecha: 20/10/17	REV.: 0	



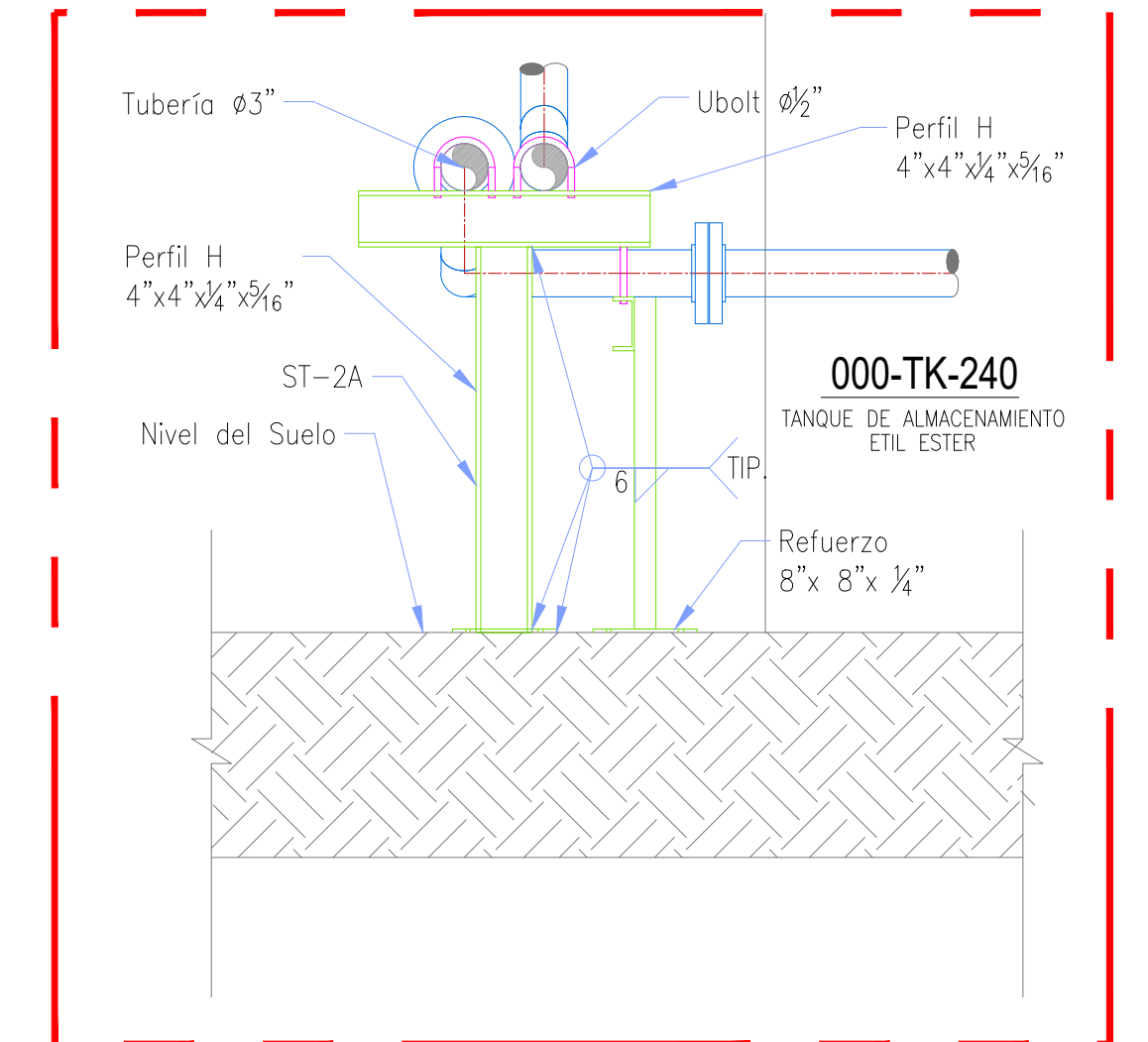
SECCIÓN A
Esc. 1/20



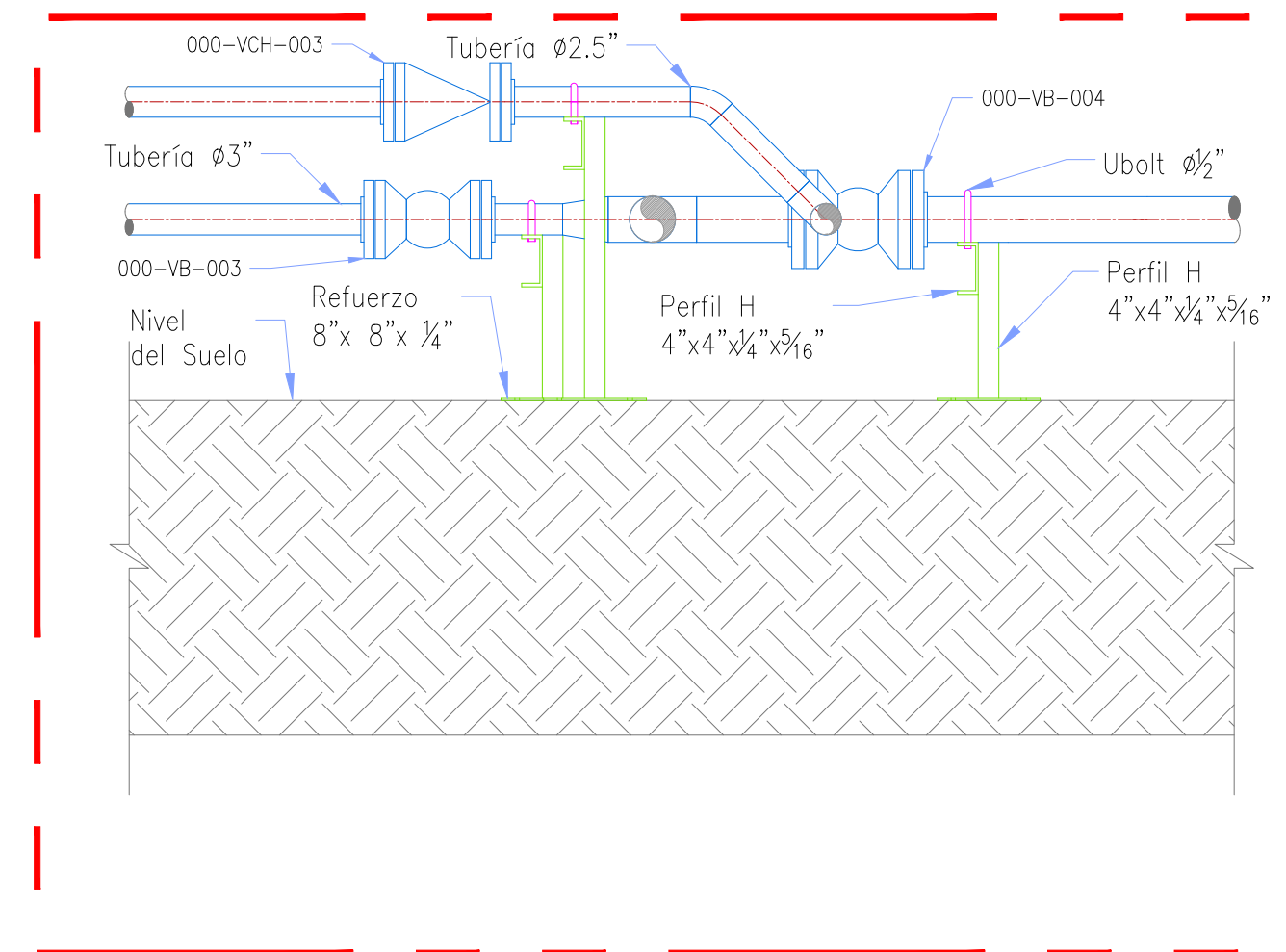
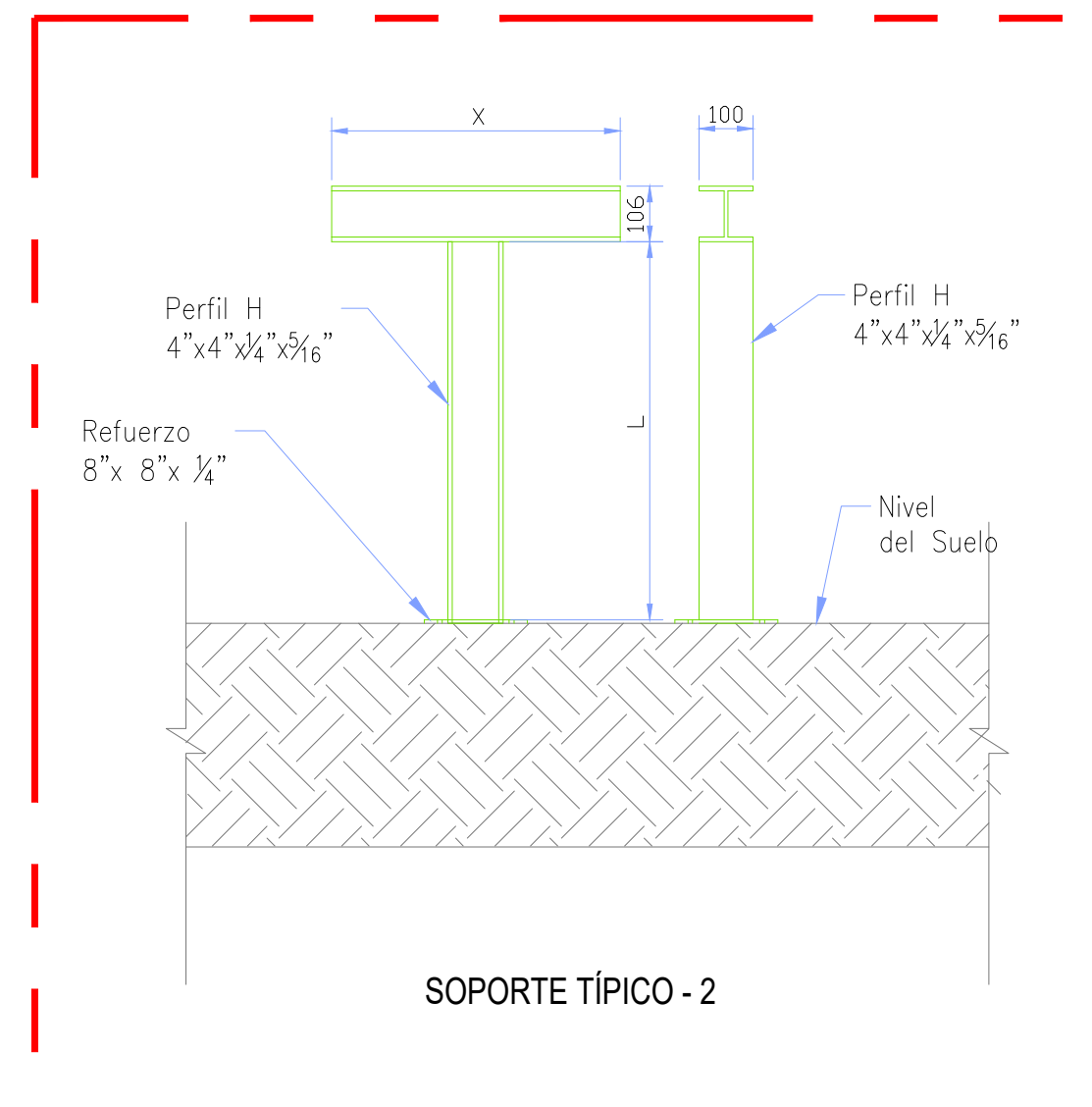
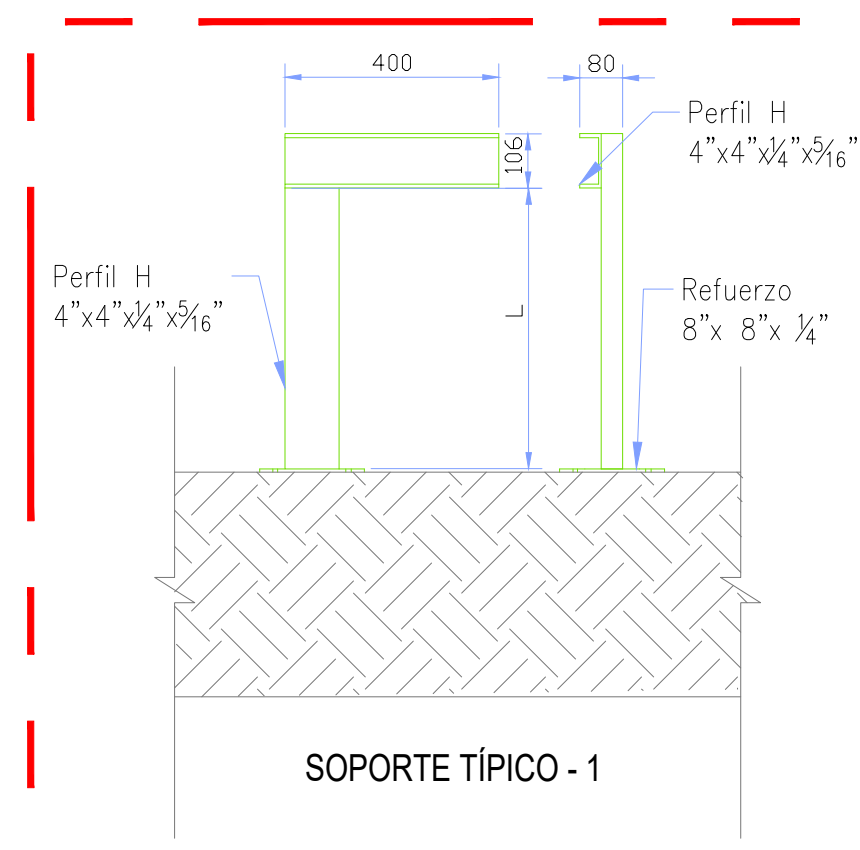
SECCIÓN B
Esc. 1/20



SECCIÓN C
Esc. 1/20



SECCIÓN D
Esc. 1/20



SECCIÓN E
Esc. 1/20

ST1	L (mm)	ST2	L (mm)	X (mm)
ST-1A	350	ST-2A	350	550
ST-1B	150	ST-2B	990	550
ST-1C	990	ST-2C	990	740

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE

DIRECCIÓN LEGAL: CALLE LA LEGUA S/N
CATACAOS - PIURA - PERÚ

COORDINADOR: P. BARREDA N° DE CONTRATO: -

NOTAS:
1. TODAS LAS DIMENSIONES SON EXPRESADAS EN MM
2. LAS TUBERÍAS SON DE ACERO INOXIDABLE AISI 304, SCH10, SIN COSTURA.
3. LAS CIMENTACIONES DE LOS TANQUES SON REFERENCIALES.

REVISIONES

REV.	PROYECTISTA	APROBADO	V. B.	FECHA	DESCRIPCIÓN
A	E. G.	M. T.		24/09/17	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA
B	E. G.	M. T.		12/10/17	EMITIDO PARA COMENTARIOS DEL CLIENTE
0	E. G.	M. T.		20/10/17	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN

PLANOS DE REFERENCIA

CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
PL-DSM-002	PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS

DIBUJADO POR: U. D.
DISEÑADO POR: E. G.
REVISADO POR: M. T.
APROBADO POR: DSM



DSM NUTRITIONAL PRODUCTS
PLANTA PRODUCCIÓN PIURA

PROYECTO: SISTEMAS DE SERPENTINES DE CALENTAMIENTO

PLANO: SECCIONES A,B, C, D y E

ESCALA: INDICADA COD. PLANO: PL-DSM-006 Fecha: 20/10/17 REV.: 0