

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO

TEMA:

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE
AGUA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
“INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”**

AUTOR:

MARIO HERNÁN IZURIETA SISALEMA

TUTOR

ING. LUIS ANIBAL ANDRANGO ANDRANGO

Quito, marzo de 2016

Cesión de derechos de autor

Yo, MARIO HERNÁN IZURIETA SISALEMA, con documento de identificación N° 1707856801, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado/titulación intitulado: **“DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO MECÁNICO en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Mario Hernán Izurieta Sisalema
1707856801
08/07/2016

Declaratoria de coautoría del docente tutor/a

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación:
“DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”, realizado por LUIS ANIBAL ANDRANGO ANDRANGO, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, 04 de agosto del 2016



LUIS ANIBAL ANDRANGO ANDRANGO

Cédula de identidad: 1704400553

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada a Dios por guiarme por el camino de la paciencia y la constancia en cada una de sus bendiciones, segundo a mis padres Hernán y Ana quienes supieron encaminarme con sus sabias palabras, siendo un pilar fundamental en el camino de la culminación de la carrera; a mis hermanos, tíos y más personas que de una u otra forma estuvieron en los momentos de confusión y frustración para alcanzar los resultados que ayudaron a ser la persona de bien en la cual ellos aspiraban que sea.

Además, quisiera dedicar a mi tutor, profesores y amigos con quienes se compartió muchos momentos aportando conocimiento, vivencias y gratos momentos en la formación académica.

Mario Izurieta

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por permitirme formar parte de su alumnado, ayudándome a la culminación satisfactoria de esta carrera a base del conocimiento impartidos por sus docentes.

Y a usted Ing. Luis Andrango, mi tutor, quien con sus conocimientos brindó ayuda permanente para solventar los inconvenientes técnicos de este trabajo.

Mario Izurieta

Índice

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	2
INTRODUCCIÓN	2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN Y ACABADOS DE LOS TEJIDOS DE PUNTO	2
1.2. LÍNEAS DE PRODUCCIÓN, FABRICACIÓN Y ACABADOS DE LA PLANTA.....	4
1.2.1. MATERIA PRIMA	5
1.2.2. TEJIDO.....	5
1.2.3. TINTURADO	6
1.2.4. EXPRIMIDO Y CENTRIFUGADO.....	8
1.2.5. SECADO	8
1.2.6. CALANDRADO	8
1.2.7. COMPACTADO	9
1.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA	10
1.3.1. PROPIEDADES DEL VAPOR DE AGUA.....	13
1.3.2. GENERADORES DE VAPOR.....	16
1.3.3. DISTRIBUIDOR.....	18
1.3.4. RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA.....	18

1.3.5.	CONSUMO DE VAPOR DE AGUA DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA TEXTIL	21
1.3.6.	SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO	21
1.3.7.	TANQUE DE AGUA DE CONSUMO DIARIO.....	26
1.3.8.	AGUA DE REPOSICIÓN.....	26
1.3.9.	AISLAMIENTO TÉRMICO.....	27
CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA		30
INTRODUCCIÓN		30
2.1.	DISEÑO.....	30
2.1.1.	LAYOUT GENERAL DE LA PLANTA EN CALACALÍ.....	32
2.1.2.	SECCIÓN N° 1: RED DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUIDOR ...	32
2.1.3.	SECCIÓN N° 2: RED DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL Y SECUNDARIA	39
2.1.4.	SECCIÓN N° 3: RED DE CONDENSADO Y SELECCIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR	42
2.1.5.	PERDIDAS DE VAPOR.....	47
2.1.6.	AGUA DE ADICIÓN O REPOSICIÓN.....	47
2.1.7.	AISLAMIENTO TÉRMICO.....	48
2.1.8.	SOPORTES	48
CAPÍTULO III: SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE SISTEMA.....		50
INTRODUCCIÓN		50

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS DE VAPOR DE AGUAY ENFOQUE DEL MODELADO	50
3.1.1. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL VAPOR EN EL DISTRIBUIDOR.....	51
3.1.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.....	52
3.1.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO	55
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO DEL PROYECTO	58
INTRODUCCIÓN.....	58
4.1. COSTOS DIRECTOS.....	58
.....	58
4.2. COSTOS INDIRECTOS	60
CONCLUSIONES.....	61
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXO	66

Índice de Tablas

Tabla N° 1 Diámetros de la entrada de vapor y salida de condensado de las máquinas overflow.	12
Tabla N° 2 Diámetros de la entrada de vapor y salida de condensado de las máquinas que usaba vapor de agua.....	12
Tabla N° 3 Hoja de Datos de Caldero Distral.....	17
Tabla N° 4 Hoja de Datos de Caldero PowerMaster	18
Tabla N° 5 Listado de Normas para la Selección de Materiales	28
Tabla N° 6 Listado de las Propiedades de los Materiales de Mayor Uso para Aislamiento de Equipos y Tuberías	29
Tabla N° 7 Condiciones Iniciales de los Generadores de Vapor de Agua	33
Tabla N° 8 Codificación de líneas de Abastecimiento	33
Tabla N° 9 Producción y Velocidad de Salida de Vapor de Agua de los Calderos trabajando al 100% de eficiencia	35
Tabla N° 10 Tabla de Longitud Equivalente del Número de Accesorio y Válvulas ...	36
Tabla N° 11 Tabla de Resultados de las Líneas de Abastecimiento de Vapor	36
Tabla N° 12 Resultados Diseño del Distribuidor.....	38
Tabla N° 13 Dimensiones Recomendadas para Piernas Colectoras en Tuberías Principales y Ramales	39
Tabla N° 14 Codificación de líneas principal y secundaria de la sección N° 2	40
Tabla N° 15 Cantidad de Vapor de Agua Requerido de cada máquina.....	41
Tabla N° 16 Resultados del cálculo de los diámetros de las tuberías de distribución ..	42

Tabla N° 17 Tabla de Recomendaciones para la Selección de Trampas de Vapor para el Cabezal de Distribución.	44
Tabla N° 18 Tabla de Recomendaciones	47
Tabla N° 19 Tabla de Pérdidas en tubería con y sin aislamiento	48
Tabla N° 20 Espaciamiento de Soportes de Tubería	49
Tabla N° 21 Tabla de resultados del Software por el Simulador Aspen Hysys	54
Tabla N° 22 Tabla comparativa de los diámetros y velocidades tanto teórico como de simulación	56
Tabla N° 23 Tabla de Resultados de Cantidad de Condensado Generado por las Líneas de Distribución, Ø De Las Líneas De Retorno Y Trampas De Vapor	57
Tabla N° 24 Tabla de Resultados de Cantidad de Condensado Generado por la Transferencia de calor en los equipos, Ø De Las Líneas De Retorno Y Trampas De Vapor	57
Tabla N° 25 Costo de Mano de Obra incluido Insumos, Consumibles y Renta de equipo necesario para la instalación del sistema de red	58
Tabla N° 26 Costo de materiales necesarios para la instalación del sistema de red de vapor.....	59
Tabla N° 27 Costo de Aislamiento Térmico, Transporte e Imprevistos; renta de equipo necesario para la instalación del sistema de red	60

Índice de Figuras

Figura N° 1: Esquema Actual de Distribución de Planta.....	3
Figura N° 2: Diagrama de flujo de los Procesos de Fabricación y Acabados de los Tejidos.....	4
Figura N° 3: Esquema de Tejido de Punto.....	5
Figura N°4: Esquema de una Máquina de Tintura tipo Overflow.....	7
Figura N° 5: Esquema de una Secadora.....	8
Figura N° 6: Esquema de una Calandra.....	9
Figura N° 7: Esquema de una Compactadora Calandra.....	10
Figura N° 8: Esquema del Sistema de Distribución de Vapor de Agua.....	11
Figura N° 9: Diagrama T-v para el proceso calentamiento a presión constante.....	14
Figura N° 10: Condensado en Tuberías.....	15
Figura N° 11: Formación de una Masa Compacta de Condensado.....	16
Figura N° 12: Esquema de un Generador de Vapor de Agua.....	16
Figura N° 13: Esquema de un Distribuidor de Vapor de Agua.....	18
Figura N° 14: Esquema de una Red De Distribución.....	19
Figura N° 15: Esquema de un Red Principal de Vapor de Agua.....	20
Figura N° 16: Esquema de una Red Secundaria de Vapor de Agua.....	20
Figura N° 17: Esquema de la instalación de las líneas de condensado.....	22
Figura N° 18: Serpentín medio lleno de condensado no funciona a plena capacidad.....	23
Figura N°19: Formación de ondas de condensado por causa del flujo de vapor.....	24

Figura N° 20: Esquema y Partes de una Válvula de Seguridad.....	25
Figura N° 21: Esquema de una Válvula Reguladora.....	26
Figura N° 22: Esquema de un Tanque de Agua de Consumo Diario.....	26
Figura N° 23: Esquema de Implantación Mecánica.....	31
Figura N° 24: Codificación de Equipos y Lineas de Procesos.....	32
Figura N° 25: Bosquejo del Ruteo de las líneas que Conectan los Caldero y el Distribuidor.....	34
Figura N° 26: Datos iniciales para el Diseño del Distribuidor.....	37
Figura N° 27: Especificación de las Piernas Colectoras.....	39
Figura N° 28: Como Reconocer y Seleccionar Tipos de Trampas de Vapor que Satisfagan los Requisitos Específicos de Operación.....	43
Figura N° 29: Distribuidor de vapor con entradas desde los calderos y salidas hacia los equipos.....	51
Figura N° 30: Comportamiento del vapor a la entrada del distribuidor.....	51
Figura N° 31: Valores de velocidades de acuerdo a los colores mostrados en la simulación.....	52
Figura N° 32: Simulación del sistema de distribución mediante el Software Aspen Hysys V8.8.....	53
Figura N° 33: Comprobación del Diámetro de Tubería de la línea 4''-BO-001-V.....	55
Figura N° 34: Comprobación del Diámetro de Tubería de la línea 4''-BO-002-V.....	55
Figura N° 35: Diámetro de la tubería Línea de Condensado Después de que el Vapor entró a los Equipos.....	55

Índice de Ecuaciones

EC. 2.1: Producción de Vapor.....	34
EC. 2.2: Velocidad de Vapor.....	34
EC. 2.3: Caída de Presión.....	35
EC. 2.4: Número de Reynols.....	36
EC. 2.5: Diámetro.....	37
EC. 2.6: Capacidad Requerida de la Trampa de Vapor Distribuidor.....	44
EC. 2.7: Cantidad de Condensado.....	45
EC. 2.8: Capacidad Requerida de la Trampa de Vapor Líneas de Distribución.....	46

Índice de Anexos

ANEXO A: Tipos de telas fabricadas o elaboradas y colores disponibles que produce la empresa “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”	66
ANEXO B: Diagramas de flujos de los procesos de los tipos de telas generados por la empresa “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”	67
ANEXO C: Curvas del Proceso de Tinturado de los diferentes grupos de colores: Blanco, Colores Claros, Medios Y Oscuros.....	72
ANEXO D: Hoja de Reporte de Análisis de Agua de Reposición.....	76
ANEXO E: Propiedades del Vapor Saturado.....	77
ANEXO F: Trampas de Vapor de Tipo Flotador y Termostato.....	78
ANEXO G: Trampas de Vapor de Tipo Balde Invertido.....	80
ANEXO H: Trampas de Vapor de Tipo Flotador y Termostato.....	82
ANEXO I: Tabla de velocidades permitidas en tuberías de vapor.....	84
ANEXO J: Tabla de Condensación en Tubería Asilada, Curvas para Perdidas de Calor, Carga al Pre calentamiento, Peso de Tubería por Metro.....	85
ANEXO K: Selección de diámetros y longitudes de las piernas colectoras.....	87
ANEXO L: PLANOS CONSTRUCTIVOS.....	88
ANEXO M: U-BOLT.....	110

RESUMEN

En el presente proyecto técnico, “**DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”**”, se realiza una breve descripción de los procesos necesarios para la elaboración, tinturado, prensado, secado, calandrado y compactado de tejidos de punto. El estudio se centra principalmente en los procesos que utilizan vapor de agua, como fuente de calor, para el diseño de la red de distribución de vapor objeto del proyecto. El diseño abarca la distribución del vapor de agua a través de una red de tuberías que transporta el vapor desde los calderos hacia un colector principal y a partir de este hacia los diferentes procesos mediante tuberías independientes de acero al carbono. Se aplicaron fórmulas empíricas para el cálculo de los diámetros y aislamiento térmico tanto para la red de distribución como para la red de retorno de condensado con sus respectivos equipos y accesorios. Se consideraron como datos de partida los flujos másicos de los calderos, el requerimiento de vapor de agua y el volumen de condensado generado en las líneas de la red de distribución y en cada máquina en el proceso. La validación de los resultados se realizó mediante el uso software especializado de simulación de procesos a través de modelos matemáticos que contemplan cualitativa y cuantitativamente las entradas y salidas de cada proceso.

Palabras Claves: Simulación, Sistema de Distribución, Vapor, Tubería, Caldero, Colector, Flujo Másico

ABSTRACT

In the present technical project, "**DESIGN AND SIMULATION OF A STEAM DISTRIBUTION SYSTEM FOR THE PRODUCTION PROCESSES OF THE COMPANY "INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cia. Ltda."**", a brief description of the production processes for the preparation, dyeing, pressing, drying, calendering and compacting of knitted fabrics is made. The study focuses primarily on the processes that use steam as a heat source for the design of the steam distribution system covered by the project. The design covers the distribution of water vapor through a network of pipes carrying steam from the boilers to a main manifold and from this, through separate carbon steel pipes, to different equipment. Empirical formulas for calculating the diameters and thermal insulation for both the steam distribution network and the network of condensate return with their respective equipment and accessories were applied. They were considered as baseline data the mass flows of the boilers, the requirement of steam and condensate volume generated on the lines of the distribution network and on each machine in the process. The validation of the results was performed using specialized software process simulation through mathematical models that provide qualitatively and quantitatively the inputs and outputs of each process.

Keywords: Simulation, Distribution System, Steam, Pipe, Boiler, Manifold, Mass Flow

INTRODUCCIÓN

“INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.” está ubicada en la parroquia de Calderón del DM de Quito, en la calle Cacha N5-102 y Av. Geovanny Calles.

Esta empresa que se dedica a la producción de tejidos de punto, en diferentes tipos y colores sujeta a los siguientes pasos dentro del proceso general: Elaboración de tejidos de puntos en cuatro tipos: Jersey, Flecees, Pique y Polyester, usando hilos de poli-algodón y polyester; Tinturado de las telas, en tres grupos de colores: blanco, claros y oscuros; Exprimido de todos los tipos y colores de tela; Secado de todos los tipos y colores de tela; Calandrado de todos los tipos y colores de tela.

En los procesos de tinturado, secado y calandrado se utiliza un sistema de distribución de vapor de agua, como medio de transferencia de calor.

El sistema de generación-distribución de vapor de agua utiliza los siguientes componentes: un caldero de 300BHP de marca Distral y otro caldero de 200BHP de marca Powermaster, en calidad de stand by; una red de agua de admisión; una red de combustible; una red de distribución de vapor de agua a los pasos del proceso: tinturado, secado y calandrado de los tejidos.

La empresa dentro de sus estrategias de crecimiento debido al cambio en la moda y la demanda, tiene previsto en el mediano plazo, su reubicación a la parroquia de Calacalí; a la nueva zona industrial del DM de Quito.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

En este capítulo describiremos los procesos de: elaboración de tejidos, tinturado, exprimido, secado, calandrado y compactado; de los cuales, el tinturado, secado, calandrado y compactado; utilizan vapor de agua como energía calórica, para que llegue el vapor a cada una de las máquinas de los procesos mencionados se utiliza un sistema de distribución de vapor de agua y retorno de condensado, las cinco máquinas de tintura Autoclave (OverFlow), una máquina de secado y dos máquinas de acabados: una calandra y una compactadora. El sistema de distribución de vapor de agua transporta el vapor desde los calderos hacia un distribuidor el que conecta con los equipos que utilizan vapor de agua, mediante tuberías. Estos sistemas de distribución transportan el vapor hasta cualquier sitio en la planta donde se necesita energía calorífica. Los componentes principales de un sistema de distribución de vapor son: el generador de vapor de agua, el distribuidor o colector de vapor de agua, las tuberías principales de vapor de agua, los ramales de vapor de agua y la línea de retorno de condensado de agua. Cada componente cumple con ciertas funciones específicas en un sistema de vapor y junto con los separadores y las trampas de vapor contribuyen al uso eficiente del vapor, de buena calidad en las condiciones de caudal y presión requeridas.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN Y ACABADOS DE LOS TEJIDOS DE PUNTO

La sucesión de las operaciones de acabados para producir tejidos de punto difiere de una fábrica a otra, porque tiene que ver con el tipo de fibra empleada, con la porción de fibra transformada en hilo, con la tela a producir y con la clase de maquinaria

disponible. “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.” es una empresa que se dedica a la fabricación, tintura, secado, acabado y venta de tejidos de punto de polyester y poli-algodón. La empresa cuenta con procesos secos y húmedos divididos en tres secciones: tejeduría, tinturado y acabado (*ver Figura N° 1*). El consumo de vapor es de vital importancia para la industria ya que constituye la fuente de calor para alcanzar las temperaturas requeridas para cada proceso. La optimización del uso del vapor de agua está estrictamente relacionada con el consumo de energía y combustibles para su generación que se traducen en ganancias o pérdidas para la empresa. Parte de la optimización del uso de vapor se enfoca en la red de distribución. En las siguientes secciones se describen los procesos que se emplean en Textiles Tornasol para los diferentes acabados, centrándose en aquellos donde se utiliza el vapor de agua como fuente de calor.

Distribución de Planta



Figura 1. Esquema Actual de Distribución de Planta

Elaborado: M. Izurieta (2016)

1.2. LÍNEAS DE PRODUCCIÓN, FABRICACIÓN Y ACABADOS DE LA PLANTA

En la planta se tienen varios procesos por los que una tela puede pasar, antes de ser empacada para su comercialización, de acuerdo a los códigos de calidad para la tela terminada. La programación de la producción depende de los procesos que deban darse a la calidad deseada de tela y según el pedido de los clientes. En la figura N° 2 se puede observar claramente los diferentes tipos de acabado que se le pueden dar a los diferentes tipos de tela.

Diagrama de Flujo de Producción

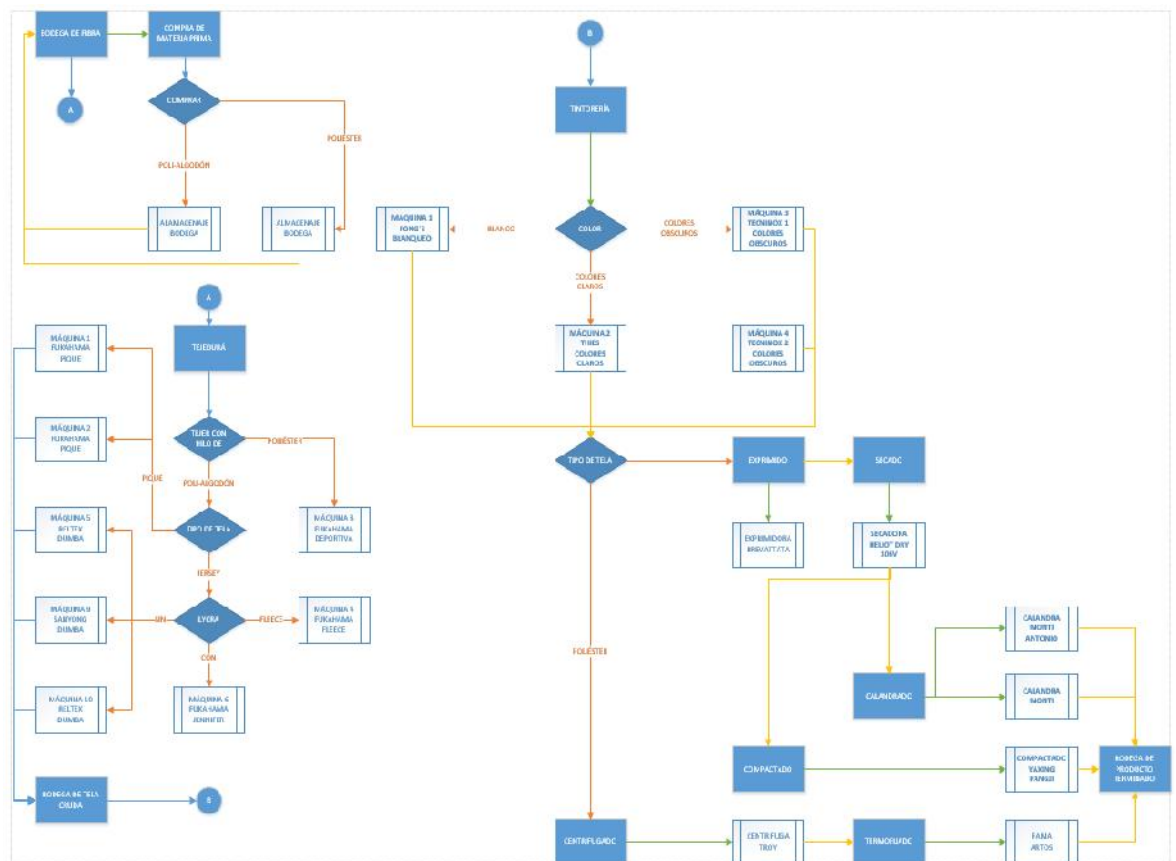


Figura 2. Diagrama de flujo de los Procesos de Fabricación y Acabados de los Tejidos

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

El tejido de punto se fabrica en rollo de 25 kilogramos en promedio, llegando así a 7 560kilogramos al mes. Una vez el tejido ha sido elaborado pasa por los procesos de acabado basados en la programación de producción y el destino; así se tiene: tinturado, exprimido, centrifugado, secado, calandrado (planchado) y termo fijado.

1.2.1. MATERIA PRIMA

Los tejidos de punto son fabricados con 2 tipos de fibras o hilos que se adquieren en el mercado local: los hilos de poli-algodón, elaborados con una mezcla ente fibras de algodón y poliéster con una composición de 35 y 65% respectivamente, y de 100% poliéster (LUCKUÁN LAVADO, FIBRAS TEXTILES, 2012). Para los acabados se usan colorantes, fijadores y químicos que son usados en porciones en base a una “Receta” propia de la industria.

1.2.2. TEJIDO

El tejido de las fibras producido en INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”, que localmente se conoce como *Tela*, producido en “son de dos tipos: el *Tejido de Punto* y el *Tejido de Interlock*, los cuales “están formados por una sola serie de elemento, que se entrelaza consigo mismo. El entrelazamiento de un género de punto se llama malla (ver *Figura N° 3*) y se hace siempre de una manera curva, dándole al tejido una gran elasticidad, por lo que se utiliza para tejidos que pueden llevarse ceñidos al cuerpo” (LUCKUÁN LAVADO, TEJEDURÍA, 2012, pág. 4).

Tejido de Punto

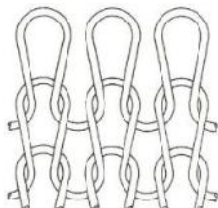


Figura 3. Esquema de Tejido de Punto

Fuente: La Industria Textil y su Control de Calidad, Hilandería (2012)

Las máquinas que la empresa dispone para el tejido de fibras son circulares de dos monturas (plato y cilindro) que genera un tejido tubular. La tela elaborada en las máquinas se las clasifica en dos grupos según las fibras que utiliza y se las diferencia por la malla del tejido:

- Poli-algodón. –tiene 3 tipos: fleece, jersey y pique. (ver *Anexo A*.)
- Poliéster. –: Quiasol, Murcia y Marsella. (ver *Anexo A*)

El tejido de las fibras se lo hace con hilo crudo (sin tratamiento) en el color original de las fibras. En base a la demanda y la exigencia del cliente, para efectos de combinación y moda, a la tela se la cambia de color y se le da el tratamiento que el acabado deseado lo requiera. Existen cuatro (4) grupos de telas que por el color se clasifican: blanco, colores claros, medios y oscuros. (ver *Anexo A y B*)

1.2.3. TINTURADO

El proceso de tinturado o teñido de las telas se conoce como *Tinturado por Agotamiento*, que consiste en impregnar el colorante en el tejido mediante un proceso por lotes (tipo batch). El colorante se disuelve o dispersa en el baño de tintura, llamado así a la solución mezcla de agua, colorantes, suavizantes, fijadores, etc...; donde será sumergido el tejido para la transferencia del colorante a la fibra. La composición del baño de tintura depende del tipo de tejido y/o del acabado que se requiera. Las telas se sumergen en el baño por el tiempo y condiciones de temperatura de acuerdo a la curva de teñido diseñada para cada tipo de tela y color (ver *Anexo C*). Para el caso de la tela de poliéster el proceso de tintura se realiza por la dispersión del colorante en las fibras a una temperatura de 130° C (BASF, 1950); mientras que en la tela de algodón se realiza por medio de una reacción química entre los colorantes y la celulosa a 100° C. Una vez finalizado el proceso de tintura, el tejido se lava y/o enjuaga para remover el sobrante del

baño que contiene, entre otros, el colorante no fijado. (LUCKUÁN LAVADO, TINTORERÍA, 2012).

El proceso de tintura se realiza en máquinas Autoclave (Overflow) que mantienen en movimiento continuo al baño de tintura y al tejido por un tiempo determinado. Para este proceso, la empresa cuenta con 5 máquinas que consisten en un recipiente a presión y un intercambiador de calor de tubos y coraza que permiten mantener una relación de baño de tintura a una temperatura determinada en base a las curvas de teñido. El vapor de agua que transfiere el calor al baño de teñido pasa por la coraza del intercambiador, mientras que la solución baño de tintura pasa por los tubos (ver *Tabla N° 1*). A la entrada de la máquina se localiza una válvula reguladora de flujo que controla el ingreso de vapor de agua requerido en base a la temperatura requerida y una salida para la descarga del condensado. La tela gira continuamente sumergiéndose en el baño de teñido durante todo el proceso, para lo cual se usa un chorro del baño agua directamente sobre la tela que hace que esta se tense hasta vencer su propio peso cerrando el ciclo del giro de la misma. (ver *Figura N° 4*).

Esquema de una Máquina de Tintura

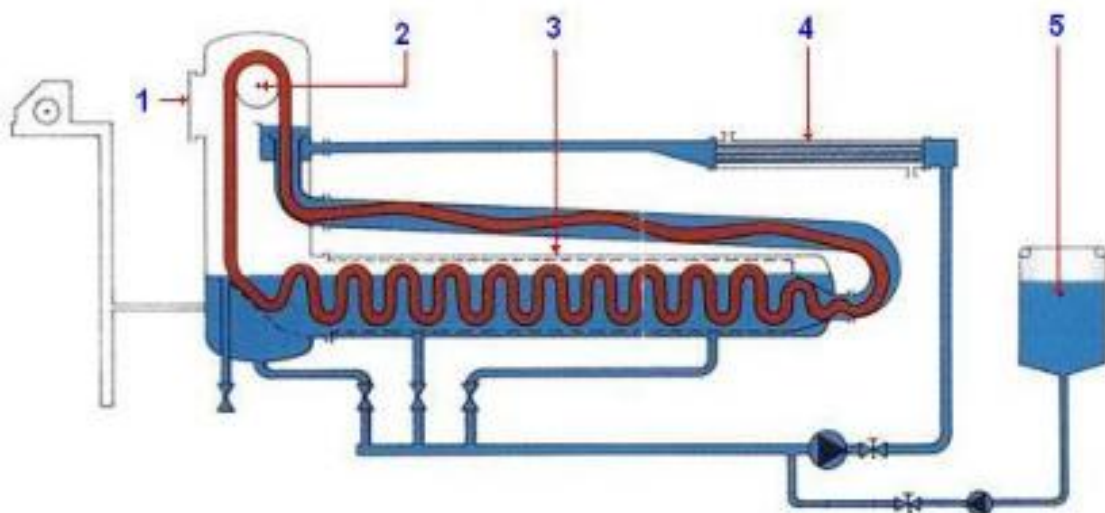


Figura 4. Esquema de una Máquina de Tintura tipo Overflow (1) Escotilla, (2) Carrete, (3) Tina, (4) Intercambiador de calor, (5) Tanque de Adición.

Fuente: La Industria Textil y su Control de Calidad, Tintorería (2012)

1.2.4. EXPRIMIDO Y CENTRIFUGADO

El exprimido, es un proceso mecánico que consiste en una máquina que consta de dos rodillos que cumplen la función de remover el agua absorbida por la tela. Para este proceso no se requiere vapor de agua, sin embargo, para la remoción del exceso de agua que no se pudo retirar por medios mecánicos, cuya cantidad dependerá del tipo de tela, se requiere de un proceso más complejo en el cual si se usa vapor de agua como fuente de calor. (LUCKUÁN LAVADO, TINTORERÍA, 2012)

1.2.5. SECADO

El proceso de secado consiste en la remoción de la humedad de la tela mediante el uso de aire caliente y seco generado mediante el soplado de aire comprimido a través de radiadores de vapor de agua. La empresa cuenta con una máquina secadora, marca Heliot DRY 306V, la cual extrae el resto de humedad aún presente en la tela y consiste en un rodillo tensor a la entrada, campos de secado y 2 radiadores (ver Figura N° 5)

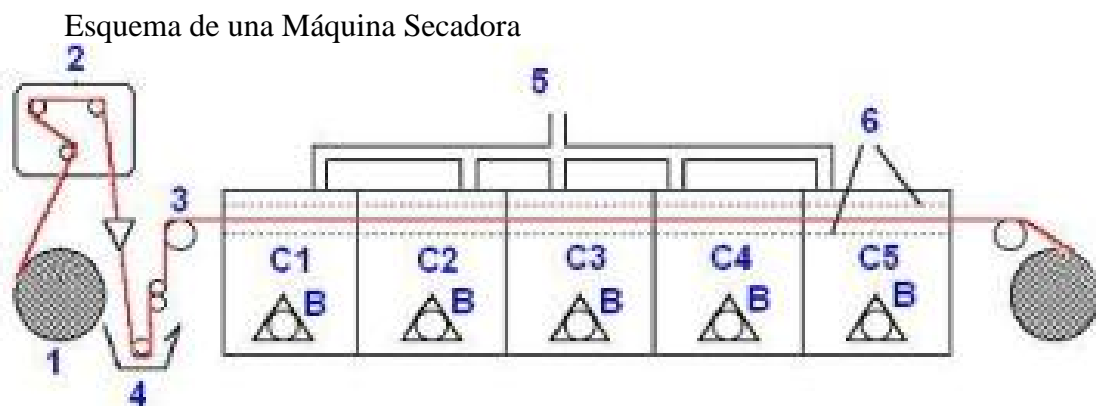


Figura 5. Esquema de una Secadora (1) Tejido, (2) Expander, (3) Rodillo Tensor, (4) Foular, (5) Entrada de Vapor, (6) Banda Transportadora, (B) Ventiladores, (C) Módulos de Secado.

Fuente: La Industria Textil y su Control de Calidad, Ennoblecimiento Textil (2012)

1.2.6. CALANDRADO

El calandrado es el tratamiento mecánico mediante la presión ejercida a la tela con velocidades uniformes o diferenciadas logrando suavidad al tacto, alisado del tejido, mayor densidad y brillo. Adicionalmente, este proceso permite aplanar el tejido, cerrando

la porosidad superficial y por ende, mantener el ancho nominal de la tela. Este proceso es ejecutado por una máquina llamada *Calandra*, marca *Monti Antonio 92E 22E/16*, que está compuesta por rodillos huecos de superficie de acero liso cromado, los cuales son calentados en su interior mediante vapor de agua alcanzando temperaturas de hasta 250° C, (ver *Figura N° 6*) (LUCKUÁN LAVADO, ENNOBLECIMIENTO TEXTIL, 2012).

Esquema de una Máquina Calandra

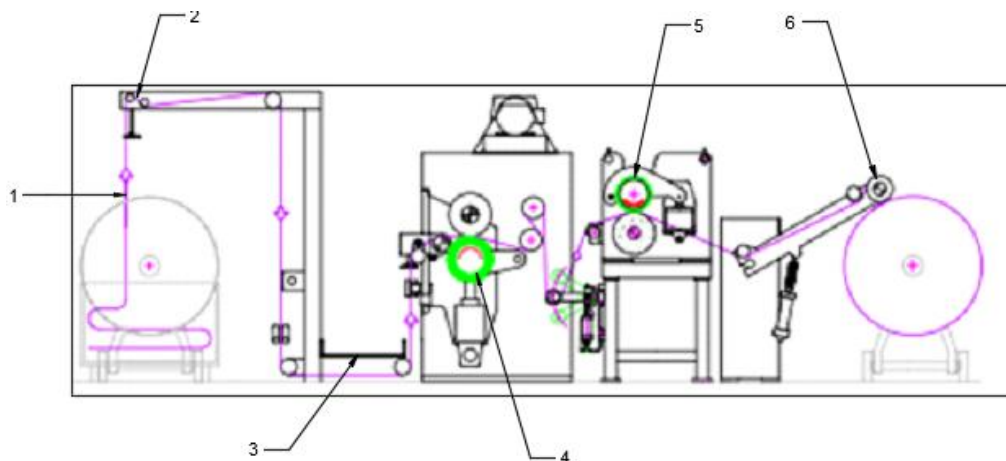


Figura 6. Esquema de una Calandra (1) Tejido, (2) Expander, (3) Pasarela, (4) Rodillo Hueco N° 1, (5) Rodillo Hueco N° 2, (6) Banda Transportadora.

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

1.2.7. COMPACTADO

Durante el proceso de tintura, la tela sufre un alargamiento y encogimiento dentro de las máquinas *Overflow* debido a la tensión sufrida en el giro continuo de la misma. Para recuperar los efectos causados a la tela y alivianar las tensiones, se usa la máquina compactadora, marca *Yaxing Fangji Mighty Compactor YXY8450R*, la cual realiza un encogimiento y estabilidad dimensional. (ver *Figura N° 7*). La diferencia entre la compactadora con la *Calandra*, es que, el tejido tiene más superficie de contacto en los rodillos de la *Compactadora* que en la *Calandra*. (LUCKUÁN LAVADO, ENNOBLECIMIENTO TEXTIL, 2012)

Esquema de una Máquina Compactadora

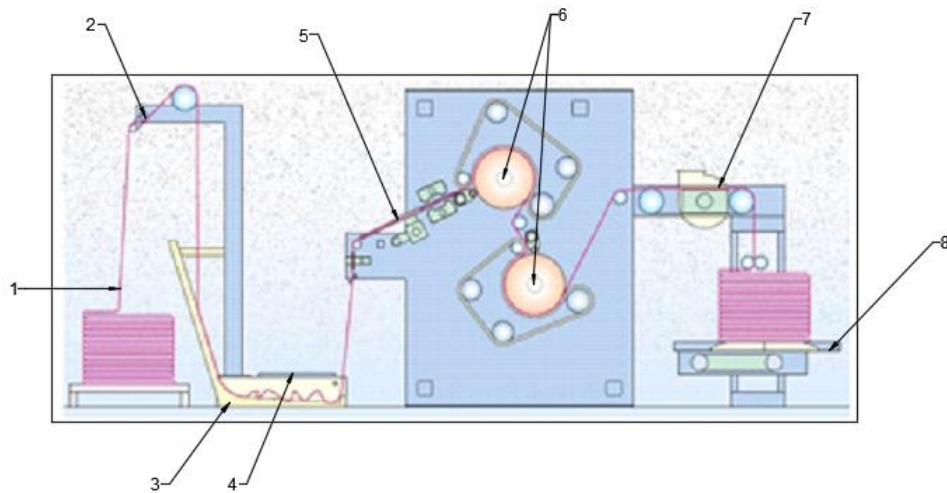


Figura 7. Esquema de una Compactadora Calandra (1) Tejido, (2) Rodillo Tensor, (3) J de Acumulación, (4) Pasarela, (5) Expander, (6) Rodillo Hueco, (7) Banda Transportadora, (8) Plataforma.

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

1.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA

El sistema de distribución de vapor de agua para los diferentes procesos de acabado de los tejidos constituye un servicio esencial en la industria textil, ya que si este no sería posible realizar las etapas más importantes de esta actividad. La producción de vapor es una de las fuentes de mayor consumo de energía que existe, debido al consumo de combustible para el calentamiento de agua en los calderos y su posterior transformación en vapor. El proceso de generación de vapor inicia en los calderos, luego pasa por el distribuidor hacia la red de tuberías que conectan a las máquinas que lo utilizan, después la línea de condensado con sus diferentes equipos y accesorios cerrando el ciclo y dando un servicio eficiente a todo el sistema. En la siguiente figura se tiene esquematizado el sistema de distribución de vapor de agua:

Diagrama de Proceso

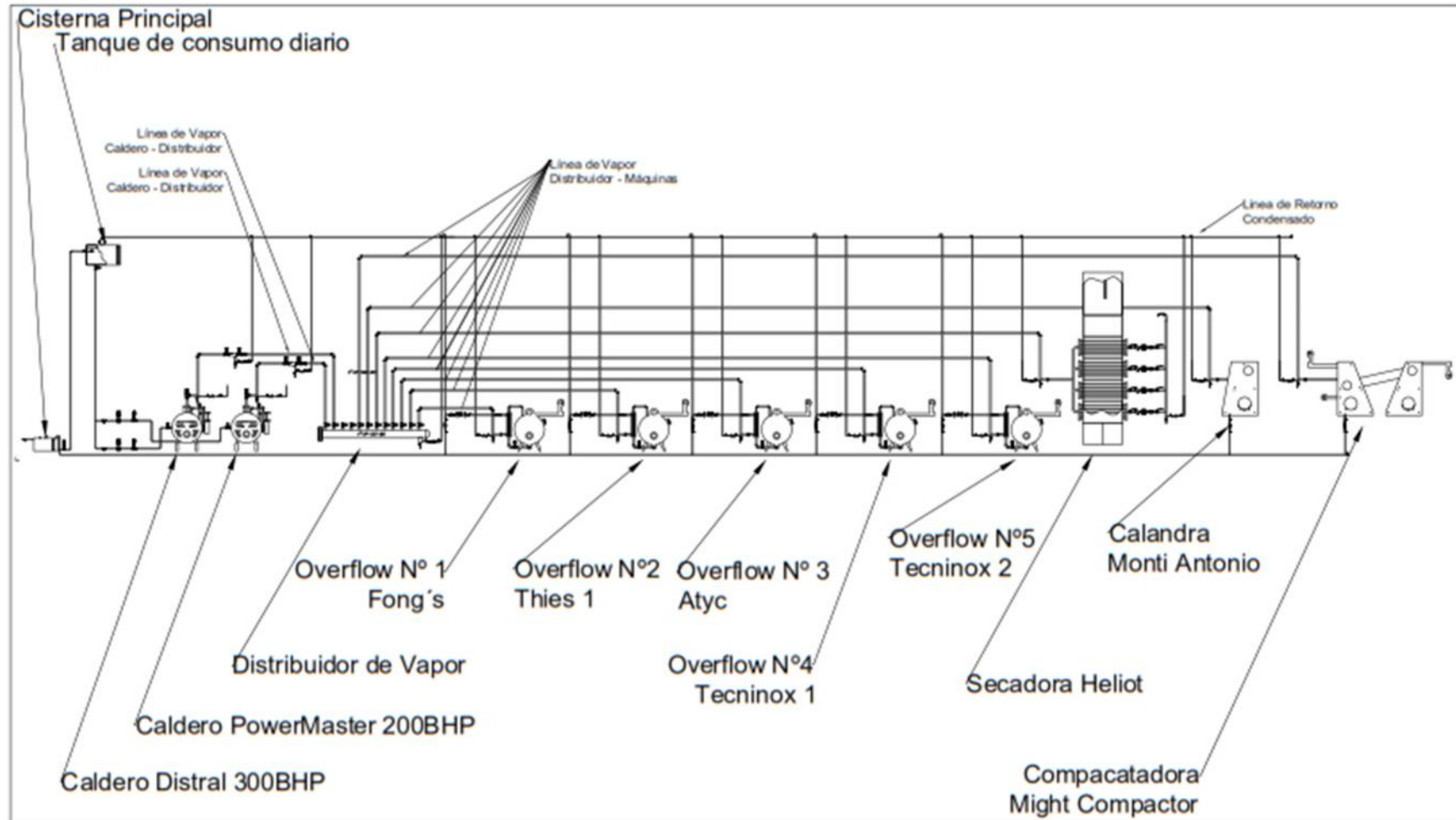


Figura 8. Esquema del Sistema de Distribución de Vapor de Agua

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Para determinar la capacidad de la distribución de la red de vapor de agua, es necesario conocer los diámetros de las tuberías que conectan el sistema. Cada máquina tiene su entrada de vapor de agua y salida de condensado, así como se identificó la presión requerida para el funcionamiento de las mismas:

Tabla 1

Diámetros de Entrada y Salida Máquinas Overflow.

MÁQUINAS	Ø in (in)	Ø out (in)	Presión (psi)
Fong's	2,0	1,5	120
Tecninox #1	2,0	2,0	120
Tecninox #2	2,0	2,0	120
Tecninox #3	2,0	2,0	120
Thies	2,0	2,0	120

Nota: Diámetros de la entrada de vapor y salida de condensado de las máquinas overflow.

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Tabla 2

Diámetros de Entrada y Salida Máquinas que Usan Vapor de agua

MÁQUINAS	Ø in (in)	Ø out (in)	Presión (psi)
Secadora Heliot	2,0	1,0	120
Calandra MontiAntonio	0,5	0,5	120
Compactadora YaxingFangji	1,0	0,75	120
Calandra Monti	0,5	0,5	120

Nota: Diámetros de la entrada de vapor y salida de condensado de las máquinas que usan vapor de agua.

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

1.3.1. PROPIEDADES DEL VAPOR DE AGUA

El vapor de agua es generado cuando el agua es calentada hasta el punto de ebullición añadiendo una energía calórica, bajo una presión constante, por medio de la transferencia de calor generada por la combustión dentro de un caldero. El uso de vapor se ha diversificado en todas las industrias hasta llegar a utilizarse diariamente de manera doméstica, como en el calentamiento de las piscinas o ya sea en los hornos.

Para la industria textil como fuente de energía para sus procesos es el vapor saturado debido a que este ofrece una rapidez para alcanzar la temperatura deseada sin uniformidades en dicha temperatura. El "vapor saturado" es vapor a la temperatura de ebullición del líquido, es decir que es el vapor que se desprende cuando el agua hierve. Generalmente es obtenido en calderos.

1.3.1.1. Vapor Saturado

Cuando el agua llega a su punto de ebullición y está sometida a presión constante se genera un vapor puro. En la figura N° 9 está representado el diagrama de T- v el cual muestra el comportamiento del agua cuando a presión constante (1 atm) se le eleva la temperatura. En punto N° 4 el estado del diagrama al agua se le conoce como vapor saturado, es decir, que está a punto de condensarse; por lo tanto, entre los estados 2 y 4, se encuentra una mezcla de vapor y agua por evaporarse que se le conoce como vapor húmedo o mezcla saturada líquido-vapor, ya que se encuentra: la fase líquida y el vapor en equilibrio. (Yanus, 1998)

Diagrama del Comportamiento del Vapor de Agua

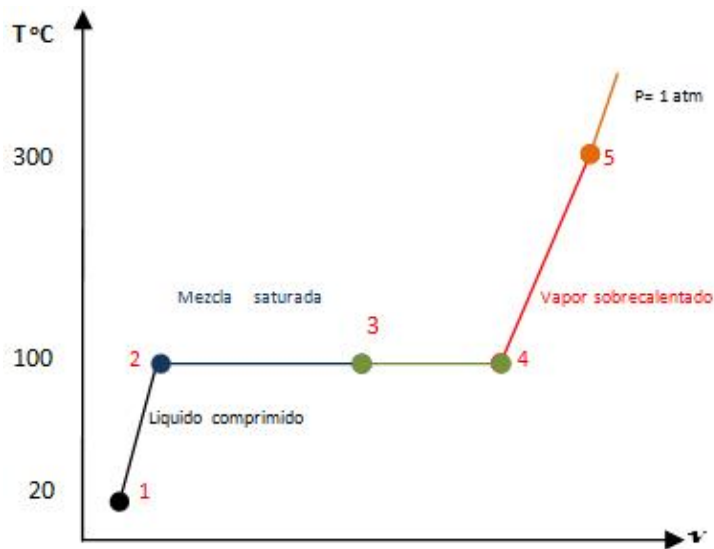


Figura 9. Diagrama T-v para el proceso calentamiento a presión constante

Fuente: (Yanus, 1998)

1.3.1.2. Vapor Flash

En la línea de retorno de condensado caliente o dentro de la caldera con el agua caliente, se encuentran bajo una presión constante al liberarse a una presión inferior, parte de ella se evapora de nuevo, a este fenómeno se lo conoce como vapor flash.

Este vapor flash contiene unidades de calor que se pueden ser reutilizadas, para optimizar el consumo de los recursos energéticos para la transformación del agua en vapor y así generar un ahorro en el costo de generación.

1.3.1.3. Condensado de vapor de agua

Cuando ocurre una transferencia de calor en un sistema de vapor, se genera el fenómeno de condensación por motivo de la radiación, esto ocurre generalmente en los sistemas de distribución, al utilizar el vapor como fuente de energía calórica (*ver Figura N° 10*).

En los procesos de producción, tales como: tinturado, secado, compactado y calandrado; también se forma condensado como resultado de la transferencia de calor

desde el vapor a la sustancia calentada, con un resultado de consumo de vapor del 20% y una transformación del vapor en condensado del 80%. (Armstronginternational, 2016).

Una vez condensado el vapor y utilizado, el calor disponible en una libra de condensado es despreciable si se compara con una libra de vapor, el condensado sigue siendo agua caliente útil y debe volver a la caldera. (SPYRAX, 2004)

Comportamiento del Condensado dentro de la Tubería

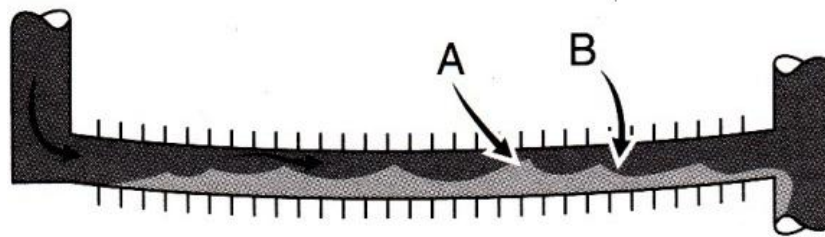


Figura 10. Condensado en Tuberías

Fuente: (CASTILLA, 2010)

1.3.1.4. Golpe de ariete en sistemas de vapor

El golpe de Ariete también conocido como golpeteo hidráulico, es una onda de choque generada al paso del vapor sobre el condensado que reposa en la parte inferior de la tubería (ver figura N° 11), debido a que se acumula suficiente condensado al ser arrastrado hacia adelante por el vapor que circula a gran velocidad formando una masa compacta que crece a medida que se sigue recogiendo líquido a su paso hasta llenar la tubería, está genera una fuerza que puede colapsar hasta el punto de ruptura cualquier accesorios de tuberías, válvulas reguladoras, soportes en T, bridas, flotadores y elementos termostáticos, sobrecargar medidores, cuerpos de trampas, equipos de intercambio de calor y aún expandir tuberías; se refleja hacia atrás y hacia delante hasta que la energía es disipada, dicho de otro modo, la masa de condensado acumulada a lo largo de la circulación del vapor dentro de la tubería se acelera hasta alcanzar la velocidad del vapor (aprox. 160 Km/h), e impacta con los puntos y accesorios más vulnerables de las líneas (codos, drenajes, venteos, válvulas) y trampas de vapor que se encuentran a lo largo de la

red de tuberías causando ruptura ya que alcanza una fuerza suficientemente grande. También hay que considerar si el esfuerzo generado por la fuerza es repetido en la tubería terminará por debilitarla hasta el punto de ruptura.

Esquema del comportamiento del Golpe de Ariete

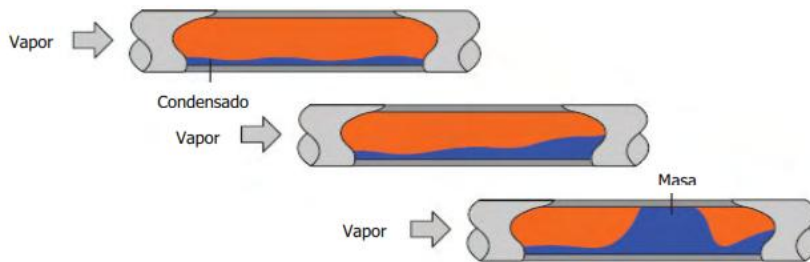


Figura 11. Formación de una Masa Compacta de Condensado

Fuente: (SPYRAX, 2004)

1.3.2. GENERADORES DE VAPOR

El término de generador de vapor de agua se utiliza actualmente en reemplazo del término caldero o caldera. Los componentes típicos de un generador de vapor son: hogar, evaporador, quemadores, sobrecalentadores, recalentadores, economizador y precalentador de aire, (ver Figura N° 12).

Esquema de un Generador de Vapor

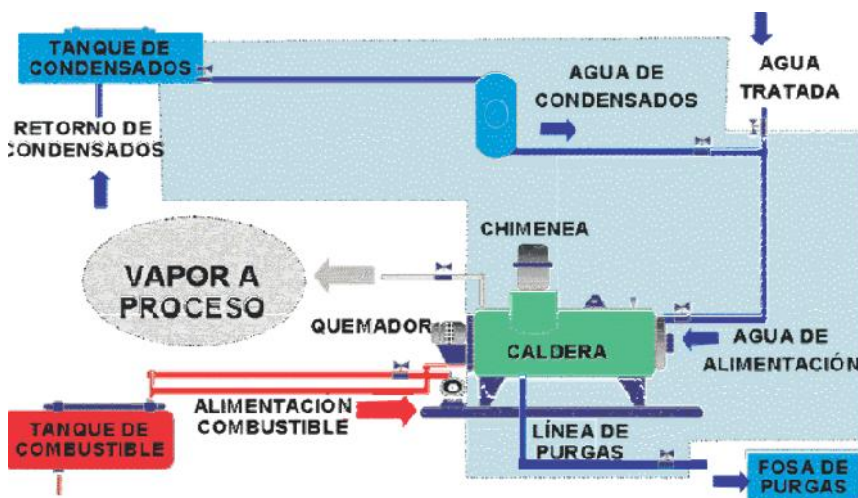


Figura 12. Esquema de un Generador de Vapor de Agua

Fuente: (CONAE, 2002)

Las calderas o calderos son equipos diseñados para generar vapor saturado (vapor a punto de condensarse). El vapor de agua se genera debido a la transferencia de calor al contacto directo del agua con la tubería de fuego, calderos Piro tubulares. El calor es producto de la quema de combustible que es transportado por tubería distribuida longitudinalmente hacia la chimenea. Los tubos están rodeados de agua y por medio de la transferencia de calor el agua hierve hasta el punto de ebullición, transformándose en vapor. (CONAE, 2002)

La planta dispone de dos calderos: un caldero de 300BHP, marca Distral, con una producción de vapor de agua de 10.350 lb/h, (ver Tabla N° 3), y otro caldero de 200BHP, marca Powermaster, con una producción de vapor de agua de 6.900 lb/h. Estos equipos son operados con una filosofía de respaldo, así mientras un caldero está trabajando, el otro se encuentra en espera en calidad de back up, (ver Tabla N° 4).

Tabla 3

Hoja de Datos

DATOS GENERALES CALDERO DISTRAL					
1	Equipo	Caldero	5	Marca	Distral
2	Presión de Diseño	150 psi	6	Modelo	3-WS
3	Presión de Trabajo	125 psi	7	Serie	A-820
4	Potencia	300 BHP	8	Año de Fabricación	1975

Nota: Hoja de Datos de Caldero Distral

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Tabla 4

Hoja de Datos

DATOS GENERALES CALDERO DISTRAL					
1	Equipo	Caldero	5	Marca	Distral
2	Presión de Diseño	150 psi	6	Modelo	3WSB
3	Presión de Trabajo	125 psi	7	Serie	A-1277
4	Potencia	200 BHP	8	Año de Fabricación	1977

Nota: Hoja de Datos de Caldero PowerMaster

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

1.3.3. DISTRIBUIDOR

El distribuidor, conocido también como colector o manifold, tiene la función de recibir el vapor de agua generado por los calderos y repartirlo (distribuirlo) a los diferentes equipos consumidores de vapor de agua por medio de la red de distribución (ver Figura N° 13) (CASTILLA, 2010).

Esquema de un Distribuidor de Vapor



Figura 13. Esquema de un Distribuidor de Vapor de Agua

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

1.3.4. RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA

El sistema de distribución de vapor es un enlace entre el distribuidor de vapor de agua y las máquinas que lo consumen. Una red de distribución de vapor de agua debe considerar al mínimo las pérdidas por transporte para cualquier punto del sistema. El

dimensionamiento de la red de distribución considera el trazado (ruteado) y los diámetros de las tuberías óptimas que garantizan la pérdida mínima de presión para el punto más alejado (en el sitio de utilización del vapor de agua), con respecto a la presión que indica en el distribuidor (ver Figura N° 14).

Esquema de una Red de Distribución de Vapor

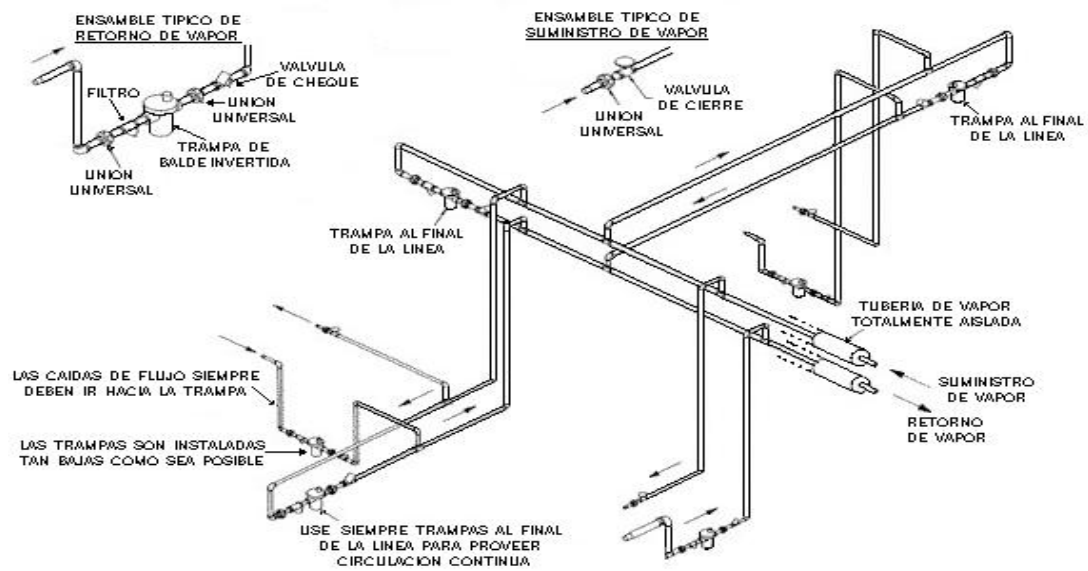


Figura 14. Esquema de una Red De Distribución

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Hay dos tipos de redes de distribución de vapor una red principal y la otra secundaria.

- **Red Principal.** - La red principal de distribución de vapor de agua, junto con las reguladoras de presión y temperatura, constituye la parte central de una instalación para la generación de vapor de agua; se encarga de conducir el vapor de agua generado en la caldera hacia las máquinas que demandan de dicha fuente de energía y que son parte del proceso de fabricación de la tela. (ver Figura N° 15)

Esquema de una Red de Distribución Principal

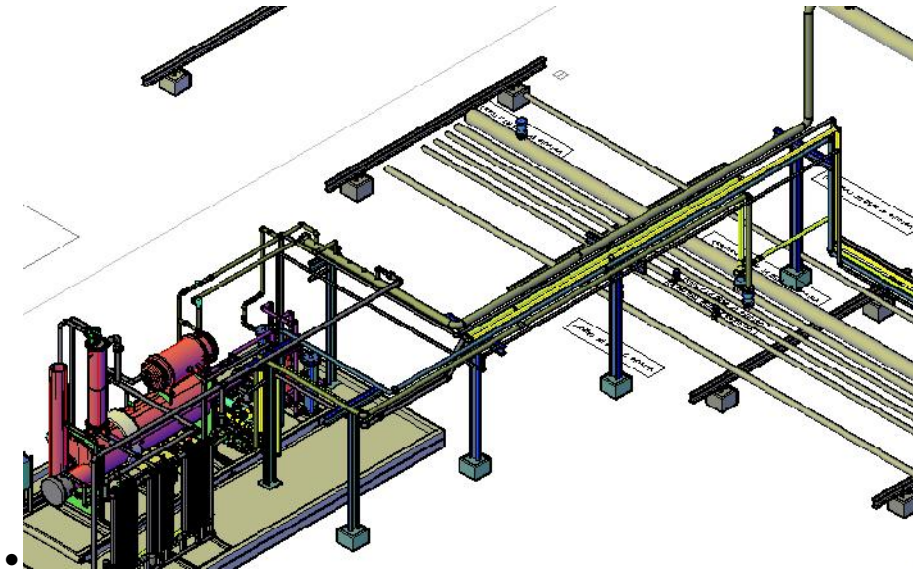


Figura 15. Esquema de un Red Principal de Vapor de Agua

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

• *Red Secundaria.* – Conocidos como ramales o derivación, son las tuberías que derivan de las redes principales llevando el vapor de agua hacia los equipos que lo necesiten. (ver Figura N° 16)

Esquema de una Derivación

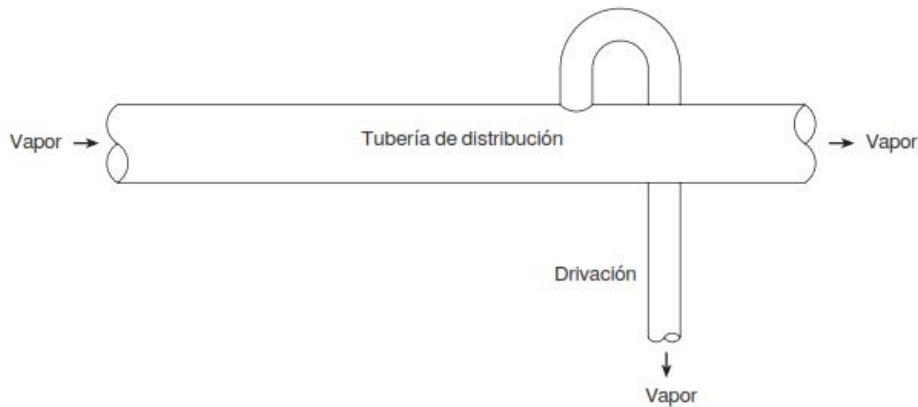


Figura 16. Esquema de una Red Secundaria de Vapor de Agua

Fuente: (SPYRAX, 2004)

El sistema completo debe ser diseñado y construido de tal forma que evite la acumulación de condensado en cualquier punto del sistema, esto se llevará acabo al determinar adecuadamente las dimensiones y capacidades de todos los componentes del sistema. (SPYRAX, 2004).

1.3.5. CONSUMO DE VAPOR DE AGUA DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN EN UNA EMPRESA TEXTIL

Los equipos parte de los procesos de producción, fabricación y acabados de la planta son: el Autoclave (OverFlow) en el proceso de tinturado, la secadora en el proceso de secado, la calandra y compactadora en el proceso de acabados. Es importante tener en cuenta que, en dichas máquinas, el vapor de agua es únicamente un agente de poder calórico que cumple un ciclo dentro de un circuito cerrado, es decir, el vapor generado por los calderos pasa por el distribuidor hacia la red de distribución que terminan en cada máquina por medio de las derivaciones y luego regresa al tanque de agua de consumo diario. En ningún momento el vapor entra en contacto con la fibra o con el baño de tinturado en el caso del teñido de las telas, garantizando así la pureza del agua requerida en los calderos pudiendo ser así reutilizada.

1.3.6. SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO

Se encarga de recolectar el condensado y retornarlo hacia el tanque de agua de uso diario de los calderos, está constituido por: líneas de drenaje trampas de vapor, válvulas de control y válvulas de bloqueo, bombas de condensado, líneas de retorno: principales y

secundarias; un desairador, tanques de recuperación del vapor flash, estos últimos son parte del tanque de agua de uso diario (ver Figura N° 17).

Esquema de la Instalación de Líneas de Retorno de Condensado

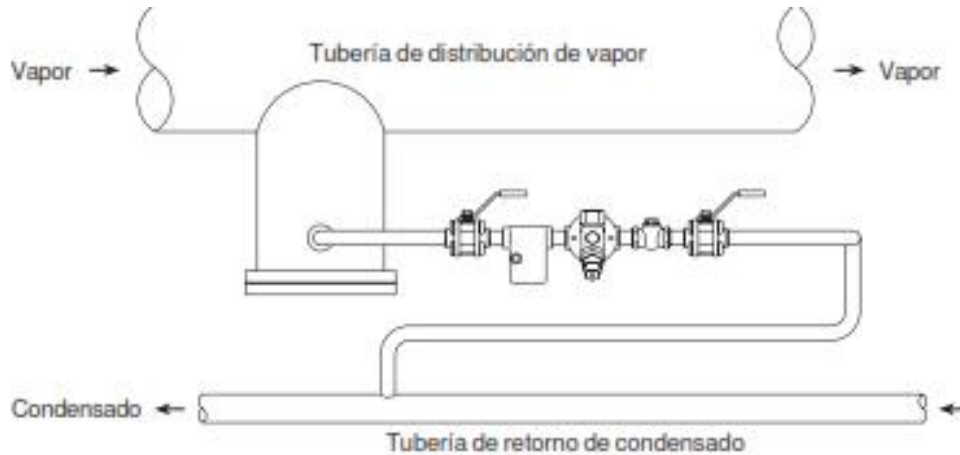


Figura 17. Esquema de la instalación de las líneas de condensado

Fuente: (SPYRAX, 2004)

1.3.6.1. DRENAJE EN UNA UNIDAD DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Cuando el vapor ha cumplido su función de ser un agente de energía calórica, es decir haber transferido el calor ingresando ya sea al intercambiador o al serpentín de las máquinas de los procesos, el vapor se transforma en condensado debido a estar en contacto con superficies con temperaturas bajo el punto de ebullición. A diferencia del condensado el vapor ocupa un mayor volumen dentro de las líneas de drenajes, y cuando se colapsa de repente, puede enviar ondas de choque por todo el sistema, es una forma de golpe de ariete que puede dañar equipos y es una señal que nos indica que el condensado no está siendo drenado del sistema. (ver Figura N° 18).

Esquema del Comportamiento del Vapor y Condensado

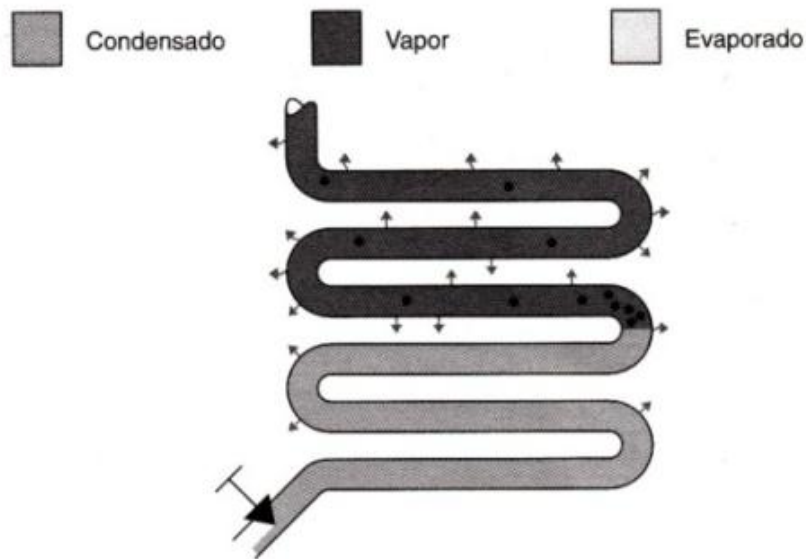


Figura 18. Serpentín medio lleno de condensado no funciona a plena capacidad

Fuente: (Armstronginternational, 2016)

1.3.6.2. LAS LÍNEAS DE RETORNO DE CONDENSADO

Las líneas de retorno de condensado, son aquellas que reciben el condensado de las diferentes tuberías de descarga de las trampas de vapor instaladas a lo largo de la de la red, y lo lleva de regreso al tanque de consumo diario para aprovechar tanto su temperatura como el tratamiento previamente proporcionado.

Para determinar los diámetros de las tuberías de retorno de condensado, es necesario considerar al vapor flash o secundario que es varias veces mayor en volumen que mismo condensado. Esta tubería de retorno debe tener la capacidad suficiente para transportar tanto el condensado como el vapor flash (SPYRAX, 2004).

1.3.6.3. TRAMPAS DE VAPOR

Son válvulas automáticas que permiten que fluidos no deseables en el sistema sean descargados fuera de este sin dejar escapar el vapor durante el entrampamiento. El funcionamiento óptimo de un sistema de vapor depende de la remoción de los

condensados, aire y otros gases no condensables que reducen la eficiencia del vapor de agua y generan daños en el sistema por corrosión o golpe de ariete. (ver Figura 19)

Comportamiento del Condensado

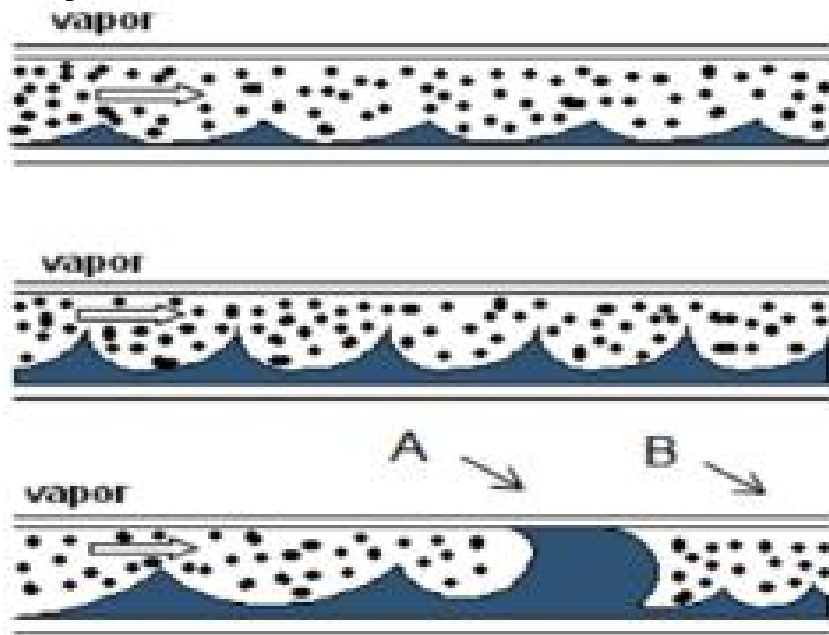


Figura 19. Formación de ondas de condensado por causa del flujo de vapor

Fuente: (Amstrong, 1998)

En el mercado existen varios tipos de trampas de condensado entre ellas están: Trampas Termodinámicas, Trampas de Balde Invertido, Trampas de Flotador & Termostático, Trampas Bimetálicas. (Ver Anexo F, G y H). (CASTILLA, 2010)

1.3.6.4. VÁLVULAS

Las redes de distribución de vapor de agua deben garantizar las presiones a las cuales este debe ser entregado en cada máquina, para lo cual se debe controlar el flujo y la presión mediante válvulas reguladoras y de seguridad.

1.3.6.5. VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Las válvulas de seguridad o de alivio son protecciones que se instalan en la red que salvaguardan la integridad del operador y de los equipos. Estos dispositivos son utilizados

para para aliviar la presión cuando el vapor supera en límite preestablecido (presión de diseño) evitando una sobrepresión. (ver *Figura N° 20*) (Walworth, 2011).

Corte de una Válvula de Seguridad

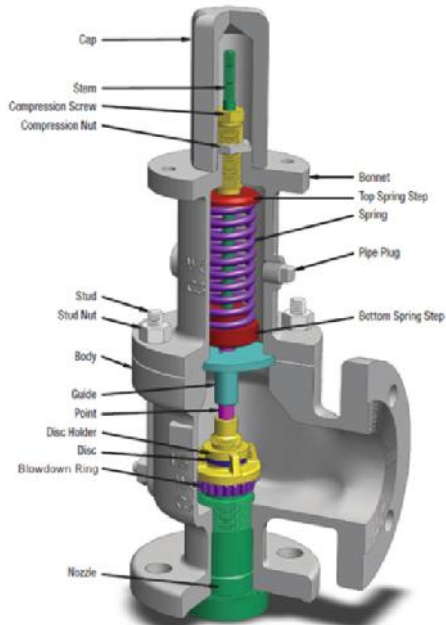


Figura 20. Esquema y Partes de una Válvula de Seguridad

Fuente: (Walworth, 2011)

1.3.6.6. VÁLVULAS REGULADORAS

Las válvulas reguladoras son válvulas de accionamiento neumático que controlan el flujo y la presión del vapor que es entregado en cada máquina permitiendo reducir la presión de manera precisa y fiable, a un costo mínimo requerido para la aplicación (ver *Figura N° 21*) (Walworth, 2011).

Esquema de un Válvula Reguladora

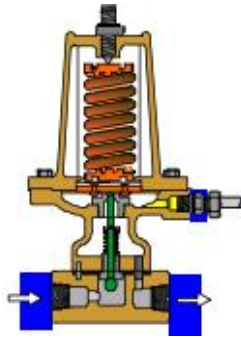


Figura 21 Esquema de una Válvula Reguladora

Fuente: (Walworth, 2011)

1.3.7. TANQUE DE AGUA DE CONSUMO DIARIO

El tanque de consumo diario tiene la función de almacenar agua tratada y el retorno del condensado. Permite alimentar el agua hacia los calderos y en su diseño se debe tomar en cuenta la temperatura de entrada del condensado al depósito (ver Figura N° 22).

(SPYRAX, 2004)

Tanque de Agua de Uso Diario

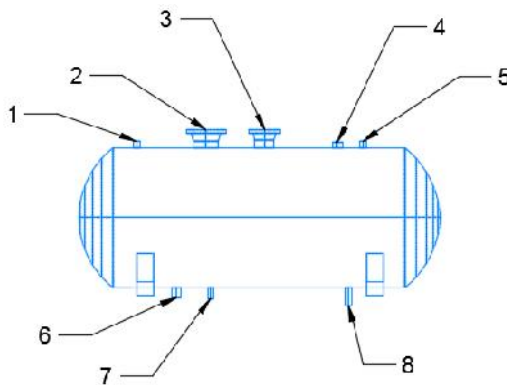


Figura 22. Esquema de un Tanque de Agua de Consumo Diario, (1) Venteo, (2) Ingreso De Agua Tratada, (3) Ingreso de Condensado, (4) Conexión Válvula de Seguridad, (5) Venteo, (6) Purga, (7) Salida de Agua, (8) Drenaje

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

1.3.8. AGUA DE REPOSICIÓN

El agua de reposición o alimentación a la caldera debe ser tratada antes de su entrada. El tratamiento debe estar enfocado en disminuir la corrosión del sistema y la

formación de incrustaciones en red, controlando la formación de “fangos” (lodos) por la presencia de cuerpos sólidos.

Los reportes del análisis de agua muestran la cantidad de sales y solidos suspendidos que tiene el agua y permiten definir el tipo de tratamiento requerido. (*ver Anexo D*) (CASTILLA, 2010).

1.3.9. AISLAMIENTO TÉRMICO

Hay casos en los cuales no importa las pérdidas o ganancias de calor que pueda haber en los procesos, pero en el caso de la empresa textil y más aún en el transporte de vapor de agua por tuberías de acero es necesario recubrirlas con un aislante térmico, con materiales necesarios para cubrir de las condiciones del ambiente exterior.

En este caso es necesario diseñar o calcular el espesor de aislante térmico de la tubería que transporta vapor de agua, se necesita reducir la transferencia de calor desde el vapor de agua que circula por el interior a las paredes exteriores del tubo y también para evitar la transferencia de calor desde el medio ambiente hacia el interior del tubo, y de esta manera reducir la condensación del producto manteniendo constante la temperatura del vapor de agua.

Al no instalar un aislamiento térmico adecuado, necesariamente produce perdidas de calor que al final del proceso generan un aumento del costo de producción; y además causarían quemaduras al personal que circulan por los alrededores de las tuberías, diciendo de otro modo al instalar un buen aislamiento térmico se evita perdidas de calor y genera una protección personal al grupo humano que trabajan por esas áreas.

En la industria, con lo que respecta a los materiales necesarios para instalar el aislamiento térmico se utilizan diversos tipos de materiales, dependiendo la necesidad y de acuerdo al proceso se los encuentra de: asbesto-cemento, corcho, lana o fibra, aglomerados moldeables con alto contenido de magnesia y plásticos.

Generalmente los materiales más utilizados son los de fibra de vidrio que sirven para temperaturas de hasta 600 °F, en el mercado se les encuentra de 2 formas, en canales semicirculares de hasta 3 pies de longitud para tubos de diversos diámetros. El espesor de la canaleta varía en función del diámetro del tubo y la temperatura del fluido que se transporta. La tubería que será aislada térmicamente es aérea y por lo tanto deberá estar sujeta a los soportes, y deberán estar de acuerdo a las especificaciones que se indica en la Tabla N° 5.

Tabla 5

Listado de Normas

NORMAS ASTM (AMERICAN OF TESTING MATERIAL)	
NORMA	DESCRIPCIÓN
ASTM C 195	Specification for Mineral Fiber Thermal Insulating Cement.
ASTM C 449	Specification for Mineral Fiber Hydraulic Setting Thermal Insulating and Finish Cement
ASTM C 450	Recommend Practices for fabrication of thermal insulating fitting covers
ASTM C 547	Specification for Mineral Fiber / Fiber Glass Preformed Pipe Insulation
ASTM C 552	Specification for Cellular Glass Block and Pipe Thermal Insulation
ASTM C 610	Specification for Expanded Perlite Block and Pipe Thermal Insulation

Nota: Listado de Normas para la Selección de Materiales

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Materiales para aislamiento y los accesorios necesarios deben estar en conformidad con las regulaciones de la OSHA (Occupational Safety and Health Administration). Material Safety Data Sheet (MSDS) que se requiere para los productos de aislamiento o accesorios incluyendo los adhesivos.

Aislamiento que contenga más de 200 ppm de cloruros no es aceptable para el uso en equipos o tuberías de acero inoxidable austenítico. En la Tabla N° 6 se muestra un listado de materiales recomendados.

Tabla 6

Listado de las Propiedades de los Materiales

Materiales recomendados para Aislamiento				
MATERIAL	Fibra de Vidrio	Silicato de Calcio	Lana Mineral (foamglass)	Perlita Expandida
Límite de temperatura de servicio	454°C (850°F)	816°C (1500°F)	427°C (800°F)	649°C (1200°F)
Especificación	ASTM C547 ó ASTM C612	ASTM C533 ó ASTM C795	ASTM C552	ASTM C610
K Factor @200°F	0,28	0,41	0,47	0,11
Densidad Nominal	3,25 lb/cu.ft	10 a 13 lb/cu.ft	7 a 9 lb/cu.ft	12 a 14 lb/cu.ft

Nota: Listado de las Propiedades de los Materiales de Mayor Uso para Aislamiento de Equipos y Tuberías

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

CAPÍTULO II: DISEÑO DEL SISTEMA DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA

INTRODUCCIÓN

El capítulo de diseño aplicaremos las fórmulas para el cálculo de los diámetros de las tuberías, tanto de la red de distribución como la del retorno del condensado. Empezaremos con el análisis de los flujos másicos que generan los calderos, el requerimiento de vapor de agua y generación de condensado cada máquina en el proceso, consumo de cada tina de las autoclaves, el volumen de condensado generado en las líneas de la red de distribución.

El diseño de un sistema de red de distribución de vapor de agua, debe garantizar que: el suministro de vapor de agua que sea de buena calidad, el flujo másico sea el necesario y la presión la requerida; y además asegurar el mínimo de pérdidas de energía en transporte, caída de presión y costos de mantenimiento. Se definirá las variables de entrada y salida de los calderos, de las máquinas utilizadas en los procesos, los diámetros de las tuberías, válvulas, trampas, accesorios y demás equipos necesarios.

2.1. DISEÑO

El diseño mecánico se basa en definir el problema, que está enmarcado en el consumo de vapor de cada máquina y la generación de vapor de los calderos, el cálculo de los diámetros de tubería tanto de la red de distribución como las líneas de retorno de condensado, ya sean líneas principales y secundarias.

Se debe definir el problema, las variables y las restricciones; elaboración de un plano Layout de implantación mecánica, el diseño de la red de distribución de vapor de

agua que está dividido en tres secciones: red de abastecimiento y el distribuidor; la red de distribución principal y secundaria; red de retorno de condensado principal y secundaria.

Determinación de los diámetros del sistema de red de distribución, válvulas, trampas, accesorios y demás equipos necesarios, (Ver Figura N° 23), que nos muestra la ubicación de los equipos que intervienen en los procesos de elaboración de los tejidos.

Implantación Mecánica

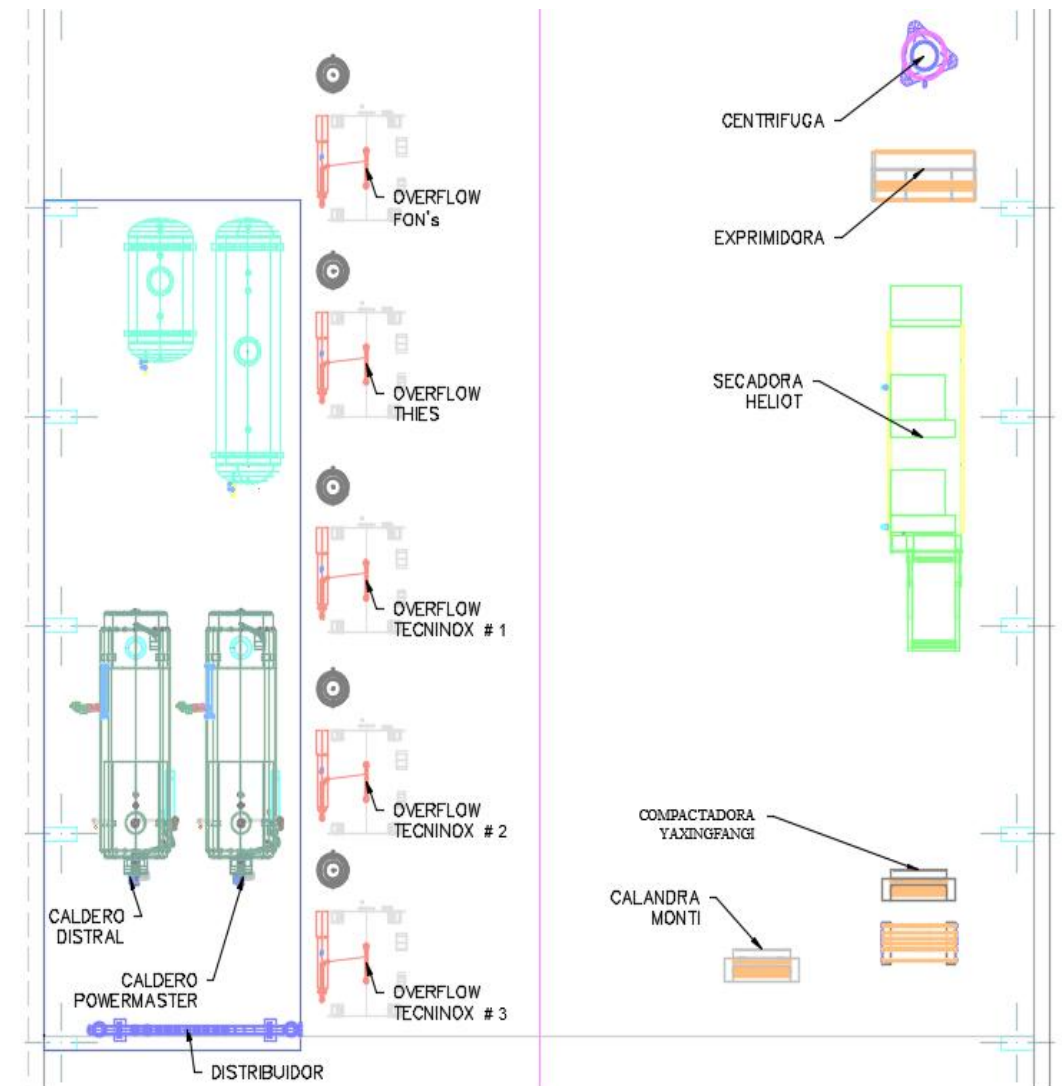


Figura 23. Esquema de Implantación Mecánica

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Codificar los servicios, equipos y las líneas o tuberías, con el fin de reconocerlos, es decir, conocer el diámetro nominal, servicio que presta, que fluido o gas transporta, ya sea, combustible, vapor, condensado, etc.

En la *Figura N° 24* se detalla la codificación de los equipos y las líneas de los procesos que intervienen en la fabricación de los tejidos. (*ver Anexo L*).

Codificación de Equipos y Líneas

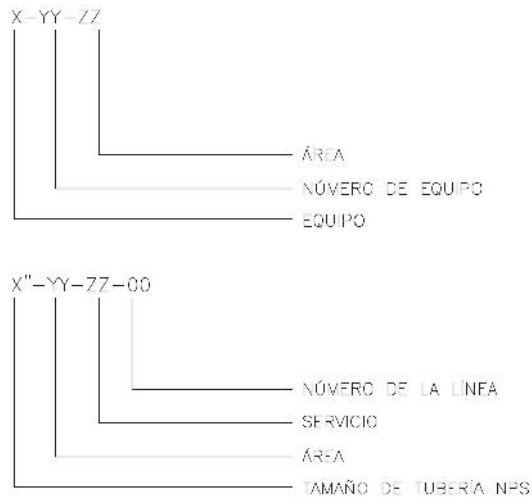


Figura 24. Codificación de Equipos y Líneas de Procesos

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

2.1.1. LAYOUT GENERAL DE LA PLANTA EN CALACALÍ.

Para la elaboración del plano Layout se debe considerar la operatividad garantizando la seguridad, mantenimiento y factibilidad económica en la construcción, que pueda satisfacer las necesidades y criterios en el diseño para optimizar los procesos. En el plano de Implantación Mecánica (LAYOUT) se representa a escala la ubicación y distribución de todos los equipos involucrados en todos los procesos el proceso.

2.1.2. SECCIÓN N° 1: RED DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUIDOR

Esta sección comprende desde los calderos generadores de vapor de agua hasta el diseño del cabezal distribuidor o manifold. Para ello, se empieza tomando los datos en condiciones iniciales de los calderos, (*ver Tabla N° 7*).

Tabla 7

Condiciones Iniciales

CONDICIONES INICIALES DE LOS GENERADORES DE VAPOR DE AGUA		
PARAMETROS	CALDERO DISTRAL	CALDERO POWERMASTER
Capacidad Nominal (BHP)	300	200
Presión de Diseño (PSI)	150	150
Presión de Salida (PSI)	130	115
Diámetro de Salida del Vapor (IN)	4	4
Temperatura de Salida del Vapor de Agua (°C)	130	130
Temperatura Ambiente en el Área de Calderas (°C)	23,4	23,4
Humedad Relativa (%)	100	100

Nota: Condiciones Iniciales de los Generadores de Vapor de Agua

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

La codificación de los calderos y de las tuberías salientes de vapor de agua, es importante. En la figura N° 24 se muestra dicha codificación, de esta manera dichos equipos y líneas que se encuentran dentro de la sección de abastecimiento están con la especificación del diámetro, el servicio, número consecutivo y el fluido que transporta. (*ver Anexo N° L*), serán reconocidas e identificadas claramente el diseño en general.

Tabla 8

Nombre de líneas de Abastecimiento

CODIFICACIÓN DE LÍNEAS DE ABASTECIMIENTO			
LÍNEA	INICIO	LLEGADA	DESCRIPCIÓN
4"-BO-001-V	B-01-EN	D-01-EN	PRINCIPAL
4"-BO-001-V	B-02-EN	D-01-EN	PRINCIPAL

Nota: Codificación de líneas de Abastecimiento

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Como se indica en la Figura N° 25, se encuentran el ruteo de las líneas que conectan los dos calderos (B-01-EN, B-02-EN), con el distribuidor (D-01-EN).

Ruteo de Líneas de Abastecimiento

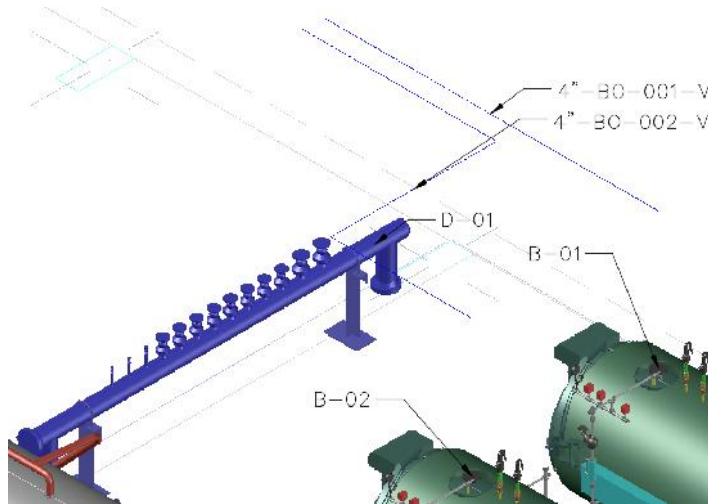


Figura 25. Bosquejo del Ruteo de las líneas que Conectan los Caldero y el Distribuidor

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

La ecuación *EC.2.1* muestra cómo se transforma la producción de vapor de agua de cada caldero,

$$P_{\dot{v}} = C_v \times F_{c1} \quad \text{EC.2.1, (CASTILLA, 2010)}$$

Donde,

P_{vapor} , Producción de vapor expresado en Kg/h

$C_{\text{m vapor}}$, Capacidad máxima de vapor expresada en BHP.

F_{c1} , 15,68 Kg/h

Cálculo de la velocidad en la tubería con la que sale el vapor de agua de la caldera, se usa la ecuación *EC.2.2*,

$$v_1 = \frac{\dot{m}}{3600} * \frac{V_g}{\left(\frac{d_s}{2}\right)^2} \quad \text{EC. 2.2, (SPYRAX, 2004)}$$

Donde,

v_1 , velocidad de salida de vapor del caldero en m/s

m , flujo másico de vapor a la salida del caldero

d_{sc} , diámetro de la salida de vapor

$V_{g@ 8,61 \text{ bar}}$, $0,2241 m^3/kg$

La producción y velocidad se encuentran en resumen en la *Tabla N° 10*, como se puede ver la velocidad se encuentran en los rangos permisibles.

Tabla 9

Producción y Velocidad Vapor de Agua de los Calderos

VELOCIDAD DE SALIDA DE VAPOR DE AGUA			
CALDERO	POTENCIA	PRODUCCION	VELOCIDAD
DISTRAL	300 BHP	4 704,46 Kg/h	33,073 m/s
POWERMASTER	200 BHP	3 136,31 Kg/h	22,049 m/s

Nota: Producción y Velocidad de Salida de Vapor de Agua de los Calderos trabajando al 100% de eficiencia

Elaborado por: M. Izurieta (2016))

Cálculo de la caída de presión, se utilizará la ecuación *EC.2.3*

$$\Delta P = \frac{\mu * l * v^2}{2 * d * V_g} \quad \text{EC 2. 3, (CASTILLA, 2010)}$$

P, caída de presión, en bar

μ , rugosidad del interior de tubería 0,05 mm.

l, longitud de tubería más la longitud equivalente del número de accesorios y válvulas por pérdidas de presión por fricción. (ver *Tabla N° 11*)

Tabla 10

Longitud Equivalente

TABLA DE LONGITUD EQUIVALENTE DEL NÚMERO DE ACCESORIOS Y VÁLVULAS

LÍNEA	SERVICIO	VÁLVULA					
		BOLA		CHECK		CODO	
		#	Le	#	Le	#	Le
4"-BO-001-V	VAPOR	1	2,1	1	24,0	2	6,1
4"-BO-002-V	VAPOR	1	2,1	1	24,0	4	6,1

Nota: Tabla de Longitud Equivalente del Número de Accesorio y Válvulas

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

El conocer si el flujo es laminar o turbulento es necesario para ello necesitamos saber el *Número de Reynolds*, con la ecuación (EC 2.3)

$$R = \frac{\delta \cdot v \cdot d}{\mu}$$

EC 2.4, (CASTILLA,

2010)

R, Número de Reynolds

, densidad del vapor de agua 1,621 kg/m³

μ, rugosidad de la tubería de acero al carbono 0,005 mm

v, velocidad en m/s

d, diametro de la tubería

Tabla 11

Resultados de los Cálculos

TABLA DE RESULTADOS DE LAS TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO DE VAPOR									
LÍNEA	μ mm	Ø NPS		Ø INTERNO		P		R	v m/s
		DIN	ISO	DIN	ISO	PSI	BAR		CAL.
4"-BO-001-V	0,05	100	4	4,03	102,11	4,06	0,28	4,376x10 ⁵	33,07
4"-BO-002-V	0,05	100	4	4,03	102,11	2,257	0,154	2,92x10 ⁵	22,05

Nota: Tabla de Resultados de las Líneas de Abastecimiento de Vapor

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

En el diseño el distribuidor se utilizará la ecuación *EC.2.5*, tomando en cuenta la suma de la cantidad de generación de vapor de agua de los dos calderos. (*ver Figura N° 26*)

Esquema y Datos Iniciales

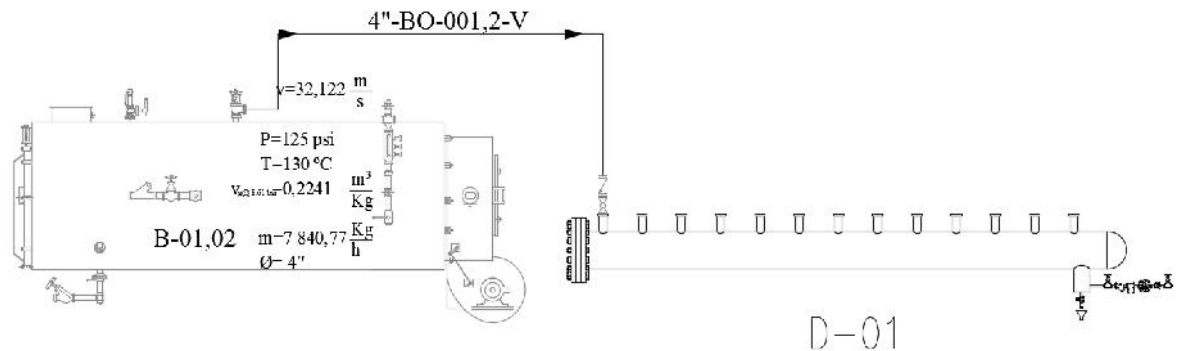


Figura 26. Datos iniciales para el Diseño del Distribuidor

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

$$\varnothing = \sqrt{\left(\frac{4}{3} * \frac{\dot{m}}{v} * \frac{V_g}{\pi}\right)} \quad \text{EC.2.5, (SPYRAX, 2004)}$$

Donde,

v_1 , velocidad de salida de vapor del caldero en m/s , se asume $8 m/s$

m , flujo másico de vapor a la salida del caldero, $7 840,77 \text{ kg/h}$

\varnothing , diámetro del Distribuidor

$V_{g@ 8,61 \text{ bar}}$, volumen específico a $8,61 \text{ Bar}$ $0,22690 \text{ m}^3/\text{kg}$

El distribuidor de vapor o manifold, recibirá el flujo másico de los 2 calderos, por lo tanto, en él se almacenará en teoría el flujo másico que producen los calderos, hay que tomar en cuenta que el diámetro de distribuidor está en función del flujo másico que puede abarcar en el rango de velocidad, ($5 m/s$ a $8 m/s$) (*Ver Anexo I*).

Al aplicar la ecuación EC.2.5 y se considera el valor de flujo másico total de los 2 calderos, el resultado del cálculo del diámetro fue de $\varnothing=10,40\text{ in}$, como el diámetro no es estandarizado denota en la *Tabla N° 10* los resultados usando diámetros de mayor de $\varnothing=12\text{in}$ y el diámetro menor de $\varnothing=10\text{in}$.

Tabla 12

Diseño del Distribuidor

DISEÑO DEL DISTRIBUIDOR DE VAPOR									
μ mm	\varnothing NPS		\varnothing INTERNO		P		R	v m/s	
	DIN	ISO	DIN	ISO	PSI	BAR		ASU.	CAL.
0,05	250	10	254,76	10,03	0,12	0,008	1,808x10⁵	8	5,47
0,05	200	8	217,58	8,57	0,22	0,016	2,117X10⁵	8	7,50

Nota: Resultados del Cálculo para el Diseño del Distribuidor

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Es recomendable diseñar las piernas colectoras (ver Figura N° 27) en base en la generación de condensado durante las condiciones de baja presión del precalentamiento, el tamaño de una pierna colectora de diámetro adecuado cumpliría con recoger todo el condensado que se encuentra en la línea, mientras que si el diámetro es demasiado pequeño se produce el efecto de “Venturi Pequeño” donde la caída de presión succiona al condensado fuera de la entrada de la trampa. (*ver anexo K*).

Derivación para la Recolección del Condensado Piernas Colectoras



Figura 27. Especificación de las Piernas Colectoras

Fuente: (Amstrong, 1998)

Tabla 13

Dimensiones Recomendadas para Piernas Colectoras

M		D		H	
Tamaño de Tubería		Diámetro de Pierna Colectora		Longitud Mínima de Pierna Colectora (mm)	
mm	in	mm	in	Pre calentamiento Supervisado	Pre calentamiento Automático
15	1/2	15	1/2	250	710
20	3/4	20	3/4	250	710
25	1	25	1	250	710
50	2	50	2	250	710
80	3	80	3	250	710
100	4	100	4	250	710
150	6	100	4	250	710
200	8	100	4	300	710
250	10	150	6	380	710
300	12	150	6	460	710
350	14	200	8	535	710
400	16	200	8	610	710
450	18	250	10	685	710
500	20	250	10	760	760
600	24	300	12	915	915

Nota: Dimensiones Recomendadas para Piernas Colectoras en Tuberías Principales y Ramales

Fuente: (Amstrong, 1998)

2.1.3. SECCIÓN N° 2: RED DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL Y SECUNDARIA

La red está comprendida desde el distribuidor hasta la maquinaria, se codificó las líneas principales y secundarias para un fácil desarrollo del diseño. (ver Tabla N° 14)

Tabla 14

Codificación de Líneas Principales y Secundarias

CODIFICACIÓN DE LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL Y SECUNDARIO			
LÍNEA	INICIO	LLEGADA	DESCRIPCIÓN
X''-VP-001-V	D-01-EN	O-01-TT	PRINCIPAL
1''-VP-009-V	X''-VP-001-V	O-01-TT	SECUNDARIA
X''-VP-002-V	D-01-EN	O-02-TT	PRINCIPAL
1''-VP-010-V	X''-VP-002-V	O-02-TT	SECUNDARIA
X''-VP-003-V	D-01-EN	O-03-TT	PRINCIPAL
1''-VP-011-V	X''-VP-003-V	O-03-TT	SECUNDARIA
X''-VP-004-V	D-01-EN	O-04-TT	PRINCIPAL
1''-VP-012-V	X''-VP-004-V	O-04-TT	SECUNDARIA
X''-VP-005-V	D-01-EN	O-05-TT	PRINCIPAL
1''-VP-013-V	X''-VP-005-V	O-05-TT	SECUNDARIA
X''-VP-006-V	D-01-EN	S-01-SE	PRINCIPAL
X''-VP-007-V	D-01-EN	C-01-CM	PRINCIPAL
X''-VP-008-V	D-01-EN	C-02-CL	PRINCIPAL

Nota: Codificación de líneas principal y secundaria de la sección N° 2

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

En la *Tabla N° 15*, se resume el consumo total teórico de vapor de agua que se requiere para cumplir con los procesos, según el proceso, hay equipos que no trabajaran de modo continuo, ni en simultaneo, y es por eso que el sistema debe ser diseñado para trabajar al 75% del punto máximo de consumo, de acuerdo al flujo másico de cada máquina.

Tabla 15

Vapor de Agua Requerido de cada Máquina

CÓDIGO	MÁQUINAS	CAPACIDAD		CONSUMO	
		lts	m ³	lb/h	Kg/h
O-01-TT	Fong's	2600	2,6	1 587,30	721,50
O-02-TT	Thies	2000	2,0	1 360,54	618,43
O-03-TT	Tecninox #1	2000	2,0	1 360,54	618,43
O-04-TT	Tecninox #2	1400	1,4	907,03	412,28
O-05-TT	Tecninox #3	1400	1,4	907,03	412,28
S-01-SE	Secadora	N/A		1 365,69	620,77
C-01-CM	Compactadora	N/A		643,16	292,35
C-02-CL	Calandra	N/A		502,99	228,63
TOTAL				8 634,28	3 924,67

Nota: Cantidad de Vapor de Agua Requerido de cada máquina

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Siguiendo la secuencia del diseño usando las ecuaciones *EC. 2.2, 2.3, 2.4, 2.5.* en la *Tabla N° 16*, que muestra los resultados obtenidos durante el cálculo (*ver anexo M*).

Tabla 16

Cálculo de los Diámetros de las Tuberías

TABLA DE RESULTADOS DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR									
LÍNEA	μ mm	Ø NPS		Ø INTERNO		P		R	v m/s
		DIN	ISO	DIN	ISO	PSI	BAR		CAL.
2"-VP-001-V	0,05	50	2	52,50	2,067	7.223	0,498	1,348x10 ⁵	19.801
2"-VP-002-V	0,05	50	2	52,50	2,067	4,686	0,323	1,156x10 ⁵	16.973
2"-VP-003-V	0,05	50	2	52,50	2,067	4,065	0,28	1,156x10 ⁵	16.973
1 1/2"-VP-004-V	0,05	40	1 1/2	40,89	1,61	5,339	0,368	9,829x10 ⁴	18,651
1 1/2"-VP-005-V	0,05	40	1 1/2	40,89	1,61	4,136	0,284	9,829x10 ⁴	18,422
2"-VP-006-V	0,05	50	2	52,50	2,067	6,953	0,479	1,163x10 ⁵	17,037
1"-VP-007-V	0,05	25	1	26,65	1,049	6.865	0,473	1,076x10 ⁵	31,153
1"-VP-008-V	0,05	25	1	26,65	1,049	11,852	0,817	9,555x10 ⁴	24,363

Nota: Resultados del cálculo de los diámetros de las tuberías de distribución

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

2.1.4. SECCIÓN N° 3: RED DE CONDENSADO Y SELECCIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR

Esta sección ayudará a calcular el diámetro de las líneas de recuperación de condensado, selección de trampas y volumen de agua que se necesitará adicionar para empezar nuevamente el ciclo de producción.

Al seleccionar las trampas de vapor y poder obtener la mayor eficiencia de las mismas es necesario considerar el tamaño y la presión correcta de cada servicio, realizando una buena instalación y su mantenimiento respectivo (*ver Tabla N° 17*). Es de suma importancia la instalación de trampas de vapor correctamente en toda la red de distribución, para asegurar el desalojo de cualquier sustancia indeseable, para que no desgaste o cause deterioro a la red. (Amstrong, 1998).

Para calcular el diámetro de la tubería de la red de retorno de condensado, y seleccionar las trampas de vapor, se clasifica en tramos o secciones. Se ha dividido en:

distribuidor de vapor, líneas principales, piernas colectoras y líneas de condensado de los equipos. Ver figura N° 28

Seleccionar Tipos de Trampa

Cómo Varios Tipos de Trampas de Vapor Satisfacen Requisitos Específicos de Operación						
Código	Característica	Balde Invertido	F&T	Disco	Termostático	Controlador Diferencial
A	Modo de Operación	(1) Intermitente	Continuo	Intermitente	(2) Intermitente	Continuo
B	Ahorro de Energía (Tiempo en Servicio)	Excelente	Buena	Deficiente	Adecuada	(3) Excelente
C	Resistencia al Desgaste	Excelente	Buena	Deficiente	Adecuada	Excelente
D	Resistencia a la Corrosión	Excelente	Buena	Excelente	Buena	Excelente
E	Resistencia al Impacto Hidráulico	Excelente	Deficiente	Excelente	(4) Deficiente	Excelente
F	Venteo de aire y CO ₂ a la temperatura del vapor	Si	No	No	No	Si
G	Capacidad para Ventear Aire a Presiones Muy Bajas (0.02 bar)	Deficiente	Excelente	(5) NR	Buena	Excelente
H	Capacidad para Manejar Cargas de Aire al Arranque	Adecuada	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
I	Funcionamiento al Existir Contrapresión	Excelente	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
J	Resistencia a Daños por Congelamiento	Buena	Deficiente	Buena	Buena	Buena
K	Capacidad para Purgar el Sistema	Excelente	Adecuada	Excelente	Buena	Excelente
L	Desempeño con Cargas Muy Ligeras	Excelente	Excelente	Deficiente	Excelente	Excelente
M	Respuesta a Formación Rápida de Condensado	Inmediata	Inmediata	Retardada	Retardada	Inmediata
N	Capacidad para Lidar con Suciedad	Excelente	Deficiente	Deficiente	Adecuada	Excelente
O	Tamaño Relativo	(7) Grande	Grande	Pequeño	Pequeño	Grande
P	Capacidad para Manejar Vapor Flash (Espontáneo)	Adecuada	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Excelente
Q	Falla Mecánica (Abierta - Cerrada)	Abierta	Cerrada	(8) Abierta	(9)	Abierta

- | | | |
|---|--|--|
| 1. El drenado de condensado es continuo, la descarga es intermitente. | 4. Buena, para trampas bimetálicas y de wafer. | 7. Mediano, para trampas soldables de acero inoxidable. |
| 2. Puede ser continuo con cargas bajas. | 5. No se recomienda para operaciones a baja presión. | 8. Pueden fallar cerradas, debido a suciedad. |
| 3. Excelente, si se utiliza vapor secundario. | 6. No se recomiendan trampas de hierro fundido. | 9. Pueden fallar abiertas o cerradas, dependiendo del diseño de los fuelles. |

Figura 28. Como Reconocer y Seleccionar Tipos de Trampas de Vapor que Satisfagan los Requisitos Específicos de Operación

Fuente: (Amstrong, 1998)

2.1.5.1. DISTRIBUIDOR DE VAPOR

En un sistema de distribución de vapor de agua, el cabezal o manifold de distribución es una pieza clave en el sistema, puesto que, al ser una tubería en posición horizontal puede recibir el vapor de una o más calderos al mismo tiempo. En el cabezal, las tuberías de salida de vapor de los calderos y las tuberías de la red de distribución están conectadas por la parte superior del cabezal.

Para la línea de purga del distribuidor se selecciona una trampa de vapor de balde invertido (IB) (*ver Tabla N° 17*), por su poder de respuesta al desalojo de la cantidad de condensado acumulado el cual contiene: dióxido de carbono CO₂, agua y aire; también por tener una excelente resistencia al impacto hidráulico (golpe de ariete), y la gran

capacidad de desfogar suciedades, junto a su eficaz funcionamiento en cargas ligeras. Para su instalación, si el flujo del vapor en el cabezal, entra por uno de sus extremos, entonces el cabezal necesitará una sola trampa de vapor al extremo opuesto (*ver Figura N° 13*). Y en caso de que se tenga la entrada por la mitad del cabezal se instala las trampas de vapor en los dos extremos.

Tabla 17

Recomendaciones para la Selección de Trampas de Vapor

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada II para información sobre las "COMISIONES").

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Cabezal de Vapor	IBLV M, E, L, N, B, Q	*F&T

* Nunca se debe de usar una trampa tipo F&T con vapor sobrecalentado. Siempre se debe de usar una IB con válvula check interna, y con válvula y asiento pulidos.

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción, Códigos y Alternativa(s)	0 - 2 bar	Arriba de 2 bar
Tuberías Principales y Ramales. Condiciones Sin congelamiento	B, M, N, L, F, E, C, D, Q	*IB	*IB
	Otras Opciones	F&T	**F&T
Tuberías Principales y Ramales. Condiciones de congelamiento	B, C, D, E, F, L, M, N, Q, J	*IB	*IB
	Otras Opciones	Termostática o CD	Termostática o CD

* Especificar válvula check interna cuando la presión fluctúa.
 ** Usar IBLV arriba de los límites de presión y temperatura de las F&T.
 NOTA: Con vapor sobrecalentado se especifica una IB con válvula check interna y con válvula y asiento pulidos.

Nota: Recomendaciones para la Selección de Trampas de Vapor para el Cabezal de Distribución.

Fuente: (Amstrong, 1998)

Para el cálculo de la cantidad *Ec. 2.6* de condensado generado en los colectores, o a su vez la capacidad requerida para la trampa, se utiliza un factor de seguridad de 1.5, que es recomendado para prácticamente cualquier cabezal de vapor, se puede calcular mediante la siguiente fórmula (Amstrong, 1998):

$$C \quad R \quad T \quad d \quad V \quad = \quad F \quad x \quad m \quad x \quad 1 \quad \%$$

Ec. 2.6 (Amstrong, 1998)

Donde,

*F*s, factor de seguridad 1.5

m, flujo másico de vapor a la salida del caldero, 10 349,81 lb/h

10%, Arrastre de agua previsto

Capacidad Requerida Trampa de Vapor, 1 552,47 lb/h.

La cantidad de condensado en una tubería con aislamiento térmico se pueden obtener de las tablas del anexo K. Los valores encontrados en la tabla tienen la presunción de una eficiencia de aislamiento del 75%. (Amstrong, 1998)

2.1.5.2. LÍNEAS PRINCIPALES DE DISTRIBUCIÓN

En las líneas principales de la red de distribución de vapor, se debe instalar líneas de purgas, en dichas líneas contendrán trampas de vapor, que es de uso muy común, necesarias para evacuar el aire y el condensado que se encuentran al final de la línea para generar un desalojo completo de condensado y por ende un adecuado funcionamiento en los equipos y evitar el golpe de ariete. (ver anexo K)

Hay que tomar en cuenta que al inicio de los procesos se debe precalentar las líneas principales de la red de distribución de vapor. Que consiste en abrir completamente las válvulas de drenaje de las piernas colectoras de condensado y de las válvulas de las líneas de alivio, antes de que el vapor fluya, se abren las válvulas principales de cierre de circulación de vapor y transcurridos unos minutos el vapor empieza a escapar al ambiente en ese momento, se cierran las válvulas del drenaje y así las trampas podrán desempeñar su trabajo liberando el condensado evitando daños a la tubería y así los equipos podrán funcionar en operación normal.

Para el cálculo de las cargas de condensado en tuberías aisladas se utiliza la Ec. 2.,

$$Q_C = \frac{(W_P \times L_1) \times c \times (t_1 - t_2)}{r \times h} \times 60 \quad \text{Ec 2.7 (Amstrong, 1998)}$$

Q_c = Cantidad de condensado en kg/h

W_P = Peso de la tubería en kg/m (consulte anexo I)

L_1 = Longitud total de la línea de vapor en m

c = Calor específico del material de la tubería en kJ/kg/°C

(tubería de acero = 0,48 kJ/kg/°C)

t_2 = Temperatura final en °C

t_1 = Temperatura inicial en °C

r = Calor latente en kJ/kg (consulte Tablas de vapor, columna 5 en anexo E)

h = Tiempo en minutos para la puesta en marcha

NOTA: Se puede considerar $t_1 = 0^\circ\text{C}$ y $r = 2.100 \text{ kJ/h}$. para cálculos rápidos

2.1.5.3. LINEAS SECUNDARIAS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE CARCASA Y TUBO Y RADIADORES

Las máquinas de los procesos de tintura y secado utilizan intercambiadores de calor y radiadores respectivamente. Después de la transferencia de calor se genera condensado y las líneas secundarias como las trampas de vapor se selecciona con la siguiente ecuación:

$$C \quad R \quad T \quad d \quad V \quad = \quad F \quad x \quad \dot{m} \quad x \quad 1 \quad \%$$

Ec 2.8 (Amstrong, 1998)

Donde,

F_s , factor de seguridad 3

m , flujo másico del consumo de vapor de cada máquina kg/h

80%, Arrastre de agua previsto

Capacidad Requerida Trampa de Vapor, kg/h .

Tabla 18

Tabla de Recomendaciones

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CÓDIGOS").						
Equipo Siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Presión Constante		1era Opción y Códigos	Presión Variable	
		0-2 bar	Arriba de 2 bar		0-2 bar	Arriba de 2 bar
Unidad de Calefacción	B, C, E, K, N	IBLV	IBL	B, C, G, H, L	F&T	*F&T
	Alternativa	F&T	*F&T	Alternativa	IBLV	IBLV
Unidad de Manejo de Aire	B, C, E, K, N	IBLV	IBLV	B, C, G, H, L	F&T	*F&T
	Alternativa	F&T	*F&T	Alternativa	IBT	IBLV
Radiadores Aletados y Tubos Serpentin	B, C, E, K, N	IBLV	IBLV	B, C, G, H, L	F&T	F&T
	Alternativa	Termos-tática	Termos-tática	Alternativa	IBLV	IBLV

* Úsese IBLV arriba de los límites de presión y temperatura de las F&T
 POR FAVOR NÓTESE QUE: 1. Se debe de proveer un rompedor de vacío cuando se tengan presiones menores a la atmosférica.
 2. No se deben de usar las trampas F&T con vapor sobrecalentado.

Nota: Tabla de Recomendaciones para la Selección de Trampas de Vapor de Agua

Fuente: (Amstrong, 1998)

2.1.5. PERDIDAS DE VAPOR

En el tanque de adición de las máquinas Autoclave (*ver Figura N° 4*), se deposita la mezcla de los colorantes y auxiliares necesarios para empezar el proceso de tintura esta sustancia es diferente según los colores y las fibras. Dicha mezcla se calienta inyectándola vapor directamente hasta alcanzar los 80 °C por lo cual se pierde vapor de agua por una cantidad promedio de 65,66 Kg/h.

2.1.6. AGUA DE ADICIÓN O REPOSICIÓN.

Los volúmenes de agua necesarios para la producción de vapor son: 7,56 m³, y de 4,54 m³ para el caldero de 300 BHP y de 200 BHP respectivamente. En el anexo D se ve los registros de los análisis que se han realizado a la muestra de agua, como se indicó anteriormente en el punto 1.2.8.

Según el punto anterior existe la necesidad de adicionar una cantidad de agua de 0,25 m³ de agua al tanque de consumo diario para la generación de vapor de agua.

2.1.7. AISLAMIENTO TÉRMICO

La selección de un buen aislamiento térmico garantiza el buen desempeño del vapor en los procesos. En la tabla N° 21 encontramos los datos de las pérdidas de tubería con y sin aislamiento. Para diámetros hasta 2", las pérdidas comprenden entre 1472,86 BTU/h-m y 165,25 BTU/h-m, con tubería desnuda y con tubería aislada respectivamente para los mismos diámetros obtenemos perdidas entre y 203,44 BTU/h-m, y un porcentaje de reducción del 88,8% y a su vez una eficiencia térmica.

Tabla 19

Tabla de Pérdidas de Calor

Diámetro (pulg)	Presión (psig)	TUBERÍA DESNUDA		Espesor recomendado	TUBERÍA AISLADA			Porcentaje de reducción
		Pérdida calórica (BTU/hr-m)	Pérdida monetaria (\$/año-m)		Pérdida calórica (BTU/hr-m)	T _{superficie} (°C)	Pérdida monetaria (\$/año-m)	
1/2"	100	442,35	37,20	1-1/2"	79,68	26	6,70	82,0
3/4"	100	624,56	52,52	1-1/2"	95,76	28	8,05	84,7
1"	100	800,79	67,34	1-1/2"	110,65	29	9,30	86,2
1-1/4"	100	972,88	81,81	1-1/2"	124,84	31	10,50	87,2
2"	100	1472,88	123,85	1-1/2"	165,25	34	13,90	88,8

Nota: Tabla de Pérdidas de calor en tubería con y sin aislamiento

Fuente: (Armstronginternational, 2016)

2.1.8. SOPORTES

La instalación de las líneas de vapor y condensado constan también la localización de los soportes, esta depende del diámetro y cédula de la tubería para cada servicio, se debe tomar en cuenta, la localización de las válvulas, bridas y accesorios; y el aislamiento térmico de cada línea.

El ruteo de tuberías en la planta da a lugar para la ubicación de los soportes basados en la resistencia del tubo. Conservando el máximo espacio sugerido entre soportes (ver *Tabla N° 22*).

Tabla 20

Espacio entre Soportes

Diámetro nominal (mm) Acero/Cobre		Intervalo de recorrido horizontal (m)		Intervalo de recorrido vertical (m)	
ø interior	ø exterior	Acero suave	Cobre	Acero suave	Cobre
12	15		1,0		1,2
15	18	2,0	1,2	2,4	1,4
20	22	2,4	1,4	3,0	1,7
25	28	2,7	1,7	3,0	2,0
32	35	2,7	1,7	3,0	2,4
40	42	3,0	2,0	3,6	2,4
50	54	3,4	2,0	4,1	2,4
65	67	3,7	2,0	4,4	2,9
80	76	3,7	2,4	4,4	3,2
100	108	4,1	2,7	4,9	3,6
125	133	4,4	3,0	5,3	4,1
150	159	4,8	3,4	5,7	
200	194	5,1		6,0	
250	267	5,8		5,9	

Nota: Distancia entre Soportes de Tubería

Fuente: (SPYRAX, 2004)

CAPÍTULO III: SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE SISTEMA

INTRODUCCIÓN

La simulación del proceso, es la herramienta que permite analizar, diseñar y evaluar el sistema a través de modelos que contemplan cualitativamente y cuantitativamente las entradas y salidas del mismo. La evaluación de un sistema mediante la simulación permite verificar el diseño, disminuir riesgos asociados, establecer escenarios, minimizar errores, realizar una estimación y un pronóstico del costo, la estrategia de planeación y tomar decisiones a corto plazo.

Incluir métodos y técnicas de simulación en un proceso, sistema, procedimiento, etc. asegura un análisis mucho más conveniente tanto en consumo de recursos físicos como logísticos. Además, los resultados que se generan son confiables con un margen de error mínimo evitando así pérdidas en tiempo de planificación y en materia prima

3.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS DE VAPOR DE AGUAY ENFOQUE DEL MODELADO

El sistema de distribución de vapor empieza desde la generación de vapor, por medio de los calderos BO-1 y BO-2, el vapor que es generado por los calderos llega al distribuidor D-01 por medio de tuberías de 4" (4"-BO-001/002-V) desde el distribuidor hacia cada equipo de los procesos conectados por la red de vapor.

La simulación se realizó por medio de softwares, como el SolidWork, PipeFlow, Aspen Hysys. Dando como resultado lo siguiente:

3.1.1. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL VAPOR EN EL DISTRIBUIDOR

El análisis del comportamiento del vapor a la entrada y de salida del vapor en el distribuidor se realizó en el Software Solidworks 2016, se consideró el trabajo en simultaneo de los dos calderos y de los todos los equipos que consumen vapor de agua.

Se ingresa los valores del flujo másico de generación de vapor de agua de cada caldero y las presiones de trabajo de cada una de las máquinas, obteniendo los siguientes resultados:

Simulación del Distribuidor de Vapor

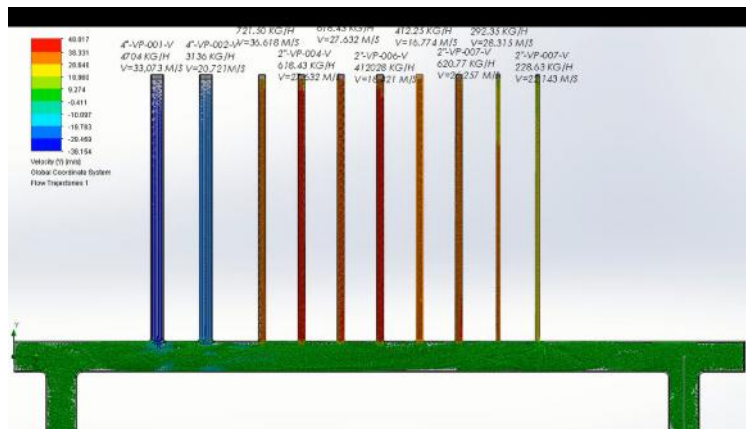


Figura 29. Distribuidor de vapor con entradas desde los calderos y salidas hacia los equipos

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Comportamiento del Vapor al Ingreso del Distribuidor

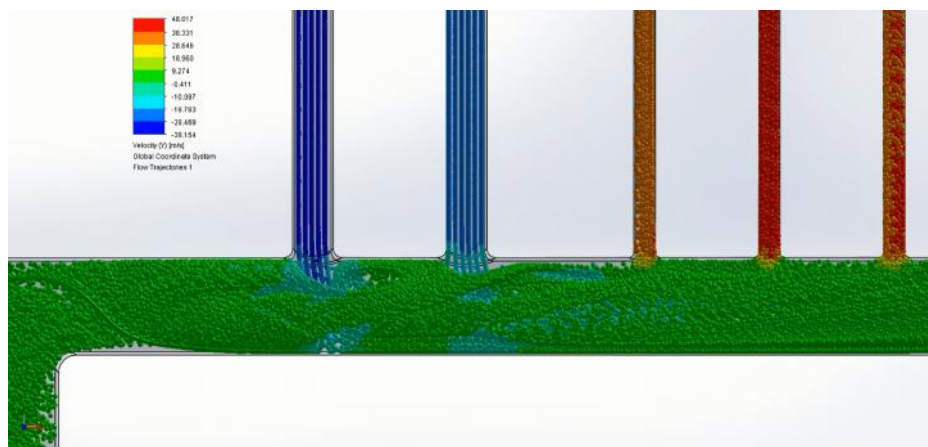


Figura 30. Comportamiento del vapor a la entrada del distribuidor

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

En la Figura N° 30 observamos las entradas de los calderos BO-001/002 color azul que representa las velocidades en dirección hacia abajo con valores de 19-39 m/s y las salidas de colores de tonalidad anaranjada y en ciertos casos roja con valores de 28-48 m/s (ver Figura N° 68).

Código de colores

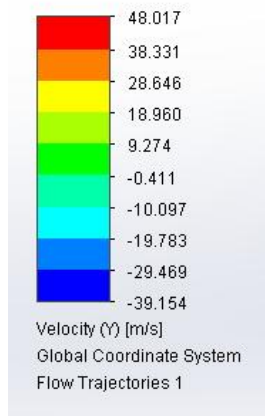


Figura 31. Valores de velocidades de acuerdo a los colores mostrados en la simulación

Elaborado por: M. Izurieta (2016))

3.1.2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

Para comprobar los resultados obtenidos mediante el cálculo de tubería se utilizó el programa de simulación es el Aspen Hysys V8.8. los resultados obtenidos se encuentran en la tabla N° 21.

Para la simulación se ingresaron los datos de la generación de los calderos y el consumo de vapor de cada una de las máquinas de los procesos.

Diagrama del Proceso simulado en el Programa Hysys

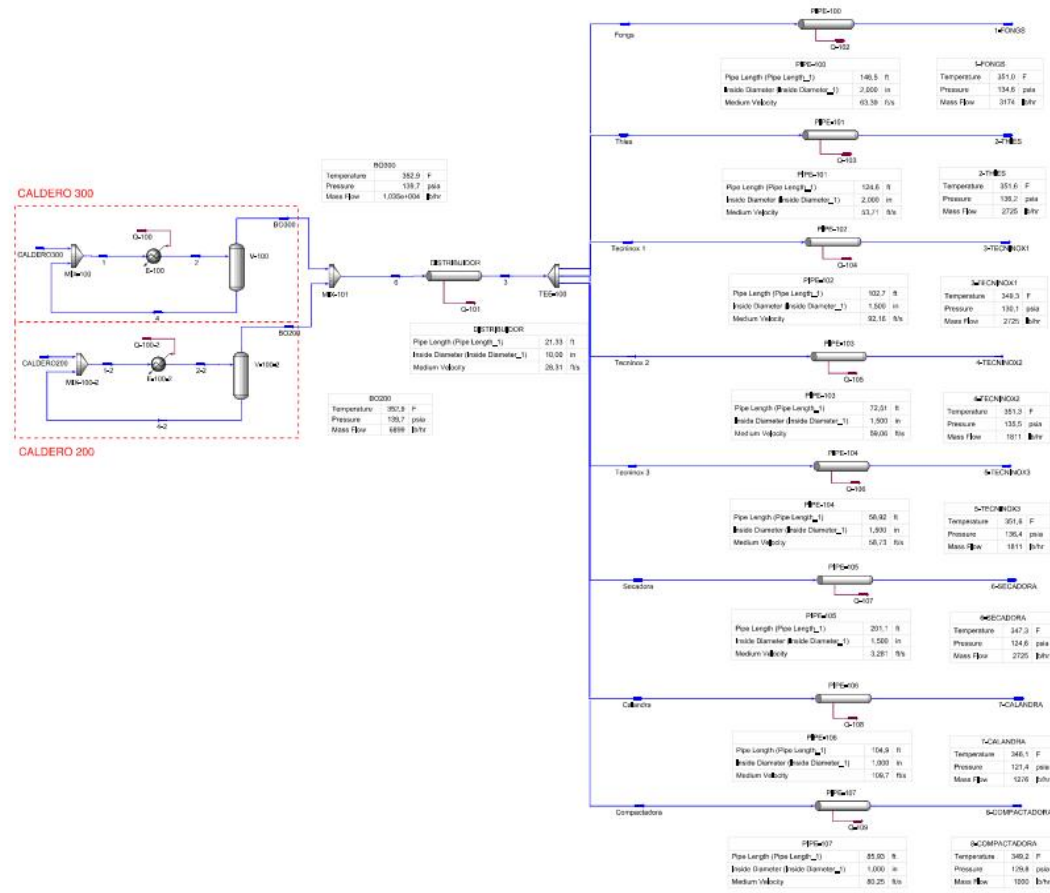


Figura 32. Simulación del sistema de distribución mediante el Software Aspen Hysys V8.8

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Tabla 21

Tabla de Resultados

CALCULATION NOTE																					Page:			
CLIENT: TEXTILES TORNASOL																					Of			
JOB: SIMULACIÓN DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR DE AGUA A UTILIDADES																								
ONE-PHASE LINE PRESSURE DROP																								
Stream	Xvap [kg]	Flow [kg/h]	Initial				Thermal				Geometry				Final				Notes					
			Press [barg]	Temp [°C]	ρ [kg/m3]	μ [cP]	Cp [J/kgK]	U [W/m2K]	T amb [°C]	ID [in]	Rug [mm]	ΔL [±m]	Slope [±deg]	ΣK	Press [barg]	Temp [°C]	ρ [kg/m3]	-ΔP [bar]		-Δh [m]	-ΔP/L [bar/km]	vel [m/s]	ρv2 [kg/m2]	ρv3 [kg/s3]
Lineas de Calderos																								
Alimentador Caldero 300 (4in)	1	4695	9,63	178,0	5	0,0148	Isothrm	25	4,03	0,048	12,1	0	13,6	9,20	178,0	5	0,43	953,3	4,46	35,25	5597	197263	0,0740	
Alimentador Caldero 200 (4in)	1	3129	9,63	179,8	5	0,0148	Isothrm	25	4,03	0,048	14,98	0	14,6	9,44	179,8	5	0,19	378,3	1,63	20,99	2221	46605	0,0461	
Alimentador Caldero 200 (3in)	1	3129	9,63	179,8	5	0,0148	Isothrm	25	3,07	0,048	14,98	0	15,8	8,98	179,8	5	0,65	1322,1	7,49	37,79	6886	260216	0,0830	
Linea por equipo																								
Distribuidor Vapor	1	7824	9,17	178,0	5	0,014	Isothrm	25	10,02	0,048	6,5	0	12,9	9,15	178,0	5	0,02	50,2	0,11	8,63	369	3181	0,0190	
Alimentador Fongs (2in)	1	722	9,15	178,0	5	0,014	Isothrm	25	2,07	0,048	44,855	0	20,7	8,81	178,0	5	0,33	696,1	3,32	19,32	1790	34588	0,0427	
Alimentador Fongs (1.5in)	1	722	9,15	178,0	5	0,014	Isothrm	25	1,61	0,048	44,855	0	20,7	8,07	178,0	4	1,08	2345,0	12,08	34,34	5227	179505	0,0759	
Alimentador Thies (2in)	1	618	9,15	178,0	5	0,014	Isothrm	25	2,07	0,048	37,98	0	20,2	8,92	178,0	5	0,22	466,1	2,15	16,37	1301	21295	0,0362	
Alimentador Thies (1.5in)	1	618,4	9,15	178,0	5	0,014	Isothrm	25	1,61	0,048	37,98	0	22,1	8,40	178,0	5	0,74	1585,5	8,88	28,38	3702	105060	0,0627	
Alimentador Technox 1 (1.5in)	1	618,4	9,15	178,0	5	0,014	Isothrm	25	1,61	0,048	31,3	0	20,2	8,50	178,0	5	0,65	1370,2	8,68	28,09	3664	102909	0,0620	
Alimentador Technox 2 (1.5in)	1	412	9,15	178,0	5	0,0144	Isothrm	25	1,61	0,048	24,63	0	22,1	8,88	178,0	5	0,27	562,6	4,00	18,00	1566	28181	0,0398	
Alimentador Technox 2 (1in)	1	412	9,15	178,0	5	0,0144	Isothrm	25	1,05	0,048	24,63	0	26,6	6,82	178,0	4	2,33	5430,4	37,96	53,67	11024	591684	0,1186	
Alimentador Technox 3 (1.5in)	1	412	9,15	178,0	5	0,0144	Isothrm	25	1,61	0,048	17,955	0	18,2	8,94	178,0	5	0,21	441,0	4,00	17,90	1556	27855	0,0396	
Alimentador Technox 3 (1in)	1	412,0	9,15	178,0	5	0,0144	Isothrm	25	1,05	0,048	17,96	0	21,9	7,39	178,0	4	1,76	3968,2	37,91	50,01	10264	513276	0,1105	
Alimentador Secadora (2in)	1	620,8	9,15	178,0	5	0,0144	Isothrm	25	1,61	0,048	61,295	0	24,5	8,13	178,0	4	1,02	2212,9	8,95	29,33	3841	112683	0,0848	
Alimentador Calandra (1in)	1	292	9,15	178,0	5	0,0144	Isothrm	25	1,05	0,048	31,975	0	26,3	7,91	178,0	4	1,24	2724,2	19,01	33,43	4867	162693	0,0739	
Alimentador Compactadora (1in)	1	228	9,15	178,0	5	0,0144	Isothrm	25	1,05	0,048	26,185	0	25,6	8,49	178,0	5	0,66	1395,7	11,61	24,46	2779	87983	0,0541	

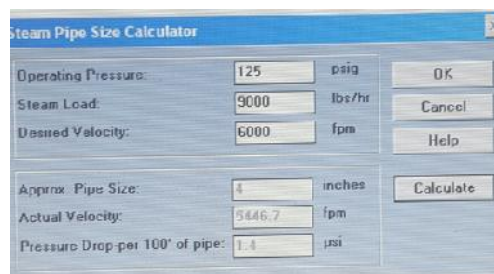
Nota: Tabla de resultados del Software por el Simulador Aspen Hysys V 8.8

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

3.1.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CONDENSADO

Los cálculos de los diámetros del sistema de retorno de condensado se realizaron usando el software llamado ESPPLUS 3.0, en el cual se ingresaba los flujos máscicos de vapor generados por los calderos y el consumo de vapor de las máquinas, obteniendo como resultado lo siguiente, registrado en el reporte fotográfico de la corrida del software:

Cálculo de los Diámetros de Tubería

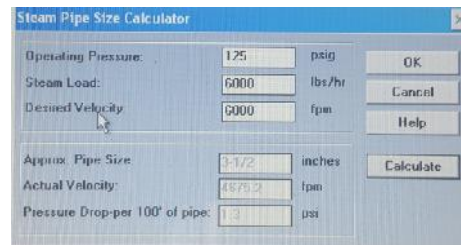


Input	Value	Unit
Operating Pressure	125	psig
Steam Load	9000	lbs/hr
Desired Velocity	6000	fpm
Approx. Pipe Size	4	inches
Actual Velocity	5446.7	fpm
Pressure Drop per 100' of pipe	1.4	psi

Figura 33. Comprobación del Diámetro de Tubería de la línea 4''-BO-001-V

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Cálculo de los Diámetros de Tubería

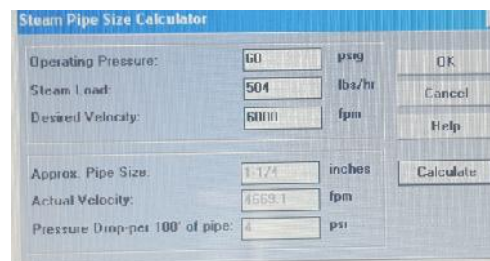


Input	Value	Unit
Operating Pressure	125	psig
Steam Load	6000	lbs/hr
Desired Velocity	6000	fpm
Approx. Pipe Size	3-1/2	inches
Actual Velocity	4879.2	fpm
Pressure Drop per 100' of pipe	1.3	psi

Figura 34. Comprobación del Diámetro de Tubería de la línea 4''-BO-002-V

Elaborado por: M. Izurieta (2016))

Cálculo de los Diámetros de Tubería



Input	Value	Unit
Operating Pressure	60	psig
Steam Load	504	lbs/hr
Desired Velocity	6000	fpm
Approx. Pipe Size	1-1/4	inches
Actual Velocity	4569.1	fpm
Pressure Drop per 100' of pipe	4	psi

Figura 35 Diámetro de la tubería Línea de Condensado de Vapor a la salida de los Equipos

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

La matriz a continuación muestra los resultados obtenidos a lo largo del diseño de la red de distribución de vapor de agua en los procesos de una empresa textil, siguiendo la metodología descrita, que al final permitió cumplir con los objetivos propuestos en este Proyecto Técnico.

Tabla 22

Tabla Comparativa

EQUIPO	NOMBRE LINEA	CÁLCULO		SIMULACIÓN					
		TEÓRICO		SOLIDWORKS		ASPEN NHYSYS		ESPPLUS 3.0	
		Ø	V	Ø	V	Ø	V	Ø	V
BO - 01	4 " - BO - 001 - V	4"	33,1	4"	39,154	4"	35,25	4"	27,67
BO - 02	4 " - BO - 002 - V	4"	22,1	4"	35,68	3"	37,79	3,5"	23,75
OV - 01	2 " - VP - 001 - V	2"	19,8	2"	30,25	1,5"	34,34	1,5"	20,36
OV - 02	2 " - VP - 002 - V	2"	17,0	2"	43,25	1,5"	28,38	1,5"	18,35
OV - 03	2 " - VP - 003 - V	2"	17,0	2"	39,25	1,5"	28,38	1,5"	18,36
OV - 04	2 " - VP - 004 - V	2"	18,7	2"	25 1/3	1,5"	53,67	1,5"	17,25
OV - 05	2 " - VP - 005 - V	2"	18,4	2"	38 1/4	1"	50,01	1"	18,23
SE - 06	2 " - VP - 006 - V	2"	17,0	2"	25,68	2"	29,33	2"	16,89
CA - 07	1 " - VP - 007 - V	1"	31,2	1"	31,25	1"	33,43	1"	32,36
CA - 08	1 " - VP - 008 - V	1"	24,4	1"	29,52	1"	24,46	1"	26,26

Nota:Tabla comparativa de los diámetros y velocidades tanto teórico como de simulación

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Los resultados obtenidos mediante la forma teórica o utilizando algún software vemos que existe un error despreciable, hay que tomar en cuenta que existen criterios para seleccionar la tubería.

Tabla 23

Tabla de Resultados

TABLA DE RESULTADOS DE CANTIDAD DE CONDENSADO, Ø DE LAS LÍNEAS DE RETORNO Y TRAMPAS DE VAPOR

LÍNEA	L m	LEQ m	QC KG/h	Ø COND.	TIPO DE TRAMPA
2"-VP-001-V	57,06	57,055	125,13	1"	TERMOSTÁTICA
2"-VP-002-V	50,38	50,38	110,48	1"	TERMOSTÁTICA
2"-VP-003-V	43,71	43,705	95,85	1"	TERMOSTÁTICA
1 1/2"-VP-004-V	37,03	37,03	81,21	1"	TERMOSTÁTICA
1 1/2"-VP-005-V	30,36	30,36	66,58	1"	TERMOSTÁTICA
2"-VP-006-V	74,20	74,195	162,72	1"	TERMOSTÁTICA
1"-VP-007-V	37,18	37,175	81,53	1/2"	TERMOSTÁTICA
1"-VP-008-V	31,39	31,385	68,83	1/2"	TERMOSTÁTICA

Nota: Cantidad de Condensado Generado por las Líneas de Distribución, Ø De Las Líneas De Retorno Y Trampas De Vapor

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Tabla 24

Tabla de Resultados

TABLA DE RESULTADOS DE CANTIDAD DE CONDENSADO, Ø DE LAS LINEAS DE RETORNO Y TRAMPAS DE VAPOR

EQUIPO	L m	LEQ m	QC KG/h	Ø COND.	TIPO DE TRAMPA
O-01-TT	57,06	57,055	512,18	1"	F&T
O-02-TT	50,38	50,38	393,99	1"	F&T
O-03-TT	43,71	43,705	393,99	1"	F&T
O-04-TT	37,03	37,03	275,79	1"	F&T
O-05-TT	30,36	30,36	275,79	1"	F&T
S-01-SE	74,20	74,195	236,39	1"	F&T
C-01-CM	37,18	37,175	216,69	1/2"	F&T
C-02-CL	31,39	31,385	236,39	1/2"	F&T

Nota: Tabla de Resultados de Cantidad de Condensado Generado por la Transferencia de calor en los equipos, Ø De Las Líneas De Retorno Y Trampas De Vapor

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO DEL PROYECTO INTRODUCCIÓN

Para el análisis de costos directos e indirectos se debe tomar en cuenta que las cantidades, accesorios insumos y consumibles de acuerdo a los planos generados en el diseño. (ver Anexo M).

4.1. COSTOS DIRECTOS

En los costos directos se tomará en cuenta los materiales, mano de obra y consumibles. El costo de mano de obra considera los consumibles, es decir un costo global.

Tabla 25

Costo de Mano de Obra

		NOMBRE DEL DOCUMENTO: LISTA DE MATERIALES					
		SOLICITUD DE COMPRA					
		Código de documento / revisión			REV-C		
GERENCIA DE PROYECTOS E INGENIERÍA		Fecha de creación del registro			08/07/2016		
		Autor:			MI		
PROYECTO:		INSTALACIÓN DEL SITEMA DE RED DE VAPOR DE AGUA					
CLIENTE:		TEXTILES TORNASOL					
REFERENCIA:		PLANOS CONSTRUCTIVOS					
FECHA:		08/07/2016					
ITEM	SIZE	DESCRIPCION	CANT	UND	COSTO	TOTAL	OBSERVACIONES
1	NA	SERVICIO DE SOLDADURA, MONTAJE Y AISLAMIENTO DE TUBERÍA	1523,45	Pul-Dia	\$ 125,36	\$ 190 979,69	
2						\$ -	
3						\$ -	
4						\$ -	
5						\$ -	
6						\$ -	
7						\$ -	
8						\$ -	
					SUB TOTAL	\$ 190 979,69	
					IVA 14%	\$ 26 737,16	
					TOTAL	\$ 217 716,85	
M. IZURIETA		M. IZURIETA			H. IZURIETA		
ELABORADO POR:		REVISADO POR:			APROBADO POR		

Nota: Costo de Mano de Obra incluido Insumos, Consumibles y Renta de Equipo

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

Tabla 26

Costo de Materiales

NOMBRE DEL DOCUMENTO: LISTA DE MATERIALES							
SOLICITUD DE COMPRA							
Código de documento / revisión				REV-C			
GERENCIA DE PROYECTOS E INGENIERÍA		Fecha de creación del registro			08/07/2016		
		Autor:			MI		
PROYECTO:		INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RED DE VAPOR DE AGUA					
CLIENTE:		TEXTILES TORNASOL					
REFERENCIA:		PLANOS CONSTRUCTIVOS					
FECHA:		08/07/2016					
ITEM	SIZE	DESCRIPCION	CANT	UND	COSTO	TOTAL	OBSERVACIONES
1	1"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B BBE Long. 6 mts.	18	EA	\$ 125,36	\$ 2 256,48	
2	1"	TEE, STR. S/STD, THD, ASTM A-234 GR WPB	3	EA	\$ 35,60	\$ 106,80	
3	1"	CODO 90° NPT, THD # 800	10	EA	\$ 23,60	\$ 236,00	
4	1"	CHECK VALVE, THD # 800	4	EA	\$ 250,00	\$ 1 000,00	
5	1"	BALL VALVE, THD # 800	25	EA	\$ 225,00	\$ 5 625,00	
6	2"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B BBE Long. 6 mts.	52	EA	\$ 178,36	\$ 9 274,72	
7	2"	TEE, STR. S/STD, ASTM A-234 GR WPB	8	EA	\$ 56,30	\$ 450,40	
8	2"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	30	EA	\$ 45,60	\$ 1 368,00	
9	2" x 1"	TEE, RED. S/STD, ASTM A-234 GR WPB	6	EA	\$ 68,36	\$ 410,16	
10	2"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	9	EA	\$ 45,60	\$ 410,40	
11	2"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	100	EA	\$ 15,30	\$ 1 530,00	
12	2"	CODO 90°, STD	30	EA	\$ 24,89	\$ 746,70	
13	2"	BALL VALVE, FLG END CLAS # 150	30	EA	\$ 298,36	\$ 8 950,80	
14	3/8"X3 1/2"	STUD BOLTS W/ NUTS	100	EA	\$ 5,36	\$ 536,00	
15	4"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B BBE Long. 6 mts.	59	EA	\$ 365,96	\$ 21 591,64	
16	4"	TEE, STR. S/STD, ASTM A-234 GR WPB	3	EA	\$ 78,96	\$ 236,88	
17	4"	FLG, RFWN 150LB S/STD BORE, ASTM A-105	15	EA	\$ 89,24	\$ 1 338,60	
18	4"	GASKET, 1/8" THK, 150LB	25	EA	\$ 12,28	\$ 307,00	
19	4"	CODO 90°, STD	30	EA	\$ 78,25	\$ 2 347,50	
20	4"	BALL VALVE, FLG END CLAS # 150	10	EA	\$ 357,81	\$ 3 578,10	
21	4"	CHECK VALVE, FLG END # 150	6	EA	\$ 456,25	\$ 2 737,50	
22	5/8"X3 1/2"	STUD BOLTS W/ NUTS	500	EA	\$ 13,54	\$ 6 770,00	
23	8"X2"	THREADOLET, SCH STD, ASTM A-105	10	EA	\$ 46,25	\$ 462,50	
24	8"X4"	TEE, RED. S/STD, ASTM A-234 GR WPB	2	EA	\$ 137,49	\$ 274,98	
25	8"	PIPE, S/STD SMLS, ASTM A-106 GR B BBE Long. 6 mts.	1	EA	\$ 561,37	\$ 561,37	
26	8"	Cup Sch std Bevel end	1	EA	\$ 235,48	\$ 235,48	
27						\$ -	
28						\$ -	
SUB TOTAL						\$ 73 343,01	
IVA 14%						\$ 10 268,02	
TOTAL						\$ 83 611,03	
M. IZURIETA		M. IZURIETA			H. IZURIETA		
ELABORADO POR:		REVISADO POR:			APROBADO POR		

Nota: Costo de Materiales Necesarios para la Instalación del Sistema de Red de Vapor

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

4.2. COSTOS INDIRECTOS

Tabla 27

Costo de Aislamiento Térmico

NOMBRE DEL DOCUMENTO: LISTA DE MATERIALES							
SOLICITUD DE COMPRA							
Código de documento / revisión				REV-C			
Fecha de creación del registro				08/07/2016			
Autor:				MI			
GERENCIA DE PROYECTOS E INGENIERÍA							
PROYECTO:		INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RED DE VAPOR DE AGUA					
CLIENTE:		TEXTILES TORNASOL					
REFERENCIA:		PLANOS CONSTRUCTIVOS					
FECHA:		08/07/2016					
ITEM	SIZE	DESCRIPCION	CANT	UND	COSTO	TOTAL	OBSERVACIONES
1	NA	AISLAMIENTO DE TUBERÍA	632,54	M	\$ 125,36	\$ 79 295,21	
2	NA	TRANSPORTE	1	GBL	1500	\$ 1 500,00	
3	NA	INPREVISTOS	1	GBL	30000	\$ 30 000,00	
4						\$ -	
5						\$ -	
6						\$ -	
7						\$ -	
8						\$ -	
SUB TOTAL						\$ 110 795,21	
IVA 14%						\$ 15 511,33	
TOTAL						\$ 126 306,54	
M. IZURIETA		M. IZURIETA				H. IZURIETA	
ELABORADO POR:		REVISADO POR:				APROBADO POR	

Nota: Costo de Aislamiento Térmico, Transporte e Imprevistos; renta de equipo necesario para la instalación del sistema de red

Elaborado por: M. Izurieta (2016)

CONCLUSIONES

- Se realizó el estudio previo para realizar el diseño de un sistema de distribución de vapor, para la planificación, el ruteo de tuberías, la elaboración del listado de materiales y la selección de trampas de vapor, para evitar el sobre dimensionamiento y la compra de accesorios y tuberías innecesarios, y así garantizar una eficiencia en la inversión.
- Se calculó los diámetros de las tuberías que transportan vapor y condensado; seleccionar adecuadamente las trampas de vapor, identificar y localizar puntos críticos en el diseño para evitar pérdidas tanto de presión como de calor.
- No es necesario la instalación de una bomba de condensado, porque las longitudes de las líneas de retorno no son mayores a 100m.
- La cantidad de agua de reposición es de $65,66 \text{ Kg/h}$, más $1\,568,15 \text{ Kg/h}$ que corresponden al 20% de consumo de energía al usar al vapor como fuente energética ($7\,840,77 \text{ Kg/h}$), necesarios para cumplir con las curvas de procesos de las máquinas, es decir se necesita adicionar $1,63 \text{ m}^3$ de agua tratada al día.

RECOMENDACIONES

- Al momento de comenzar la jornada laboral tomar en cuenta que el precalentamiento es muy importante y peligroso a la vez, mantener abiertas las válvulas de desfogue hasta que el condensado haya retornado hacia el tanque de consumo diario para evitar daños ocasionados por el golpe de ariete al arrastrar el condensado a velocidades que viaja el vapor.
- Se debe inspecciones periódicas a las trampas de vapor con un mínimo de tiempo de dos veces al año, y asegurar de no tener inconvenientes, tales como: fugas y obstrucciones, en las líneas de vapor y condensado; para así evitar otros inconvenientes, golpe de ariete o choques térmicos.
- Realizar el mantenimiento, eliminar las fugas de vapor, reemplazar el aislamiento térmico defectuoso para mantener un sistema eficiente y lograr bajar los costos de producción.
- Al seleccionar las trampas y realizar instalaciones adecuadamente, se logrará un ahorro en el consumo de energía de combustible en la generación de vapor entre un a 25% al 26%.
- Al tener un eficiente sistema de vapor y retorno de condensado se logrará entregar la cantidad de vapor en las unidades de proceso, máximo ahorro energético, mayor vida útil en los equipos y mínimos mantenimientos.
- En el diseño de un sistema de distribución de vapor de agua, ya sea por método analítico o usando un software especial, se debe tomar en cuenta el mercado nacional, en cuanto a diámetros de tubería, cedula, rating de los accesorios, método de soldadura, tomando en cuenta las normas o códigos aplicables y vigentes para la construcción e instalación.

BIBLIOGRAFÍA

- Armstronginternational. (2016). *www.armstronginternational.com*. Obtenido de www.armstronginternational.com
- BASF. (1950). *Manual, Tintura y acabados de fibras de poliéster solas o en mezcla con otras fibras*. Ludwigshafen: BASF Aktiengesellschaft.
- Castilla, J. D. (2010). *MANUAL TÉCNICO DE DISEÑO Y CÁLCULO DE REDES DE VAPOR*.
- Clark (Coaut), P. G. (1964). *Economía interindustrial: insumo producto y programación lineal* (2 ed.). México DF: Fondo de Cultura Económica.
- CONAE. (2002). *GUÍA DE VAPOR PARA LA INDUSTRIA*. MÉXICO: Energy Efficiency Handbook.
- Heredia Chumacero, M. L. (s.f.). *MONOGRAFÍAS*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos58/metodologia-investigacion/metodologia-investigacion2.shtml#elaboraciondiseno>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1994). *Metodología de la Investigación*. Colombia: McGraw/Hill.
- Kenton, W. D. (2014). *SIMULATION WITH ARENA* (6 ed.). McGraw-Hill.
- Luckuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD* (1 ed., Vol. 1). MÉXICO.
- Luckuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD* (1 ed., Vol. 2). MÉXICO.
- luckuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD* (1 ed., Vol. 3). MÉXICO.

- Luckuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD* (1 ed., Vol. 4). MÉXICO.
- Luckuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD* (1 ed., Vol. 5). MÉXICO.
- Luckuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD* (1 ed., Vol. 6). MÉXICO.
- Luckuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD* (1 ed., Vol. 7). MÉXICO.
- Luckuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD* (1 ed., Vol. 5). MÁXICO.
- Luckuán Lavado, F. E. (2012). *LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD* (1 ed., Vol. 4). MÁXICO.
- Ludwig, E. E. (1995). *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants* (3 ed., Vol. 1). Texas: Gulf Professional Publishing.
- Meléndre, D. H. (s.f.). Obtenido de http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/como_escribir_tesis.pdf
- Norma Técnica Colombiana 1240. (14 de Diciembre de 2011). *Norma Técnica Colombiana 1240*. Obtenido de <http://tienda.icontec.org/brief/NTC1240.pdf>
- NTE INEN 1973. (29 de Enero de 2013). *NTE INEN 1973*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <http://www.inen.gob.ec/>
- Roberto Hernandez SamperI, Carlos Fernando Collado, Pilar Baptista Lucio. (2003). *metodología de la invetigación*. Mexico: McGraw Hill.

SlideShare. (2016). *SlideShare*. Obtenido de SlideShare:

<http://es.slideshare.net/search/slideshow?searchfrom=header&q=red+principal+de+vapor>

SPYRAX, S. (2004). *DESIGN OF FLUID SYSTEM* (20 ed.). BLYTHEWOOD:

SPYRAX SARCO.

TLV. (2016). *tlv*. Obtenido de [http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/types-of-](http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/types-of-condensate-recovery.html)

[condensate-recovery.html](http://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/types-of-condensate-recovery.html)

Walworth. (2011). *Walworth*. Obtenido de www.walworthvalves.com

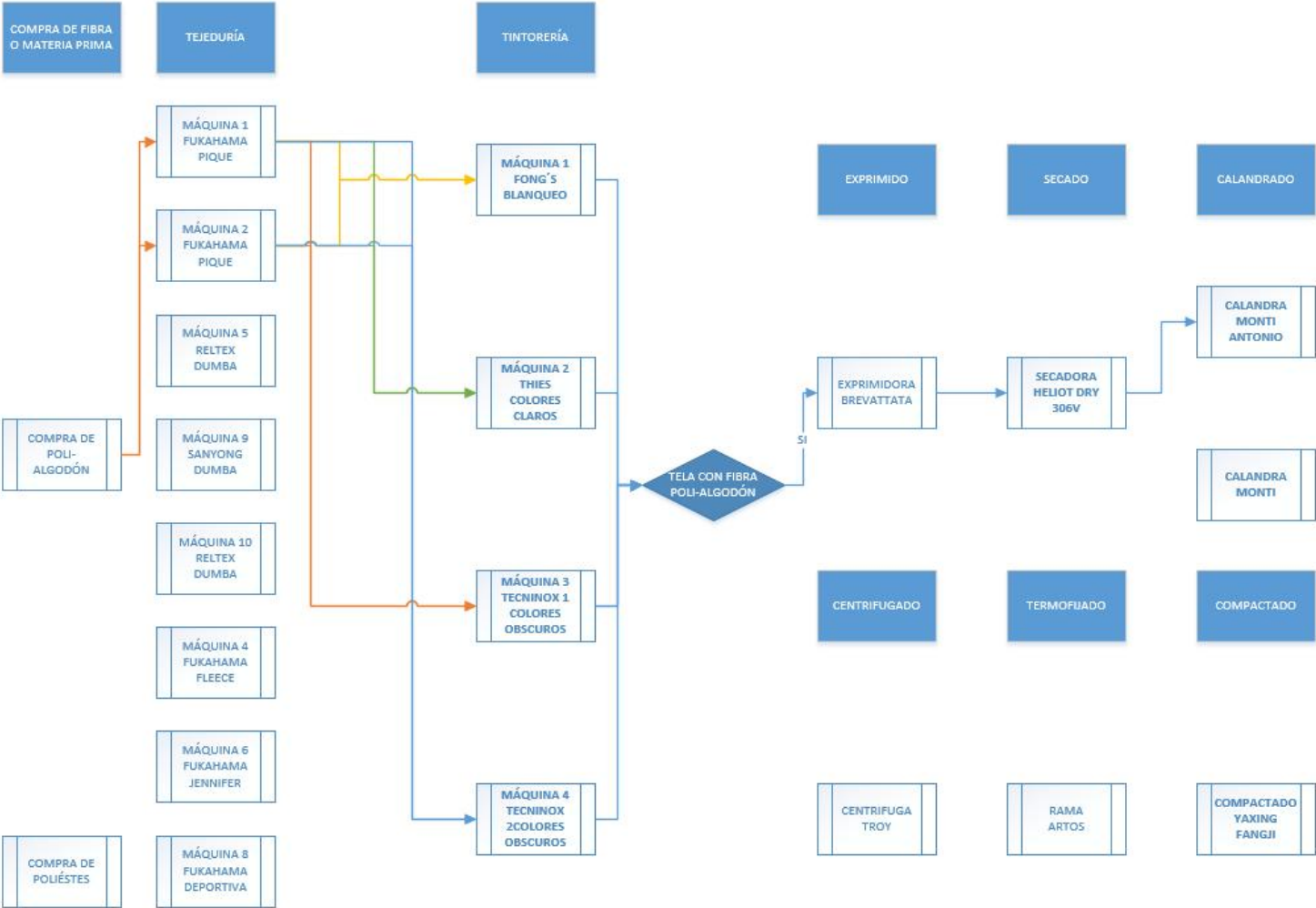
Yanus, C. A. (1998). *Termodinámica* (6ta ed.). U.S.A.: Mc Graw Hill.

ANEXO

ANEXO A: Tipos de telas fabricadas o elaboradas y colores disponibles que produce la empresa “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”

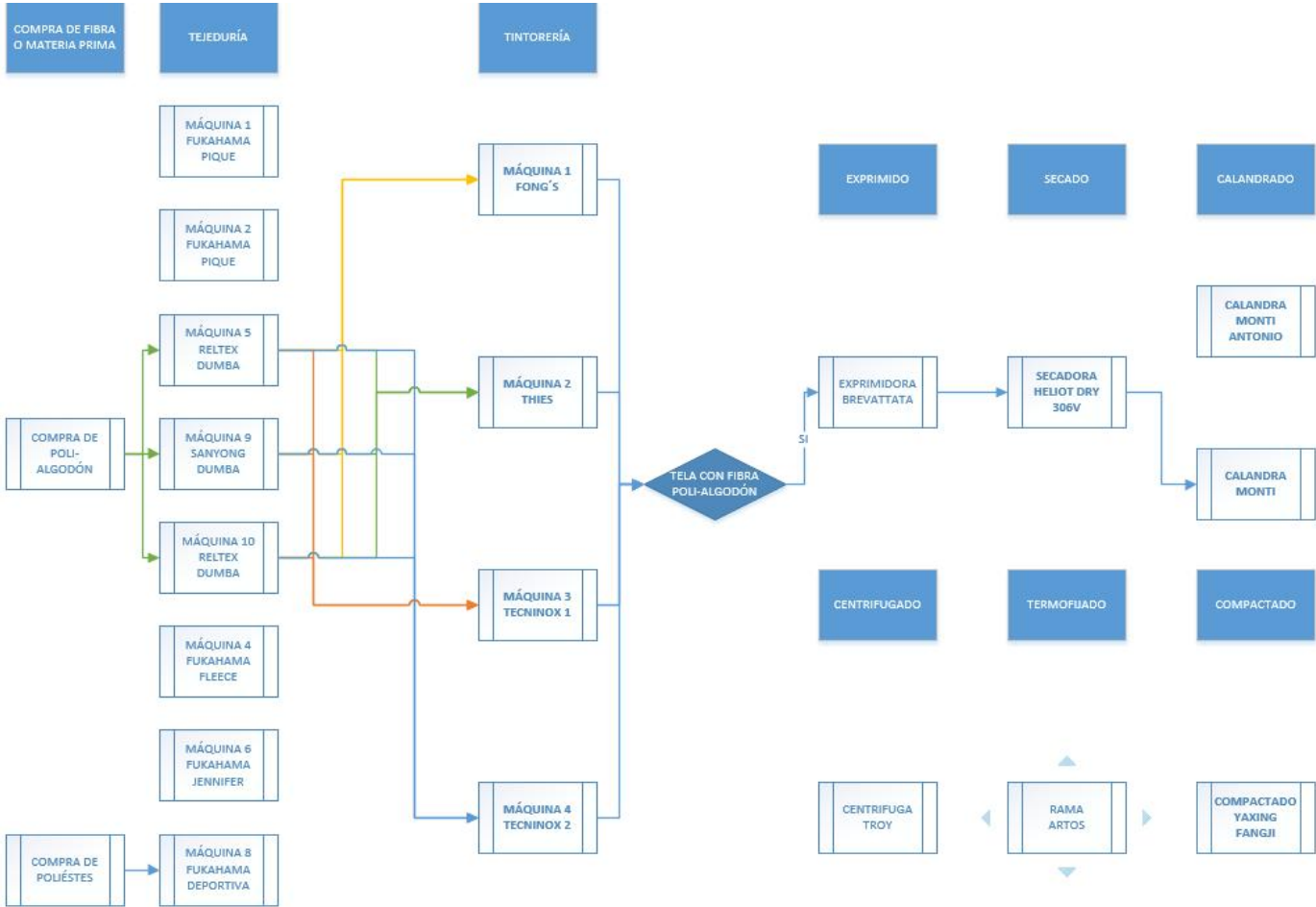


ANEXO B: Diagramas de flujos de los procesos de los tipos de telas generados por la empresa “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”



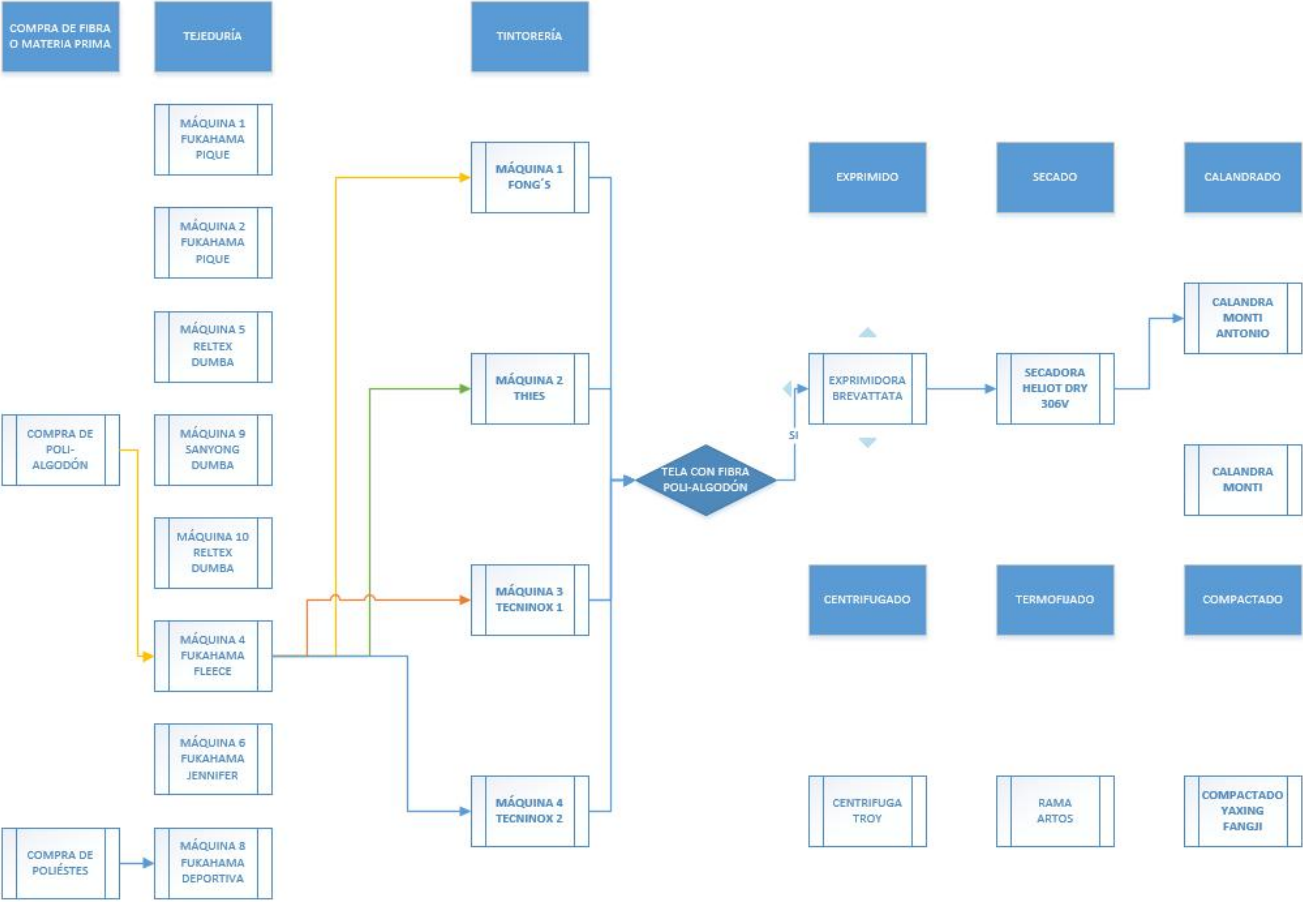
ANEXO B: Diagramas de flujos de los procesos de los tipos de telas generados por la empresa “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”

(Continuación)



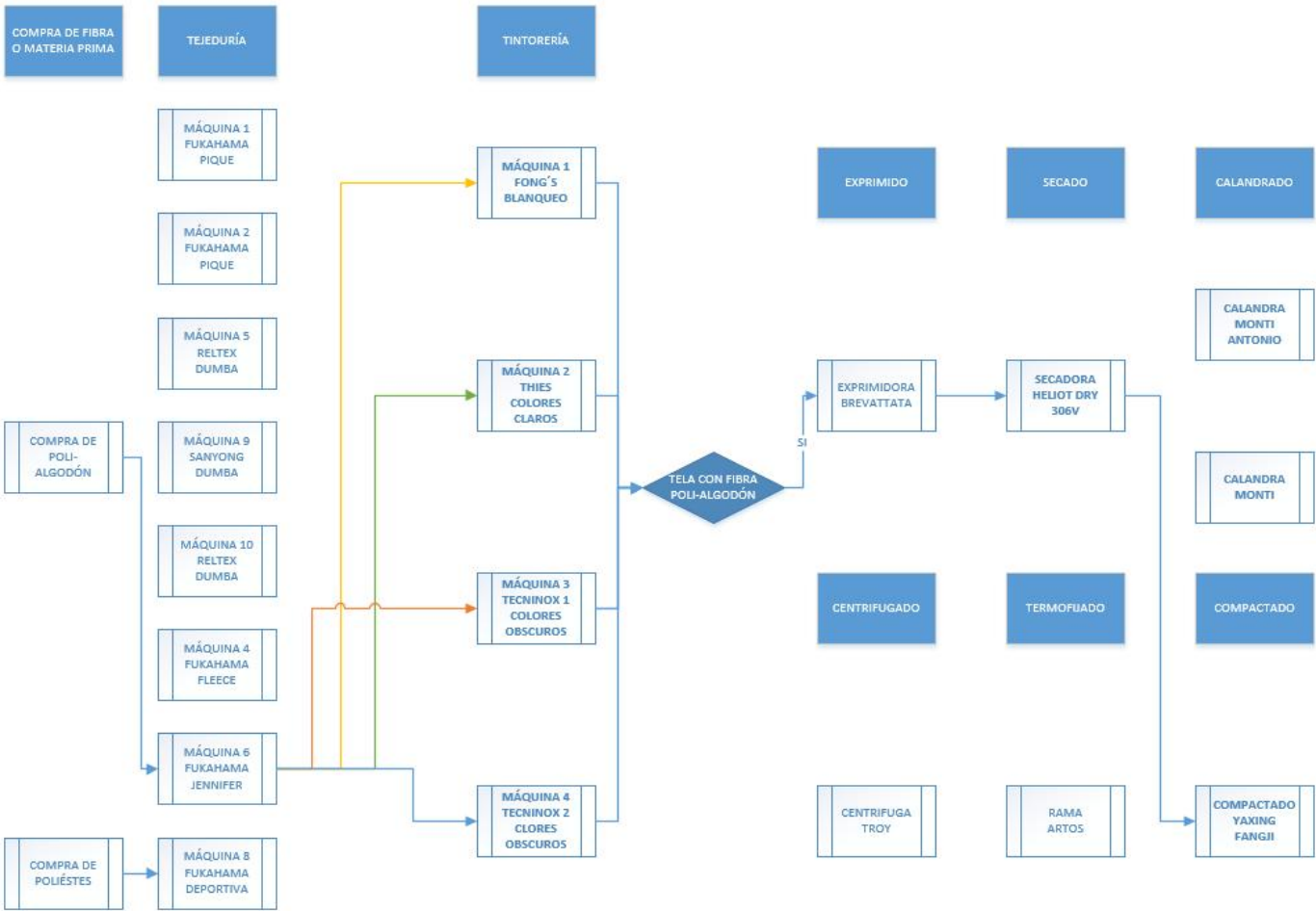
ANEXO B: Diagramas de flujos de los procesos de los tipos de telas generados por la empresa “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”

(Continuación)



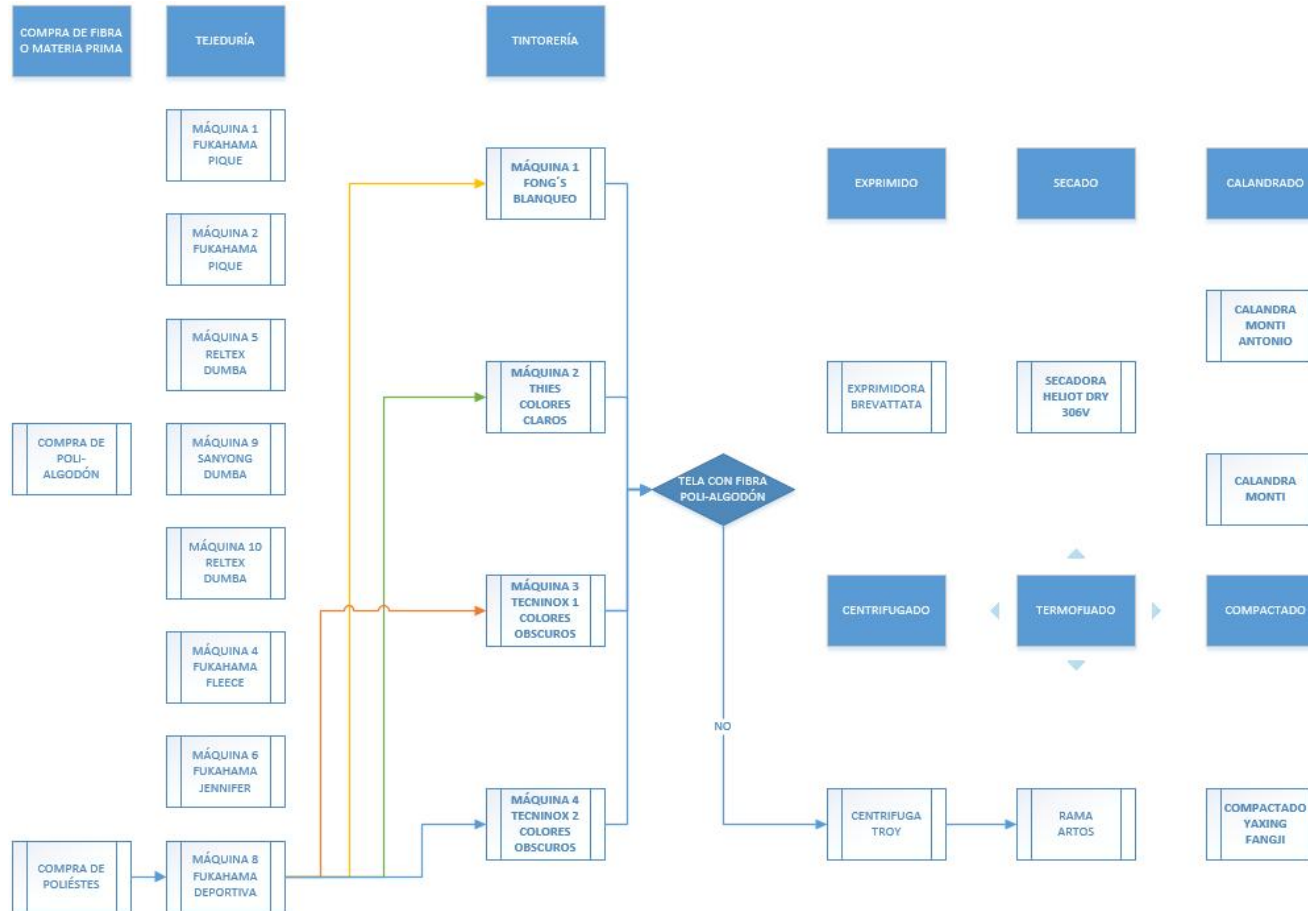
ANEXO B: Diagramas de flujos de los procesos de los tipos de telas generados por la empresa “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”

(Continuación)

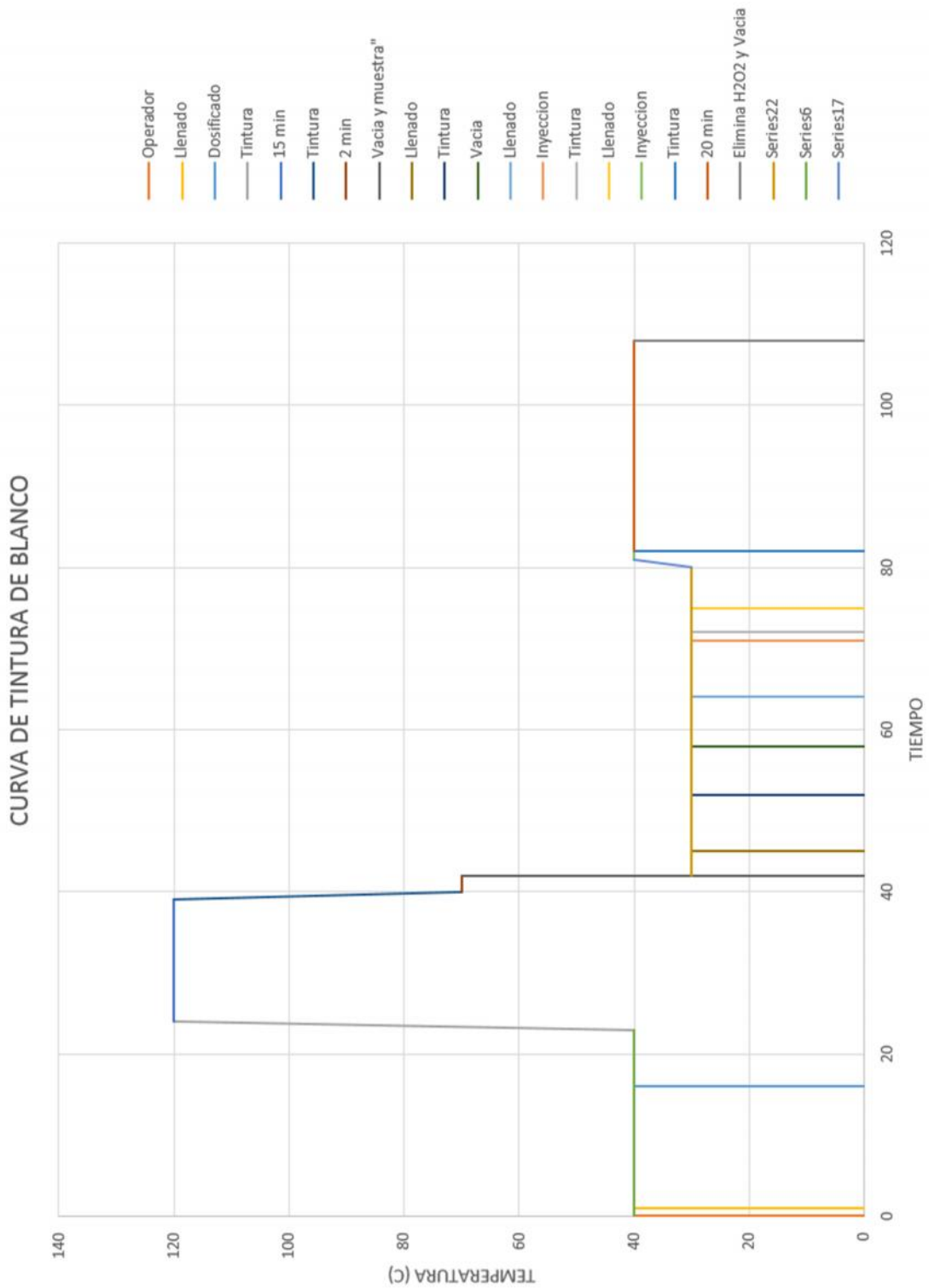


ANEXO B: Diagramas de flujos de los procesos de los tipos de telas generados por la empresa “INDUSTRIAL TEXTILES TORNASOL Cía. Ltda.”

(Continuación)

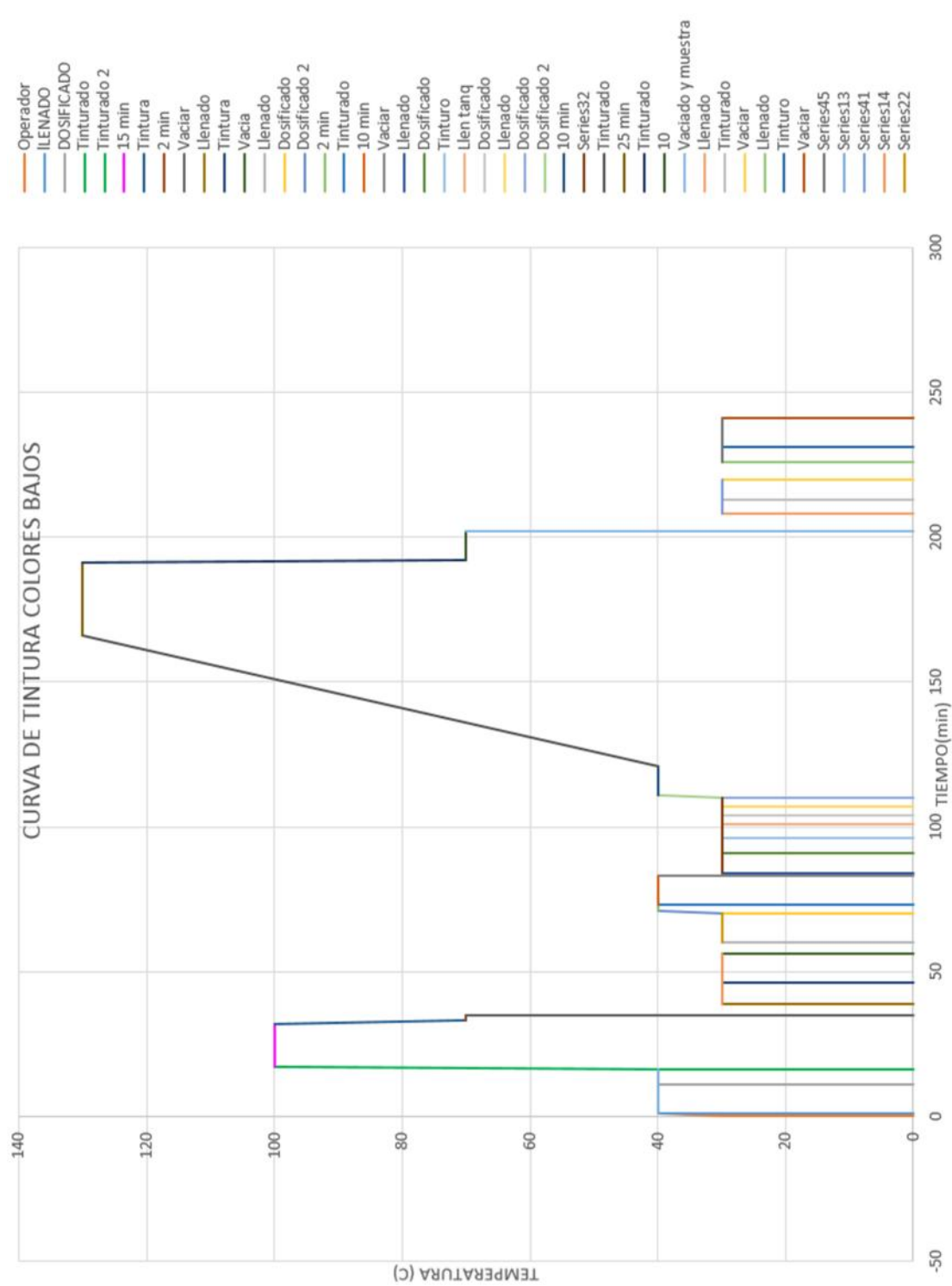


ANEXO C: Curvas del Proceso de Tinturado de los diferentes grupos de colores:
Blanco, Colores Claros, Medios Y Oscuros.

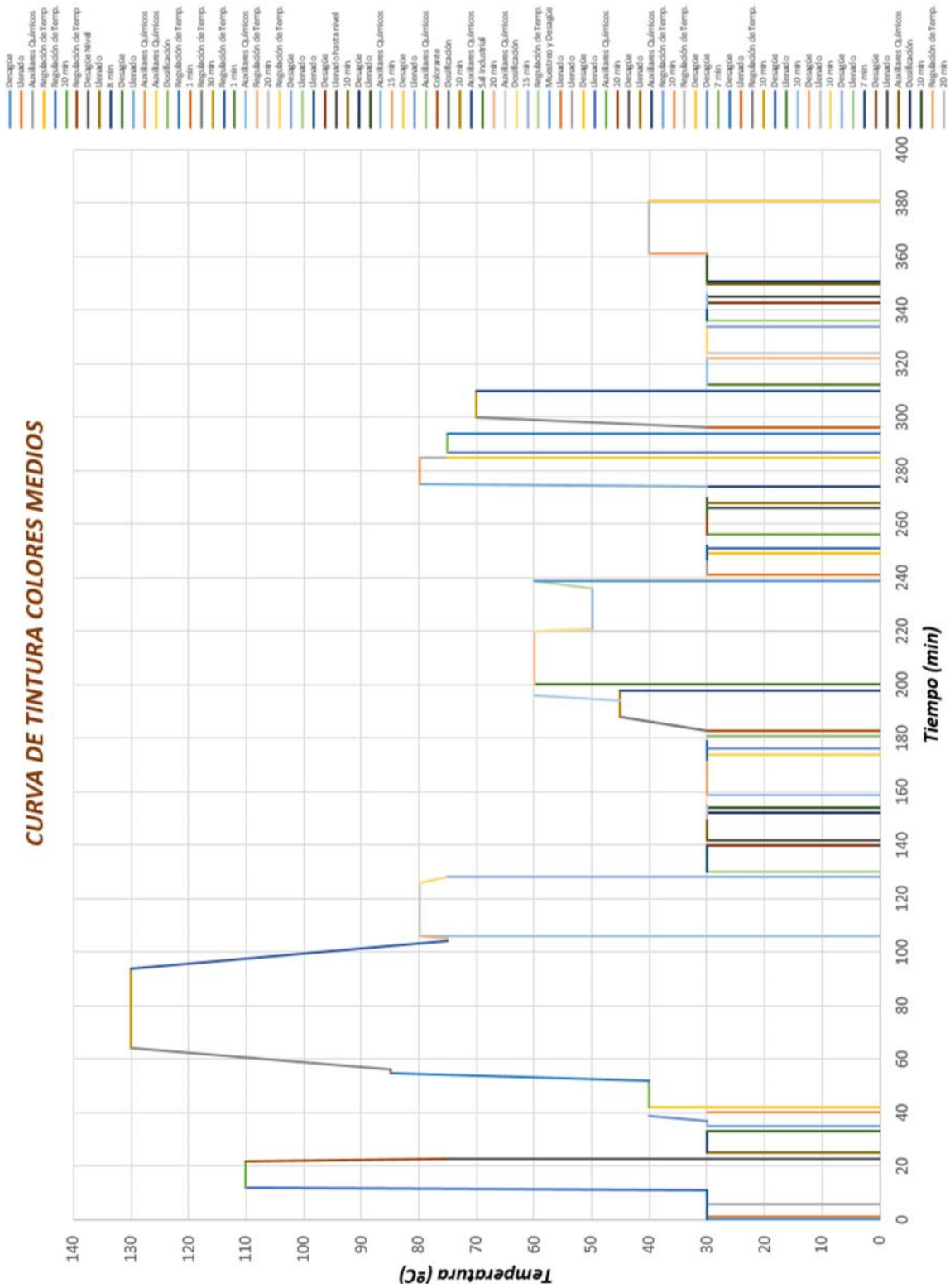


ANEXO C: Curvas del Proceso de Tinturado de los diferentes grupos de colores:

Blanco, Colores Claros, Medios Y Oscuros. (Continuación)

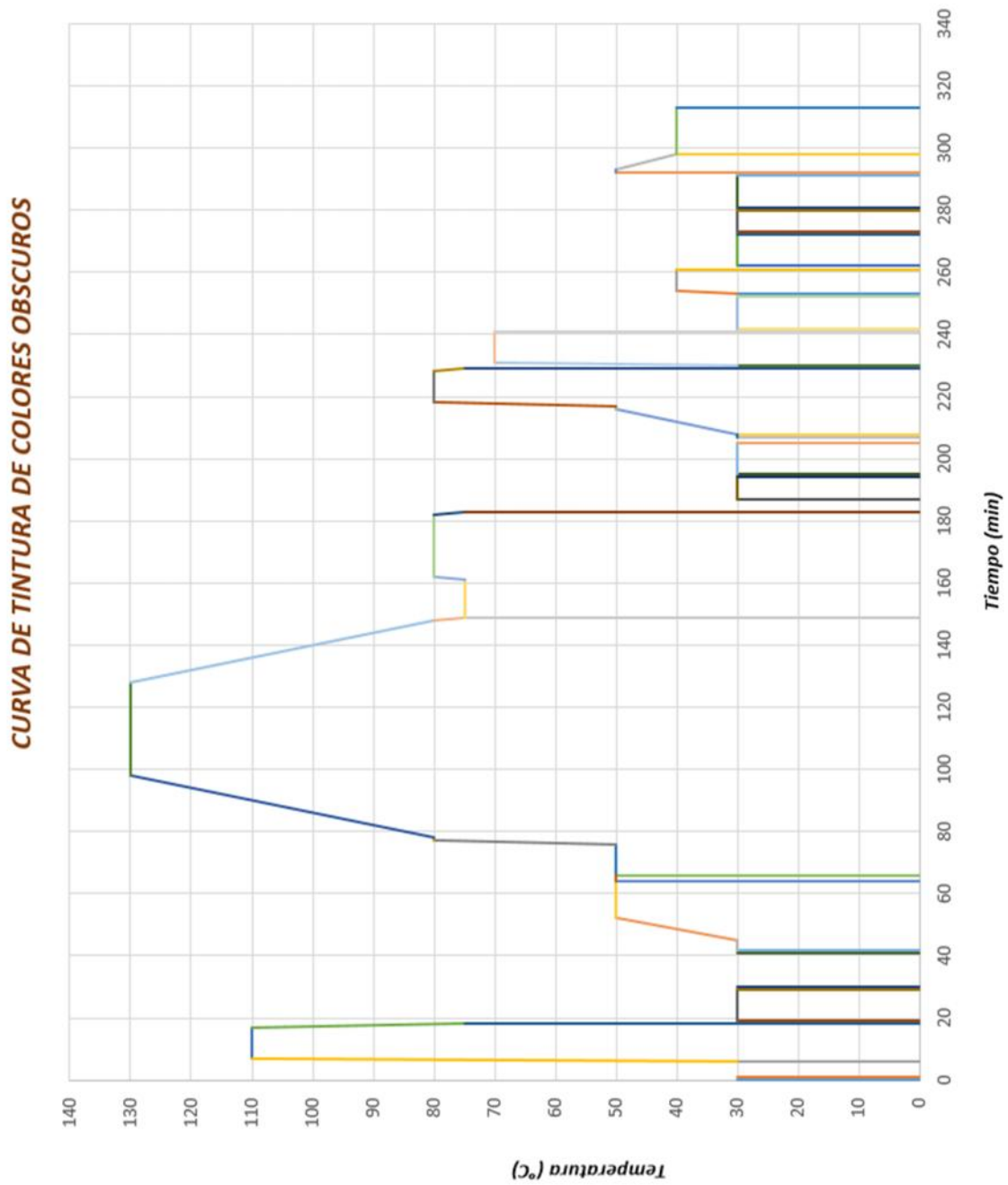
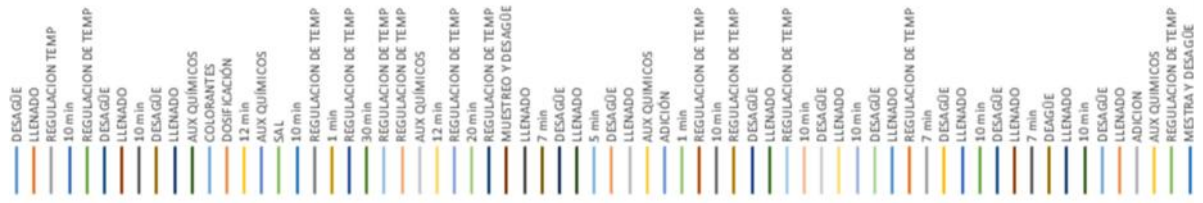


ANEXO C: Curvas del Proceso de Tinturado de los diferentes grupos de colores:
Blanco, Colores Claros, Medios Y Oscuros. (Continuación)



ANEXO C: Curvas del Proceso de Tinturado de los diferentes grupos de colores:

Blanco, Colores Claros, Medios Y Oscuros. (Continuación)



ANEXO D: Hoja de Reporte de Análisis de Agua de Reposición.



R-PCT1-6-1	PROCESO DE VENTAS				Edición No. 4																						
	REPORTE ANALISIS DE AGUAS DE CALDERO				24/09/2014																						
CLIENTE: <u>Textiles Tomacal</u> FECHA: <u>2-03-2016</u> ATENCION: <u>Dr. Byron Facis</u>																											
PARAMETROS	COMO	M-1:	M-2:	M-3:	M-4:	PARAMETROS RECOMENDADOS																					
		<i>Powernatol</i>	<i>Clorad</i>																								
ALCALINIDAD P	CaCO3	300																									
ALCALINIDAD M	CaCO3	1290																									
BICARBONATOS	CaCO3	0																									
CARBONATOS	CaCO3	180																									
HIDROXIDOS	CaCO3	510				(200-1000)																					
DUREZA TOTAL	CaCO3	0	40			0 max 5																					
HIERRO	Fe	0.5																									
SULFITO	SO3	60				30 - 60																					
FOSFATO	PO4	60				30 - 60																					
SOLIDOS DISUELTOS	ppm	(5000)+	100			< 3500																					
pH	UND	11	9.5			10.5 - 11.5																					
CLORUROS	Cl-																										
SILICE	SiO2																										
RECOMENDACIONES: <i>Manterener la dosificación 4LT del químico y realizar la siguiente purgas:</i>																											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><i>Fondo</i></td> <td style="width: 15%;"><i>(3 golpes con intervalos de 15sg)</i></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%; text-align: right;"><i>POR TRES DIAS</i></td> </tr> <tr> <td><i>Lateral</i></td> <td><i>(3 " " " " " " 15sg)</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><i>Vertical</i></td> <td><i>(4 " " " " " " 15sg)</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;"><i>4 DIAS</i></td> </tr> </table>							<i>Fondo</i>	<i>(3 golpes con intervalos de 15sg)</i>					<i>POR TRES DIAS</i>	<i>Lateral</i>	<i>(3 " " " " " " 15sg)</i>						<i>Vertical</i>	<i>(4 " " " " " " 15sg)</i>					<i>4 DIAS</i>
<i>Fondo</i>	<i>(3 golpes con intervalos de 15sg)</i>					<i>POR TRES DIAS</i>																					
<i>Lateral</i>	<i>(3 " " " " " " 15sg)</i>																										
<i>Vertical</i>	<i>(4 " " " " " " 15sg)</i>					<i>4 DIAS</i>																					
<i>DISTRAL: 1 DAÑADO FOTO CELDA (CAMPO MAS DE TRES METROS POR PROBLEMAS MECANICO)</i>																											
REPRESENTANTE TECNICO:			FIRMA CLIENTE:																								

TECNOLOGIA DE SERVICIOS QUIMICOS

ANEXO E: Propiedades del Vapor Saturado

(Tomadas de “Propiedades Termodinámicas del Vapor”, por Keenan y Keyes, con permiso de John Wiley & Sons, Inc.)

Columna 1 Presión Manométrica (bar)	Columna 2 Presión Absoluta (bar)	Columna 3 Temperatura del Vapor (°C)	Columna 4 Calor del Líquido Saturado (kJ/kg)	Columna 5 Calor Latente (kJ/kg)	Columna 6 Calor Total del Vapor (kJ/kg)	Columna 7 Volumen Específico del Líquido Saturado (m ³ /kg)	Columna 8 Volumen Específico del Vapor Saturado (m ³ /kg)
-1.008	0.0061	0.01	0.01	2501.3	2501.4	0.001 000	206.14
-0.99	0.02	17.50	73.48	2460.0	2533.5	0.001 001	67.00
-0.96	0.05	32.88	137.82	2423.7	2561.5	0.001 005	28.19
-0.91	0.10	45.81	191.83	2392.8	2584.7	0.001 010	14.67
-0.76	0.25	64.97	271.93	2346.3	2618.2	0.001 020	6.204
-0.51	0.50	81.33	340.49	2305.4	2645.9	0.001 030	3.240
-0.26	0.75	91.78	384.39	2278.6	2663.0	0.001 037	2.217
-0.01	1.00	99.63	417.46	2258.0	2675.5	0.001 043	1.6940
0.24	1.25	105.99	444.32	2241.0	2685.4	0.001 048	1.3749
0.49	1.50	111.37	467.11	2226.5	2693.6	0.001 053	1.1593
0.74	1.75	116.06	486.99	2213.6	2700.6	0.001 057	1.0036
0.99	2.00	120.23	504.70	2201.9	2706.7	0.001 061	0.8857
1.24	2.25	124.00	520.72	2191.3	2712.1	0.001 064	0.7933
1.49	2.50	127.44	535.37	2181.5	2716.9	0.001 067	0.7187
1.74	2.75	130.60	548.89	2172.4	2721.3	0.001 070	0.6573
1.99	3.00	133.55	561.47	2163.8	2725.3	0.001 073	0.6058
2.24	3.25	136.30	573.25	2155.8	2729.0	0.001 076	0.5620
2.49	3.50	138.88	584.33	2148.1	2732.4	0.001 079	0.5243
2.74	3.75	141.32	594.81	2140.8	2735.6	0.001 081	0.4914
3.0	4.0	143.63	604.74	2133.8	2738.6	0.001 084	0.4625
3.5	4.5	147.93	623.25	2120.7	2743.9	0.001 088	0.4140
4.0	5.0	151.86	640.23	2108.5	2748.7	0.001 093	0.3749
4.5	5.5	155.48	655.93	2097.0	2753.0	0.001 097	0.3427
5.0	6.0	158.85	670.56	2086.3	2756.8	0.001 101	0.3157
6.0	7.0	164.97	697.22	2066.3	2763.5	0.001 108	0.2729
7.0	8.0	170.43	721.11	2048.0	2769.1	0.001 115	0.2404
8.0	9.0	175.38	742.83	2031.1	2773.9	0.001 121	0.2150
9.0	10.0	179.91	762.81	2015.3	2778.1	0.001 127	0.194 44
10.0	11.0	184.09	781.34	2000.4	2781.7	0.001 133	0.177 53
11.0	12.0	187.99	798.65	1986.2	2784.8	0.001 139	0.163 33
12.0	13.0	191.64	814.93	1972.7	2787.6	0.001 144	0.151 25
13.0	14.0	195.07	830.30	1959.7	2790.0	0.001 149	0.140 84
14.0	15.0	198.32	844.89	1947.3	2792.2	0.001 154	0.131 77
16.5	17.5	205.76	878.50	1917.9	2796.4	0.001 166	0.113 49
19.0	20.0	212.42	908.79	1890.7	2799.5	0.001 177	0.099 63
21.5	22.5	218.45	936.49	1865.2	2801.7	0.001 187	0.088 75
24	25	223.99	962.11	1841.0	2803.1	0.001 197	0.079 98
29	30	233.90	1008.42	1795.7	2804.2	0.001 217	0.066 68
34	35	242.60	1049.75	1753.7	2803.4	0.001 235	0.057 070
39	40	250.40	1087.31	1714.1	2801.4	0.001 252	0.049 780
49	50	263.99	1154.23	1640.1	2794.3	0.001 286	0.039 440
59	60	275.64	1213.35	1571.0	2784.3	0.001 319	0.032 440
69	70	285.88	1267.00	1505.1	2772.1	0.001 351	0.027 370
79	80	295.06	1316.64	1441.3	2758.0	0.001 384	0.023 520
89	90	303.40	1363.26	1378.9	2742.1	0.001 418	0.020 480
99	100	311.06	1407.56	1317.1	2724.7	0.001 452	0.018 026
119	120	324.75	1491.3	1193.6	2684.9	0.001 527	0.014 26
139	140	336.75	1571.1	1066.5	2637.6	0.001 611	0.011 485
159	160	347.44	1650.1	930.6	2580.6	0.001 711	0.009 306
179	180	357.06	1732.0	777.1	2509.1	0.001 840	0.007 489
199	200	365.81	1826.3	583.4	2409.7	0.002 036	0.005 834
219.9	220.9	374.14	2099.3	0.0	2099.3	0.003 155	0.003 155

ANEXO F: Trampas de Vapor de Tipo Flotador y Termostato.



FTE 10



FTE 14



FTE 43



FTE 44



FTE 44F

APPLICATIONS

- Very High Condensate Loads
- Continuous Drainage With High Air Venting Capacity Requirements
- Industrial And Commercial Applications
- Absorption Systems
- Air Handling Coils
- Heat Exchangers
- Dryers Evaporators
- Hot water Generators
- Rendering Machines
- Steam Process Equipment
- Air Make-up Coils
- Unit Heaters And Cooking Kettles

OPTIONS

- BSPT Threaded connection
- S-SLR Orifice on FTE-10
- Socket Weld connection on FTE-44
- Flanged connections
 - ANSI 125/150, 300, 600
 - DIN 10, 16, 25 or 40
 - BS10 - F, H, J, K or R

OPERATION

During startup, air and non-condensable gases enter the trap and are automatically vented through an accurate balanced pressure internal thermostatic air vent. As condensate enters the trap, the float and lever mechanism is raised,

FTE SERIES FLOAT & THERMOSTATIC STEAM TRAPS

Pressures to 464 PSIG (32 barg)
Temperatures to 850°F (454°C)

- High Capacities
- Rugged cast iron, ductile iron or cast steel body and cover
- Stainless steel thermostatic element eliminates air binding
- Stainless steel float and lever mechanism
- Below condensate level seat design prevents steam leakage
- Resistant to water hammer and corrosion
- In-Line repairable

MODELS

CAST IRON BODY

- FTE-10 - To 200 PSIG Threaded Connections
- FTE-43 - To 200 PSIG Flanged Connections

DUCTILE IRON BODY

- FTE-14 - To 200 PSIG Threaded Connections

CAST STEEL BODY

- FTE-44 - To 465 PSIG Threaded/Socket Weld Connections
- FTE-44F - To 465 PSIG Flanged Connections

Installation Tip: Always install STV Test & Block Valve as part of trap station
SEE PAGE 118

Installation Tip:
Add Uniflex Pipe Coupling for ease of maintenance on NPT Traps
SEE PAGE 102

FTE SERIES FLOAT & THERMOSTATIC STEAM TRAPS

SPECIFICATION

Steam trap shall be of float and thermostatic design. Float shall actuate the valve via a hinged lever and linkage. Air vent shall be of balanced pressure design with stainless steel welded encapsulated bellows capable of discharging air and noncondensable gases continuously. Trap shall be _____ bodied suitable for pressures to _____ PSI and shall be a _____ connection.

MAXIMUM OPERATING CONDITIONS

CAST IRON/DUCTILE IRON

PMO: Max. Operating Pressure see orifice selection
 TMO: Max. Operating Temperature saturated at pressure
 PMA: Max. Allowable Pressure 232 psig (16 barg)
 PMA: Max. Allowable Pressure 450°F (232°C)

CAST STEEL

PMO: Max. Operating Pressure see orifice selection
 TMO: Max. Operating Temperature saturated at pressure
 PMA: Max. Allowable Pressure 465 psig (32 barg)
 TMA: Max. Allowable Pressure 850°F (454°C)

MATERIALS OF CONSTRUCTION

Body & CoverCast Iron (ASTM A48 Cl. 30)
Ductile Iron (DIN 1693 GGG 40)
Cast Steel (ASTM A216 Gr. WCB)
 ValveStainless Steel 304 (up to 1")
Stainless Steel 410 (1½", 2")
 Valve SeatStainless Steel 410
 Housing & Housing Cover for Float Mechanism
ASTM A743 Gr. CA 40 (Investment Cast)
 FloatStainless Steel 304
 Lever AssemblyStainless Steel 304
 Thermostatic AirventStainless Steel 304
 Cover BoltsSAE Gr. 8

Connections:
 1/2" – 2" NPT, Flanged or Socket Weld

Maximum Capacity—lbs/hr (10°F Below Saturation)

Trap	Size inlet	Orifice (in.)	Max ΔP		Differential Pressure-PSIG (barg)																
			BAR	PSI	5 (.345)	10 (.690)	20 (1.38)	40 (2.76)	50 (3.45)	65 (4.50)	80 (5.52)	100 (6.90)	125 (8.62)	145 (10.0)	180 (12.4)	200 (13.8)	300 20.7	400 27.6	465 32.1		
FTE-10, 14, & 43	1/2 & 3/4	0.142	4.5	65	400	520	700	950	1000	1150											
		0.095	10.0	145	275	380	530	720	800	900	1000	1080	1250	1380							
		0.079	14.0	200	200	290	400	570	640	700	800	900	1020	1100	1240	1300					
FTE-10, 14, & 43	1	0.256	4.5	65	1650	2200	3050	4200	5000	5200											
		0.17	10.0	145	870	1250	1650	2350	2600	3000	3200	3500	3900	4100							
		0.142	14.0	200	640	800	1250	1600	1800	2000	2200	2550	2780	2900	3020	3100					
FTE-10 & 43	1½	0.689	4.5	65	4200	6000	8800	12500	13500	15000											
		0.571	10.0	145	2800	3900	5600	8000	9000	10000	11500	13000	14200	15000							
		0.531	14.0	200	1800	2600	3600	5000	5450	6000	6900	7800	8600	9000	9650	10000					
FTE-10 & 43	2	1.063	4.5	65	13500	19800	28000	40000	45000	50500											
		0.811	10.0	145	7300	10000	14500	20000	22500	26000	29000	32000	35000	40000							
		0.657	14.0	200	3500	5000	6800	9600	10500	12000	13500	15000	16500	17500	19000	20000					
FTE-44 & 44F	1/2 & 3/4	0.142	4.5	65	400	520	700	950	1000	1150											
		0.095	10.0	145	275	380	530	720	800	900	1000	1080	1250	1380							
		0.079	14.0	200	200	290	400	570	640	700	800	900	1020	1100	1240	1300					
		0.07	21.0	300	110	145	200	280	315	350	400	430	480	520	580	610	700				
FTE-44 & 44F	1	0.256	4.5	65	1650	2200	3050	4200	5000	5200											
		0.17	10.0	145	870	1250	1650	2350	2600	3000	3200	3500	3900	4100							
		0.142	14.0	200	640	800	1250	1600	1800	2000	2200	2550	2780	2900	3020	3100					
		0.114	21.0	300	400	520	700	950	1000	1150	1600	1850	2020	2150	2350	2500	2800				
FTE-44 & 44F	1½	0.689	4.5	65	4200	6000	8800	12500	13500	15000											
		0.571	10.0	145	2800	3900	5600	8000	9000	10000	11500	13000	14200	15000							
		0.531	14.0	200	1800	2600	3600	5000	5450	6000	6900	7800	8600	9000	9650	10000					
		0.531	21.0	300	1800	2600	3600	5000	5450	6000	6900	7800	8600	9000	9650	10000	13000				
FTE-44 & 44F	2	1.063	4.5	65	13500	19800	28000	40000	45000	50500											
		0.811	10.0	145	7300	10000	14500	20000	22500	26000	29000	32000	35000	40000							
		0.657	14.0	200	3500	5000	6800	9600	10500	12000	13500	15000	16500	17500	19000	20000					
		0.657	21.0	300	3500	5000	6800	9600	10500	12000	13500	15000	16500	17500	19000	20000	27000				
FTE-44 & 44F	2	0.657	32.0	465	3500	5000	6800	9600	10500	12000	13500	15000	16500	17500	19000	20000	27000	29800	31000		

See Valve Models for 44F

ANEXO G: Trampas de Vapor de Tipo Balde Invertido.



DURA-FLO INVERTED BUCKET STEAM TRAPS

Pressures To 250 PSIG (17.2 barg)
Temperatures to 450°F (232°C)

Hardened Stainless Steel Valve and Seat — Long life and maximum corrosion resistance.

Stainless Steel Bucket — Long lasting, rugged and naturally resistant to water hammer.

Inexpensive — Low maintenance and initial cost.

Repairable in-line — All working parts lift out of top of trap.

Cast Iron Body — Durable heavy wall construction provides years of reliable service.

Suitable for Wide Variety of Loads/Applications — Horizontal and vertical models in thirteen body sizes.

Resists Dirt and Scale — Valve and seats positioned at top of traps and internal stainless strainer available on most horizontal models ensure long service.

APPLICATIONS

- Steam Lines
- Process Equipment
- Steam Cookers
- Steam Heated Vats
- Pressing Machinery
- Unit Heaters
- Oil Preheaters
- Converters
- Coils
- Rotating Drum

OPTIONS — See page 9

- Repair Kits

Canadian Registration # OE 0691.1C

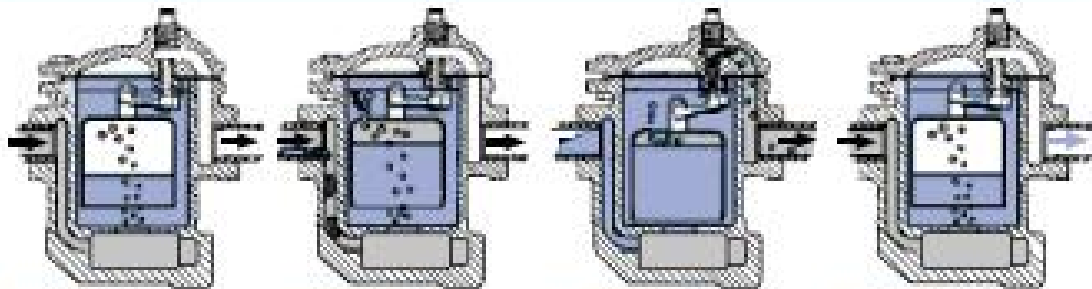
Installation Tip: Always install STV Test & Block Valve as part of trap station SEE PAGE 118

Installation Tip: Add Uniflex Pipe Coupling for ease of maintenance SEE PAGE 102

MODELS

- 80S—Low capacity horizontal w/integral strainer
- 81S—Medium low capacity horizontal w/integral strainer
- 82S—Medium capacity horizontal w/integral strainer
- 83S—Medium high capacity horizontal w/integral strainer
- 84—High capacity horizontal
- 85—Super high capacity horizontal
- 86—Ultra high capacity horizontal
- 21—Medium low capacity vertical
- 22—Medium capacity vertical
- 23—Medium high capacity vertical
- 24—High capacity vertical
- 25—Super high capacity vertical
- 26—Ultra high capacity vertical

OPERATION



Trap Closed — After trap is installed and piped, steam entering the trap collects in the top of the bucket, floating the bucket and forcing the valve into its seat.

Trap Begins to Open — As condensate begins to flow into the trap, steam and air are forced into the bucket. This causes the bucket to begin losing buoyancy, tending to pull the valve from its seat.

Trap Discharges — When enough condensate has entered the trap, displacing the steam and air, the bucket drops, pulling the valve from the seat and allowing condensate and air to discharge.

Trap Closes — As the flow of condensate stops, steam enters the trap and refloats the bucket, forcing the valve into its seat. The cycle then repeats as more condensate reaches the trap.

ANEXO G: Trampas de Vapor de Tipo Balde Invertido. (Continuación)

DURA-FLO CAPACITY TABLES

Trap	Orifice		0.50	1	5	10	15	20	25	30	40	60	70	80	100	125	130	150	180	200	225	250		
	Size	Max ΔP	(.034)	(.069)	(.345)	(.690)	(1.03)	(1.38)	(1.72)	(2.07)	(2.76)	(4.14)	(4.83)	(5.52)	(6.90)	(8.62)	(8.97)	(10.3)	(12.4)	(13.8)	(15.5)	(17.2)		
80S	3/16	20	200	270	450	560	640	690																
	1/8	80	80	110	200	300	360	420	460	500	540	620	660	690										
	7/64	125	-	55	90	145	195	260	305	345	400	485	525	565	640	680								
	3/32	150	-	-	70	110	150	200	240	270	310	380	410	440	480	540	545	570						
81S & 21	1/4	15	300	450	830	950	1060																	
	3/16	30	190	300	540	670	770	880	950	1000														
	5/32	70	100	165	180	430	495	585	655	710	770	900	950											
	1/8	125	70	130	220	340	390	460	515	560	610	710	760	800	860	950								
	7/64	200	-	65	150	230	275	335	375	405	455	545	580	610	665	735	780	810	850	860				
3/32	250	-	-	100	150	190	240	270	290	340	420	450	470	520	575	585	620	670	700	730	760			
82S & 22	5/16	15	570	850	1600	1900	2100																	
	1/4	30	350	500	950	1380	1630	1800	1900	2050														
	3/16	70	250	420	785	950	1120	1260	1395	1500	1700	2000	2200											
	5/32	125	180	300	560	680	800	900	995	1070	1220	1440	1550	1650	1800	2000								
	1/8	200	100	180	325	465	505	575	650	710	805	980	1050	1105	1225	1375	1410	1500	1560	1600				
7/64	250	75	130	240	340	370	420	480	520	590	720	770	810	900	1010	1020	1100	1170	1230	1280	1300			
83S & 23	1/2	15	1410	1880	2900	3500	3900																	
	3/8	30	990	1400	2300	2700	3300	3500	3800	4000														
	5/16	60	600	940	1730	2045	2510	2825	2995	3135	3800	4400												
	9/32	80	510	735	1350	1595	1960	2205	2340	2450	2880	3490	3800	4000										
	1/4	125	385	600	1100	1300	1600	1800	1910	2000	2350	2850	3100	3300	3600	3900								
	7/32	180	300	490	860	1165	1350	1595	1865	2085	2205	2510	2695	2820	3065	3185	3300	3500	3700					
3/16	250	255	400	700	950	1100	1300	1520	1700	1800	2050	2200	2300	2500	2600	2700	2800	3020	3200	3400	3500			
84 & 24	5/8	15	2160	2900	4800	5800	6500																	
	1/2	30	1450	2250	3700	4750	5200	6000	6500	6800														
	3/8	60	1050	1750	2950	3550	4000	4700	5000	5400	5800	6800												
	11/32	80	800	1560	2500	2900	3200	3500	4000	4400	4850	5750	6000	6400										
	5/16	125	660	1200	1950	2450	2750	3100	3250	3500	4000	4800	5250	5600	6200	6700								
	9/32	180	550	950	1500	1900	2200	2350	2700	2900	3250	3800	4250	4500	4800	5500	5600	5700	6000					
1/4	250	350	580	1000	1250	1450	1800	2000	2200	2600	3150	3350	3500	3800	4300	4450	4700	5000	5300	5500	5700			
85 & 25	3/4	15	3100	4160	7600	9000	10000																	
	9/16	30	1800	2900	5200	6400	7700	8500	9200	9800														
	7/16	60	1400	2200	3800	5000	6000	6600	7100	7600	8300	9500												
	3/8	100	1100	1700	3000	3600	4500	5200	5800	6100	7000	8500	9200	9700	10400									
	11/32	130	900	1500	2600	3200	3900	4500	5000	5400	6200	7500	8050	8500	9600	10900	11000							
	5/16	180	750	1200	2100	2600	3200	3700	4100	4500	5400	6600	7000	7257	8118	8979	9040.5	9500	10000					
	9/32	225	600	970	1700	2100	2600	2950	3300	3600	4500	5400	5700	5900	6600	7300	7350	7850	8400	9200	9800			
1/4	250	400	700	1200	1500	1900	2100	2400	2600	3200	3800	4000	4150	4600	5100	5150	5500	5950	6350	6650	7000			
86 & 26	1-1/16	15	6240	8400	14500	17300	19200																	
	7/8	25	4100	5490	10000	12930	15620	18500	20000															
	3/4	40	2900	4500	8200	10600	12800	15000	16700	18000	20000													
	5/8	60	2100	3500	6900	8700	10600	12100	13300	14250	16300	19800												
	9/16	80	1900	3095	6000	7600	9300	10600	11700	12500	14300	17300	18300	19000										
	1/2	125	1600	2600	5000	6400	7800	8900	9800	10500	12000	14500	15400	16300	18000	20000								
	7/16	180	1400	2210	4180	5530	6640	7500	8490	9230	10450	12420	13300	14150	15750	17400	17900	18500	20000					
3/8	250	1000	1800	3400	4500	5400	6100	6900	7500	8500	10100	10800	11500	12800	14200	14300	15600	16900	17500	18500	19000			

For Kg/Hr Multiply by .454



FTN SERIES FLOAT & THERMOSTATIC STEAM TRAPS

Pressures To 125 PSIG (8.6 barg)
Temperatures to 450°F (232°C)

Universal Four-port Design — Four possible hookup combinations of the "H" pattern body and piping dimensions similar to other major manufacturers allow maximum installation flexibility for easy replacement of other traps. Inlet and outlet taps on larger sized traps located in the cover to permit larger capacities.

All Stainless Steel Internal Components — Hardened valves and seats. Extra long life and dependable service. Resists water hammer. Protects against erosion and corrosion.

Balanced Pressure Thermostatic Element — allows venting of non-condensibles while operating at design pressure.

Rugged Welded Stainless Steel Element — Increases service life.

Wide Selection of Differential Pressures — Sizes 3/4" to 2" available with 15, 30, 75 and 125 psig differential pressures.

Air Line Water Removal — Special configuration FTNA optimized for compressed air service.

Repairable In-line — Can be serviced without disturbing system piping.

MODELS

- **FTN-15**—Steam pressures to 15 PSIG
- **FTN-30**—Steam pressures to 30 PSIG
- **FTN-75**—Steam pressures to 75 PSIG
- **FTN-125**—Steam pressures to 125 PSIG
- **FTNA-75**—Air pressures to 75 PSIG
- **FTNA-125**—Air pressures to 125 PSIG

APPLICATIONS

- Unit Heaters & other Space Heating Equipment
- Heat Exchangers/Reboilers
- Steam Heating Coils
- Steam Main Drips
- Air Compressor Receivers
- Air Line Drips
- Air Powered Process Equipment

OPTIONS *See page 9*

- Repair Kits

*Installation Tip: Always install STV Test & Block Valve as part of trap station
SEE PAGE 118*

*Installation Tip: Add Uniflex Pipe Coupling for ease of maintenance
SEE PAGE 102*

OPERATION

Air entering trap is immediately discharged through the high capacity integral air vent. The thermostatic vent will close just prior to saturation temperature. The balanced design will allow venting of non-condensibles that collect in the float chamber when operating at design pressure. When steam enters the trap, the thermostatic air vent

closes to prevent steam loss. When steam gives up its latent heat, it becomes condensate. This "condensate" enters the trap and causes the stainless steel ball float to rise. Raising of the float opens the discharge valve, allowing condensate to be continuously discharged as it enters the trap. The condensate level in the trap body is maintained above the discharge seat, providing a positive seal against the loss of steam.

FTN SERIES FLOAT & THERMOSTATIC STEAM TRAPS

SPECIFICATION

Steam trap shall be of float and thermostatic design. Float shall actuate the valve via a hinged lever and linkage. Air vent shall be of balanced pressure design with stainless steel welded encapsulated bellows capable of discharging air and noncondensable gases continuously within 15°F of saturated temperature. Traps through 1-1/4" shall employ "H" pattern connections to accommodate multiple piping configurations. Trap shall be cast iron bodied suitable for pressures to 125 psi and available in 3/4" through 2" NPT.

MAXIMUM OPERATING CONDITIONS

PMO: Max. Operating Pressure

ORIFICE	PMO
15	15 psig (1.03 barg)
30	30 psig (2.07 barg)
75	75 psig (5.17 barg)
125	125 psig (8.62 barg)

PMA: Max. Allowable Pressure

250 psig (17.2 barg)

TMA: Max. Allowable Temperature

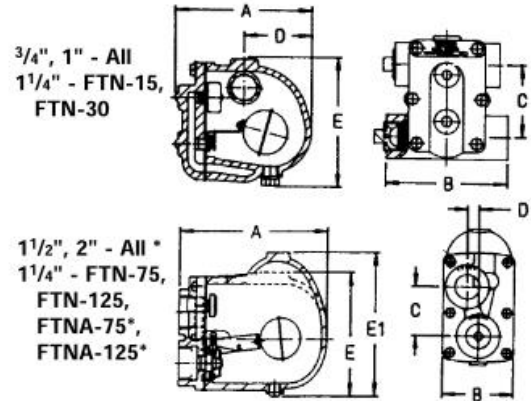
450°F (232°C)

MATERIALS OF CONSTRUCTION

Body & Cover . . . Cast Iron ASTM A126B

All Internal Stainless Steel

Air Vent (FTN only) Balanced Pressure,
Welded Stainless Steel



*1/8" NPT tap at top boss for balancing line.

Connections: 3/4"-2" NPT

Dimensions		Inches (mm)							Weight lbs (kg)
Model No.	Size	A	B	C	D	E	E1		
FTN-15, FTN-30	3/4	6.25 (159)	5.50 (140)	3.31 (84)	3.00 (76)	5.75 (146)	—	9 (4.1)	
	1	6.25 (159)	5.50 (140)	3.31 (84)	3.00 (76)	5.75 (146)	—	9 (4.1)	
	1 1/4	6.25 (159)	5.75 (146)	3.00 (76)	3.81 (97)	5.75 (146)	—	9 1/2 (4.3)	
	1 1/2	8.50 (216)	4.25 (108)	3.00 (76)	0.70 (18)	—	8.40 (213)	18 (8.2)	
	2	9.81 (249)	4.94 (123)	4.94 (123)	0.12 (3)	9.12 (232)	—	26 (11.8)	
FTN-75, FTN-125, FTNA-75, FTNA-125	3/4	6.25 (159)	5.50 (140)	3.31 (84)	3.00 (76)	5.75 (146)	—	9 (4.1)	
	1	6.25 (159)	5.50 (140)	3.31 (84)	3.00 (76)	5.75 (146)	—	9 (4.1)	
	1 1/4	8.50 (216)	4.25 (108)	3.00 (76)	0.70 (18)	—	8.40 (213)	18 (8.2)	
	1 1/2	8.50 (216)	4.25 (108)	3.00 (76)	0.70 (18)	—	8.40 (213)	18 (8.2)	
	2	9.81 (249)	4.94 (123)	4.94 (123)	0.12 (3)	9.12 (232)	—	26 (11.8)	

Maximum Capacity—lbs/hr (10°F Below Saturation)																	
Trap	Size NPT	Orifice (in.)	Differential—PSIG (barg)														
			1/4 (.017)	1/2 (.034)	1 (.069)	2 (.138)	5 (.345)	10 (.690)	15 (1.03)	20 (1.38)	25 (1.72)	30 (2.07)	40 (2.76)	50 (3.45)	75 (5.17)	100 (6.90)	125 (8.62)
FTN-15	3/4"	.218	279	369	489	650	785	1000	1075								
FTN-15	1"	.218	279	369	489	650	785	1000	1075								
FTN-15	1 1/4"	.312	600	770	980	1240	1640	2000	2340								
FTN-15	1 1/2"	.500	1100	1700	2400	3300	5000	6600	7600								
FTN-15	2"	.625	2300	2800	3600	4650	6900	9000	10900								
FTN-30	3/4"	.218	279	369	489	650	785	1000	1075	1210	1300	1370					
FTN-30	1"	.218	279	369	489	650	785	1000	1075	1210	1300	1370					
FTN-30	1 1/4"	.228	375	500	690	910	1200	1500	1680	1800	1900	2000					
FTN-30	1 1/2"	.390	1000	1300	1700	2300	3400	4600	5500	6000	6600	7000					
FTN-30	2"	.500	1300	1800	2500	3400	5200	6800	7800	8600	9300	10000					
FTN-75 [†]	3/4"	.166	160	213	280	365	520	700	795	875	930	970	1120	1230	1450		
FTN-75 [†]	1"	.166	160	213	280	365	520	700	795	875	930	970	1120	1230	1450		
FTN-75 [†]	1 1/4"	.312	550	725	960	1300	1900	2650	3050	3400	3700	4000	4400	4750	5400		
FTN-75 [†]	1 1/2"	.312	550	725	960	1300	1900	2650	3050	3400	3700	4000	4400	4750	5400		
FTN-75 [†]	2"	.421	850	1100	1500	2000	3100	4150	4750	5200	5500	5800	6400	6800	7700		
FTN-125 [†]	3/4"	.125	100	135	175	230	330	415	500	585	620	685	750	830	970	1110	1190
FTN-125 [†]	1"	.125	100	135	175	230	330	415	500	585	620	685	750	830	970	1110	1190
FTN-125 [†]	1 1/4"	.246	400	520	680	890	1300	1700	2050	2300	2500	2700	3000	3200	3800	4200	4500
FTN-125 [†]	1 1/2"	.246	400	520	680	890	1300	1700	2050	2300	2500	2700	3000	3200	3800	4200	4500
FTN-125 [†]	2"	.332	550	675	880	1225	1950	2600	3000	3250	3500	3800	4200	4600	5500	6100	6600

For Kg/Hr Multiply by .454 †For FTNA capacities, multiply by 1.33.

ANEXO I: Tabla de velocidades permitidas en tuberías de vapor

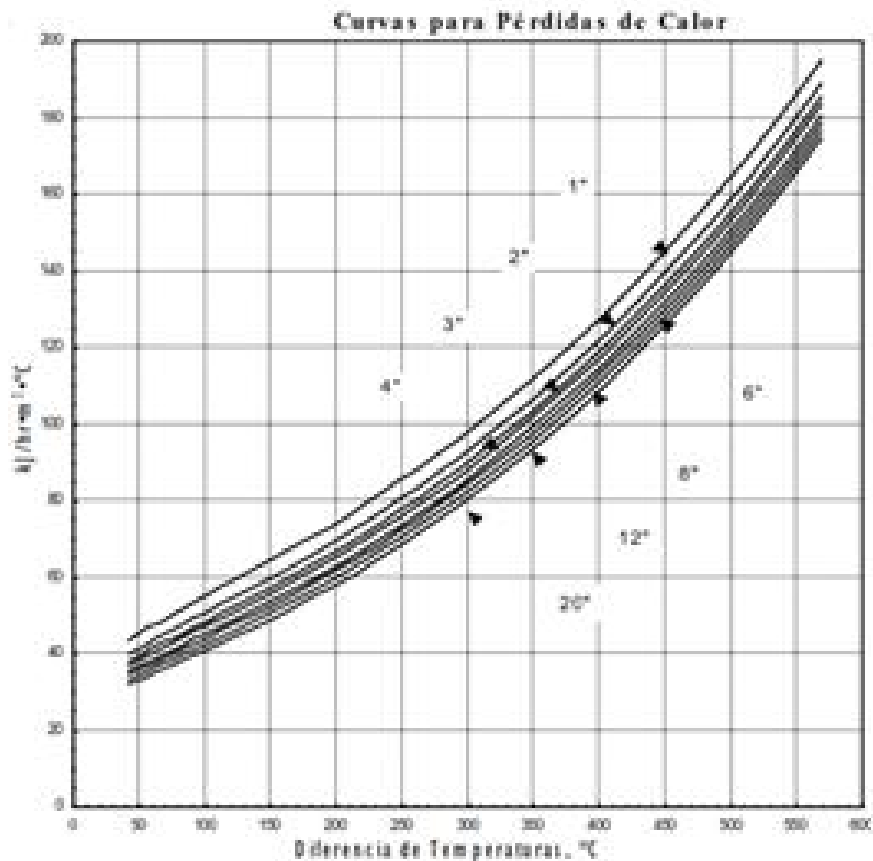
RANGO DE VELOCIDAD DE ACUERDO A LA PRESIÓN			
PRESIÓN (psi)	PRESIÓN (bar)	VELOCIDAD (fpm)	VELOCIDAD (^m/s)
0-30 Vapor Saturado	0-2,07	4000-6000	20,32-30,48
30-150 Vapor Saturado- Sobrecalentado	2,07-10,34	6000-10000	30,48-50,8
Más de 150 Sobrecalentado	+ 10,34	6500-15000	33,02-76,2

ANEXO J: Tabla de Condensación en Tubería Asilada, Curvas para Pérdidas de Calor, Carga al Pre calentamiento, Peso de Tubería por Metro.

Condensación en Tuberías Aisladas que Llevan Vapor Saturado en Aire sin Mover a 21°C (Se supone una eficiencia térmica del 75%)

Tamaño de Tubo (in)	Presión, bar(g)								
	1	2	4	8	12	16	32	40	60
	Kilos de Condensado por Hora por Metro								
0.5	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.17	0.19	0.25
0.75	0.05	0.06	0.08	0.11	0.13	0.14	0.21	0.23	0.30
1	0.06	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.25	0.29	0.37
1.25	0.08	0.09	0.12	0.16	0.19	0.22	0.31	0.35	0.45
1.5	0.09	0.11	0.13	0.18	0.21	0.24	0.35	0.40	0.51
2	0.11	0.13	0.16	0.22	0.26	0.30	0.43	0.48	0.63
2.5	0.13	0.15	0.19	0.26	0.31	0.35	0.50	0.57	0.75
3	0.15	0.18	0.23	0.30	0.37	0.42	0.60	0.69	0.89
3.5	0.17	0.20	0.26	0.34	0.41	0.47	0.68	0.78	1.01
4	0.19	0.23	0.29	0.38	0.46	0.52	0.76	0.86	1.12
5	0.23	0.27	0.35	0.46	0.56	0.64	0.92	1.05	1.36
6	0.27	0.32	0.41	0.54	0.65	0.75	1.08	1.23	1.60
8	0.34	0.41	0.52	0.69	0.83	0.95	1.38	1.57	2.05
10	0.41	0.50	0.63	0.84	1.02	1.16	1.69	1.93	2.51
12	0.48	0.58	0.74	0.98	1.19	1.36	1.98	2.26	2.95
14	0.52	0.63	0.81	1.07	1.30	1.48	2.16	2.46	3.22
16	0.59	0.72	0.91	1.21	1.47	1.68	2.44	2.79	3.65
18	0.66	0.80	1.02	1.35	1.64	1.87	2.73	3.12	4.08
20	0.72	0.88	1.12	1.49	1.80	2.07	3.01	3.44	4.50
24	1.04	1.25	1.59	2.10	2.52	2.88	4.14	4.72	6.12

Con base en el programa "3Eplus", versión 2.11, de la Asociación de Fabricantes de Aislamiento en Norteamérica (NAIMS), siguiendo el método descrito en ASTM C680



ANEXO J: Tabla de Condensación en Tubería Asilada, Curvas para Perdidas de Calor, Carga al Pre calentamiento, Peso de Tubería por Metro. (Continuación)

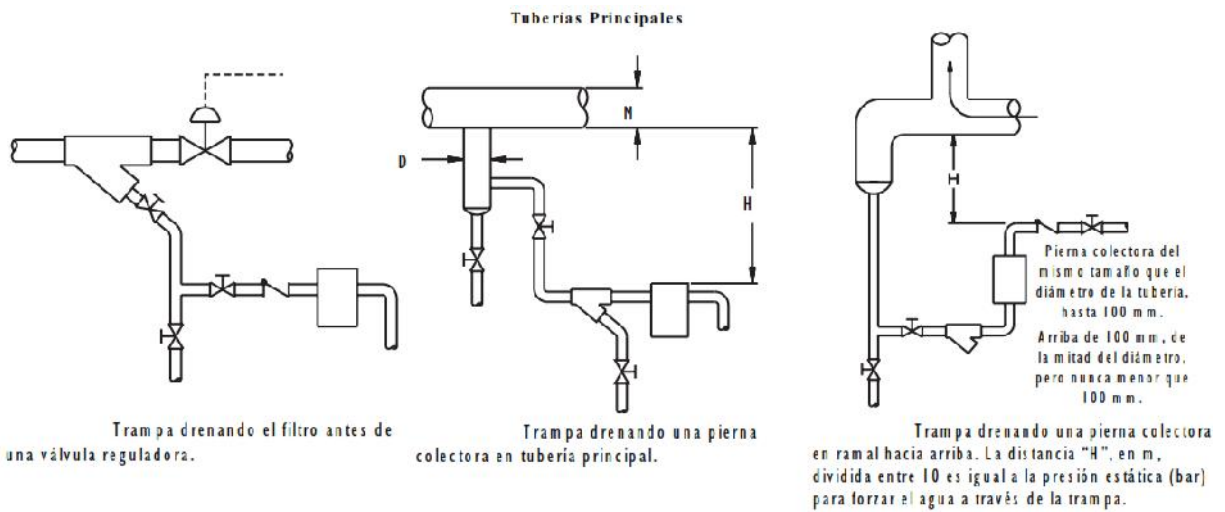
La Carga al Pre calentamiento Desde 21°C, Tubería Cédula 40

Tamaño de Tubo (in)	Presión del Vapor, bar(g)						
	0.1	1	2	4	8	12	16
	Kilos de Agua por Metro						
1	0.044	0.054	0.062	0.075	0.091	0.104	0.114
1.25	0.059	0.073	0.084	0.100	0.123	0.140	0.154
1.5	0.070	0.087	0.101	0.120	0.147	0.167	0.184
2	0.094	0.117	0.135	0.161	0.197	0.224	0.247
2.5	0.149	0.186	0.214	0.255	0.313	0.356	0.392
3	0.195	0.243	0.280	0.334	0.409	0.465	0.513
3.5	0.235	0.292	0.337	0.402	0.492	0.560	0.617
4	0.278	0.348	0.399	0.476	0.583	0.663	0.731
5	0.377	0.469	0.540	0.645	0.789	0.899	0.990
6	0.489	0.608	0.701	0.836	1.02	1.17	1.28
8	0.736	0.915	1.06	1.26	1.54	1.75	1.93
10	1.04	1.30	1.50	1.78	2.19	2.49	2.74
12	1.38	1.72	1.98	2.36	2.89	3.29	3.63
14	1.62	2.02	2.33	2.78	3.40	3.87	4.27
16	2.14	2.66	3.07	3.66	4.48	5.10	5.62
18	2.71	3.37	3.88	4.63	5.67	6.45	7.11
20	3.17	3.94	4.55	5.42	6.64	7.56	8.33
24	4.41	5.48	6.32	7.54	9.23	10.51	11.58

Peso de Tubería por Metro, en Kilos

Tamaño de Tubo, in	Diámetro Exterior, mm	Superficie m ² / m	Peso de Tubería, kg/m		
			Cédula 40	Cédula 80	Cédula 160
1	33.4	0.105	2.51	3.23	4.24
1.25	42.2	0.132	3.38	4.46	5.59
1.5	48.3	0.152	4.05	5.40	7.23
2	60.3	0.190	5.43	7.47	11.08
2.5	73.0	0.229	8.61	11.40	14.89
3	88.9	0.279	11.26	15.25	21.31
3.5	101.6	0.319	13.55	18.61	—
4	114.3	0.359	16.05	22.29	33.63
5	141.3	0.444	21.75	30.92	49.04
6	168.3	0.529	28.23	42.51	67.4
8	219.1	0.688	42.48	64.56	111.1
10	273.1	0.858	60.23	81.45	173
12	323.9	1.017	79.8	131.8	240
14	355.6	1.117	94	159	283
16	406.4	1.277	123	204	365
18	457.2	1.436	156	254	460
20	508.0	1.596	183	311	564
24	609.6	1.915	254	442	806

ANEXO K: Selección de diámetros y longitudes de las piernas colectoras



Dimensiones Recomendadas para Piernas Colectoras en Tuberías Principales y Ramales.

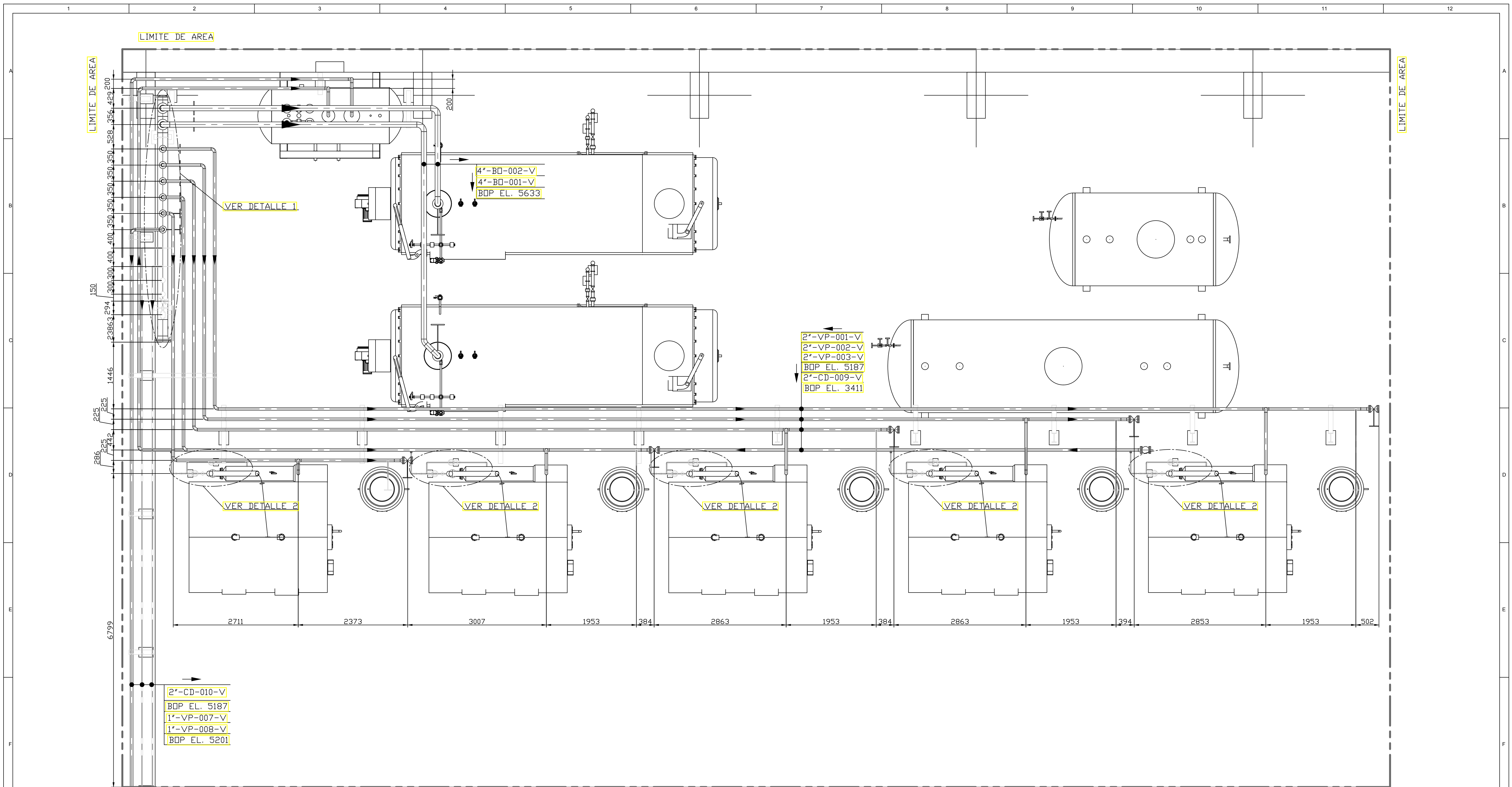
Tamaño de Tubería	M		D		H	
	mm	in	mm	in	Presión Estática Supervisado	Presión Estática Automático
15	1/2	15	1/2	250	710	710
20	3/4	20	3/4	250	710	710
25	1	25	1	250	710	710
50	2	50	2	250	710	710
80	3	80	3	250	710	710
100	4	100	4	250	710	710
150	6	100	4	250	710	710
200	8	100	4	300	710	710
250	10	150	6	380	710	710
300	12	150	6	460	710	710
350	14	200	8	535	710	710
400	16	200	8	610	710	710
450	18	250	10	685	710	710
500	20	250	10	760	760	760
600	24	300	12	915	915	915

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "CÓDIGOS").

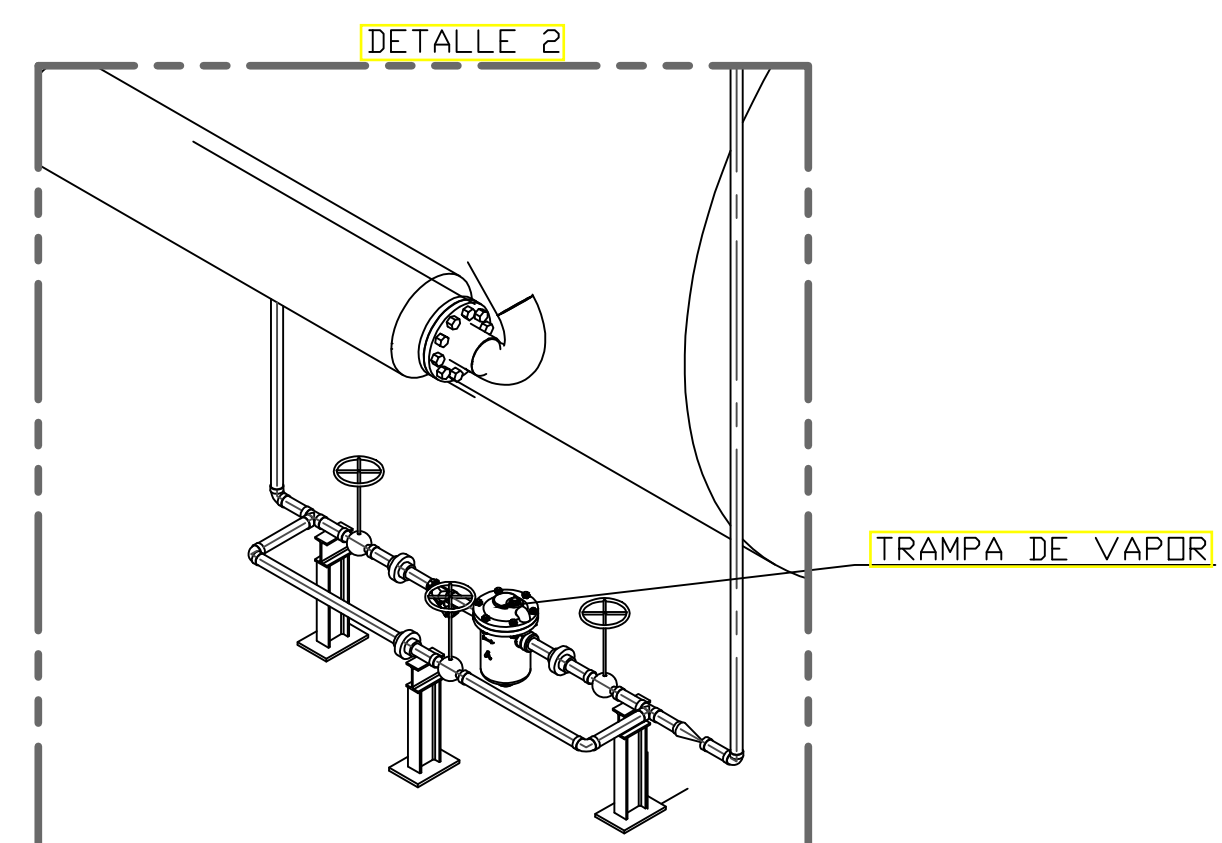
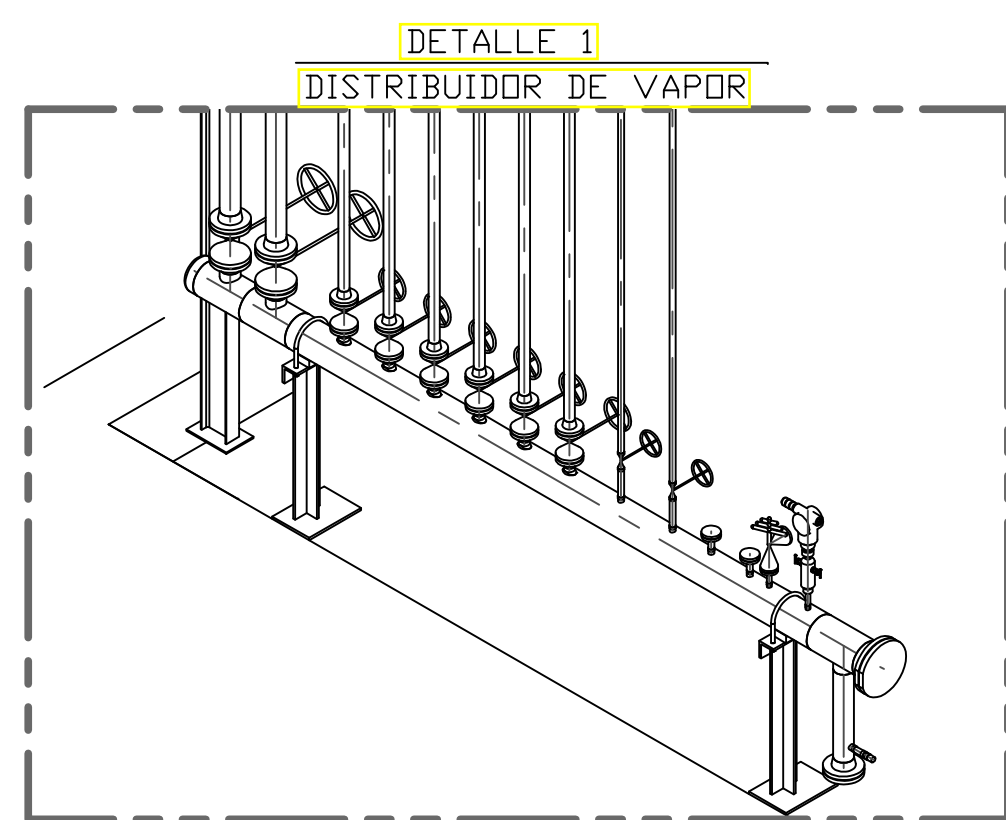
Equipo siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Separador de Vapor	IBLV B, M, L, E, F, N, Q	*DC

* La DC es la primera opción cuando la calidad de vapor es de 90%, o menos.

ANEXO L: Planos Constructivos



CONTINUA EN DWG: 110682-002



CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA	UPS	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
TEMA: LAYOUT GENERAL	ESCALA: 1:40	REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
		CODIGO: 110682.001	TOL.GRAL

CONTINUA EN DWG: 110682-001

LIMITE DE AREA

3000
2500
3000
2700
2500
2223

1/2"-CD-008-V
BDP EL. 3551

1/2"-CD-007-V
BDP EL. 3551

2"-CD-010-V
BDP EL. 5187

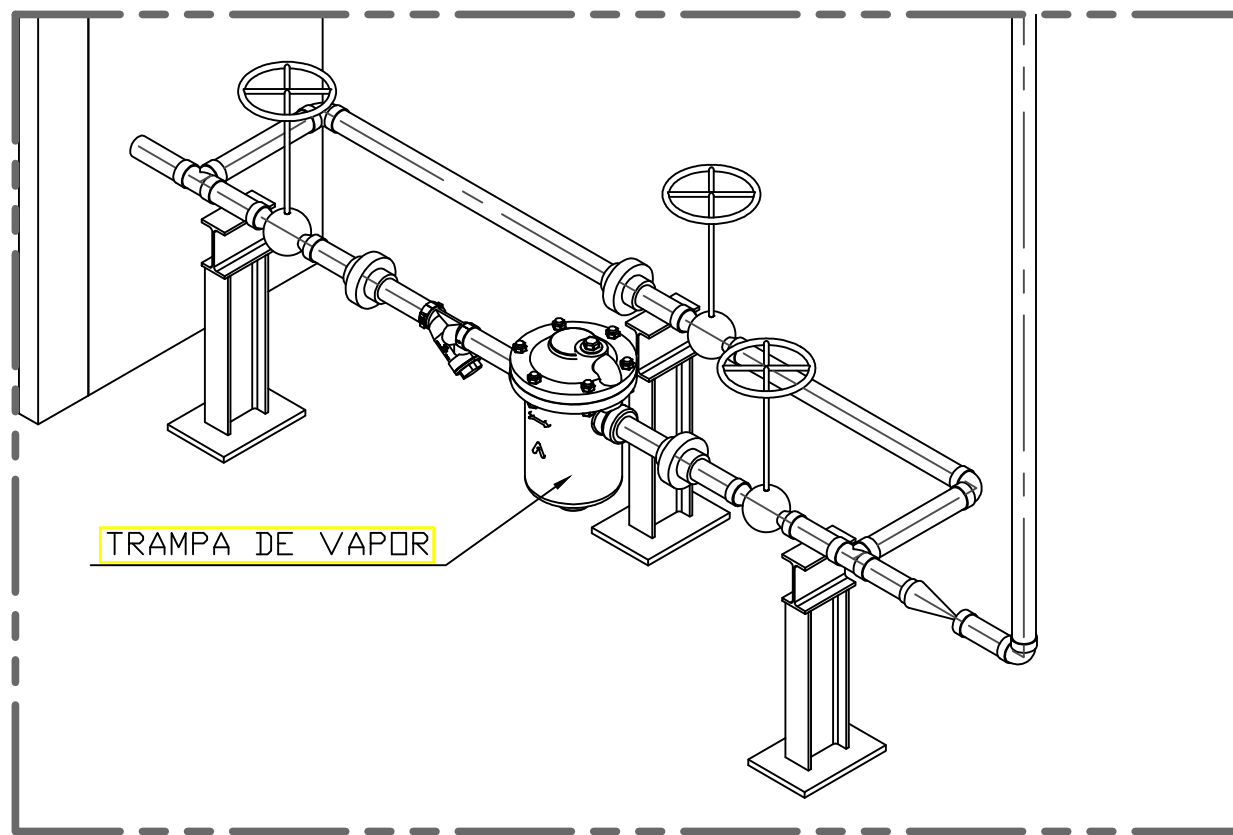
VER DETALLE 1

LIMITE DE AREA

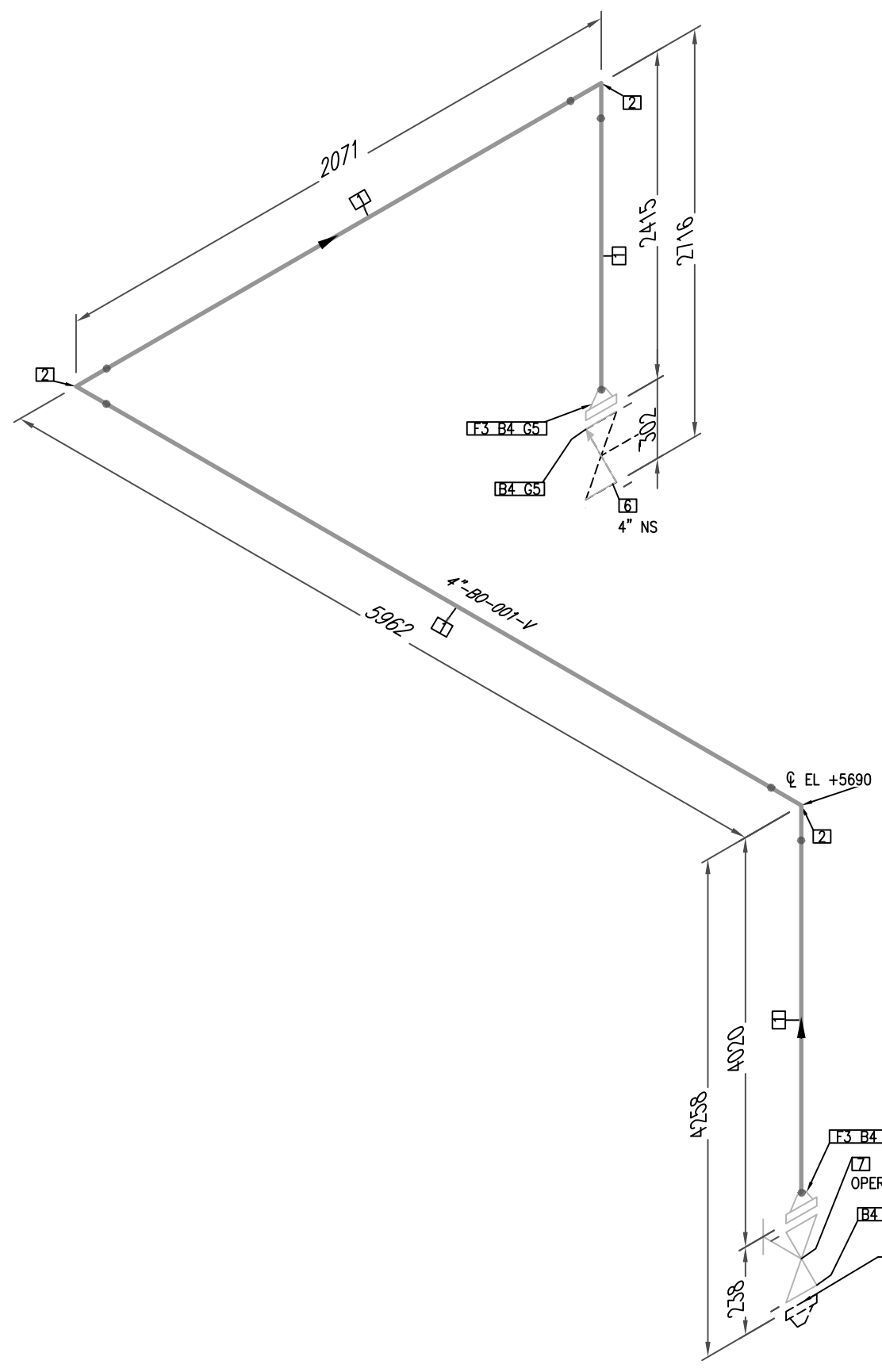
1230 150000 3000 3000 3000 3000 3000 1353

LIMITE DE AREA

DETALLE 1



CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
TEMA: LAYOUT GENERAL	ESCALA: 1:50	CÓDIGO: 110682.002	TOL. GRAL



LISTA DE MATERIALES			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	13.5M	4"	TUBO, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	3	4"	CODO 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	2	4"	BRIDA WN , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
4	32	5/8"x89	ESPARRÁGOS ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
5	4	4"	EMPAQUE, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
6	1	4"	VÁLVULA DE RETENCIÓN, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY, RAISED FACE FLANGED, SWING CHECK, TAG VR2
7	1	4"	VÁLVULA DE COMPUERTA, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

**CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA**

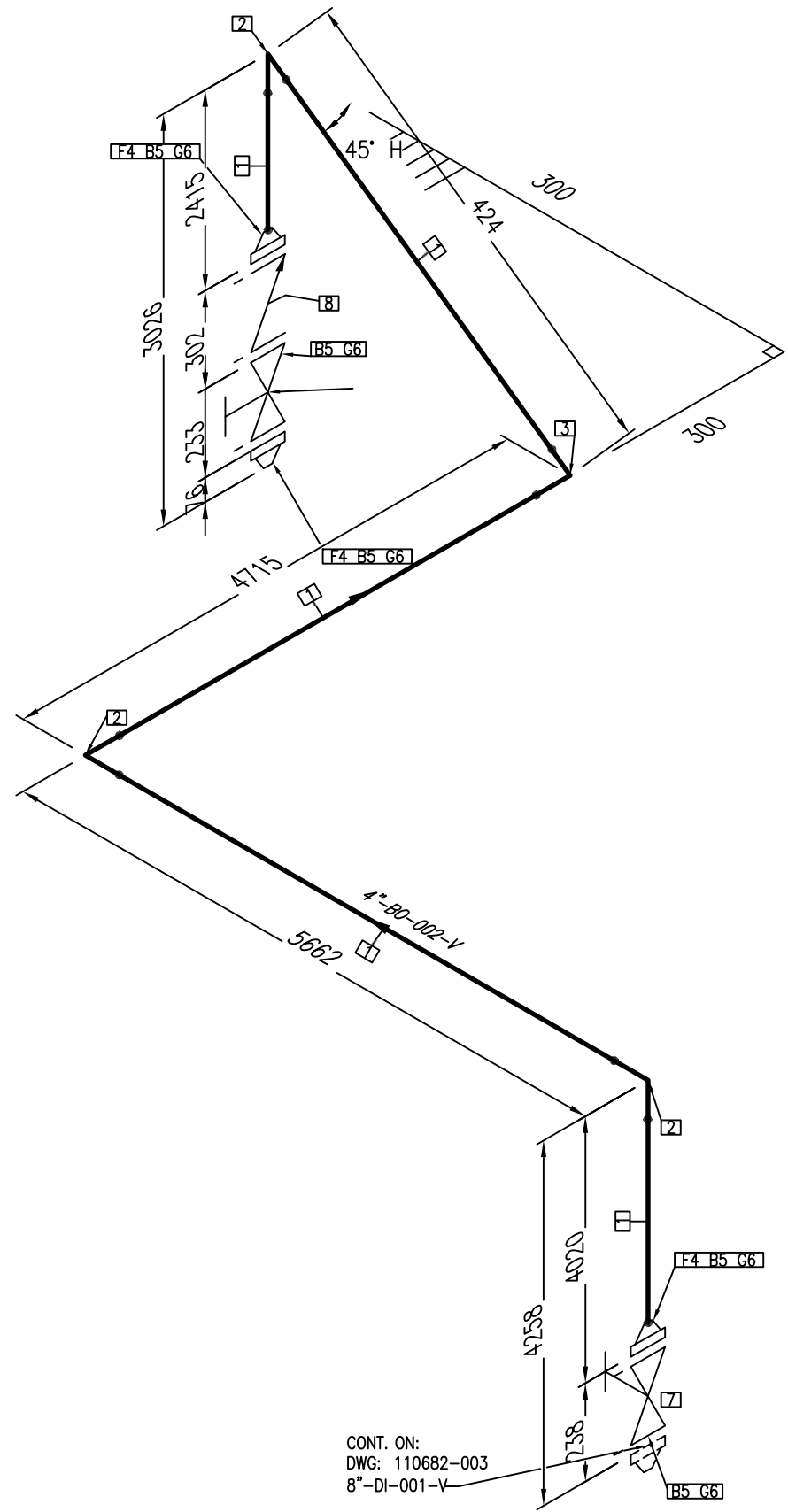
UPS

DIS POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
DIB POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
REV POR:	ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016

TEMA:
ISOMETRICO LÍNEA: 4"-BO-001-V

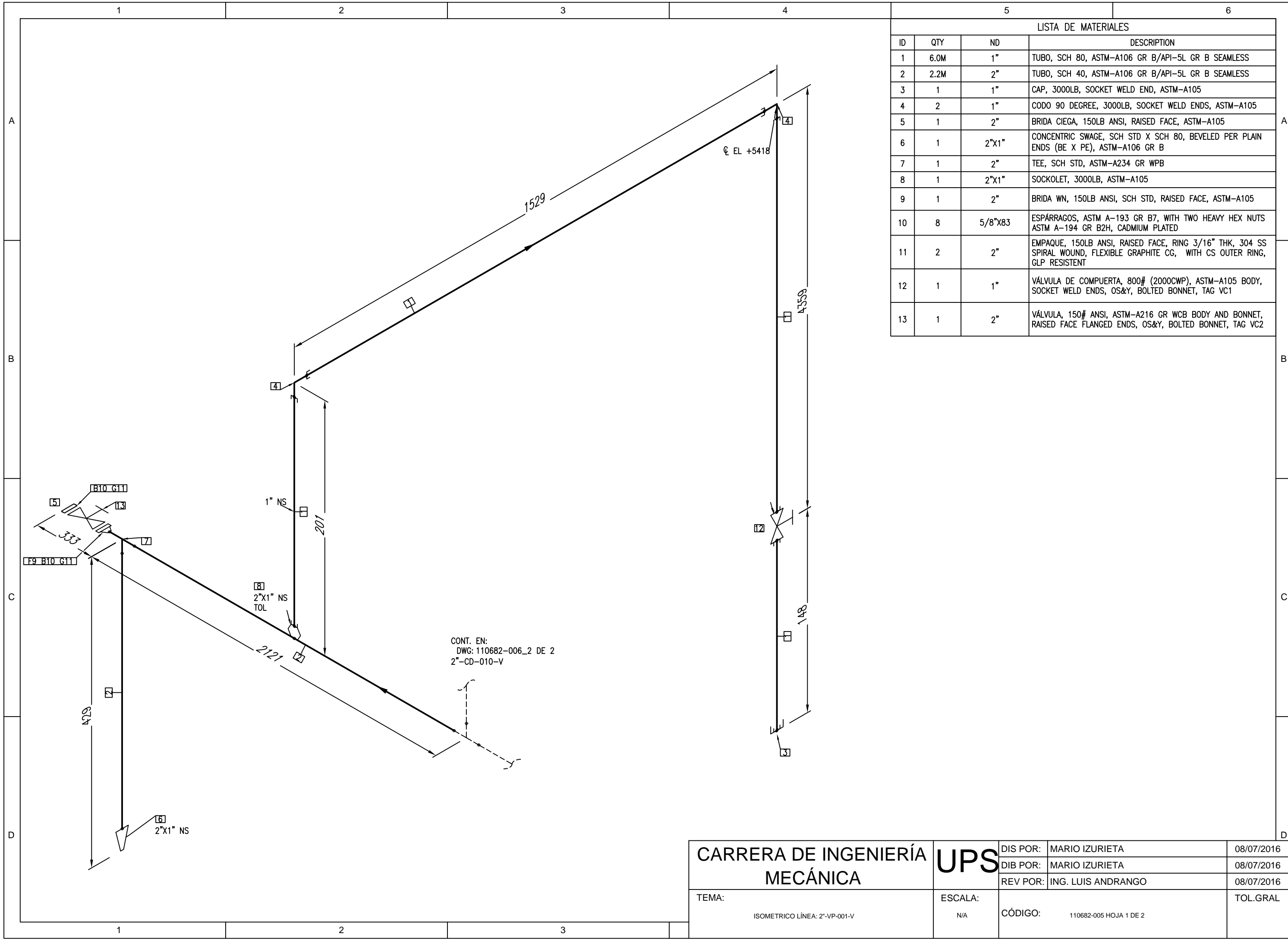
ESCALA:
N/A

CÓDIGO: 110682-003
TOL.GRAL



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	16.1M	4"	TUBO, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	3	4"	CODO 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	1	4"	CODO 45 DEGREE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
4	3	4"	BRIDA WN, 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
5	40	5/8"x89	ESPÁRRAGOS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
6	5	4"	EMPAQUE, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
7	2	4"	VÁLVULA DE COMPUERTA, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2
8	1	4"	VÁLVULA CHECK, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY, RAISED FACE FLANGED, SWING CHECK, TAG VR2

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 4"-BO-002-V	UPS ESCALA: N/A	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
		CÓDIGO: 110682-004	TOL.GRAL



LISTA DE MATERIALES			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6.0M	1"	TUBO, SCH 80, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	2.2M	2"	TUBO, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
3	1	1"	CAP, 3000LB, SOCKET WELD END, ASTM-A105
4	2	1"	CODO 90 DEGREE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
5	1	2"	BRIDA CIEGA, 150LB ANSI, RAISED FACE, ASTM-A105
6	1	2"x1"	CONCENTRIC SWAGE, SCH STD X SCH 80, BEVELED PER PLAIN ENDS (BE X PE), ASTM-A106 GR B
7	1	2"	TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
8	1	2"x1"	SOCKOLET, 3000LB, ASTM-A105
9	1	2"	BRIDA WN, 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
10	8	5/8"x83	ESPÁRRAGOS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
11	2	2"	EMPAQUE, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
12	1	1"	VÁLVULA DE COMPUERTA, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC1
13	1	2"	VÁLVULA, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CONT. EN:
 DWG: 110682-006_2 DE 2
 2"-CD-010-V

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-001-V	UPS ESCALA: N/A	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
		CÓDIGO: 110682-005 HOJA 1 DE 2	TOL.GRAL

1

2

3

4

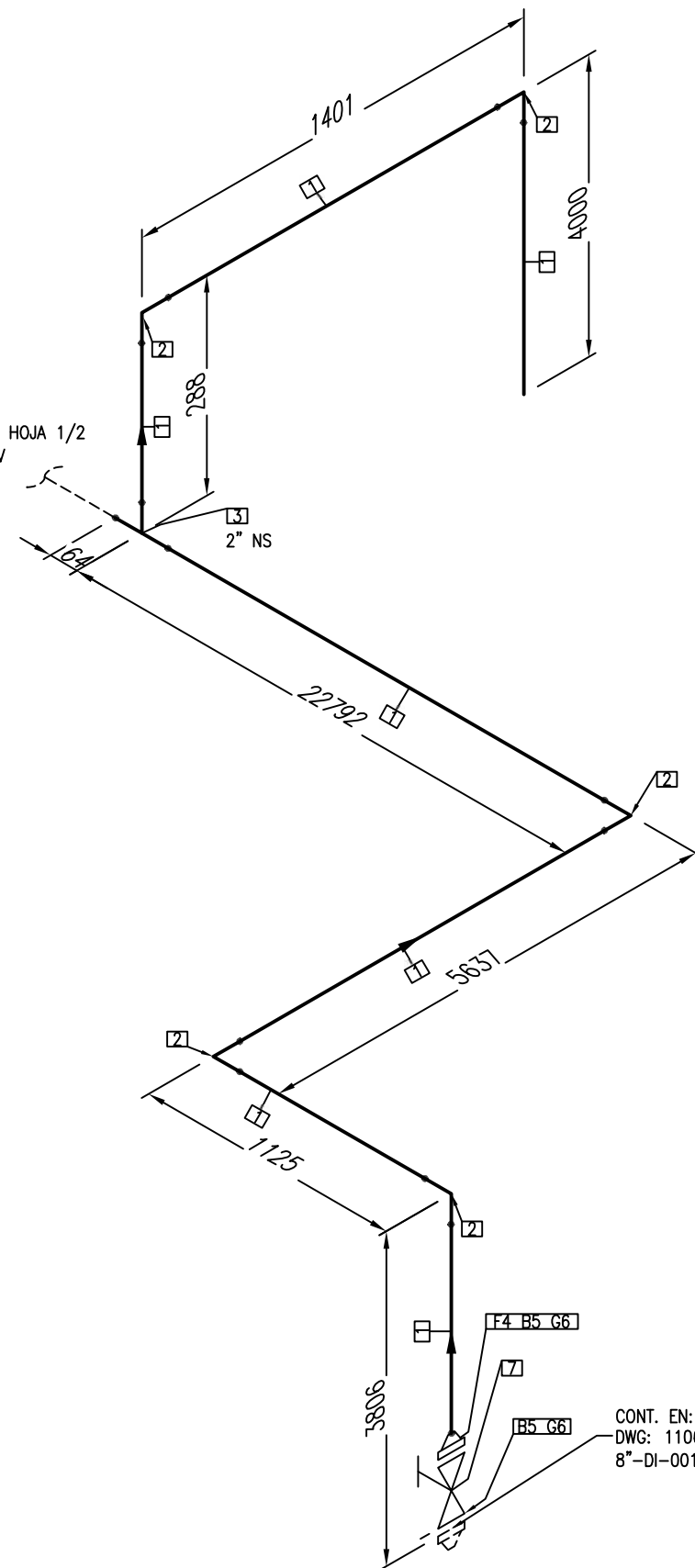
5

6

BILL OF MATERIALS

ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	38.0M	2"	TUBO, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	5	2"	CODO 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	1	2"	TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
4	1	2"	BRIDA WN , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
5	8	5/8"x83	ESPÁRRAGOS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
6	2	2"	EMPAQUE, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
7	1	2"	VÁLVULA, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CONT. EN:
DWG: 110682 HOJA 1/2
2"-VP-001-V



CONT. EN:
DWG: 110682-003
8"-DI-001-V

CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA

UPS

DIS POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
DIB POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
REV POR:	ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
ESCALA:	N/A	TOL.GRAL
CÓDIGO:	110682-005 HOJA: 2 DE 2	

TEMA:

ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-001-V

ESCALA:

N/A

CÓDIGO: 110682-005 HOJA: 2 DE 2

1

2

3

A

B

C

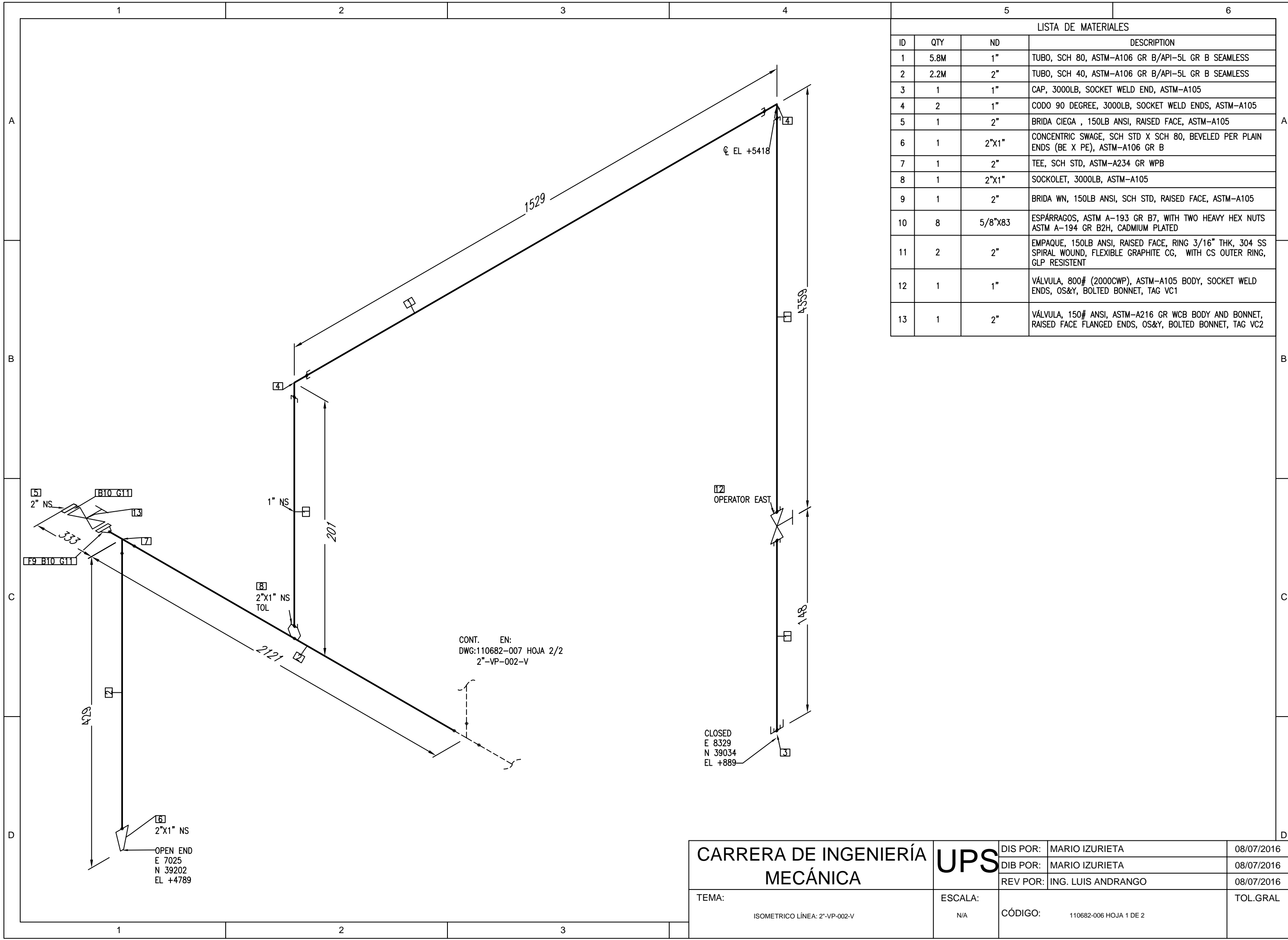
D

A

B

C

D



LISTA DE MATERIALES			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	5.8M	1"	TUBO, SCH 80, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	2.2M	2"	TUBO, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
3	1	1"	CAP, 3000LB, SOCKET WELD END, ASTM-A105
4	2	1"	CODO 90 DEGREE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
5	1	2"	BRIDA CIEGA, 150LB ANSI, RAISED FACE, ASTM-A105
6	1	2"x1"	CONCENTRIC SWAGE, SCH STD X SCH 80, BEVELED PER PLAIN ENDS (BE X PE), ASTM-A106 GR B
7	1	2"	TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
8	1	2"x1"	SOCKOLET, 3000LB, ASTM-A105
9	1	2"	BRIDA WN, 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
10	8	5/8"x83	ESPÁRRAGOS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
11	2	2"	EMPAQUE, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
12	1	1"	VÁLVULA, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC1
13	1	2"	VÁLVULA, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

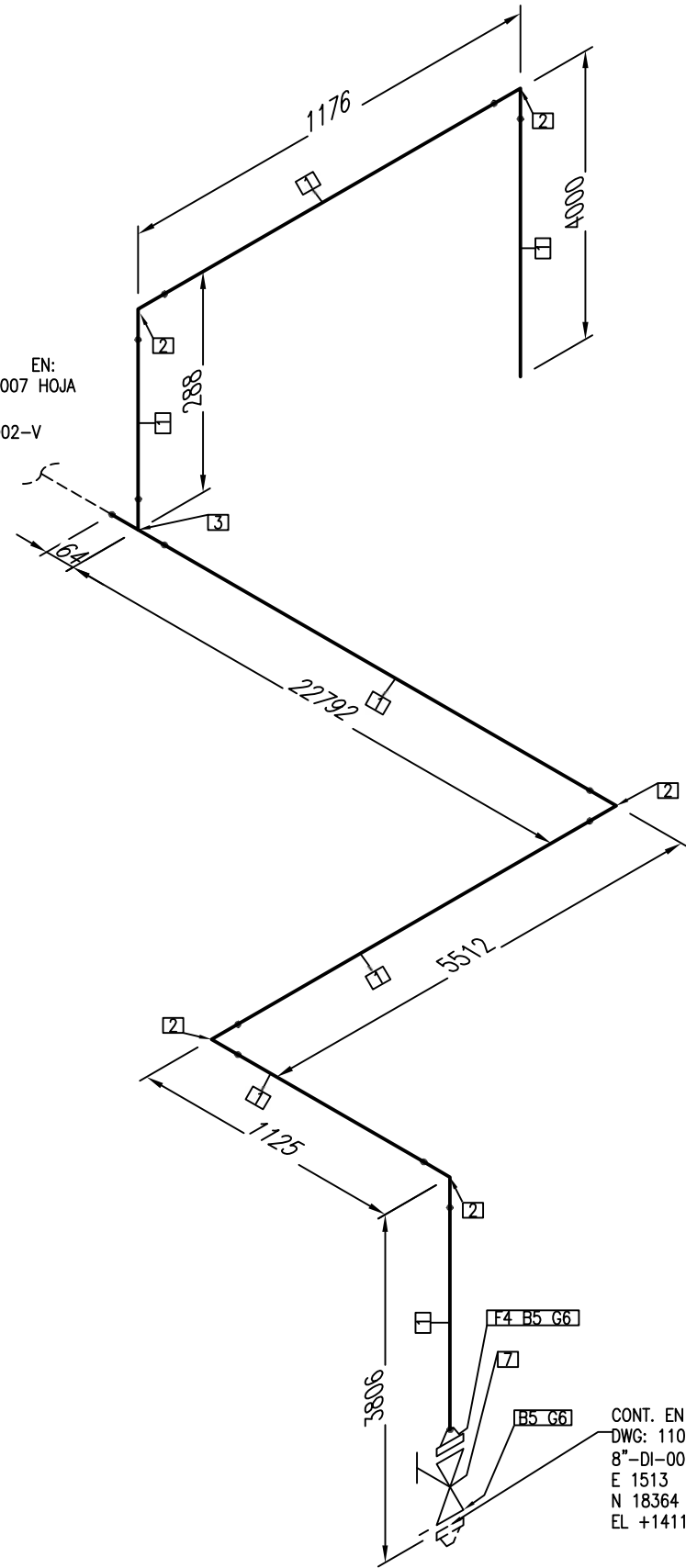
CONT. EN:
 DWG:110682-007 HOJA 2/2
 2"-VP-002-V

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-002-V	ESCALA: N/A	REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
		CÓDIGO: 110682-006 HOJA 1 DE 2	TOL.GRAL

[6]
 2"x1" NS
 OPEN END
 E 7025
 N 39202
 EL +4789

[12]
 OPERATOR EAST
 [3]
 CLOSED
 E 8329
 N 39034
 EL +889

CONT. EN:
110682-007 HOJA
1/2
2"-VP-002-V



CONT. EN
DWG: 110682-003
8"-DI-001-V
E 1513
N 18364
EL +1411

LISTA DE MATERIALES

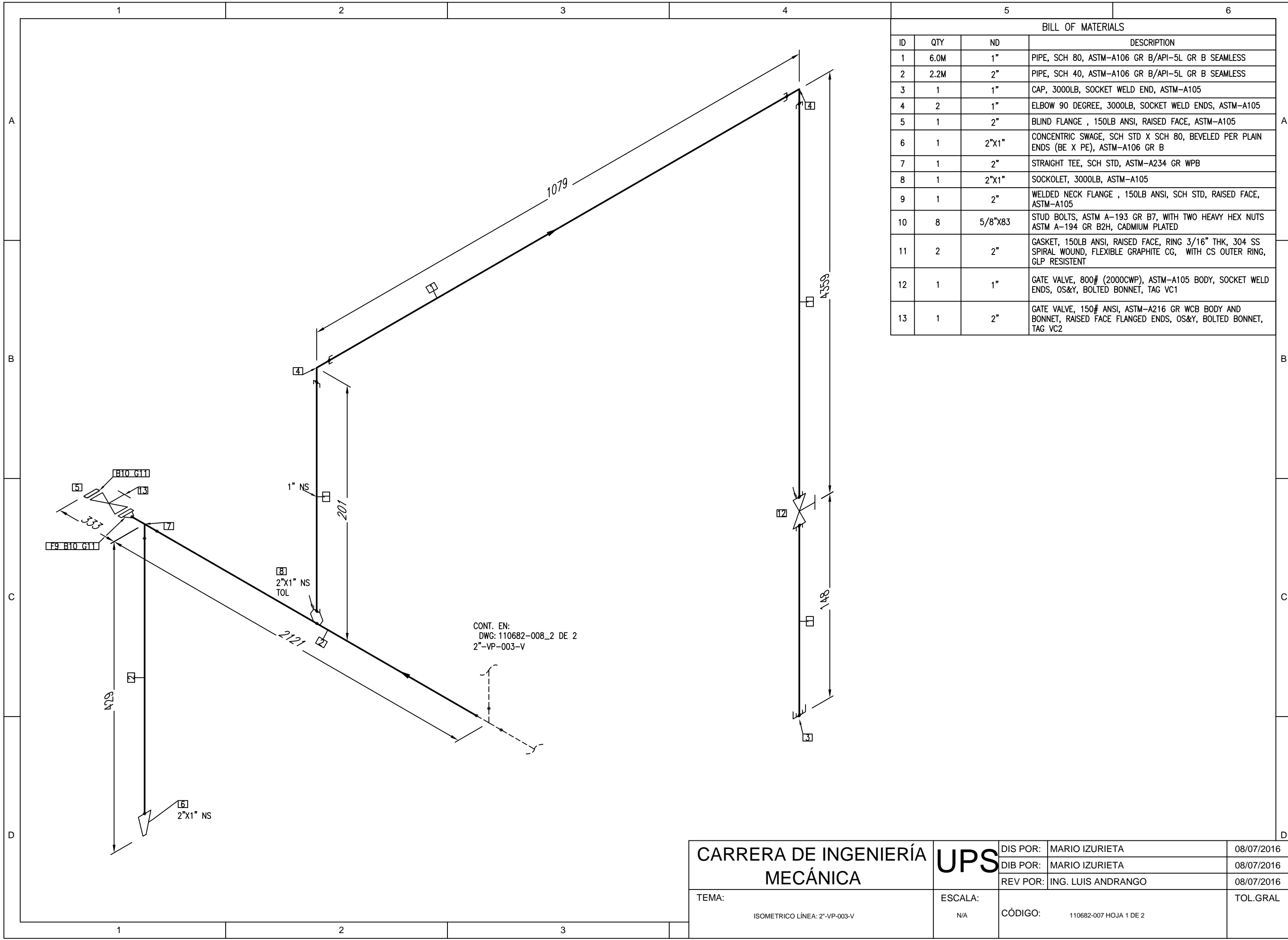
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	32.4M	2"	TUBO, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	5	2"	CODO 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	1	2"	TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
4	1	2"	BRIDA WN , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
5	8	5/8"x83	ESPÁRRAGOS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
6	2	2"	EMPAQUE, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
7	1	2"	VÁLVULA DE COMPUERTA, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA

UPS

DIS POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
DIB POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
REV POR:	ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
ESCALA:	N/A	TOL.GRAL
CÓDIGO:	110682-006 HOJA 2 DE 2	

TEMA:
ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-002-V



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6.0M	1"	PIPE, SCH 80, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	2.2M	2"	PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
3	1	1"	CAP, 3000LB, SOCKET WELD END, ASTM-A105
4	2	1"	ELBOW 90 DEGREE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
5	1	2"	BLIND FLANGE , 150LB ANSI, RAISED FACE, ASTM-A105
6	1	2"x1"	CONCENTRIC SWAGE, SCH STD X SCH 80, BEVELED PER PLAIN ENDS (BE X PE), ASTM-A106 GR B
7	1	2"	STRAIGHT TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
8	1	2"x1"	SOCKOLET, 3000LB, ASTM-A105
9	1	2"	WELDED NECK FLANGE , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
10	8	5/8"x83	STUD BOLTS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
11	2	2"	GASKET, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
12	1	1"	GATE VALVE, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC1
13	1	2"	GATE VALVE, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CONT. EN:
 DWG: 110682-008_2 DE 2
 2"-VP-003-V

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-003-V	UPS ESCALA: N/A	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
		CÓDIGO: 110682-007 HOJA 1 DE 2	TOL.GRAL

1

2

3

4

5

6

A

B

C

D

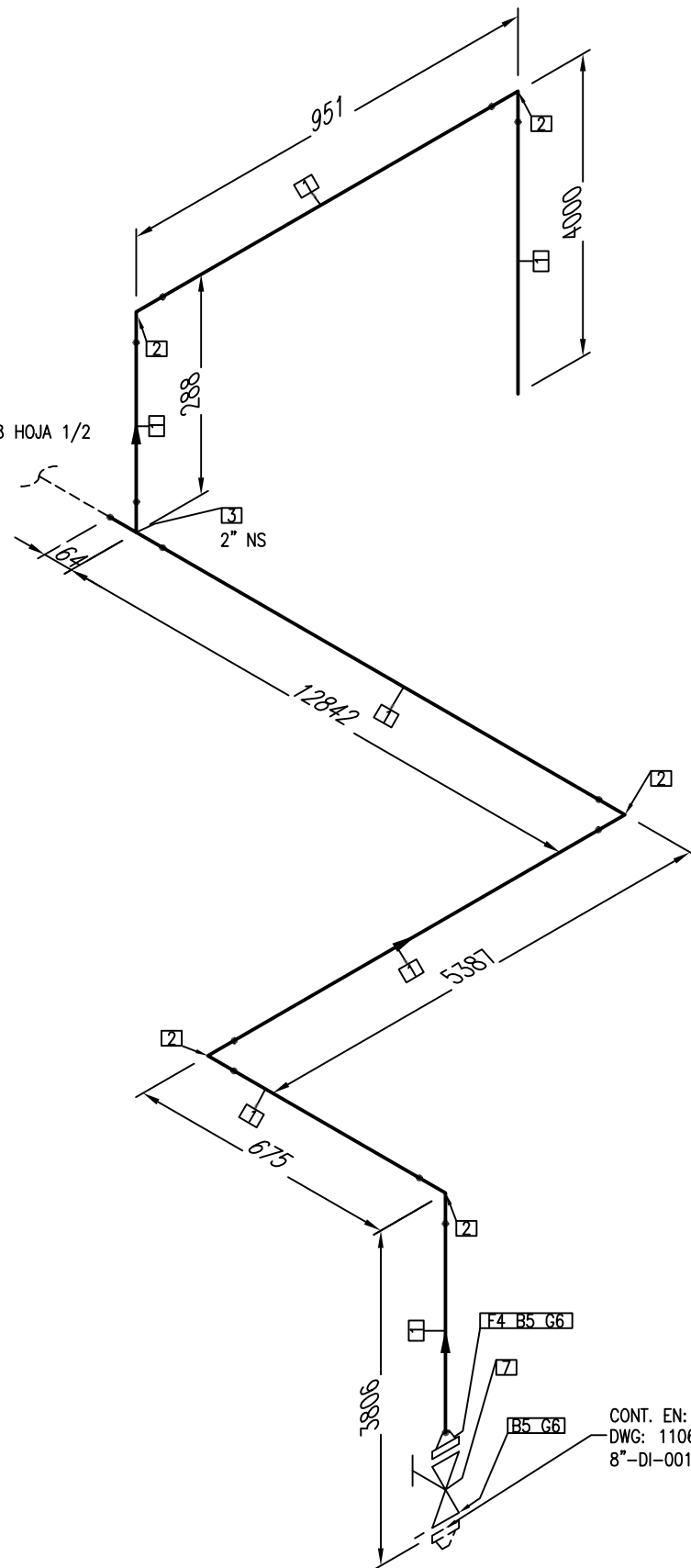
A

B

C

D

CONT. EN:
DWG: 110682-008 HOJA 1/2
2"-VP-003-V



CONT. EN:
DWG: 110682-003
8"-DI-001-V

BILL OF MATERIALS

ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	38.0M	2"	PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	5	2"	ELBOW 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	1	2"	STRAIGHT TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
4	1	2"	WELDED NECK FLANGE , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
5	8	5/8"x83	STUD BOLTS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
6	2	2"	GASKET, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
7	1	2"	GATE VALVE, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA

UPS

DIS POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
DIB POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
REV POR:	ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016

TEMA:
ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-001-V

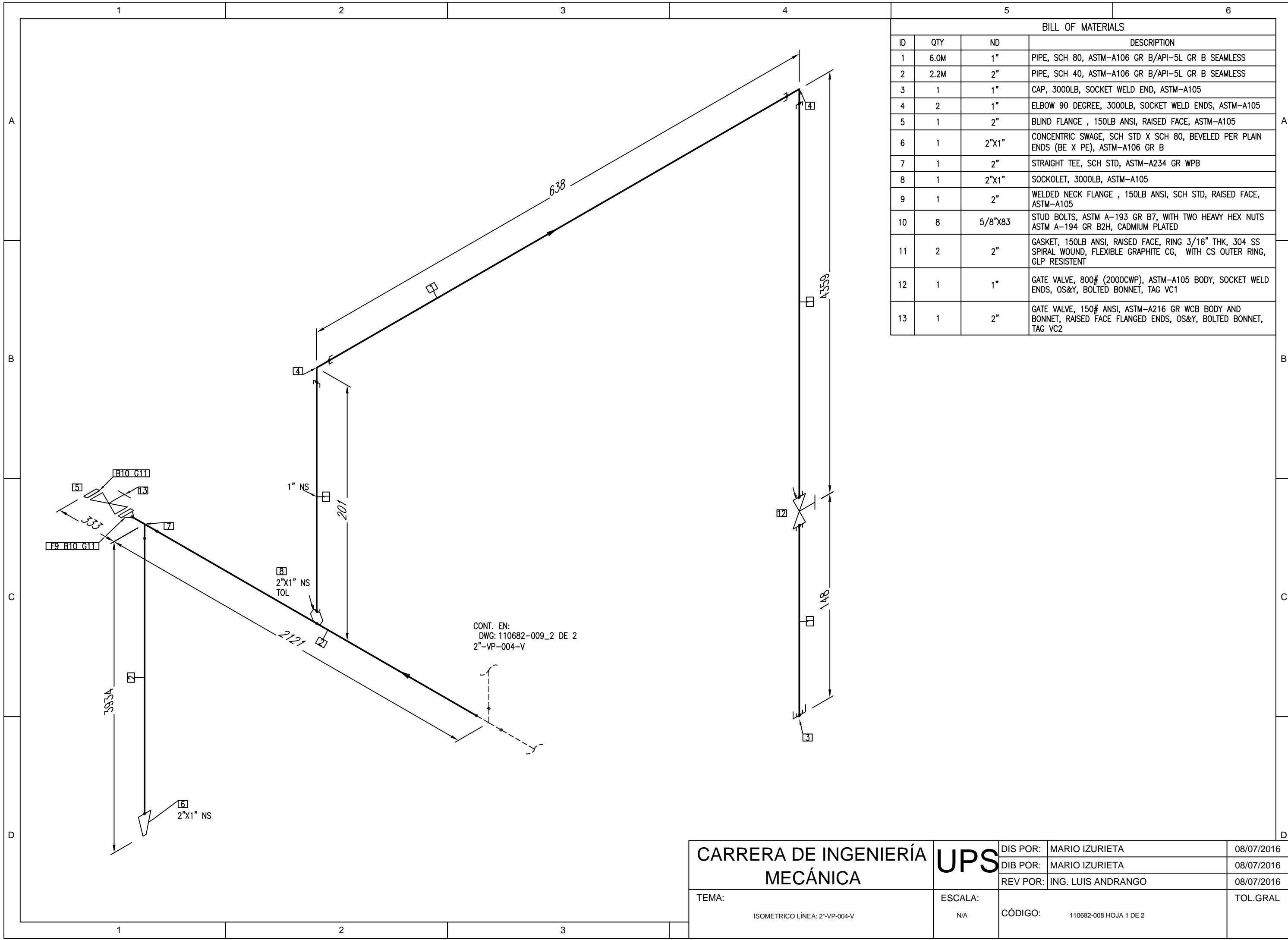
ESCALA:
N/A

CÓDIGO:
110682-007 HOJA: 2 DE 2

1

2

3

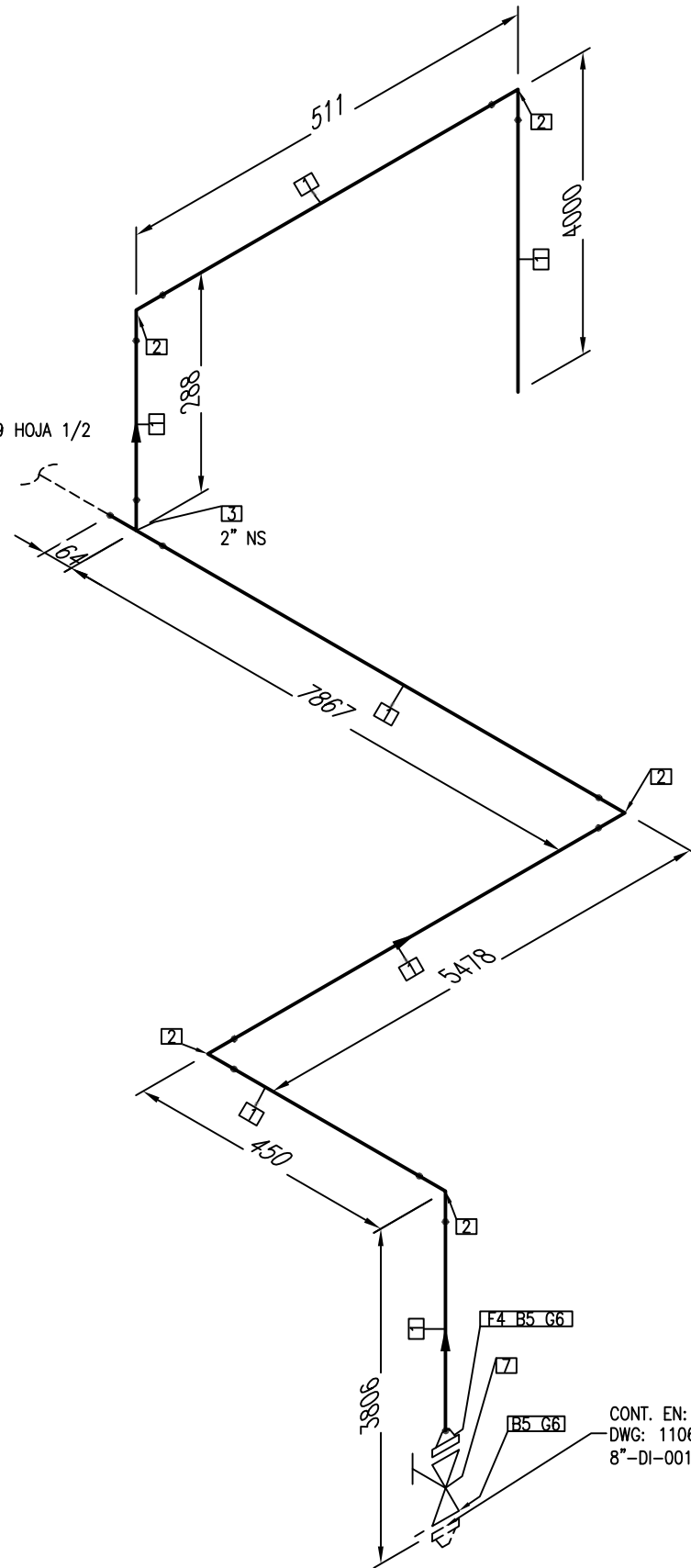


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6.0M	1"	PIPE, SCH 80, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	2.2M	2"	PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
3	1	1"	CAP, 3000LB, SOCKET WELD END, ASTM-A105
4	2	1"	ELBOW 90 DEGREE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
5	1	2"	BLIND FLANGE , 150LB ANSI, RAISED FACE, ASTM-A105
6	1	2"x1"	CONCENTRIC SWAGE, SCH STD X SCH 80, BEVELED PER PLAIN ENDS (BE X PE), ASTM-A106 GR B
7	1	2"	STRAIGHT TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
8	1	2"x1"	SOCKOLET, 3000LB, ASTM-A105
9	1	2"	WELDED NECK FLANGE , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
10	8	5/8"x83	STUD BOLTS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
11	2	2"	GASKET, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
12	1	1"	GATE VALVE, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC1
13	1	2"	GATE VALVE, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CONT. EN:
 DWG: 110682-009_2 DE 2
 2"-VP-004-V

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-004-V	UPS ESCALA: N/A	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
		CÓDIGO: 110682-008 HOJA 1 DE 2	TOL.GRAL

CONT. EN:
 DWG: 110682-009 HOJA 1/2
 2"-VP-004-V



CONT. EN:
 DWG: 110682-003
 8"-DI-001-V

BILL OF MATERIALS

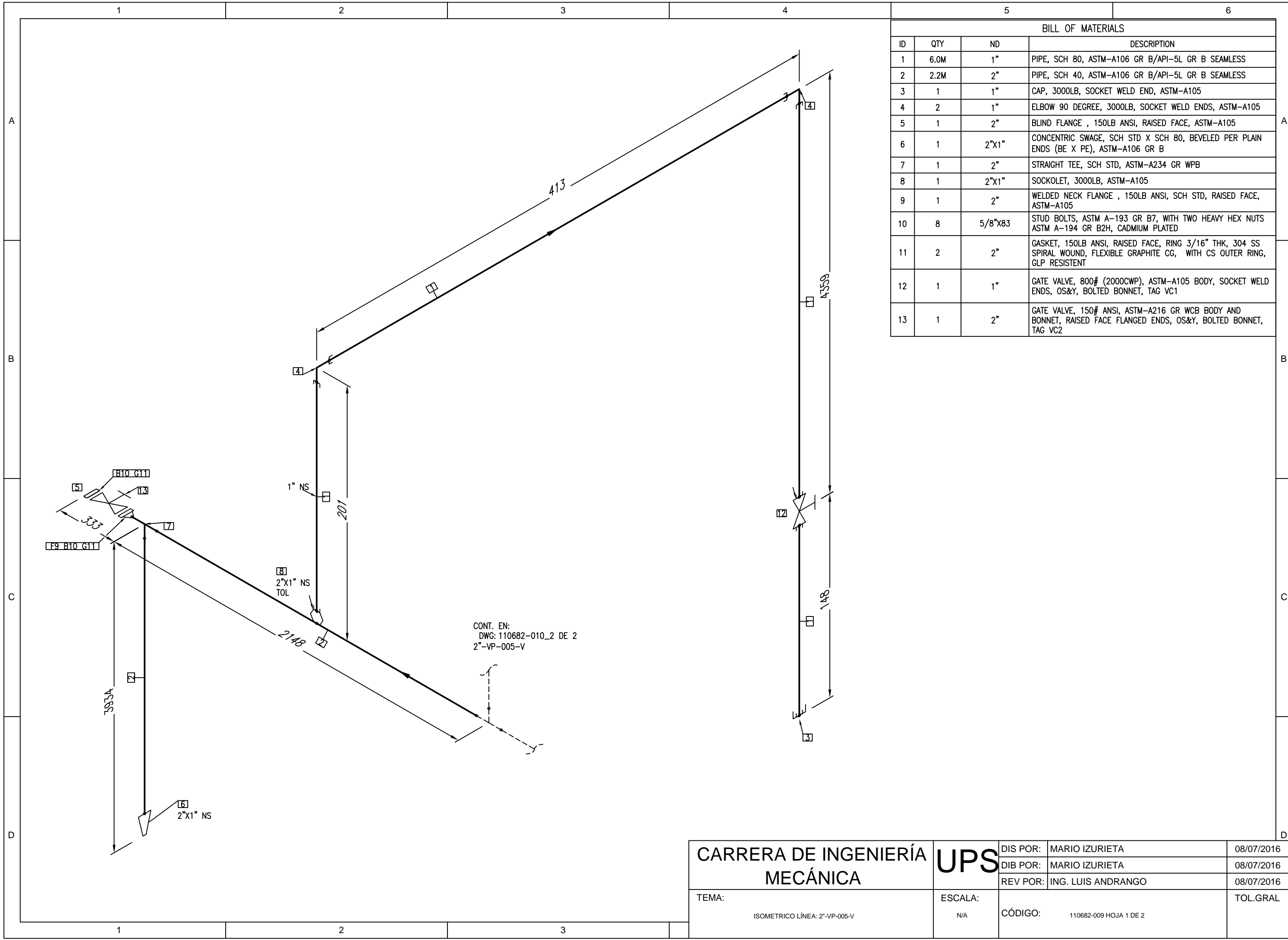
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	38.0M	2"	PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	5	2"	ELBOW 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	1	2"	STRAIGHT TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
4	1	2"	WELDED NECK FLANGE , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
5	8	5/8"x83	STUD BOLTS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
6	2	2"	GASKET, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
7	1	2"	GATE VALVE, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CARRERA DE INGENIERÍA
 MECÁNICA

UPS

DIS POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
DIB POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
REV POR:	ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
ESCALA:	N/A	TOL.GRAL
CÓDIGO:	110682-008 HOJA: 2 DE 2	

TEMA:
 ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-004-V



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	6.0M	1"	PIPE, SCH 80, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	2.2M	2"	PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
3	1	1"	CAP, 3000LB, SOCKET WELD END, ASTM-A105
4	2	1"	ELBOW 90 DEGREE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
5	1	2"	BLIND FLANGE , 150LB ANSI, RAISED FACE, ASTM-A105
6	1	2"X1"	CONCENTRIC SWAGE, SCH STD X SCH 80, BEVELED PER PLAIN ENDS (BE X PE), ASTM-A106 GR B
7	1	2"	STRAIGHT TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
8	1	2"X1"	SOCKET, 3000LB, ASTM-A105
9	1	2"	WELDED NECK FLANGE , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
10	8	5/8"X83	STUD BOLTS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
11	2	2"	GASKET, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
12	1	1"	GATE VALVE, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC1
13	1	2"	GATE VALVE, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-005-V	UPS ESCALA: N/A	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
		CÓDIGO: 110682-009 HOJA 1 DE 2	TOL.GRAL

1

2

3

4

5

6

A

B

C

D

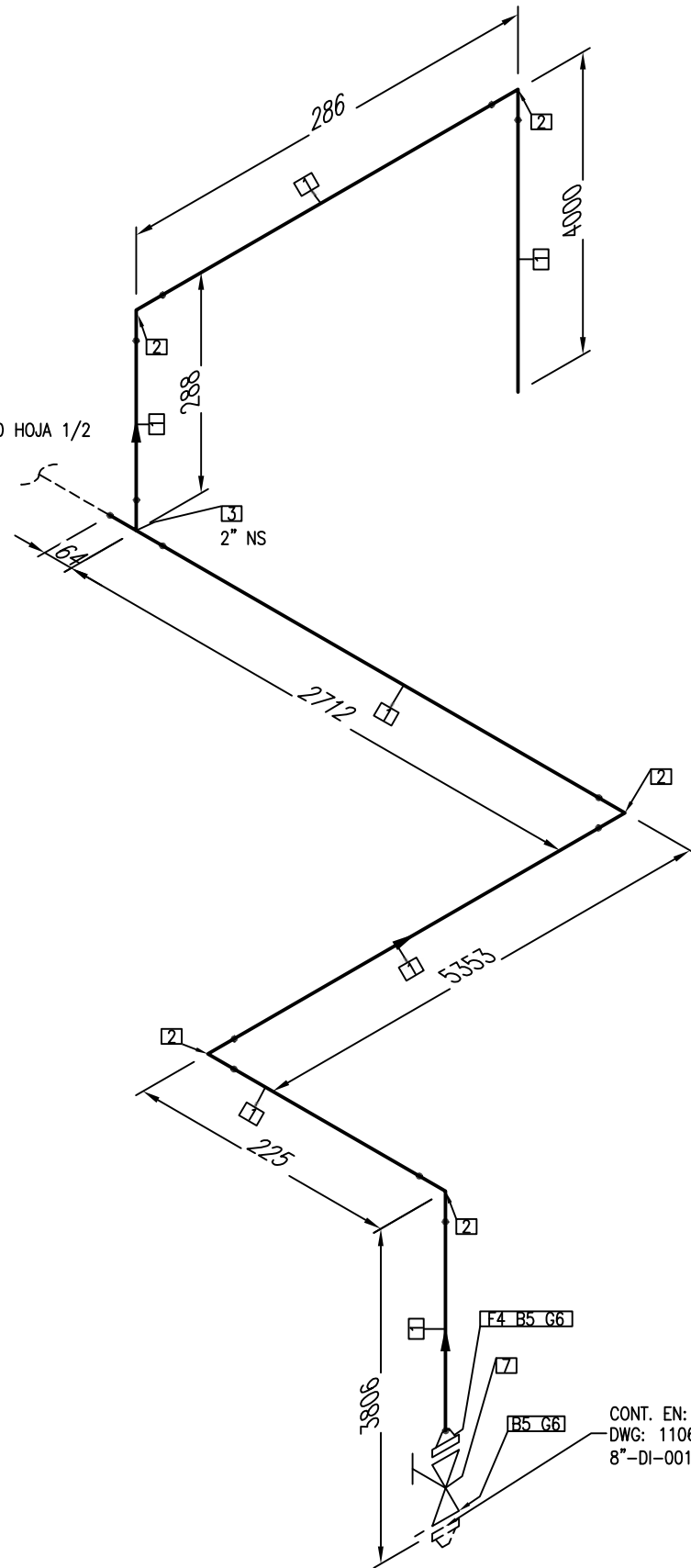
A

B

C

D

CONT. EN:
DWG: 110682-010 HOJA 1/2
2"-VP-005-V



CONT. EN:
DWG: 110682-003
8"-DI-001-V

BILL OF MATERIALS

ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	38.0M	2"	PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	5	2"	ELBOW 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	1	2"	STRAIGHT TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
4	1	2"	WELDED NECK FLANGE , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
5	8	5/8"x83	STUD BOLTS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
6	2	2"	GASKET, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
7	1	2"	GATE VALVE, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CARRERA DE INGENIERÍA
MECÁNICA

UPS

DIS POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
DIB POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
REV POR:	ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016

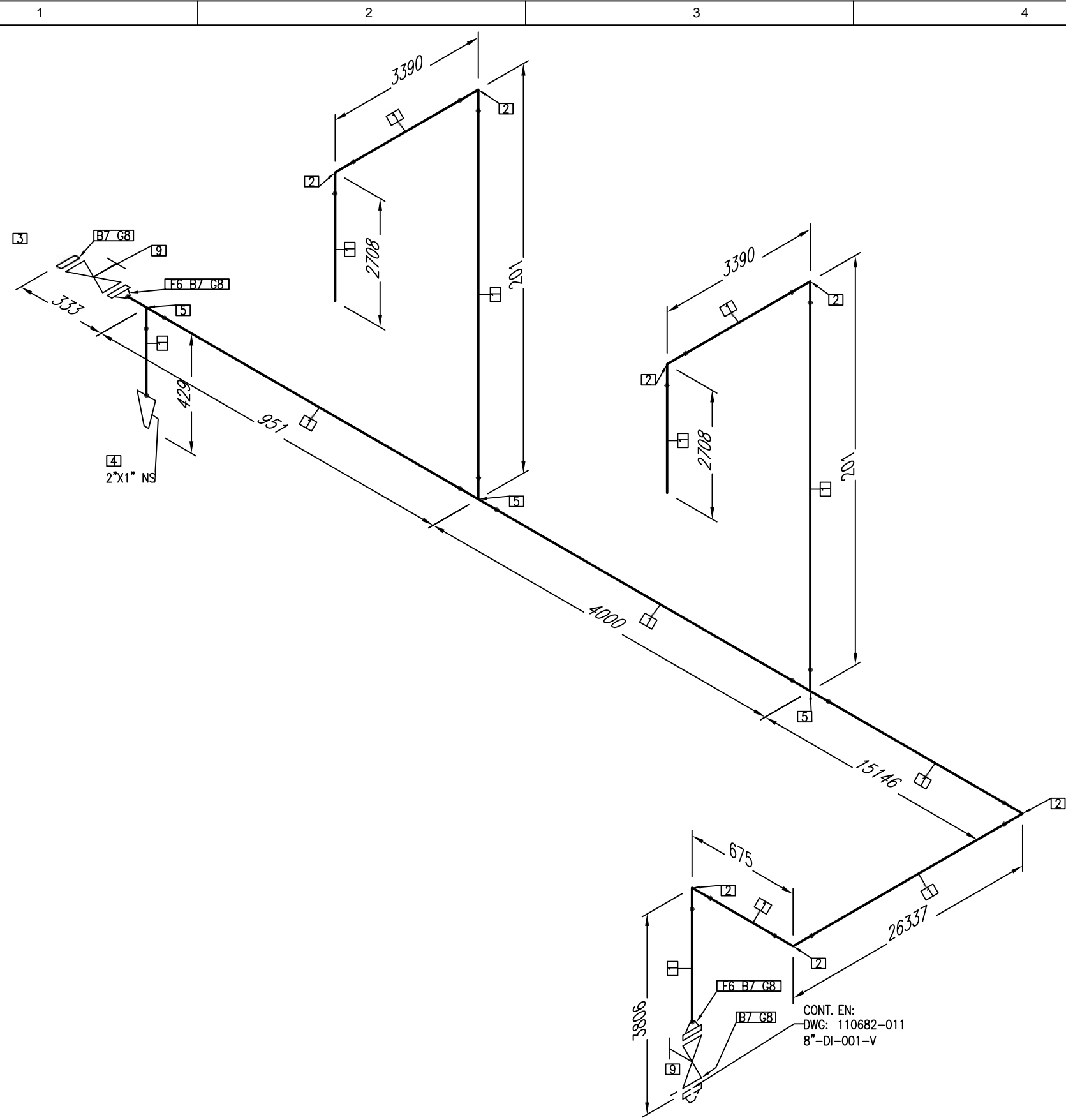
TEMA:
ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-005-V

ESCALA:	N/A	TOL.GRAL
CÓDIGO:	110682-009 HOJA: 2 DE 2	

1

2

3

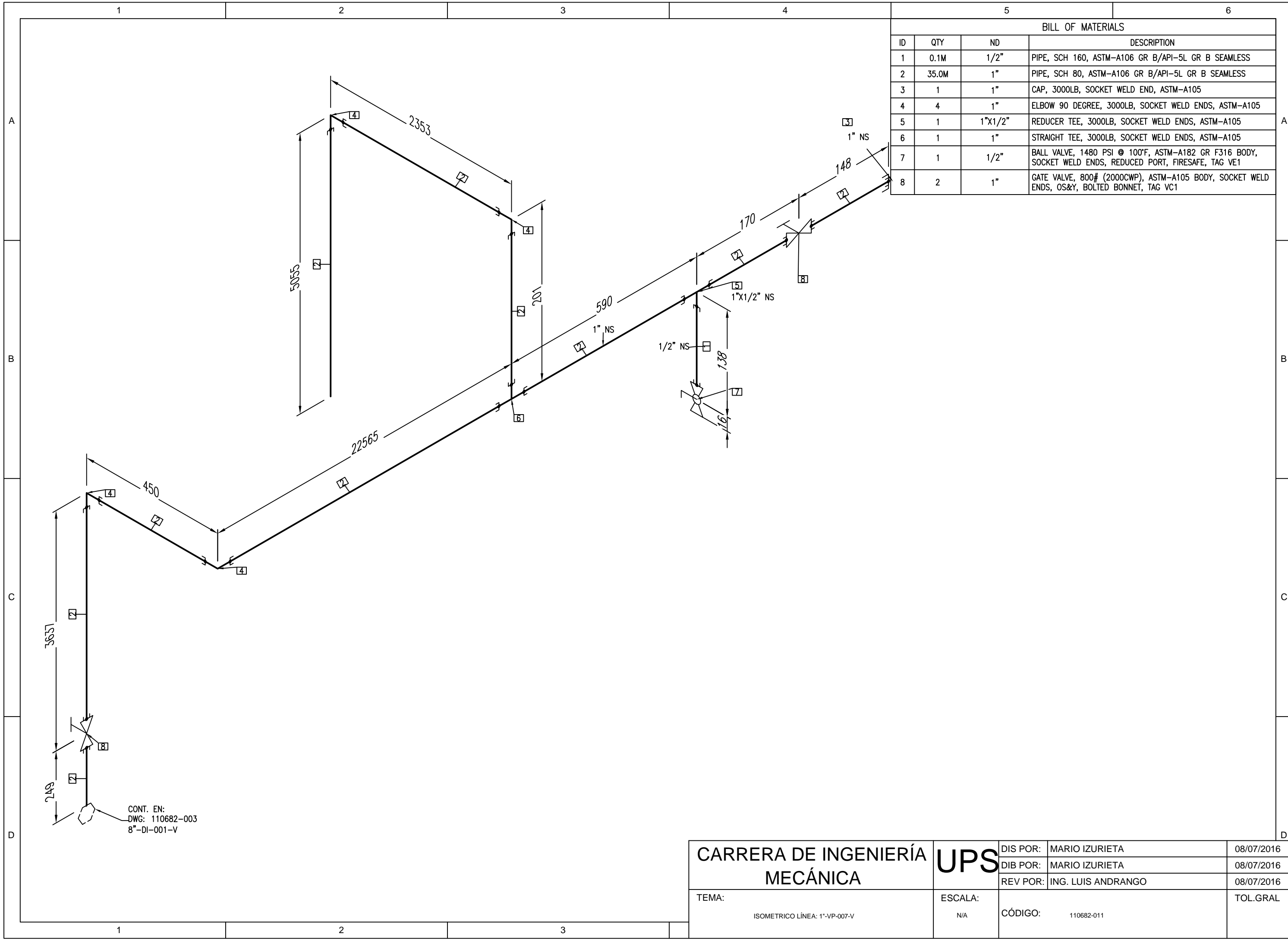


BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	62.0M	2"	PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	7	2"	ELBOW 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	1	2"	BLIND FLANGE , 150LB ANSI, RAISED FACE, ASTM-A105
4	1	2"x1"	CONCENTRIC SWAGE, SCH STD X SCH 80, BEVELED PER PLAIN ENDS (BE X PE), ASTM-A106 GR B
5	3	2"	STRAIGHT TEE, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
6	2	2"	WELDED NECK FLANGE , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
7	16	5/8"x83	STUD BOLTS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
8	4	2"	GASKET, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
9	2	2"	GATE VALVE, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY AND BONNET, RAISED FACE FLANGED ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC2

CONT. EN:
 DWG: 110682-011
 8"-DI-001-V

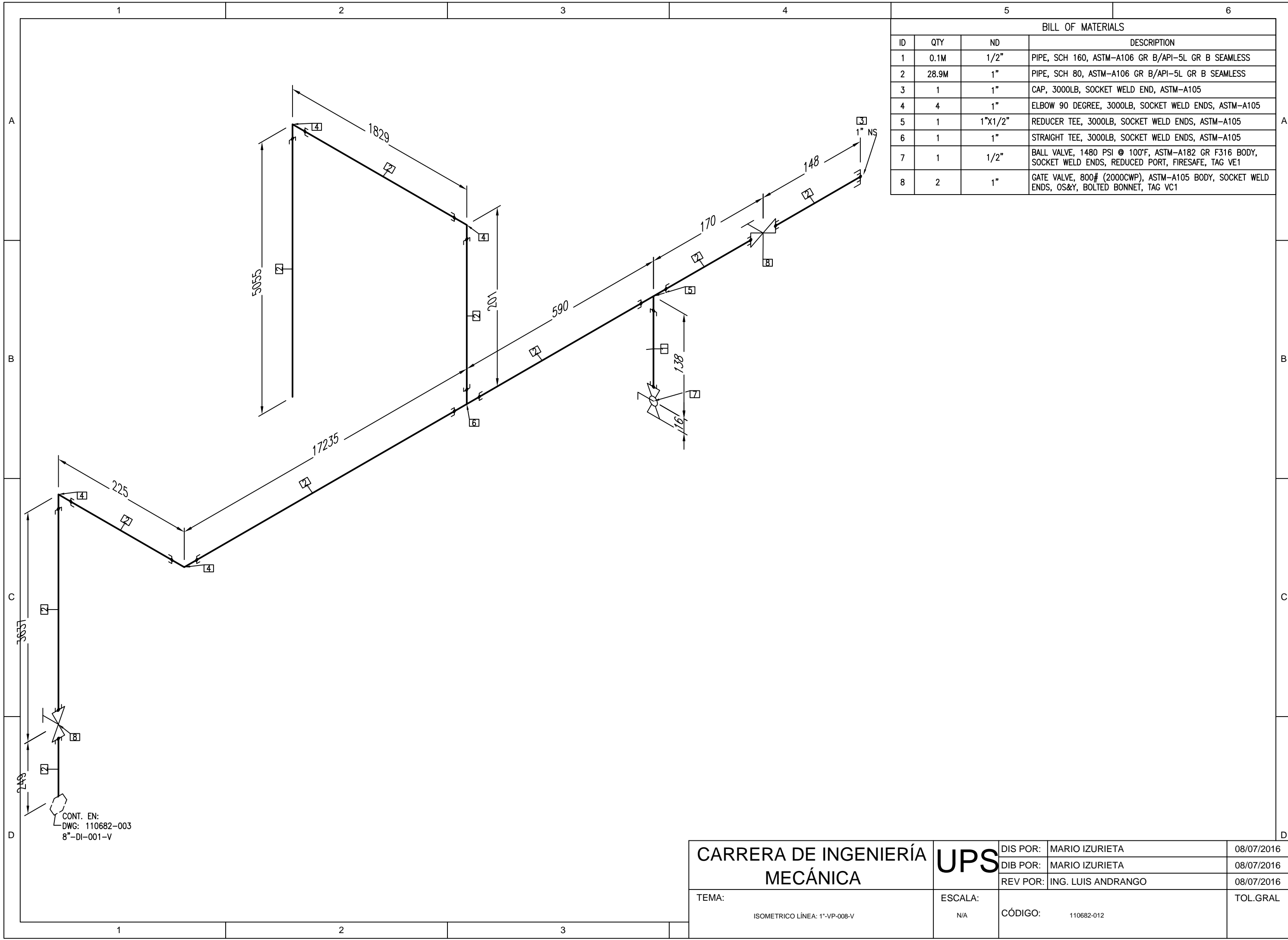
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 2"-VP-006-V	UPS ESCALA: N/A	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
		CÓDIGO: 110682-010	TOL.GRAL

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	0.1M	1/2"	PIPE, SCH 160, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	35.0M	1"	PIPE, SCH 80, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
3	1	1"	CAP, 3000LB, SOCKET WELD END, ASTM-A105
4	4	1"	ELBOW 90 DEGREE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
5	1	1"x1/2"	REDUCER TEE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
6	1	1"	STRAIGHT TEE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
7	1	1/2"	BALL VALVE, 1480 PSI @ 100°F, ASTM-A182 GR F316 BODY, SOCKET WELD ENDS, REDUCED PORT, FIRESAFE, TAG VE1
8	2	1"	GATE VALVE, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC1



CONT. EN:
 DWG: 110682-003
 8"-DI-001-V

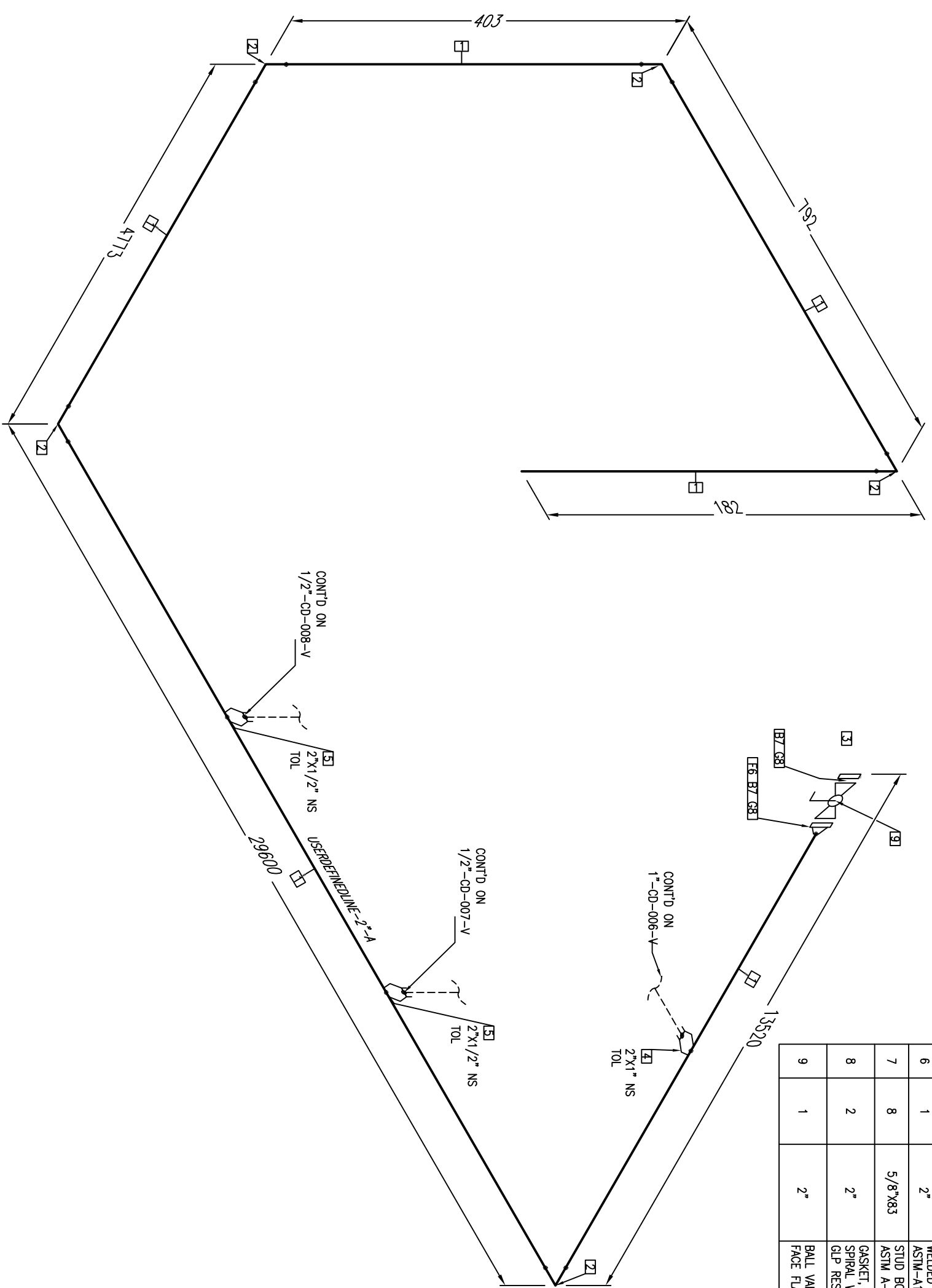
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 1"-VP-007-V	ESCALA: N/A	REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	TOL.GRAL
		CÓDIGO: 110682-011	



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	0.1M	1/2"	PIPE, SCH 160, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	28.9M	1"	PIPE, SCH 80, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
3	1	1"	CAP, 3000LB, SOCKET WELD END, ASTM-A105
4	4	1"	ELBOW 90 DEGREE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
5	1	1"x1/2"	REDUCER TEE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
6	1	1"	STRAIGHT TEE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
7	1	1/2"	BALL VALVE, 1480 PSI @ 100°F, ASTM-A182 GR F316 BODY, SOCKET WELD ENDS, REDUCED PORT, FIRESAFE, TAG VE1
8	2	1"	GATE VALVE, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VC1

CONT. EN:
 DWG: 110682-003
 8"-DI-001-V

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 1"-VP-008-V	ESCALA: N/A	CÓDIGO: 110682-012	TOL.GRAL



BILL OF MATERIALS				DESCRIPTION
ID	QTY	ND		
1	48.3M	2"		PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	5	2"		ELBOW 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	1	2"		BLIND FLANGE , 150LB ANSI, RAISED FACE, ASTM-A105
4	1	2"x1"		SOCKOLET, 3000LB, ASTM-A105
5	2	2"x1/2"		SOCKOLET, 3000LB, ASTM-A105
6	1	2"		WELDED NECK FLANGE , 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
7	8	5/8"x83		STUD BOLTS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
8	2	2"		GASKET, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
9	1	2"		BALL VALVE, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY, RAISED FACE FLANGED ENDS, REDUCED PORT, FIRE SAFE, TAG VB2

CARRERA DE INGENIERÍA		UPS	DIS POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016	
MECÁNICA			DIB POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016	
TEMA:	ISOMETRICO LINEA: 2-GD-010-V	ESCALA:	N/A	REV POR:	ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
			CÓDIGO:	110682-013	TOL.GRAL	

1

2

3

4

5

6

BILL OF MATERIALS

ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	4.8M	2"	PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	4	2"	ELBOW 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB

A

A

B

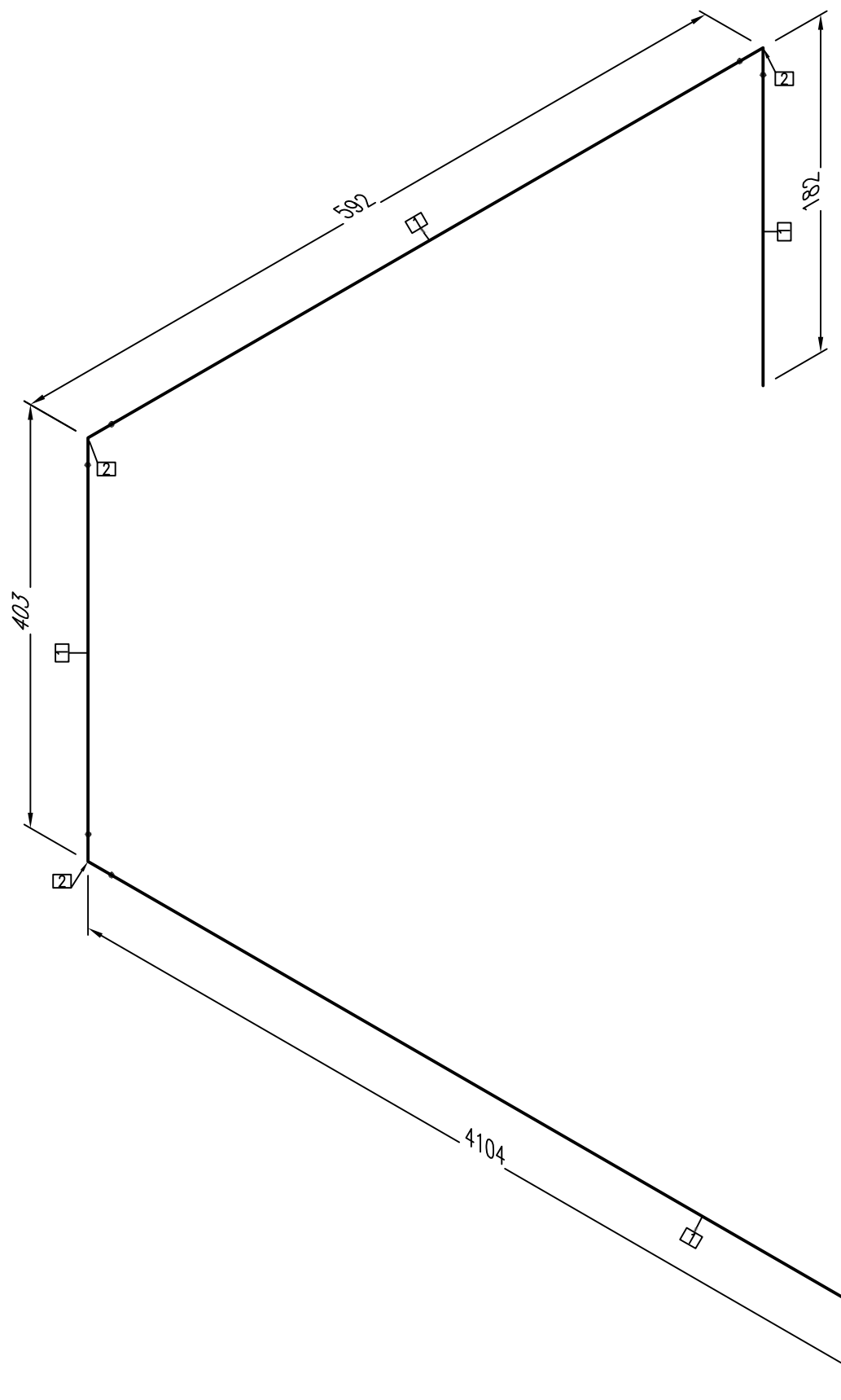
B

C

C

D

D

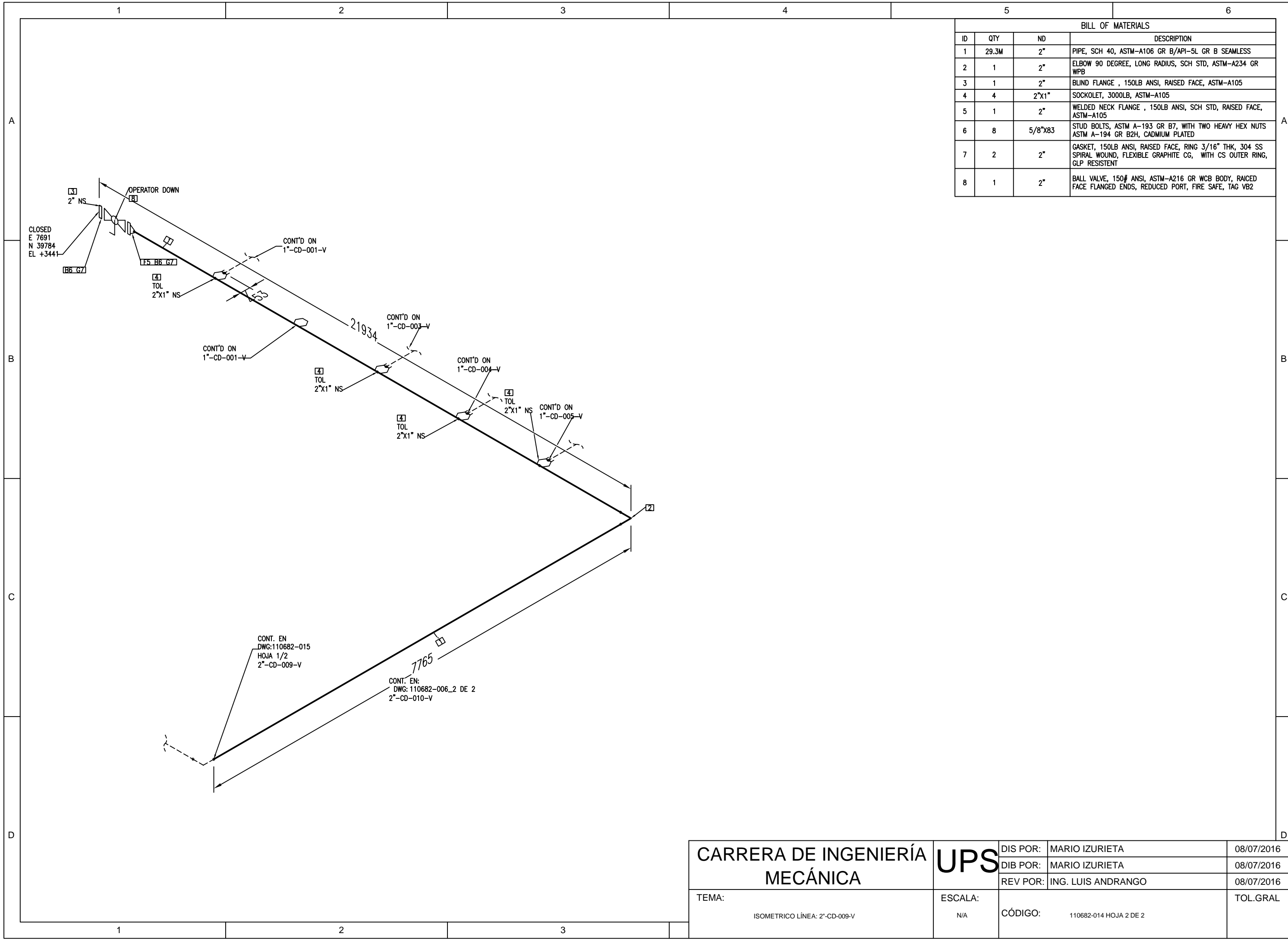


CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 2"-CD-010-V	ESCALA: N/A	REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
		CÓDIGO: 110682-015 HOJA 1 DE 2	TOL.GRAL

1

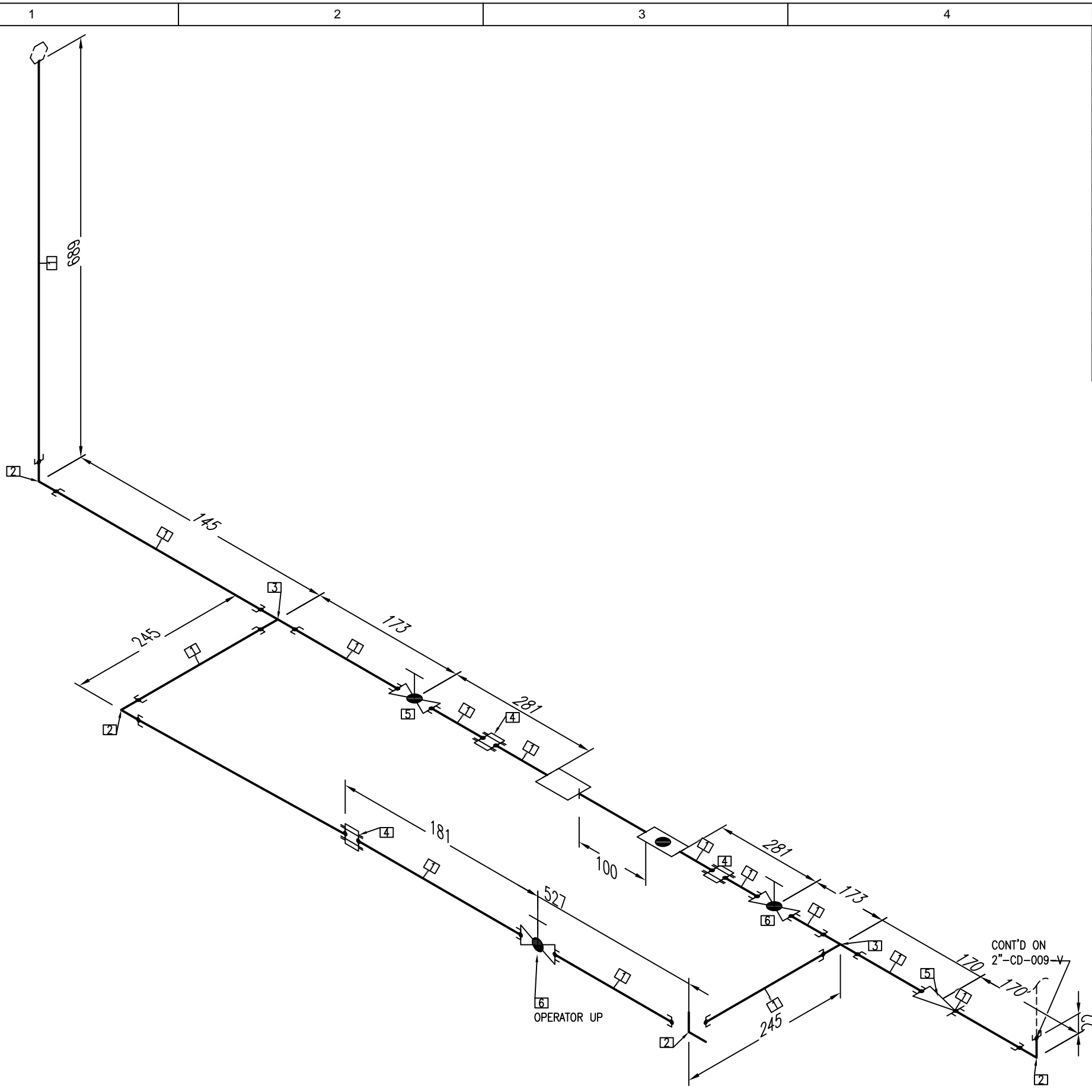
2

3



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	29.3M	2"	PIPE, SCH 40, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	1	2"	ELBOW 90 DEGREE, LONG RADIUS, SCH STD, ASTM-A234 GR WPB
3	1	2"	BLIND FLANGE, 150LB ANSI, RAISED FACE, ASTM-A105
4	4	2"x1"	SOCKOLET, 3000LB, ASTM-A105
5	1	2"	WELDED NECK FLANGE, 150LB ANSI, SCH STD, RAISED FACE, ASTM-A105
6	8	5/8"x83	STUD BOLTS, ASTM A-193 GR B7, WITH TWO HEAVY HEX NUTS ASTM A-194 GR B2H, CADMIUM PLATED
7	2	2"	GASKET, 150LB ANSI, RAISED FACE, RING 3/16" THK, 304 SS SPIRAL WOUND, FLEXIBLE GRAPHITE CG, WITH CS OUTER RING, GLP RESISTENT
8	1	2"	BALL VALVE, 150# ANSI, ASTM-A216 GR WCB BODY, RAICED FACE FLANGED ENDS, REDUCED PORT, FIRE SAFE, TAG VB2

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	DIS POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR:	MARIO IZURIETA	08/07/2016
TEMA:	ESCALA:	REV POR:	ING. LUIS ANDRANGO	08/07/2016
ISOMETRICO LÍNEA: 2"-CD-009-V	N/A	CÓDIGO:	110682-014 HOJA 2 DE 2	TOL.GRAL



BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.9M	1"	PIPE, SCH 80, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	2	1"	ELBOW 90 DEGREE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
3	1	1"	STRAIGHT TEE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
4	1	1"	UNION, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
5	1	1"	GLOBE VALVE, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VG1

BILL OF MATERIALS			
ID	QTY	ND	DESCRIPTION
1	1.3M	1"	PIPE, SCH 80, ASTM-A106 GR B/API-5L GR B SEAMLESS
2	2	1"	ELBOW 90 DEGREE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
3	1	1"	STRAIGHT TEE, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
4	2	1"	UNION, 3000LB, SOCKET WELD ENDS, ASTM-A105
5	1	1"	CHECK VALVE, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, SWING CHECK, TAG VR1
6	2	1"	GLOBE VALVE, 800# (2000CWP), ASTM-A105 BODY, SOCKET WELD ENDS, OS&Y, BOLTED BONNET, TAG VG1

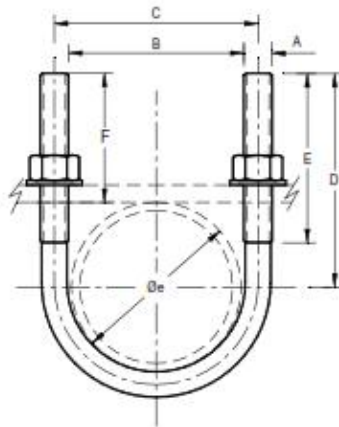
NOTAS:
 1.- ISOMETRICO TIPICO PARA EL MONTAJE DEL ARREGLO DE TRAMPAS DE VAPOR

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	DIS POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
		DIB POR: MARIO IZURIETA	08/07/2016
TEMA: ISOMETRICO LÍNEA: 1"-CD-001-V	ESCALA: N/A	REV POR: ING. LUIS ANDRANGO	TOL.GRAL
		CÓDIGO: 110682-015	

ANEXO M: U-BOLT

ABRAZADERA U STANDARD (STANDARD U-BOLT)

B3S



- TAMAÑOS:** PARA CAÑOS DE 1/4" a 36"
- MATERIAL:** ACERO AL CARBONO, OTROS CONSULTAR
- ACABADO:** ZINCADO ELECTROLÍTICO DORADO, POR ZINCADO ELECTROLÍTICO AZUL, ZINCADO POR INMERSIÓN EN CALIENTE O CADMIADO CONSULTAR.
- USOS:** PARA SUJETAR, ANCLAR O GUIAR CAÑERÍAS.
- TEMPERATURA MÁXIMA:** 400°C.
- NORMAS:** CUMPLE MSS-SP69.
- CARACTERÍSTICAS:** LAS CARGAS MÁXIMAS ADMISIBLES HAN SIDO DETERMINADAS DE ACUERDO AL CÓDIGO ANSI. LA ROSCA ES WHITWORTH DEL DIÁMETRO INDICADO EN LA COLUMNA A DE LA TABLA. PARA OTROS TIPOS CONSULTAR.
- ACCESORIOS:** CON O SIN TUERCAS Y/O ARANDELAS PLANAS O GROWER.
- ESPECIFICACIÓN DE COMPRA:** INDICAR NOMBRE Y/O B3S, DIÁMETRO DEL CAÑO, MATERIAL, ACABADO Y ACCESORIOS O MEDIANTE EL CÓDIGO DEL ARTÍCULO.
- CÓDIGO DE ARTÍCULO:** ES B3S ØØAAZ, SIENDO LOS DÍGITOS:
 1º A 3º : "B3S".
 4º : ESPACIO EN BLANCO.
 5º Y 6º : SEGÚN CAÑO, VER COD. ØØ EN TABLA AL PIE.
 7º A 9º : SEGÚN MATERIAL, ACCESORIOS Y ACABADO DE ACUERDO A LO QUE INDICADO EN LA HOJA B3L.

ABRAZADERA

CANO	CARGA MÁXIMA A		DIMENSIONES								PESO (1)
	Øn Pulg.	Øe mm	COD. Ø Ø	340°C kgf	400°C kgf	A pulg.	B mm	C mm	D mm	E mm	
1/4	13,7	1 3	220	190	1/4	16	22	28	25	21	0.024
3/8	17,1	1 7	220	190	1/4	19	25	66	57	57	0.039
1/2	21,3	2 1	220	190	1/4	24	30	67	57	56	0.040
3/4	26,7	2 6	220	190	1/4	29	35	68	57	55	0.042
1	33,4	3 0	220	190	1/4	36	42	68	57	53	0.044
1 1/4	42,2	3 6	550	480	3/8	45	54	68	57	47	0.12
1 1/2	48,3	3 8	550	480	3/8	51	60	73	57	49	0.13
2	60,3	4 3	550	480	3/8	64	73	86	57	56	0.15
2 1/2	76,1	4 8	1030	900	1/2	79	92	94	76	56	0.32
3	88,9	5 1	1030	900	1/2	92	105	101	76	57	0.34
3 1/2	102	5 3	1030	900	1/2	106	119	107	76	56	0.37
4	114	5 5	1030	900	1/2	118	131	114	76	57	0.40
5	141	6 0	1030	900	1/2	144	157	125	76	54	0.44
6	168	6 2	1640	1430	5/8	173	189	155	95	71	0.87
8	219	6 6	1640	1430	5/8	224	240	180	95	70	1.04
10	273	6 9	2460	2140	3/4	278	297	212	102	76	1.83
12	324	7 2	3420	3000	7/8	329	351	242	108	80	2.86
14	356	7 3	3420	3000	7/8	362	384	260	108	82	3.10
16	406	7 5	3420	3000	7/8	412	434	285	108	82	3.40
18	457	7 7	4500	3900	1	464	489	317	120	87	4.90
20	508	7 8	4500	3900	1	516	541	346	120	92	5.40
22	559	7 9	4500	3900	1	567	592	381	120	92	5.80
24	610	8 1	4500	3900	1	618	643	395	120	90	6.20
26	660	8 2	4500	3900	1	670	695	420	120	90	6.60
28	711	8 3	4500	3900	1	720	745	445	120	89	7.00
30	762	8 4	4500	3900	1	774	799	470	120	89	7.50
32	813	8 6	4500	3900	1	825	850	496	120	90	7.90
34	864	8 7	4500	3900	1	877	902	523	120	91	8.30
36	914	8 8	4500	3900	1	927	952	548	120	91	8.70

ITESOP 12-09

(1) PESO DE UNA ABRAZADERA CON DOS TUERCAS Y DOS ARANDELAS PLANAS

