

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO PARA LA
REFINERÍA DE ZINC DE CAJAMARQUILLA - VOTORANTIM**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO-ELECTRICISTA**

**JOSÉ WALTER GUZMÁN CHÁVEZ
PROMOCION 1990 - II**

**LIMA-PERÚ
2012**

ÍNDICE

	Pág
PRÓLOGO	iv
CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Ubicación de la refinería	2
1.1.2 Principales áreas existentes	3
1.1.3 Descripción del sistema existente.....	4
1.2 Objetivo	5
1.3 Justificación	6
1.4 Alcance.....	6
CAPÍTULO 2.-FUNDAMENTO TEÓRICO DEL SISTEMA DE BOMBEO	9
2.1 Definiciones y términos comúnmente usados.....	9
2.2 NPSHy cavitación en bombas centrífugas	22
2.3 Clasificación de bombas centrífugas.....	24
2.3.1 Según la trayectoria del fluido en el interior del impulsor:	24
2.3.2 Por su aplicación:	25
2.4 Tipos de bombas centrífugas	25
2.4.1 Bombas con impulsor en voladizo.....	25
2.4.2 Bombas con impulsor entre rodamientos.....	25
2.4.3 Bombas tipo turbina	26
2.5 Selección de una bomba centrífuga	26

2.6	Cálculo de la potencia de bombeo	31
2.5.1	Altura dinámica total (TDH).....	32
2.7	Características de las bombas verticales	33
2.8	Comportamiento de bombas trabajando en paralelo o en serie.....	34
2.8.1	Bombas en paralelo	35
2.8.2	Bombas en serie.....	35
CAPÍTULO 3.-DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO		38
3.1	El área de ingeniería.....	38
3.2	Secuencia de trabajo en el diseño del sistema de bombeo.....	43
3.3	Determinación de los requerimientos de agua de enfriamiento	50
3.4	Determinación del caudal y presión.....	52
3.5	Determinación de la cantidad de bombas	56
3.6	Cálculo de las bombas y motores requeridos.....	57
3.7	Componentes del sistema de agua de enfriamiento	60
3.8	Uso del pdms como herramienta de diseño	61
3.9	Diseño de la estación de bombas – arreglos mecánicos	67
3.10	Selección del material de las tuberías, accesorios y válvulas	69
3.11	Diseño de los arreglos mecánicos de tuberías	69
3.12	Planos y documentos de la estación de bombeo	73
3.13	Estimación previa del costo del sistema de bombeo	73
3.14	Estructura de las oficinas de ingeniería de detalle para el proyecto 320k	74
CAPÍTULO 4.-ADQUISICIÓN DE EQUIPOS.....		76
4.1	Bombas y motores	76
4.1.1	Documentos para la cotización.....	77

4.1.2	Listado de proveedores	77
4.1.3	Cotización	78
4.1.4	Evaluación de equipos.....	78
4.1.5	Recomendación de compra	79
4.2	Tuberías y accesorios	79
4.2.1	Documentos para la cotización.....	79
4.2.2	Listado de proveedores	80
4.2.3	Cotización de tuberías y accesorios	80
4.2.4	Evaluación	81
4.2.5	Recomendación de compra	81
4.3	Válvulas.....	81
4.3.1	Documentos para la cotización.....	82
4.3.2	Listado de proveedores	82
4.3.3	Cotización	82
4.3.4	Evaluación de válvulas	83
4.3.5	Recomendación de compra	83
CAPÍTULO 5.-COSTO DE LOS EQUIPOS.....		85
5.1	Bombas y motores	85
5.2	Tuberías , accesorios y válvulas	85
CONCLUSIONES		88
RECOMENDACIONES.....		89
MATERIAL DE REFERENCIA.....		90
PLANOS.....		92
ANEXOS		93

PRÓLOGO

El presente informe trata sobre el diseño del sistema de bombeo de agua de enfriamiento para la refinería de Cajamarquilla, que atiende a los nuevos servicios en la ampliación de la refinería, de 160 000 toneladas a 320 000 toneladas de producción de zinc refinado al año, y que fue denominado proyecto 320K. Este proyecto fue diseñado entre los años 2007 y 2008, y construido y puesto en marcha entre los años 2008 y 2010. A la fecha el sistema está funcionando conforme al diseño original materia de este informe.

En este documento se tratan todos los principales aspectos referidos al cálculo del sistema hidráulico, teniendo como base la información existente antes de realizado el proyecto, los requerimientos del sistema, los criterios de diseño y especificaciones del proyecto 320K, y la información de los equipos a instalar. Además se mostrarán la secuencia en el diseño mecánico del sistema y los programas de cálculo y diseños utilizados para este propósito.

En el primer capítulo se muestran los antecedentes, ubicación de la planta, estado del sistema de bombeo de agua de enfriamiento anterior al proyecto 320K, y los principales requerimientos para el nuevo sistema.

El segundo capítulo trata del al sustento teórico para el diseño del nuevo sistema de agua de enfriamiento, basado principalmente en los criterios de diseño de tuberías,

en los conceptos de mecánica de fluidos, en la Ecuación de Darcy-Weisbach, para el cálculo de pérdidas en las tuberías y en el empleo del Software AFT FATHOM 4.0.

En el tercer capítulo se aborda el diseño del sistema de bombeo, utilizando la metodología de una oficina de ingeniería. Se describe el trabajo de las cinco disciplinas de ingeniería usualmente encontradas en este tipo de proyecto, y las coordinaciones entre las disciplinas y el cliente. Se describen los objetivos específicos del diseño del sistema de bombeo de agua de enfriamiento, tales como: el requerimiento de agua de enfriamiento; los materiales a emplear; la definición de los caudales de diseño, el cálculo hidráulico utilizando el software especializado Fathom. Adicionalmente se describe el procedimiento utilizado para la selección de bombas, motores, tuberías y accesorios y la elaboración de los arreglos mecánicos y de tuberías utilizando el programa de diseño PDMS.

El cuarto capítulo trata de los aspectos relacionados a la adquisición de los equipos, accesorios y válvulas. Además se muestran los procesos de elaboración de los expedientes técnicos, la cotización, la evaluación de equipos y la compra a cargo del cliente.

Finalmente, en el quinto capítulo se muestran los costos del proyecto, referidos exclusivamente a la estación de bombeo, a sus elementos mecánicos, tuberías, válvulas y accesorios. No se incluyen los costos relacionados con el área civil, el área eléctrica y de instrumentación. No se consideran los costos del montaje y/o la construcción.

CAPÍTULO1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Votorantim Metais Cajamarquilla SA (VM-CJM) realizó la ampliación de la capacidad de la refinería de zinc, desde 160 000 toneladas de zinc refinado por año (proyecto 160K) a 320 000 toneladas por año (proyecto 320K). El proyecto fue otorgado a la consultora internacional AMEC, que tiene oficinas en el Perú y que se encargó de la ingeniería de detalle, la compra de equipos y la gerencia de la construcción del proyecto. Este tipo de proyecto se denomina EPCM (Engineering, Procurement and Construction Management). El desarrollo de la ingeniería de detalle empezó en el año 2006 y la construcción y puesta en marcha del proyecto finalizó con éxito en el año 2010, con una inversión aproximada de 480 000 000 dólares americanos.

La refinería inicia sus operaciones en el año 1983 con una capacidad de producción de 90 000 toneladas por año, y tiene sucesivas ampliaciones hasta el año 2008, en el cual se culminan las obras de ampliación a una capacidad de 160 000 toneladas por año de zinc refinado (160K).

Para el proyecto 320K se ejecutaron importantes trabajos en las diferentes plantas de la refinería, duplicando la capacidad de varias de ellas y ampliando

considerablemente la capacidad en otras. Entre las ampliaciones de la refinería ejecutadas, se encuentran principalmente:

- El nuevo horno calcinador (área 25)
- La nueva planta de ácido sulfúrico (área 35)
- La ampliación de la planta de lixiviación (área 40)
- La ampliación de la planta de purificación (área 50)
- La ampliación de las torres de enfriamiento de solución pura (área 55)
- La nueva casa de celdas (área 75)
- La ampliación de la planta de fundición (área 81)
- La instalación de un nuevo turbo-generador (área 92)
- Un nuevo circuito de agua de enfriamiento (área 93)
- La ampliación de la casa de compresores (área 94)

Todas las instalaciones antes mencionadas utilizan agua de enfriamiento para su operación, considerándose a este sistema, como un servicio que atiende a las plantas referidas.

El trabajo de ingeniería se focaliza en el diseño del nuevo circuito de agua de enfriamiento (área 93) y que atiende principalmente a las nuevas instalaciones del proyecto 320K.

1.1.1 Ubicación de la refinería

La refinería de zinc de Cajamarquilla está ubicada en la localidad de Cajamarquilla, del distrito de Lurigancho, en la provincia de Lima, a 22 km de Lima y 37 km al este del puerto del Callao en Perú.

La elevación de la planta está sobre los 45° m.s.n.m., altitud 12° y longitud 77° y está a 6,5 Km de la carretera central y al final de la autopista Ramiro Prialé en Huachipa. La planta también es servida por un ramal del Ferrocarril Central de la ruta Lima- La Oroya y que también llega al puerto del Callao. La figura N° 1.1 muestra la ubicación general de la refinería de Cajamarquilla.



Figura N° 1.1 Ubicación de la refinería de Cajamarquilla -
Fuente: Exposición de trabajo en Cajamarquilla

1.1.2 Principales áreas existentes

Las principales áreas de la refinería existentes antes del proyecto 320K y que requieren agua de enfriamiento son:

- El horno de calcinaRoaster (área 20)

- La planta de ácido sulfúrico (área 30)
- El área de lixiviación (área 40)
- El área de purificación (área 50)
- Las casas de celdas (áreas 70 y 73)
- Fundición y moldeo (área 81)
- Área de turbo-generador (área 92)
- La sala de compresores (área 94).



Figura Nº 1.2 Vista de la refinería de Cajamarquilla – Año 2007
Fuente: Exposición de trabajo en Cajamarquilla

1.1.3 Descripción del sistema existente

La refinería de zinc, hasta antes de la ampliación, era atendida por un solo circuito de agua de enfriamiento compuesto por cuatro (4) bombas existentes y que tienen una capacidad de bombeo de 4 560 m³/h. Además son parte importante del sistema, las torres de enfriamiento

existentes, las tuberías que recorren la refinería, la reposición de agua de enfriamiento, el drenaje de agua con sedimentos y los sistemas auxiliares tales como la adición de reactivos y anti-incrustantes, los sistemas de bombeo auxiliares, los sistemas de emergencia, entre otros. Antes de la ejecución del proyecto 320K existía solamente un anillo principal de agua que recorre toda la refinería, con una tubería de suministro de agua de enfriamiento y sus ramales hacia cada planta dentro de la refinería. Una tubería de retomo recoge todas las ramificaciones antes señaladas después de atender a cada planta y retorna el agua de enfriamiento hacia las torres de enfriamiento.

El anillo existente, que se mantiene después del proyecto 320K, tiene a la salida de las bombas una tubería de 800 mm de diámetro y que va disminuyendo su diámetro conforme va abasteciendo de agua a las diversas plantas de la refinería hasta disminuir en su tramo final en una tubería de 12". En el retorno existe una tubería paralela a la tubería de agua de suministro y que llega a las torres de enfriamiento en un diámetro de 800 mm. Ambas tuberías son de iguales características. Cabe señalar que el proyecto inicial fue desarrollado por una empresa europea y las tuberías fueron diseñadas e instaladas según norma DIN.

1.2 OBJETIVO

Diseñar el sistema de bombeo de agua de enfriamiento para las instalaciones de la refinería de zinc, en el proyecto de ampliación de 160 000 a 320 000 toneladas de producción de refinado de zinc al año.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto 320k implica la instalación de nuevas plantas dentro de la refinería. Estas plantas al igual que las plantas existentes antes del proyecto 320k, necesitan de agua de enfriamiento para su funcionamiento y por lo tanto debe diseñarse una nueva estación de bombeo de agua de enfriamiento.

Las principales nuevas áreas de la refinería que necesitan ser suministradas con agua de enfriamiento para el proyecto 320K son:

- La nueva planta de ácido sulfúrico (área 35)
- El nuevo horno de calcina Roaster (área 25)
- La nueva casa de celdas (área 75)
- La ampliación de la planta de fundición y moldeo(área 81)
- La ampliación del área de lixiviación (área 40)
- La instalación del nuevo turbo-generador (área 92)
- otros menores

1.4 ALCANCE

El alcance de este informe se centraliza en el cálculo de las nuevas bombas de agua de enfriamiento, el arreglo mecánico de la estación de bombeo y el diseño mecánico de las tuberías en la estación de bombeo. Todo esto de acuerdo a los estándares de un proyecto de ingeniería de detalle para el sector minero y utilizando programas de cálculo y de diseño.

Se adjuntan los documentos y planos necesarios para la ejecución de las obras mecánicas, la instalación de las tuberías y la información técnica para la compra de las bombas, tuberías, válvulas y accesorios.

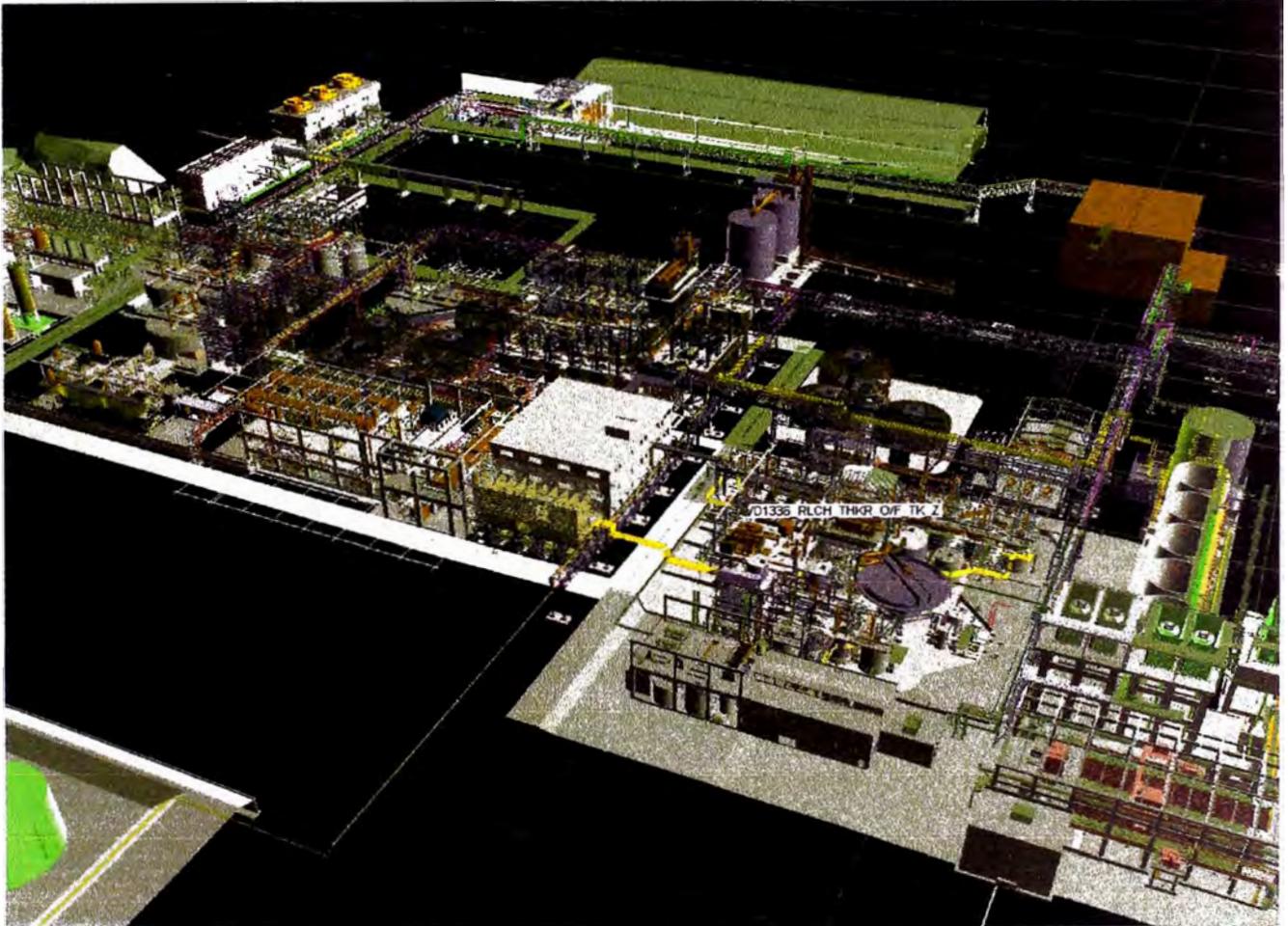


Figura N° 1.3 Vista en PDMS de la refinería de Cajamarquilla – Proyecto 320K
Fuente: AMEC –Ingeniería del proyecto 320 K

Se realizó coordinaciones con los ingenieros civiles, eléctricos e instrumentistas para elaborar los planos respectivos, así como la supervisión de las obras realizadas. Se adjuntan los planos y documentos desarrollados por estas disciplinas para un mejor entendimiento del proyecto.

No se incluyen en el informe los cálculos y documentación detallada de las disciplinas civil, eléctrica e instrumentación. No se muestran costos del montaje y/o la construcción que el sistema de bombeo requiere.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO DEL SISTEMA DE BOMBEO

2.1 DEFINICIONES Y TÉRMINOS COMÚNMENTE USADOS

- a) **Altura:** La presión en cualquier punto del líquido se puede pensar que es causado por una columna vertical del líquido, que debido a su peso, ejerce una presión equivalente en el punto en cuestión. La altura de esta columna se llama altura estática y es expresado en metros de líquido. La altura estática correspondiente a una presión específica es dependiente del peso del líquido de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Altura (pies)} = \frac{\text{Presión (psi)} * 2.31}{\text{gravedad específica}} \dots\dots\dots [2.1]$$

$$\text{Altura (metros)} = \frac{\text{Presión (kPa)}}{\text{gravedad específica} * 9,81} \dots\dots\dots [2.2]$$

Una bomba centrífuga imparte velocidad al líquido. Esta energía de velocidad es transformada en gran parte en energía de presión mientras que el líquido sale de la bomba. Por lo tanto la altura desarrollada es aproximadamente igual a la energía de velocidad en la periferia del impulsor. Esta relación es expresada por la siguiente fórmula:

$$H = \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots [2.3]$$

Donde:

H: altura total en pies

V. velocidad de la periferia del impulsor en pies/s

g: 32.2 pies/s²

También

H: altura total en metros

V: velocidad de la periferia del impulsor en m/s

g: 9,81 m/s²

Nosotros podemos predecir aproximadamente la altura de cualquier bomba centrífuga calculando la velocidad periférica del impulsor y sustituyendo en la formula arriba mencionada. Una fórmula práctica para la velocidad periférica es:

$$V = \frac{RPM * D}{229} \dots\dots\dots [2.4]$$

D: diámetro del impulsor en pulgadas

V: velocidad en pies/s

$$V = \frac{RPM * D}{19\ 078,45} \dots\dots\dots [2.5]$$

D: diámetro del impulsor en milímetros

V: velocidad en m/s

Lo anteriormente mostrado demuestra porque debemos expresar la presión en términos de altura de líquido y no de presión cuando nos referimos a bombas centrífugas. Una bomba con un diámetro de impulsor definido y una velocidad establecida levantará un líquido a una cierta altura sin tener en cuenta el peso del líquido, según se muestra en la figura N° 2.1

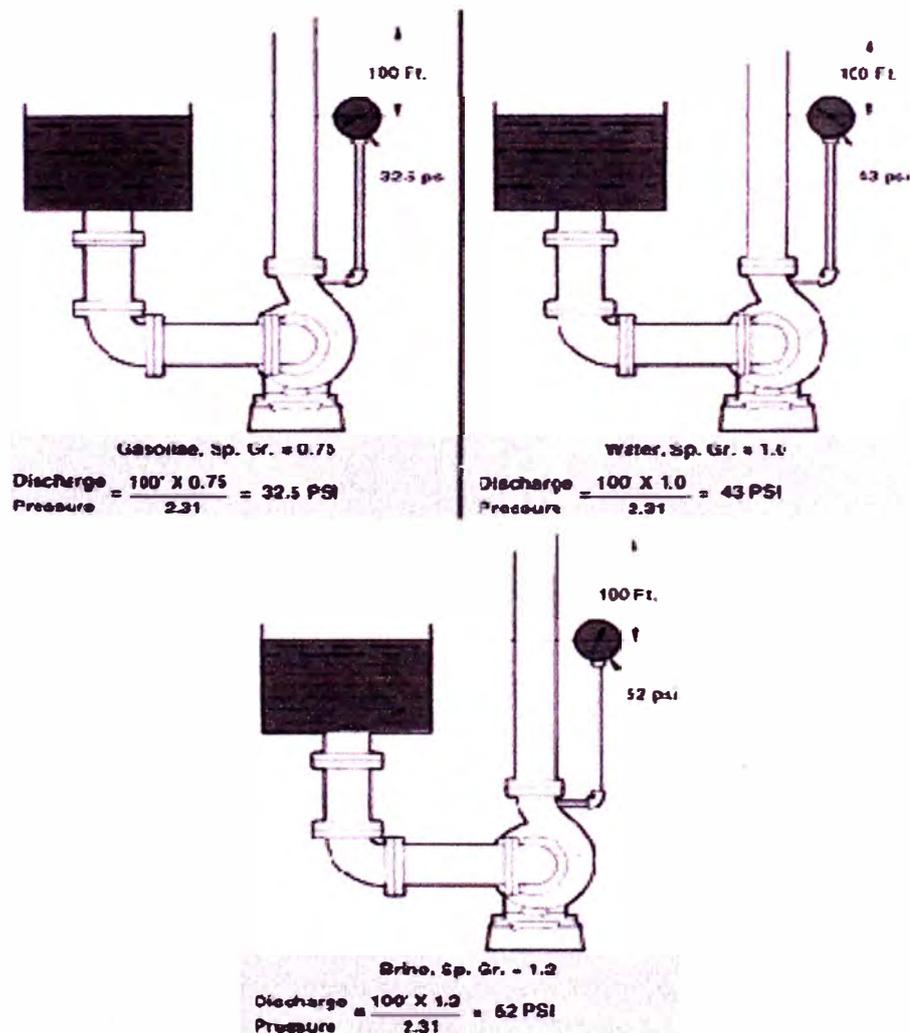


Figura N° 2.1 Bomba centrífuga con fluidos de diferentes densidades
Fuente: GouldsPump - Manual de selección de bombas

Todas las formas de energía que involucran un sistema de flujo líquido puede expresarse en términos de metros de líquido. El total

de estas diferentes alturas determina la altura total del sistema o el trabajo que la bomba va a realizar en el sistema.

- b) **Succión negativa:** Se denomina que una bomba tiene succión negativa cuando la superficie de la fuente de abastecimiento está debajo del centro de la línea de la bomba. Así la altura estática de succión negativa es la distancia vertical de la línea central de la bomba al nivel libre del líquido a bombear tal como se muestra en la figura N° 2.2

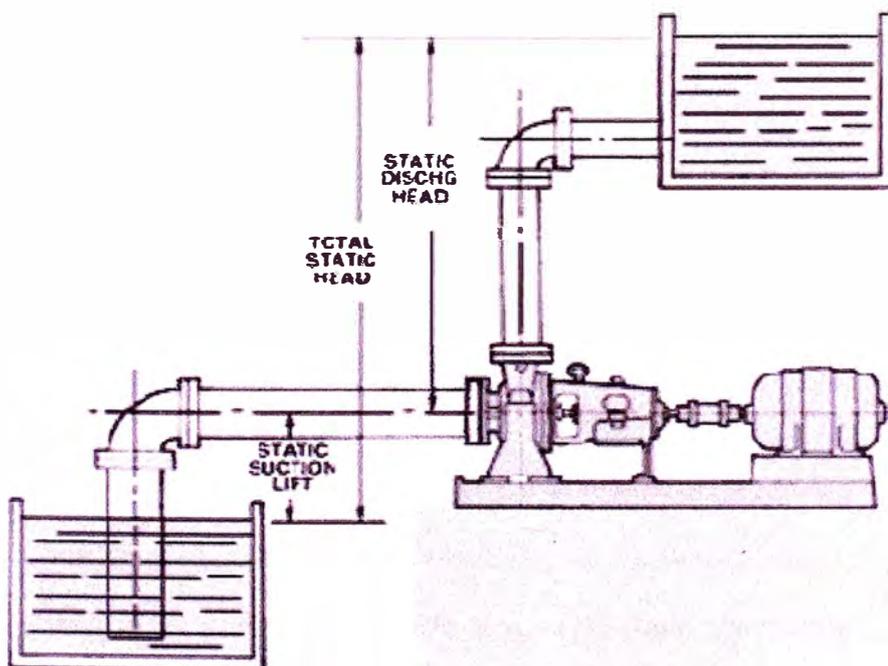


Figura N° 2.2 Bomba centrífuga con succión negativa
Fuente: GouldsPump - Manual de selección de bombas

- c) **Succión positiva:** Se denomina que una bomba tiene succión positiva cuando la superficie de la fuente de abastecimiento está sobre la línea central de la bomba. Así la altura estática de succión

positiva es la distancia vertical de la línea central de la bomba al nivel libre del líquido a bombear tal como se muestra en figura N° 2.3

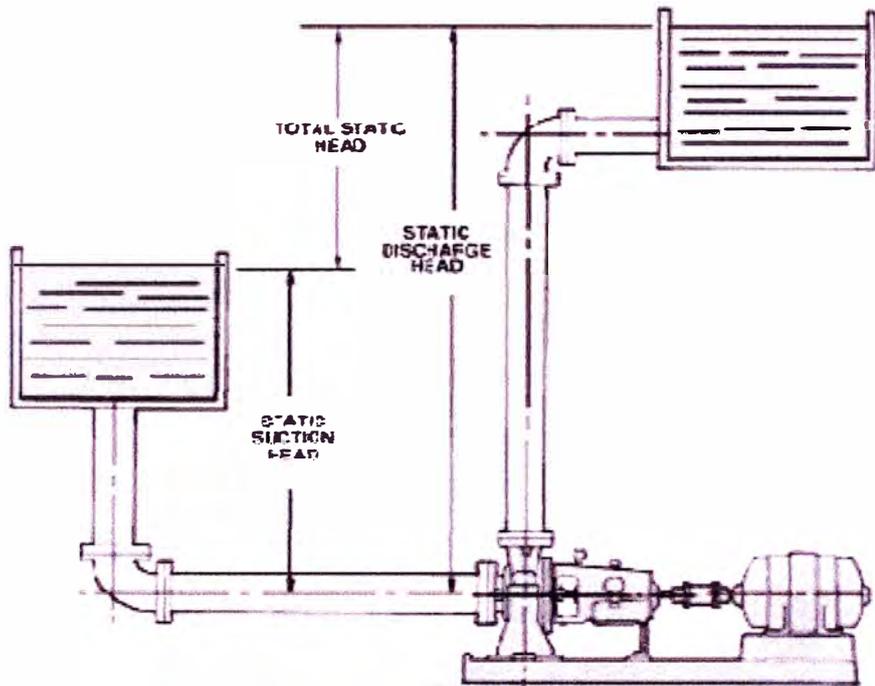


Figura N° 2.3 Bomba centrífuga con succión positiva
Fuente: GouldsPump - Manual de selección de bombas

- d) **Altura estática de descarga:** Es la distancia vertical de la línea de la bomba y el punto de descarga libre o de la superficie del líquido en el tanque de descarga cuando la tubería descarga dentro del tanque.
- e) **Altura estática total:** Es la distancia vertical entre el nivel libre de la superficie de abastecimiento y el punto de descarga libre o la superficie del líquido en el tanque cuando la tubería descarga dentro del tanque.

- f) **Altura de fricción:** Es la altura requerida para vencer la resistencia del flujo en la tubería y accesorios. La fricción depende de los materiales y cantidades de la tubería y accesorios, el caudal, la naturaleza del líquido, estado de mantenimiento de la tubería, temperatura, entre otros.
- g) **Altura de velocidad:** Es la energía del líquido como resultado del movimiento a una cierta velocidad V . También se puede definir como la altura necesaria para acelerar el agua a cierta velocidad y puede ser calculada mediante la siguiente relación:

$$H_v = \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots [2.6]$$

donde:

H_v : altura total en metros

v : velocidad de la periferia del impulsor en m/s

g : 9,81 m/s²

La altura de velocidad no se considera en los cálculos, cuando el valor con respecto a la altura o a la fricción es pequeño, sin embargo puede ser un factor grande y debe ser considerada en sistemas de baja altura.

- h) **Altura de presión:** Debe ser considerado cuando el sistema de bombeo comienza o termina en un tanque, el cual está a una presión diferente al de la atmosfera. La presión en el tanque primero debe

ser convertida a metros de líquido. Un vacío en el tanque de succión o una presión positiva en el tanque de descarga deber agregar altura al sistema, mientras que una presión positiva en el tanque de succión o vacío en el tanque de descarga debe restar altura al sistema.

- i) **Altura dinámica de succión negativa:** Es la altura estática de succión negativa menos la altura de velocidad en la entrada de succión de la bomba más la altura de fricción en la línea de succión.
- j) **Altura dinámica de succión positiva:** Es la altura estática de succión positiva más la altura de velocidad en la entrada de succión de la bomba menos la altura total de la fricción en la línea de succión.
- k) **Altura dinámica en la descarga:** Es la altura estática de descarga más la altura de velocidad en la salida de la bomba más la altura total de fricción en la línea de descarga.
- l) **Altura dinámica total:** Es la altura dinámica en la descarga menos la altura dinámica de succión positiva o más la altura dinámica en el caso de succión negativa.
- m) **Capacidad:** Normalmente expresada en galones por minuto (GPM) o en m^3/h , expresa el volumen en unidad de tiempo que la bomba puede desplazar a un fluido. Existe una relación directa entre el área interna de la tubería y la velocidad de flujo, esta relación es como sigue:

$$H=449 * A * v \dots\dots\dots [2.7]$$

donde:

A: Área de la tubería en pies²

v: velocidad del flujo en pies/s

Q: Capacidad en GPM

$$H=449 * A * v \dots\dots\dots [2.8]$$

donde:

A: Área de la tubería en m²

v: velocidad del flujo en m/s

Q: Capacidad en m³/h

n) **Potencia y eficiencia:**El trabajo realizado por una bomba es una función de la cabeza total y del peso del líquido bombeado en un período dado. La capacidad de la bomba en GPM o en m³/h y la gravedad específica del líquido se utiliza normalmente en las formulas, en vez del peso real del líquido bombeado.

En la entrada de la bomba, la potencia al freno (BPH) es la potencia real entregada al eje de la bomba. En la salida de la bomba, la potencia hidráulica (WHP), es la potencia entregada por la bomba al líquido. Estos dos términos son definidos por las siguientes formulas:

$$WHP = \frac{Q * TDH * g.e.}{3960} \dots\dots\dots [2.9]$$

$$BHP = \frac{Q * TDH * g.e.}{3960 * \eta} \dots\dots\dots [2.10]$$

donde:

Q: caudal en GPM

TDH: altura total en pies

g.e: gravedad específica del fluido

η : eficiencia de la bomba

La potencia al freno en la entrada de la bomba es mayor que la potencia hidráulica en la salida de la bomba debido a las pérdidas mecánicas e hidráulicas de la bomba. Por lo tanto la eficiencia de la bomba es el cociente de estos dos valores.

$$\eta = \frac{WPH}{BPH} = \frac{Q \cdot TDH \cdot g.e.}{3960 \cdot BPH} \dots\dots\dots [2.11]$$

- o) Velocidad específica:** La velocidad específica (NS) es un índice no dimensional de diseño usado para clasificar los impulsores de las bombas en cuanto a su tipo y dimensiones. La siguiente fórmula es usada para determinar la velocidad específica.

$$N_s = \frac{N \cdot (Q)^{1/2}}{(H)^{3/4}} \dots\dots\dots [2.12]$$

donde:

N: velocidad de la bomba en RPM

Q: Capacidad en GPM en el punto de mejor eficiencia

H: gravedad específica del fluido

η : Cabeza total en pies por etapa en el punto de mejor eficiencia

La velocidad específica determina la forma y clase del impulsor, según lo descrito en la figura N°2.4. Con el incremento de la velocidad específica el cociente de los diámetros D_2/D_1 decrece hasta llegar a 1 para impulsores de flujo axial.

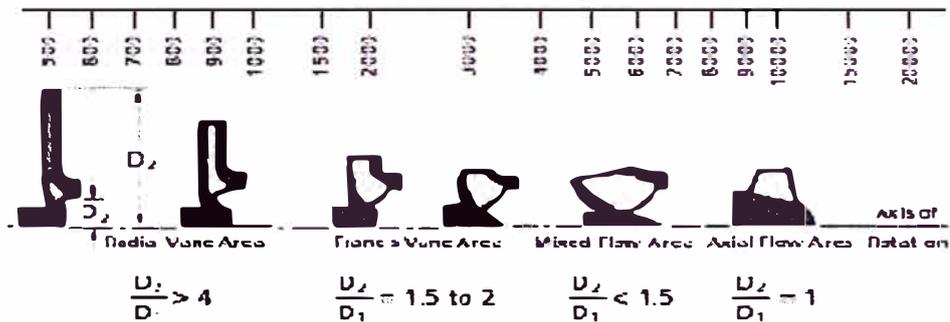
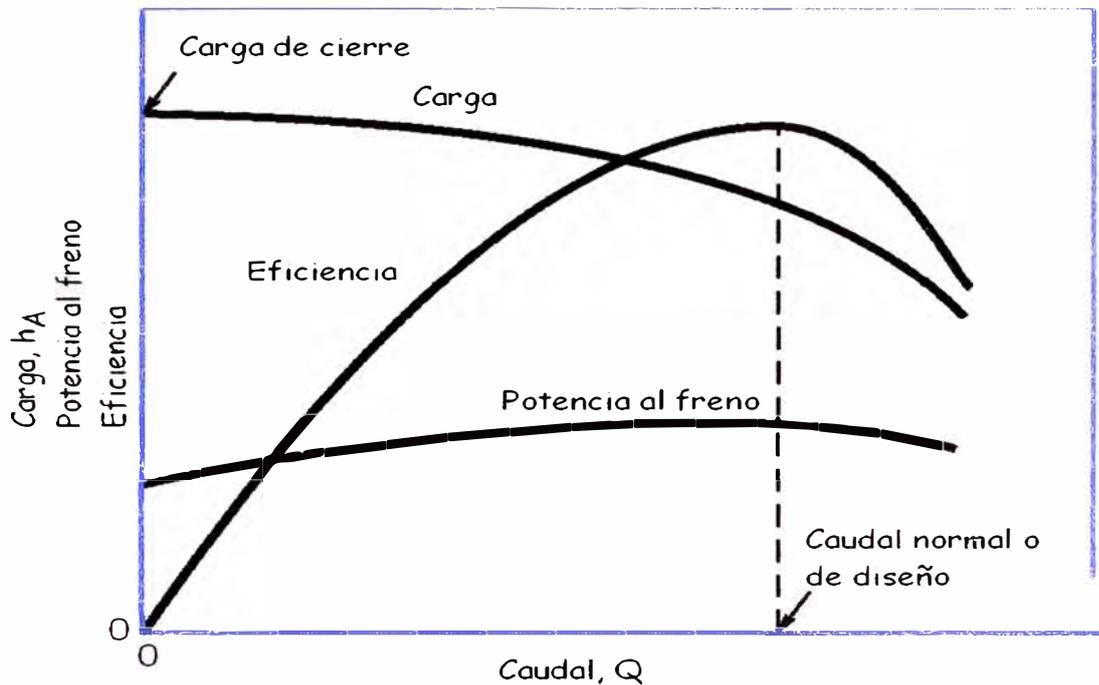


Figura N° 2.4 Tipos de impulsor

Fuente: GouldsPump - Manual de selección de bombas

- p) **Curvas características:** La performance de una bomba centrífuga se puede mostrar en una gráfica denominada curva característica, la cual muestra la altura de elevación dinámica; el caudal; la potencia al freno; la eficiencia; el NPSRHr y el diámetro del impulsor. Una típica curva característica dada por el fabricante para distintos tamaño de impulsor se muestra en el figura N° 2.5.
- q) **Curvas del sistema:** Un "sistema" es el conjunto de tuberías, válvulas, accesorios, instrumentos de control y medición, que forman parte de la instalación de un sistema hidráulico alimentado por una o más bombas centrífugas.



Características de operación para una bomba centrífuga de tamaño dado que opera a velocidad constante del impulsor

Figura Nº 2.5 Curvas características de una bomba centrífuga
Fuente: Universidad Tecnológica de Panamá- Monografía

Cuando se analiza un sistema en particular, con el propósito de seleccionar una bomba o un grupo de bombas, se debe calcular con precisión la resistencia al flujo del líquido que presenta el sistema completo a través de todos sus componentes (tuberías, válvulas y accesorios).

La curva del sistema es una representación gráfica de la resistencia total del sistema, que son la suma de cargas fijas y variables y tiene mucho uso en la selección de las bombas.

Ley de afinidad: Las leyes de afinidad expresan la relación matemática entre las variables que implican el funcionamiento de la bomba. Se aplican a todos los tipos de bombas de flujo centrífugo y axial. Las leyes son las siguientes:

Manteniendo constante el diámetro del impulsor:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \dots\dots\dots [2.12]$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{[N_1]^2}{[N_2]^2} \dots\dots\dots [2.13]$$

$$\frac{BHP_1}{BHP_2} = \frac{[N_1]^3}{[N_2]^3} \dots\dots\dots [2.14]$$

En el figura N° 2.6 se muestra el comportamiento de la altura de bombeo respecto a la velocidad de rotación de la bomba.

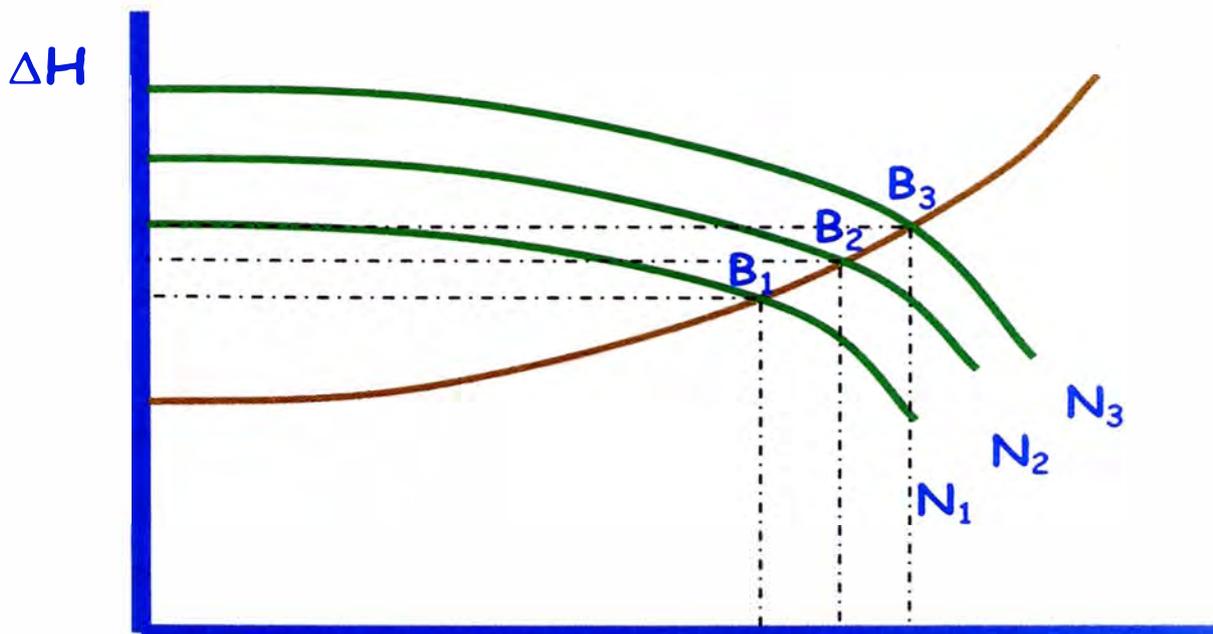


Figura N° 2.6 Curvas de una bomba centrífuga a diferentes velocidades
Fuente: Universidad Tecnológica de Panamá - Monografía

Manteniendo constante el diámetro del impulsor:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{D_2} \dots\dots\dots [2.15]$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{[D_1]^2}{[D_2]^2} \dots\dots\dots [2.16]$$

$$\frac{BHP_1}{BHP_2} = \frac{[D_1]^3}{[D_2]^3} \dots\dots\dots [2.17]$$

Donde:

Q : Caudal

H :Altura total

BHP: Potencia al freno

N: velocidad de la bomba

D: Diámetro del impulsor

Cuando el funcionamiento (Q1, H1, BHP1) es conocido a una velocidad particular (N1) o diámetro (D1), las formulas se pueden utilizar para estimar el funcionamiento (Q2, H2, BHP2) a una cierta velocidad N2 o diámetro de impulsor D2. La eficiencia es casi constante para los cambios de velocidad y para los cambios pequeños de diámetro del impulsor.

Los fabricantes de bombas elaboran las curvas características de cada bomba en particular y en estos gráficos se puede ver como cambia la eficiencia de acuerdo al diámetro de impulsor seleccionado. Las formulas anteriores son teóricas y aproximan resultados, sin embargo en la práctica deberá consultarse las curvas de la bomba en estudio.

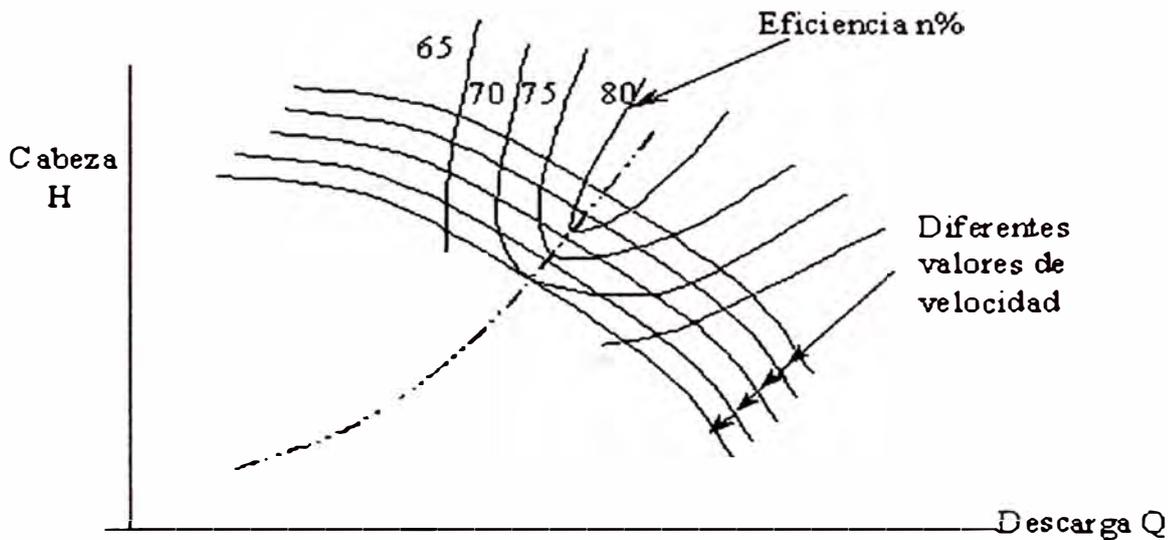


Figura Nº 2.7 Eficiencia de una bomba centrífuga a diferentes velocidades
Fuente: Richard Widman y Omar Linares–Bombas y compresores

2.2 NPSH Y CAVITACIÓN EN BOMBAS CENTRÍFUGAS

Se define el NPSH (cabeza neta de succión positiva) como la cabeza de succión total en metros absolutos, determinada en la boquilla de succión y corregida a referencia, menos la presión del líquido en metros absolutos.

Enunciado en forma simple, es un análisis de las condiciones de energía en el lado de succión de una bomba para determinar si el líquido se vaporizará en el punto más bajo de la presión en la bomba.

Durante la operación de la bomba centrífuga no debe permitirse que la presión en cualquier punto de la bomba caiga por debajo de la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo. Debe haber siempre suficiente energía en la succión de la bomba para conseguir que el fluido ingrese al impulsor venciendo las pérdidas entre la brida de succión y la entrada al impulsor. Debemos diferenciar los dos valores de NPSH que se consideran

en el campo de las bombas centrífugas NPSH disponible y NPSH requerido. El NPSH requerido es inherente a cada bomba y el NPSH disponible es de acuerdo al sistema en el cual se va a instalar la bomba.

Si no hay suficiente presión de succión para cumplir con el NPSH requerido de la bomba, entonces la presión del líquido se reduce a una presión igual o menor que la presión de vapor y el líquido empieza a formar pequeñas burbujas de vapor. A este fenómeno se conoce como cavitación de la bomba y es muy perjudicial pues causa daños al impulsor y otros elementos de la bomba.

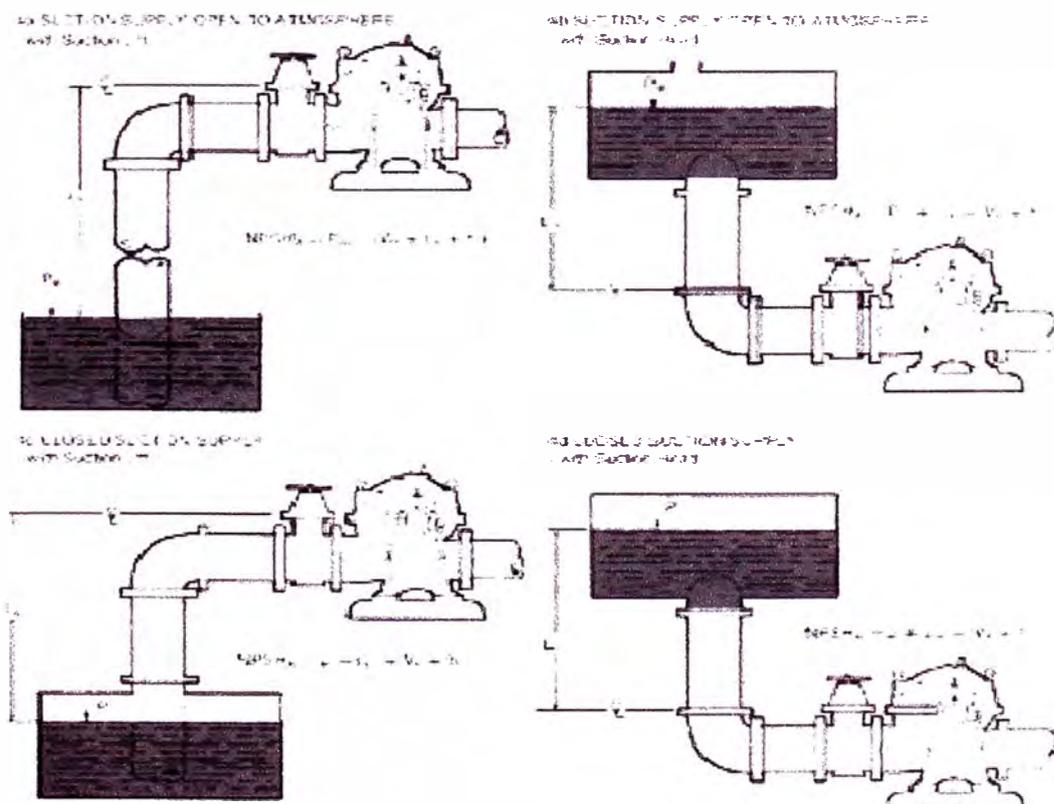


Figura Nº 2.8 Diferentes configuraciones de succión para una bomba centrífuga
Fuente: GouldsPump - Manual de selección de bombas

PB = Presión barométrica absoluta en pies.

VP = Presión absoluta de vapor de líquido a la máxima temperatura de bombeo, en pies.

P = Presión absoluta en la superficie del líquido en un tanque cerrado, en pies.

Ls = Máxima altura de succión (negativa o de vacío), en pies.

LH = Mínima altura de succión (positiva), en pies.

hf = Pérdidas de fricción en la tubería de succión, a la capacidad requerida.

2.3 CLASIFICACIÓN DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

Existen diversas clasificaciones de las bombas centrífugas. Entre las principales tenemos:

2.3.1 Según la trayectoria del fluido en el interior del impulsor:

- a) Flujo radial. El movimiento del fluido se inicia en un plano paralelo al eje de giro del impulsor de la bomba y termina en un plano perpendicular a este. Estas bombas pueden ser horizontales o verticales.
- b) Flujo axial. La dirección del fluido en el impulsor es en forma axial y alrededor del eje de giro del impulsor de la bomba, sin tener cambios de dirección. Estas bombas desarrollan su carga por la acción de un impulso o elevación de los álabes sobre el líquido y usualmente son bombas verticales de un solo paso.
- c) Flujo mixto. El movimiento del fluido dentro del impulsor se desarrolla en tres direcciones: tangencial, radial y axial al eje de giro del impulsor de la bomba. Estas bombas desarrollan su carga

parcialmente por fuerza centrífuga y parcialmente por el impulso de los álabes sobre el líquido.

2.3.2 Por su aplicación:

- a) Para procesos químicos
- b) Para procesos de pulpas en la industria papelera
- c) Para procesos API
- d) Multi-etapas
- e) Para minería
- f) Turbinas verticales

2.4 TIPOS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

Los tipos de bombas centrífugas según su construcción son:

2.4.1 Bombas con impulsor en voladizo

En estas bombas el impulsor es montado en el extremo de la flecha, transmitiendo en su operación una fuerza y un momento cantiléver sobre el (los) rodamientos de la bomba.

2.4.2 Bombas con impulsor entre rodamientos

En estos equipos los rodamientos están situados en los extremos, los cuales soportan la flecha con el impulsor o impulsores, según sea de un paso o multipaso respectivamente.

2.4.3 Bombas tipo turbina

Es una bomba vertical para servicio en pozos o cárcamos, donde el nivel del líquido sobrepasa la altura de succión de las bombas horizontales. Estas bombas por lo general se construyen con lubricación por aceite, o por el mismo fluido bombeado (auto lubricadas) con tazones o difusores lo cual la hacen conveniente para construcciones multi-etapas.

2.5 SELECCIÓN DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA

En este momento, ya es claro el comportamiento individual y por separado, del sistema y de la bomba. Ahora el trabajo consiste en hacer una buena selección de la bomba, según los requerimientos del proceso (principalmente, cabeza y caudal requerido).

Hay que hacer especial claridad y énfasis en que; una bomba centrífuga siempre tratará de operar en el punto donde su curva característica se intercepte con la curva característica del sistema (Figura N°.2.9).

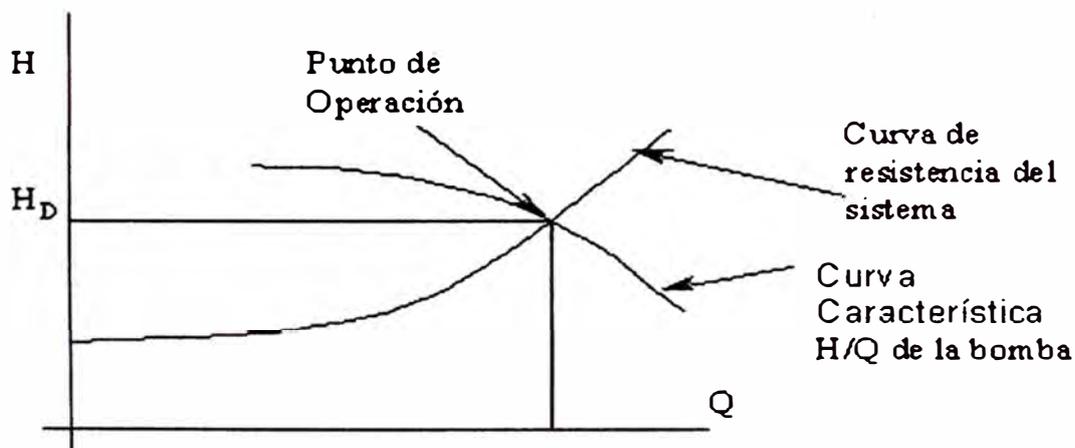


Figura N° 2.9 Comportamiento conjunto Sistema – bomba- Punto de operación
Fuente: Richard Widman y Omar Linares–Bombas y compresores

El paso siguiente es la selección de la bomba, para esto se debe tener en cuenta dos aspectos primordiales:

- a) Cumplir con $H_{Requerido} \approx H_{BEP}$ y $Q_{Requerido} \approx Q_{BEP}$
- b) Buscar una bomba que los valores de cabeza y caudal en su BEP, coincidan ó sean similares a la cabeza y caudal requeridos por el proceso, y
- c) Buscar una bomba la cual tenga una curva cabeza-caudal (H-Q), cuya característica pueda cumplir los posibles rangos de operación para satisfacer el proceso.

El primer punto anterior no es mucho lo que nos puede decir sobre el tipo de bomba a utilizar, dado que varias bombas, de varios tipos, pueden tener un BEP que se acerque al requerido por el proceso. Pero al tener conocimiento sobre el rango de trabajo que requiere el proceso, toma sentido el segundo punto anterior, dado que buscaríamos una bomba que satisfaga las necesidades pertinentes.

A continuación se presentaran tres curvas con características H-Q muy diferentes, con los mismos valores de cabeza y caudal para el BEP. (Ver Figuras Nº 2.10; 2.11 y 2.12)

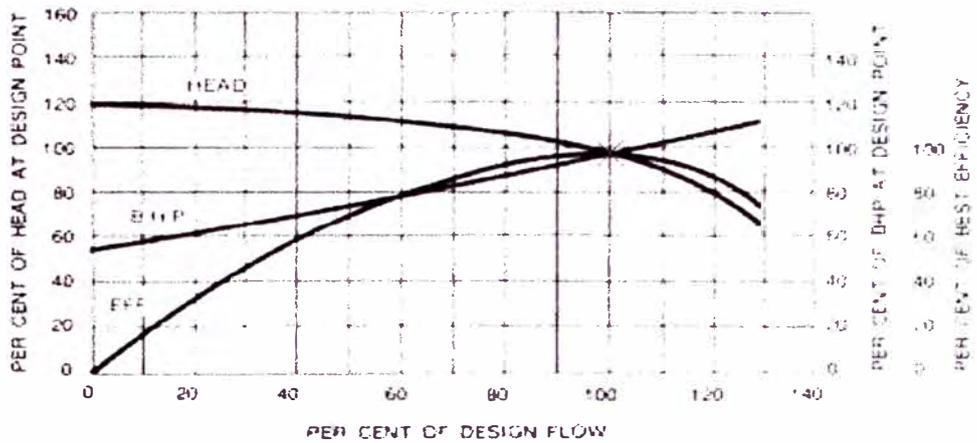


Figura Nº 2.10. Curvas características de una bomba flujo Radial.

Fuente: Universidad Mayor de San Simón – Manual del ingeniero Químico

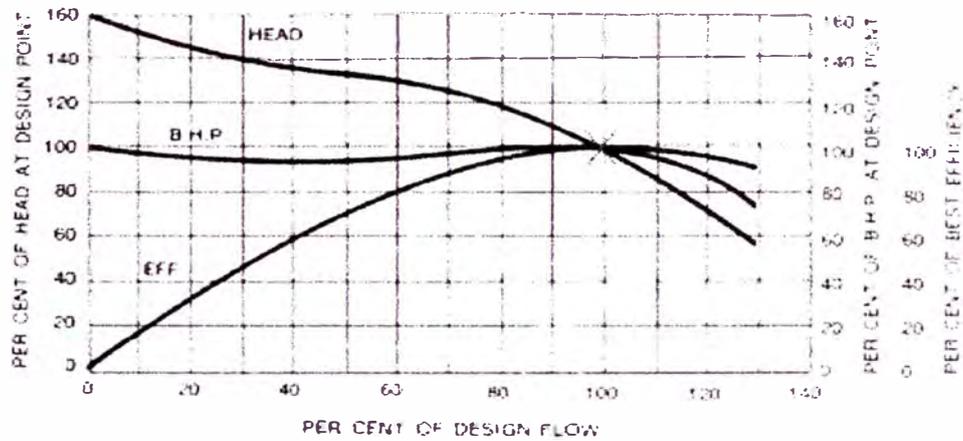


Figura Nº 2.11. Curvas características de una bomba de flujo Mixto.

Fuente: Universidad Mayor de San Simón – Manual del ingeniero Químico

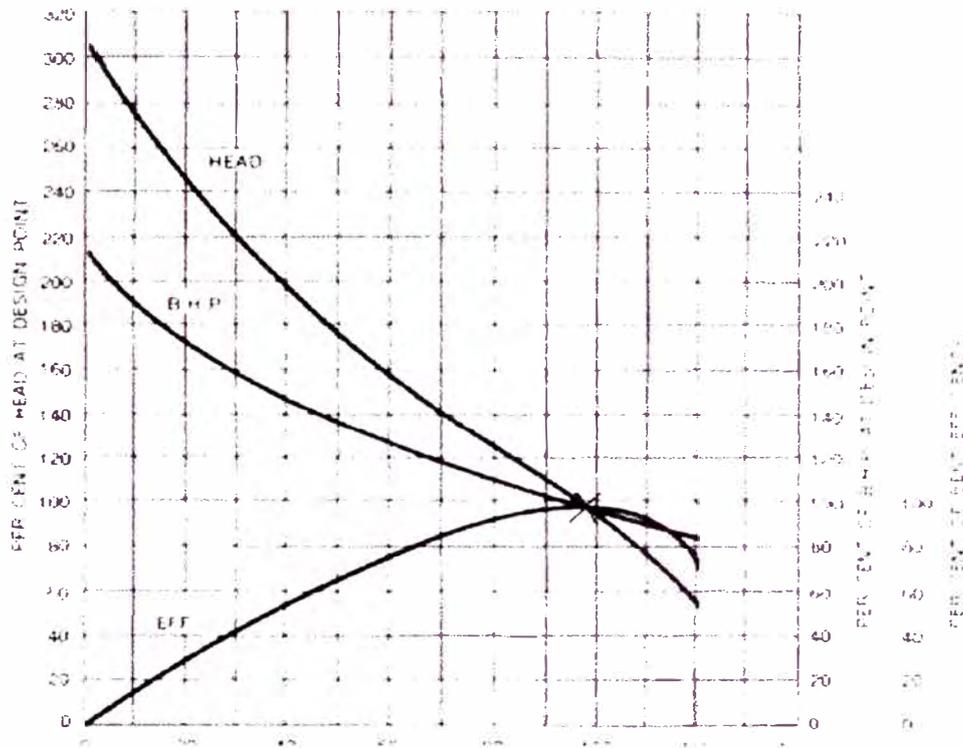


Figura Nº 2.12 Curvas características de una bomba de flujo Axial.

Fuente: Universidad Mayor de San Simón – Manual del ingeniero Químico

Cada una de las tres bombas anteriores cumplen a cabalidad el primer aspecto a tener en cuenta en la selección de la bomba. Como se mencionó anteriormente, para poder satisfacer el segundo punto es necesario conocer el rango de operación del proceso para así elegir una bomba cuya curva H-Q satisfaga dichos requerimientos, sin alejarse significativamente del punto de mejor eficiencia de la bomba.

Además de la cabeza y el caudal, también están asociados al BEP, un valor de potencia (bhp) y un valor de NPSHR (siglas en inglés de Cabeza Neta de Succión Positiva Requerida).

La potencia requerida en el BEP puede ser conseguida dependiendo del motor seleccionado, por lo general esto no genera mucho inconveniente dada la amplia gama de motores desarrollados en la industria.

El termino NPSHR es una medida de la energía mínima requerida en el ojo de succión de la bomba, para garantizar el buen funcionamiento de la bomba.

El NPSHR es un parámetro de la bomba y es determinado y suministrado por el fabricante de la bomba.

Este parámetro debe ser comparado contra el NPSHA (siglas en ingles de Cabeza Neta de Succión Positiva Disponible), el cual está determinado por las características del tramo de succión del sistema, y se puede mejorar aumentando el diámetro de la tubería de succión, mejorando la calidad de dicha tubería, reduciendo la distancia de la tubería de succión y la cantidad de accesorios en la línea. Todo lo anterior con el fin de garantizar que:

d) $NPSH_{Disponible} > NPSH_{Requerido}$

e) Muchos autores y la practica aconseja que:

$$NPSH_{Disponible} \geq NPSH_{Requerido} + 5 m$$

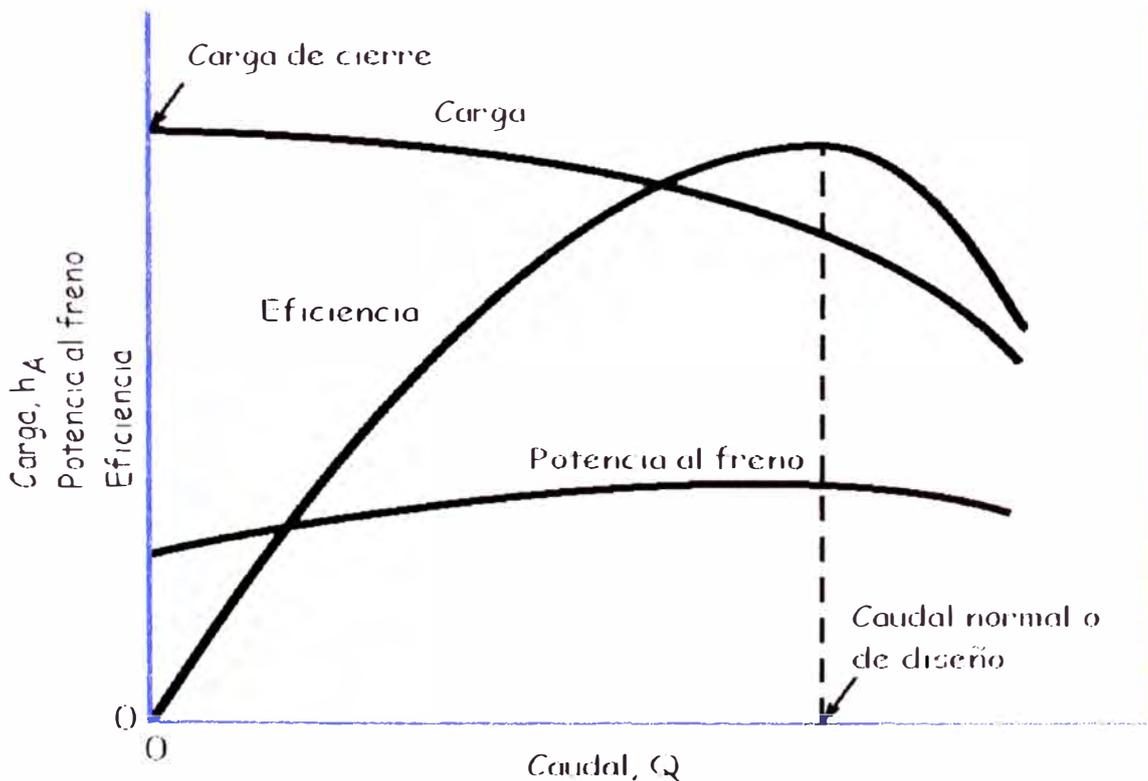
Esto último con la intención de tener un factor de seguridad para evitar el negativo fenómeno de cavitación, el cual aqueja frecuentemente los sistemas de bombeo.

f) Teniendo en cuenta los aspectos tratados, seguramente se concebirán sistemas de bombeos óptimos y eficientes, que garantizarán las mejores condiciones de funcionamiento teniendo en cuenta el aspecto económico

desde el punto de vista de inversión inicial y de operación a lo largo de la vida útil de todo el sistema de bombeo.

2.6 CÁLCULO DE LA POTENCIA DE BOMBEO

El cálculo de la carga total de bombeo consiste en determinar la energía requerida para impulsar el líquido desde el nivel de succión hasta el nivel de descarga, venciendo la resistencia que ofrecen la tubería y los accesorios, al paso del fluido.



Características de operación para una bomba centrífuga de tamaño dado que opera a velocidad constante del impulsor

Figura N° 2.13 Curva de potencia al freno para las condiciones de operación
Fuente: Universidad Tecnológica de Panamá- Monografía

2.5.1 Altura dinámica total (TDH)

La altura dinámica total se define como la suma total de resistencias del sistema, correspondientes a la carga estática total, a la pérdida de carga por fricción en las tuberías de succión y descarga y a la energía de velocidad.

$$TDH = H_e + H_f + H_v \dots \dots \dots [2.18]$$

Para determinar la carga dinámica total del sistema, se hace uso de la ecuación de energía de Bernoulli, y que aplicada a un sistema de bombeo como el mostrado en la figura N° 2.14, se tiene la siguiente expresión:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 + TDH = H_f + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2 \dots \dots \dots [2.19]$$

donde:

P_1 y P_2 : presiones al comienzo y final según los puntos de medición

v_1 y v_2 : velocidades al comienzo y final según los puntos de medición

H_f : energía empleada en vencer las fuerzas de fricción a través del recorrido del fluido, expresada en unidades de altura.

TDH : altura dinámica total, energía que se suministra al fluido expresada en unidades de altura.

Z_1 y Z_2 : alturas respecto a un mismo nivel según los puntos de medición

γ : peso específico del líquido.

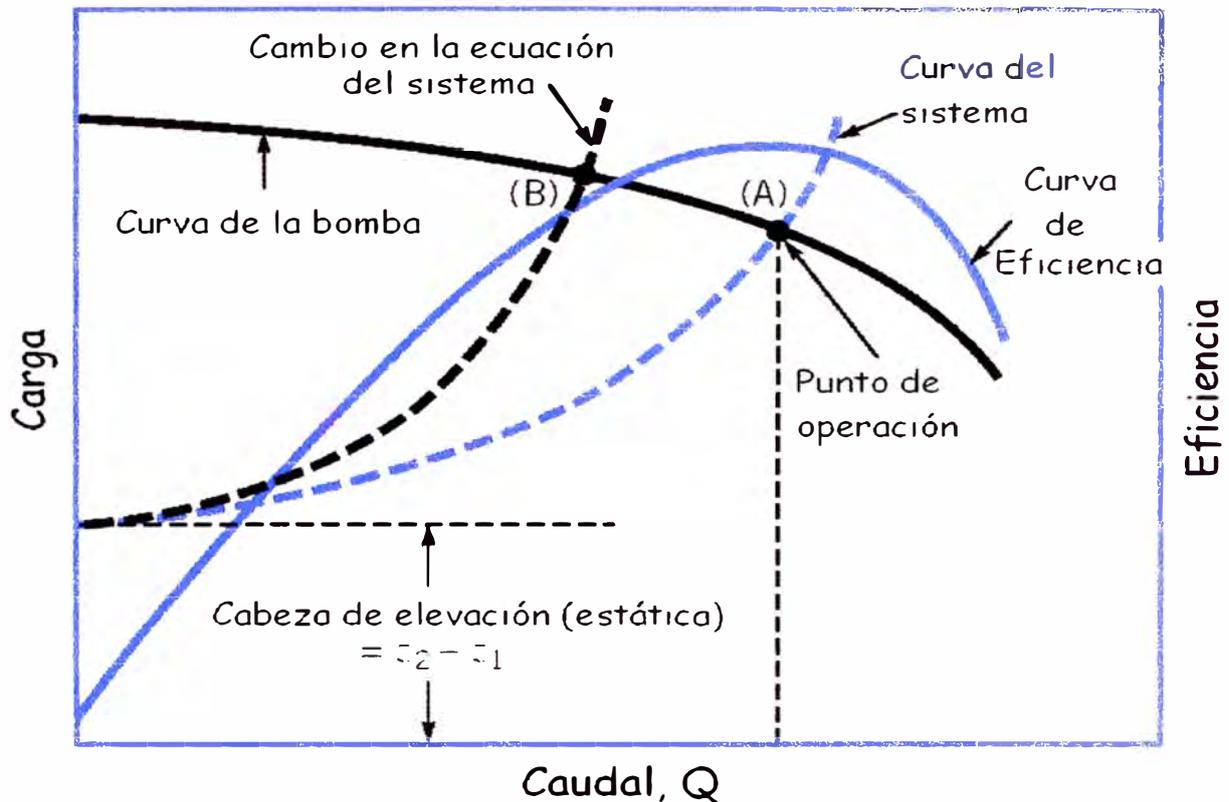


Figura Nº 2.14 Comportamiento de una bomba centrífuga, según la curva del sistema
Fuente: Universidad Tecnológica de Panamá- Monografía

2.7 CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS VERTICALES

Las bombas verticales tipo turbina tienen un rango de caudal que es bastante amplio y según los fabricantes varía desde 4 l/s (80 GPM) a 630 l/s (9 800 GPM) y alturas de bombeo hasta de 350 m (1,500 pies), dependiendo de la amplia gama de modelos que ofrecen los fabricantes. Se producen lubricadas por agua o por aceite.

Es el tipo de bomba más durable y eficiente entre las bombas centrífugas y que tiene mejor rendimiento sobre su inversión, típicamente se utiliza en pozos profundos, pozas de bombeo, en donde tengamos seguridad de la verticalidad, es decir la bomba trabaje sin recargarse en la pared del pozo o

cárcamo, pues de lo contrario resulta gravemente dañada y su duración es mínima.

Estas bombas a menudo son instaladas con columnas de longitudes considerables para llegar hasta los mantos acuíferos disponibles. Por lo tanto se debe prestar especial atención en el diseño mecánico en cuanto a la resistencia de sus componentes.

El diámetro mínimo del además deberá ser considerado cuidadosamente porque determina el diámetro de bomba máximo que se puede instalar en este pozo. La producción de agua del pozo es basada en el desarrollo del aforo o prueba del mismo. Donde se establece la capacidad, longitud de columna y por lo tanto requerimientos de presión, basada en la carga bajo y sobre la superficial. Para sistemas que requieren presión adicional a la descarga del cabezal esta deberá diseñarse adecuadamente.

2.8 COMPORTAMIENTO DE BOMBAS TRABAJANDO EN PARALELO O EN SERIE

Existen requerimientos de bombeo, de caudales y/o presiones mayores, a los que son ofrecidos por los fabricantes de bombas. Por tal motivo es necesario muchas veces utilizar un sistema de bombeo donde dos o más bombas son colocadas en paralelo o en serie, para lograr caudales o presiones mayores, según se requiera mayor caudal o presión respectivamente. La Figura N° 2.15 muestra estas posibilidades.

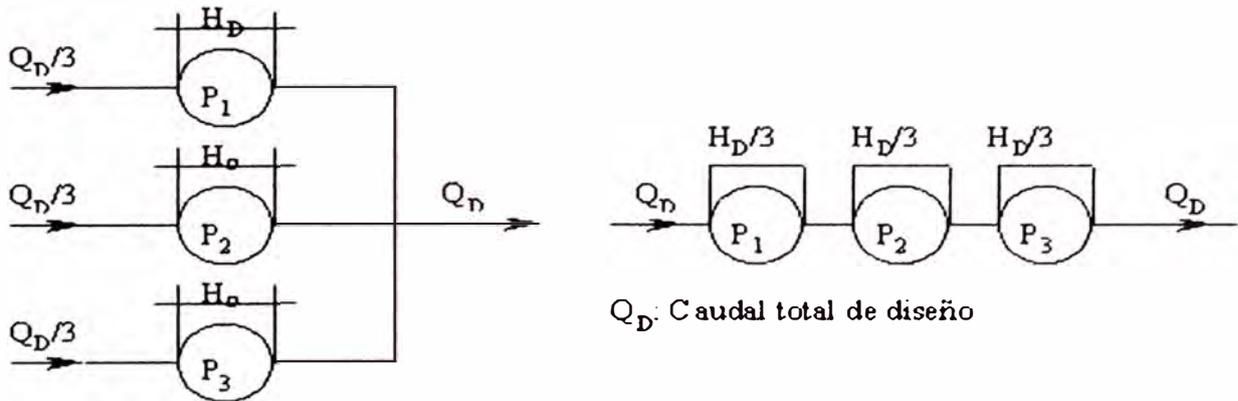


Figura N° 2.15 Esquema de bombas centrífugas en serie y en paralelo
Fuente: Richard Widman y Omar Linares–Bombas y compresores

2.8.1 Bombas en paralelo

Si dos o más bombas idénticas se conectan en paralelo, la cabeza a través de cada bomba es igual y el caudal se distribuye por igual entre las bombas. La curva combinada H/Q se muestra en la figura 2.16a. Si la resistencia del sistema se dibuja sobre la curva combinada H/Q para la operación en paralelo como se muestra en la figura N° 2.16a, se puede observar que el caudal no se ve incrementado en proporción al número de bombas funcionando. Por ejemplo, en un sistema de tres bombas, dos bombas operando aportan más de las dos terceras partes de la descarga de las tres bombas.

2.8.2 Bombas en serie

Si dos o más bombas idénticas se conectan en serie, la descarga pasa a través de cada bomba por turnos y soporta un incremento en la altura de descarga de H_D/N° de bombas, en cada bomba ($H_D/3$ para el ejemplo). Una curva H/Q combinada típica se muestra en la figura N° 2.16b. La interacción de este arreglo con el sistema se muestra en

la figura N° 2.16b. Como en el caso de operación en paralelo la descarga total no se incrementa proporcionalmente con el número de bombas. Las bombas en serie son más adecuadas en sistemas con una curva de resistencia alta, por ejemplo, con alto contenido de fricción.

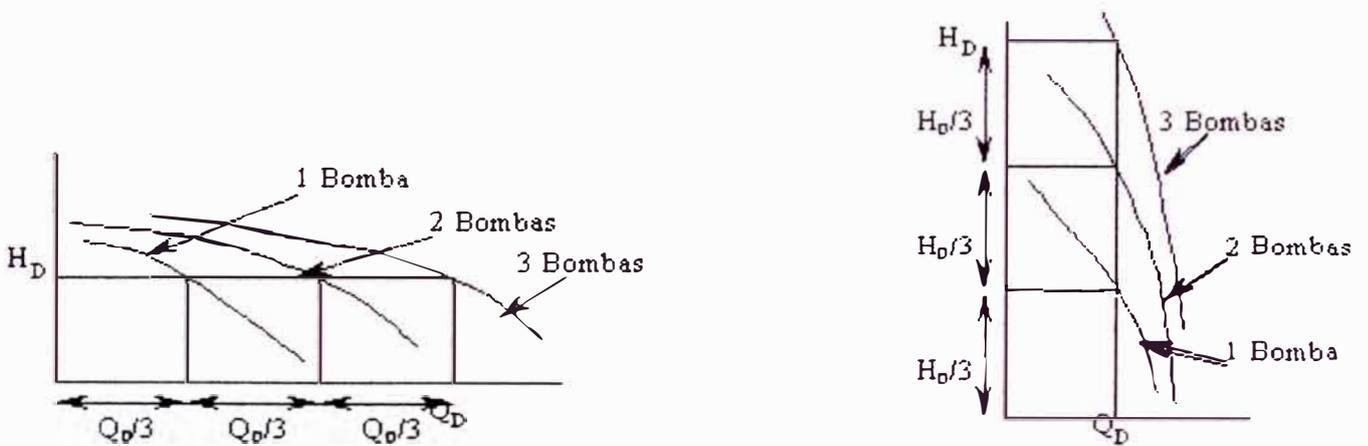
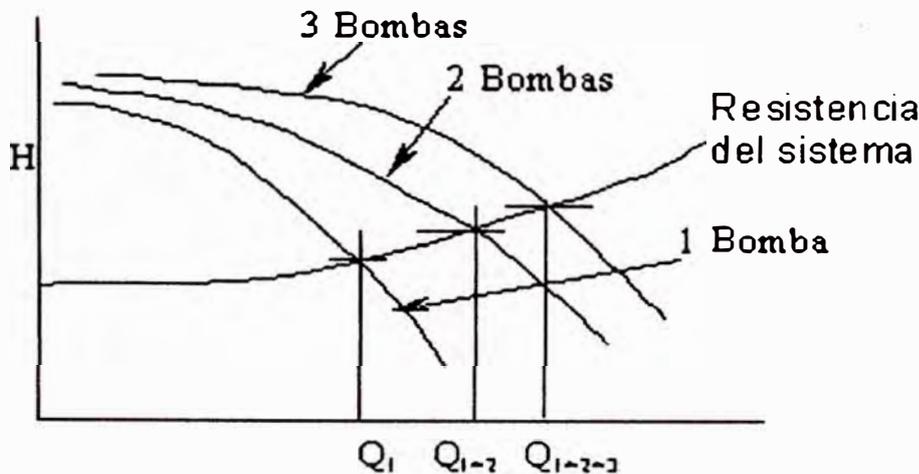
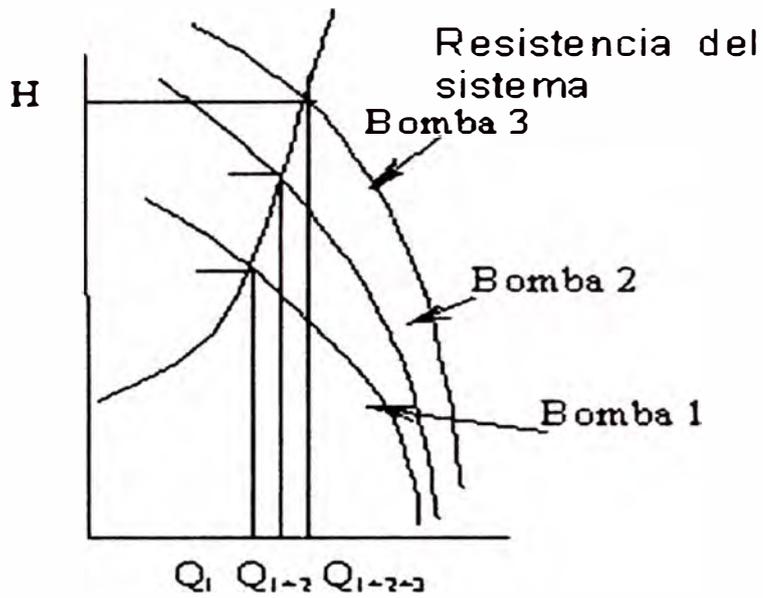


Figura N° 2.16 Curva de bombas centrífugas en serie y en paralelo
Fuente: Richard Widman y Omar Linares—Bombas y compresores



a. Operación en paralelo



b. Operación en serie

Figura Nº 2.17 Curva del sistema versus curvas de las bombas en serie o en paralelo
Fuente: Richard Widman y Omar Linares—Bombas y compresores

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO

3.1 EL ÁREA DE INGENIERÍA

El proyecto 320K fue encargado en su totalidad a la empresa consultora en ingeniería AMEC. Esta empresa internacional, con sedes en los 5 continentes, trabajó para este proyecto desde tres oficinas establecidas en: Trail-Canadá, Santiago-Chile y Lima-Perú. El sistema de bombeo de agua de enfriamiento fue una parte del trabajo desarrollado en la oficina de Lima. Sin embargo el área de procesos fue desarrollado en la oficina de Trail, con participación de la oficina de Lima y para ello se estableció una comunicación fluida entre las 3 oficinas mediante la utilización de Internet, telefonía y visitas de personal de AMEC desde las oficinas de Santiago y Trail al Perú.

El total del proyecto de ingeniería básica y de detalle fue realizado en aproximadamente 20 meses, sin considerar la etapa de construcción que fue de aproximadamente 20 meses. El costo total del proyecto 320K estuvo alrededor de 480 millones de dólares americanos, y están incluidos en este monto los costos de la ingeniería, las compras de equipos, la construcción, apoyo a las pruebas pre-operativas y el gerenciamiento de la construcción. El proyecto fue asignado a AMEC en las condiciones de un contrato tipo EPCM (Engineering, Procurement and Construction Management), entonces AMEC se encargó de la ingeniería, las compras y la administración de la construcción.

Este informe tiene como lineamiento, mostrar la secuencia de trabajo y los procedimientos necesarios para elaborar el diseño de una estación de bombeo dentro de un proyecto más amplio, y que ha sido desarrollado por una consultora especializada en el sector minero.

En este capítulo se muestra que para definir los flujos, presiones, arreglos mecánicos, arreglos de tuberías, entre otros necesarios para el diseño de la estación de bombeo, se requiere la intervención de varias disciplinas de ingeniería que aportan iterativamente en el desarrollo de la ingeniería de detalle. A continuación se describe la organización de una oficina de ingeniería típica que realiza trabajos para el sector minero.

El área de ingeniería de la oficina Lima tiene las siguientes disciplinas:

- **Disciplina mecánica:** es la encargada de definir los equipos mecánicos a utilizar; desarrollar las especificaciones mecánicas donde se señalan los requerimientos mecánicos de los equipos; y preparar las hojas de datos (data sheets), que contiene la información detallada de los equipos a cotizar. Además desarrolla los arreglos mecánicos, emitiendo los planos necesarios para la instalación de los equipos y coordina con otras disciplinas para los requerimientos de cimentaciones, estructuras, tuberías y suministro eléctrico. La conforman ingenieros mecánicos e ingenieros mecánicos-electricistas que utilizan programas para el cálculo de fajas como el Sidewinder y Helix, y personal técnico, denominados diseñadores, que elaboran los planos y maquetas en programas de diseño como Autocad, PDMS, Cadworks entre otros.

- **Disciplina de tuberías:** se encarga de elaborar los P&IDs (Piping and InstrumentDiagram), que son los planos donde se muestra de manera esquemática las tuberías instaladas desde y/o hasta los equipos mecánicos y la instrumentación necesaria para este fin. Además realiza los cálculos hidráulicos para los sistemas de bombeo y elabora los planos de arreglo de tuberías donde se muestran las tuberías, válvulas, accesorios e instrumentación de una instalación de tuberías. Esta disciplina está conformada principalmente por ingenieros mecánicos y mecánicos de fluidos, que utilizan software de cálculos como el Fathom, Impulse, Caesar II y Autopipe. Además están los diseñadores que elaboran los planos en Autocad, PDMS, Cadworks, VPE, entre otros según lo solicite los clientes.
- **Disciplina Civil:** llamada también CSA (Civil, Structure andArchitecture)tiene tres especialidades dentro del área. El área civil se encarga de elaborar los planos de cimentaciones, edificios de concreto, y servicios de alcantarillado. Los ingenieros de estructuras se encargan de hacer los cálculos de las estructuras en acero y los arquitectos se encargan del diseño de oficinas, servicios, entre otros. Esta disciplina está conformada principalmente por ingenieros civiles, ingenieros civiles especializados en estructuras metálicas y arquitectos, que utilizan programas de software como RISA 3D, SAP 2000. Los diseñadores trabajan en Autocad, Civil 3D y AutocadLan.
- **Disciplina Eléctrica:** se encarga de elaborar los diagramas unifilares, lista de cargas eléctricas, especificaciones de equipos eléctricos, sistemas de

alumbrado y puesta a tierra, protección contra rayos, entre otros. Está conformado principalmente por ingenieros eléctricos que utilizan el software Visual para alumbrado y Etap para los cálculos de flujo de potencia, protección de corto circuito y puesta a tierra. Los diseñadores que trabajan en Autocad, Lan y elaboran los planos eléctricos y diagramas esquemáticos y de conexiones.

- **Disciplina de instrumentación:** se encarga de aportar en los P&IDs, en lo que a instrumentación y control se refiere. Además suministran los diagramas de arquitectura del sistema de control y comunicaciones. Está conformado principalmente por ingenieros electrónicos y en algunos casos por ingenieros eléctricos con especialización en control e instrumentación. También participan de esta área diseñadores especializados que trabajan en Autocad.

Al área de ingeniería se suma la intervención de la disciplina de procesos, que no es considerada parte de ingeniería, pero cuyo trabajo está estrechamente vinculado a esta. El área de Procesos es la encargada de desarrollar los criterios de diseño del proceso, los diagramas de flujo PFDs (ProcessFlowDiagram), donde se muestra esquemáticamente el proceso, los balances de masas y define los equipos principales a utilizar. El área de procesos se conforma principalmente por ingenieros metalurgistas, químicos y en algunos casos petroquímicos o metalurgistas.

Los planos y/o documentos emitidos al final del proyecto y que son entregados al término del proyecto de ingeniería, los cuales se denominan

“entregables”, son resultado de varias emisiones anteriores en trabajo. Las emisiones tienen una secuencia establecida y que asegura la calidad del trabajo y el pleno conocimiento de los involucrados. Cada plano o documento lleva en el cajetín o carátula una letra o número en la casilla “revisión”. Las letras y/o números pueden variar según la empresa de ingeniería que desarrolle el trabajo, pero la secuencia siempre es la misma. La secuencia de emisión en AMEC es como sigue:

- a) Rev P, es un plano o documento preliminar, que es emitido por la disciplina (mecánica, tuberías, etc.), y que sirve para una revisión interna. En este momento el líder de la disciplina revisa el plano o documento que ha sido elaborado y/o revisado por el ingeniero a cargo del entregable y hace las observaciones que estime conveniente. En algunos casos se registra la emisión de forma interna y otras veces se registra estos entregables a través de un departamento de “control de documentos”, que se encarga de registrar la fecha de emisión y esta emisión da un avance de que el plano o documento está en un 50-60% de avance. Muchas veces no se lleva un registro y en algunos casos puede ser obviado este paso.

- b) RevA, se emite para “revisión interna” y es circulado por todas las disciplinas para conocimiento y revisión. En el caso de los planos sirve para coordinar y cada disciplina coloca allí sus comentarios de requerimientos o anota algún problema. Luego el emisor, levanta las observaciones considerando lo anotado en el plano. En numerosos casos es necesario reuniones para establecer acuerdos entre las disciplinas. En

el caso de documentos sirve para que otras disciplinas coloquen sus aportes o necesidades. En ambos casos estos planos son emitidos a través de un departamento de "control de documentos", que se encarga de registrar la fecha de emisión y esta emisión da un avance de que el plano o documento está en un 70% listo. Este porcentaje puede variar según se acuerde con el cliente.

- c) Rev B, es emitido para "aprobación por el cliente". Este entregable es emitido para la revisión por el cliente. El cliente puede incorporar requerimientos o discrepar sobre algún tema. Se reciben los comentarios del cliente y si son revisiones mayores entonces se emite la revisión C, también para aprobación por el cliente. Si los comentarios son menores, entonces estos se incorporan en la revisión final. Las revisiones B o C registran un porcentaje de 85% de avance.
- d) Rev 0, emitido "para construcción", es la revisión que finaliza con el proceso de elaboración de planos o documentos. Allí debe incorporarse los comentarios del cliente y también la información proveniente de los proveedores. Si posterior a esta emisión por algún motivo hubieran cambios entonces se tienen que emitir la revisión 1.

3.2 SECUENCIA DE TRABAJO EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO

El diseño de la estación de bombas, se realizó tomando como base a los planos y documentos de la ingeniería básica del proyecto 320K; y fundamentalmente con los cálculos e información que se obtuvo durante el desarrollo de la ingeniería de detalle.

Para la elaboración del arreglo mecánico y de tuberías de la estación de bombeo, así como para la elaboración de arreglos mecánicos de todo el proyecto, el grupo de ingeniería que desarrolló el proyecto 320K coordinó estrechamente e iterativamente hasta emitir los planos enviados al cliente para su aprobación. Estos planos revisados por el cliente fueron actualizados con las observaciones, donde procedían, y luego se emitieron los planos para construcción.

La figura N° 3.1 que resume los procesos iterativos realizados efectuados en el diseño de la estación de bombeo.

Para la elaboración de los arreglos mecánicos, como es el caso de la estación de bombeo, se consideraron varios factores y se desarrolló como sigue:

- a) La disciplina de procesos emitió los PFDs necesarios para determinar las áreas (plantas) que requieren agua de enfriamiento, el caudal, las presiones y su recorrido en forma esquemática.

- b) La disciplina de procesos emitió los PFDs necesarios para determinar las áreas (plantas) que requieren agua de enfriamiento, el caudal, las presiones y su recorrido en forma esquemática.

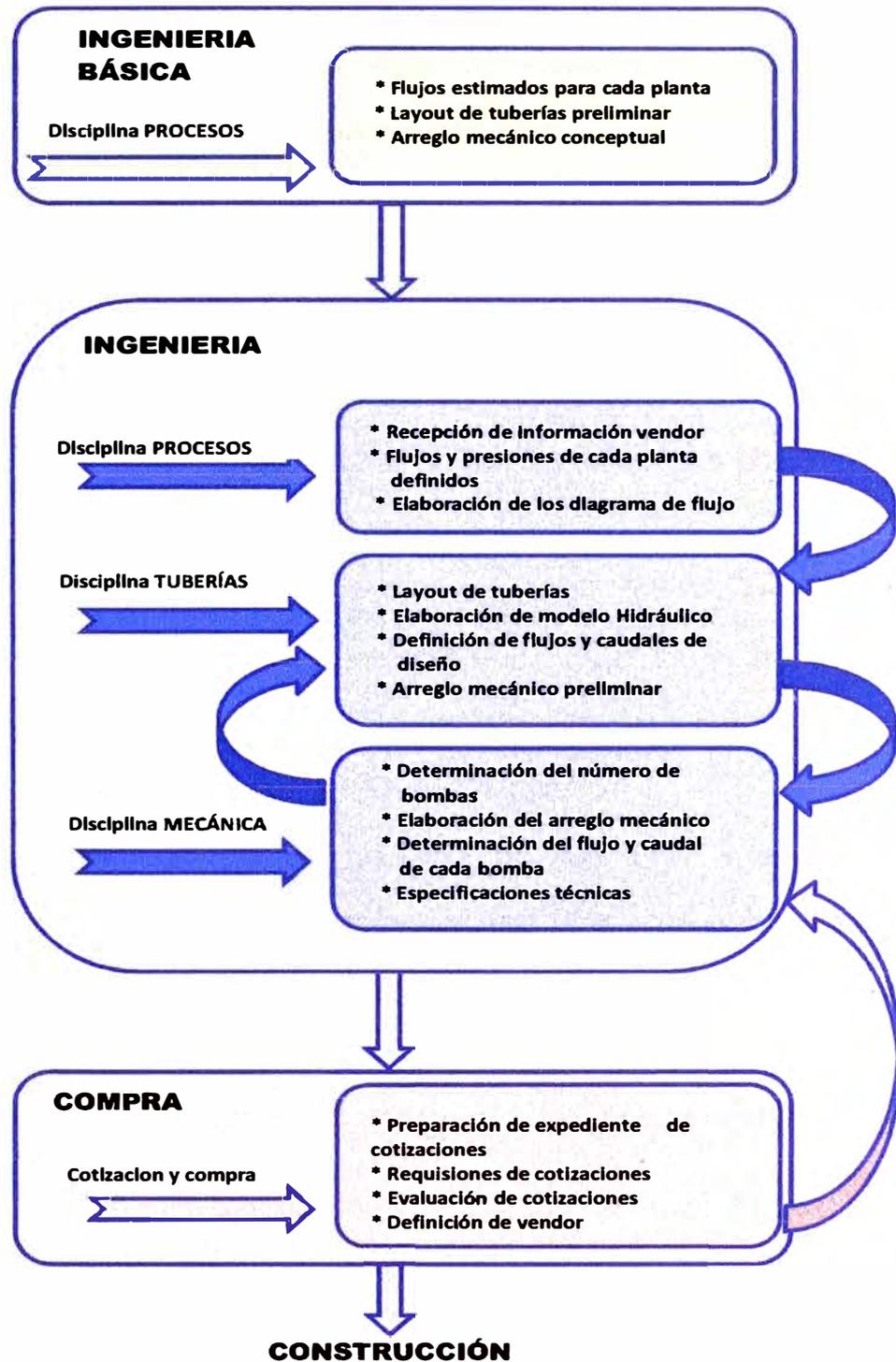


Figura N°3.1 Secuencia de trabajo en la ingeniería de detalle
Fuente: Autor de este informe

- c) La disciplina de procesos emitió los PFDs necesarios para determinar las áreas (plantas) que requieren agua de enfriamiento, el caudal, las presiones y su recorrido en forma esquemática.
- d) La disciplina de tuberías, revisó los requerimiento y emitió los primeros P&IDs donde se establecen las tuberías a utilizar y referencialmente la cantidad de bombas a utilizar.
- e) La disciplina mecánica propuso un arreglo preliminar usando información referencial, ya que en ese momento no se tenía información de las bombas a adquirir.
- f) La disciplina de tuberías elaboró el arreglo preliminar de las tuberías y válvulas a instalar, así como también información de los espacios requeridos. Además realizó los cálculos hidráulicos para encontrar todos los parámetros necesarios para su funcionamiento.
- g) Procesos emitió una nueva revisión de los PFD integrando los requerimientos necesarios para que el sistema funcione adecuadamente, tal como la recirculación de agua a través de los filtros, la evaporación y otros.
- h) La disciplina mecánica emitió la revisión A para ser comentada por todas las disciplinas de ingeniería.
- i) Paralelamente se procedió al requerimiento de cotización, evaluación y posterior compra de las bombas, según se explica más adelante.

Se adjunta figuras N° 3.2; 3.3; 3.4; 3.5; 3.6; 3.7; de la estación de bombeo que actualmente está funcionando, así como fotos durante su construcción.



Figura Nº 3.2 – Estación de bombeo de agua de enfriamiento existente antes del proyecto 320K. El espacio al fondo fue posteriormente utilizado para la instalación de las torres de enfriamiento y la estación de bombeo del 320K.

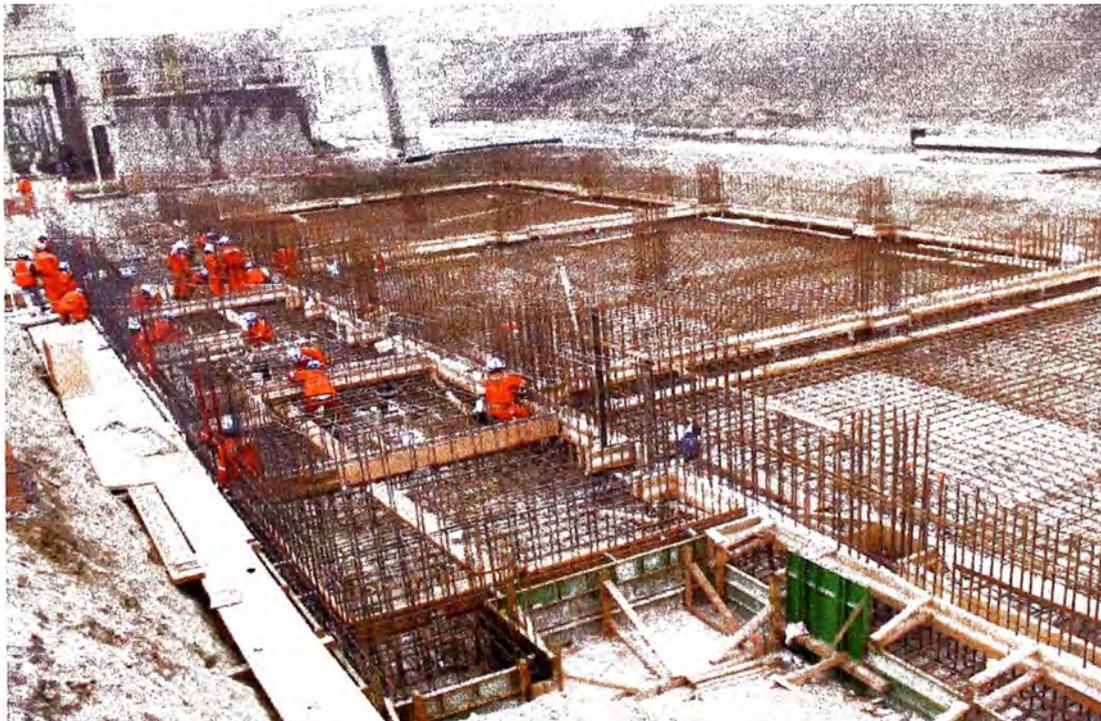
Fuente – Autor de este informe



Figura Nº 3.3 – Circuito de agua de enfriamiento – Rack de tuberías
Fuente – Autor de este informe



**Figura Nº 3.4 – Obras preliminares de la nueva estación de bombeo 32,
Al fondo se ve la estación de bombeo existente
Fuente – Autor de este informe**



**Figura Nº 3.5 – Obras civiles – Nueva estación de bombeo y torres de enfriamiento
Fuente – Autor de este informe**

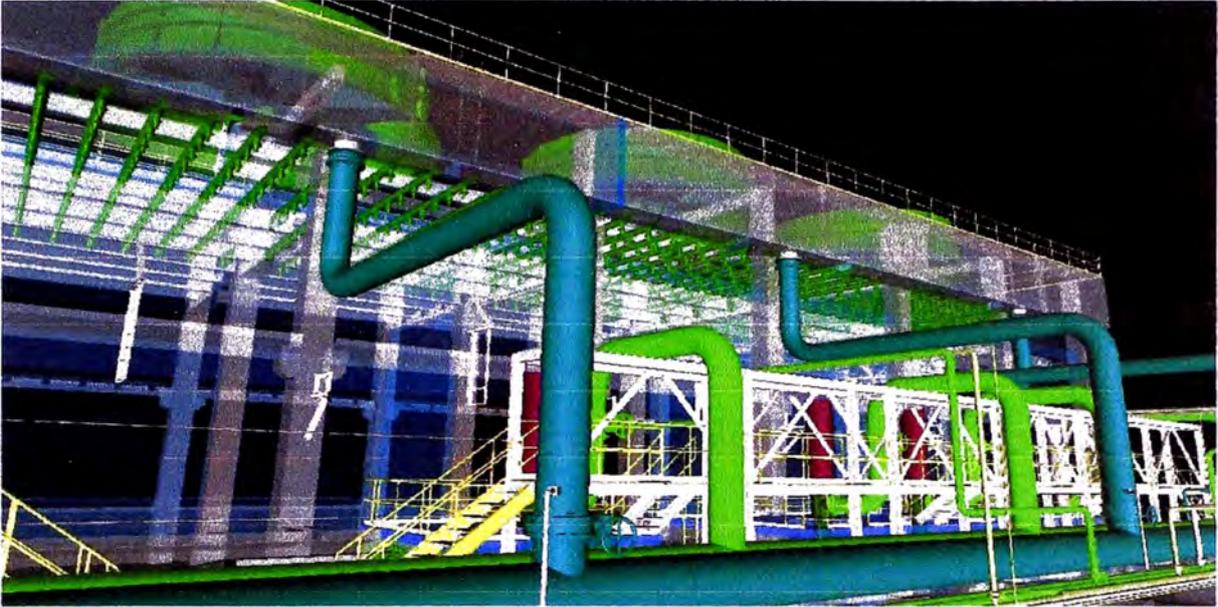


Figura Nº 3.6 – Estación de bombeo proyectada en PDMS. Se ve translucido el edificio de concreto para una mejor visualización. Los motores de las bombas se ven en color rojo.

Fuente – AMEC – Ingeniería del proyecto 320K,



Figura Nº 3.7 – Estación de bombeo del proyecto 320K actualmente trabajando. Los soportes de las tuberías fueron diseñados en Autocad, por tal motivo no se muestran en la maqueta PDMS.

Fuente – Autor de este informe.

3.3 DETERMINACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

El proyecto 320K requiere de agua de enfriamiento para el funcionamiento de las nuevas plantas a instalar, del mismo modo que las instalaciones existentes antes del proyecto 320K. En la ingeniería básica del proyecto 320K, anterior a la ingeniería de detalle, se determinaron los principales caudales preliminares y las áreas que requerían agua de enfriamiento, esto en base a información del proveedor preliminar.

Para determinar el requerimiento de agua de enfriamiento para el proyecto 320k, intervinieron las disciplinas de procesos y de tuberías. Ambas disciplinas trabajaron en la determinación del requerimiento de agua de enfriamiento para el proyecto.

La disciplina de procesos recibió la información de la ingeniería básica, y consideró la nueva información del proveedor de cada planta. Es decir, durante el desarrollo de la ingeniería de detalle, la información de los proveedores que intervinieron en cada planta, donde se requiere agua de enfriamiento, fue procesada por la disciplina de procesos e integrada a los diagramas de proceso. Consolidada la información emitió el diagrama de flujo PFD N°93-01-4001. En este PFD se establecieron los caudales y presiones requeridos por cada planta.

En el PFD N° 93-01-4001 se muestran: Flujo de trabajo 3 585 m³/h (información obtenida de cada proveedor que interviene en las plantas). El área de procesos, considerando donde pueden existir necesidades de flujos

mayores a los flujos de trabajo, estableció un factor de diseño para cada planta y resultado de esto se concluyó en un flujo de diseño 3 850 m³/h. Como resultado de los factores de diseño de cada planta se obtuvo un factor de diseño promedio de 1.07. El Cuadro N° 3.1 muestra el detalle de los caudales necesarios para cada planta que usa agua de enfriamiento y los factores de diseño asumidos en la ingeniería. También se muestran las presiones requeridas en el ingreso a cada planta y las presiones de salida, es decir, los proveedores de las plantas suministraron los valores de las caídas de presión en cada planta.

Luego de emitidos los diagramas de flujo, la disciplina de tuberías elaboró los P&IDs preliminares del sistema de bombeo, que posteriormente fueron emitidos en su revisión final según se muestra en los adjuntos, y analizó otros requerimientos necesarios para abastecer de agua de enfriamiento a las plantas de la refinería de Cajamarquilla.

	Plantas del proyecto 320K (Áreas)	Caudal de operación (m ³ /h)	Caudal de diseño (m ³ /h)	factor de diseño de cada planta	Presión en el ingreso (bar)	Presión en la salida (bar)
1	La nueva planta de ácido sulfúrico (Área 35)	2647	2880	1,09	4,0	1,3
2	El nuevo tostador de calcina - Roaster (Área 25)	272	304	1,12	4,0	1,3
3	La nueva turbina de vapor (Área 92)	60,7	60,7	1	4,0	2,0
4	La nueva planta de electólisis - Casa de celdas (Área 75)	186	186	1	4,0	2,0
5	La ampliación de la planta de fusión y moldeo (Área 81)	419,4	419,4	1	4,0	3,0
	Caudal Requerido por las plantas del proyecto 320K	3 585,1	3 850,1	1,07		

Cuadro N° 3.1 Caudales de operación y diseño, y presiones requeridos
Fuente – Elaboración propia

3.4 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL Y PRESIÓN

El diagrama de flujo 93-01-4001 muestra todos los flujos que se necesitan para las diferentes plantas (áreas) que requieren agua de enfriamiento. Sin embargo este diagrama no considera otros caudales necesarios para el funcionamiento del sistema de agua de enfriamiento que son necesarios para el funcionamiento del sistema de agua de enfriamiento. (Ver figura N° 3.8)

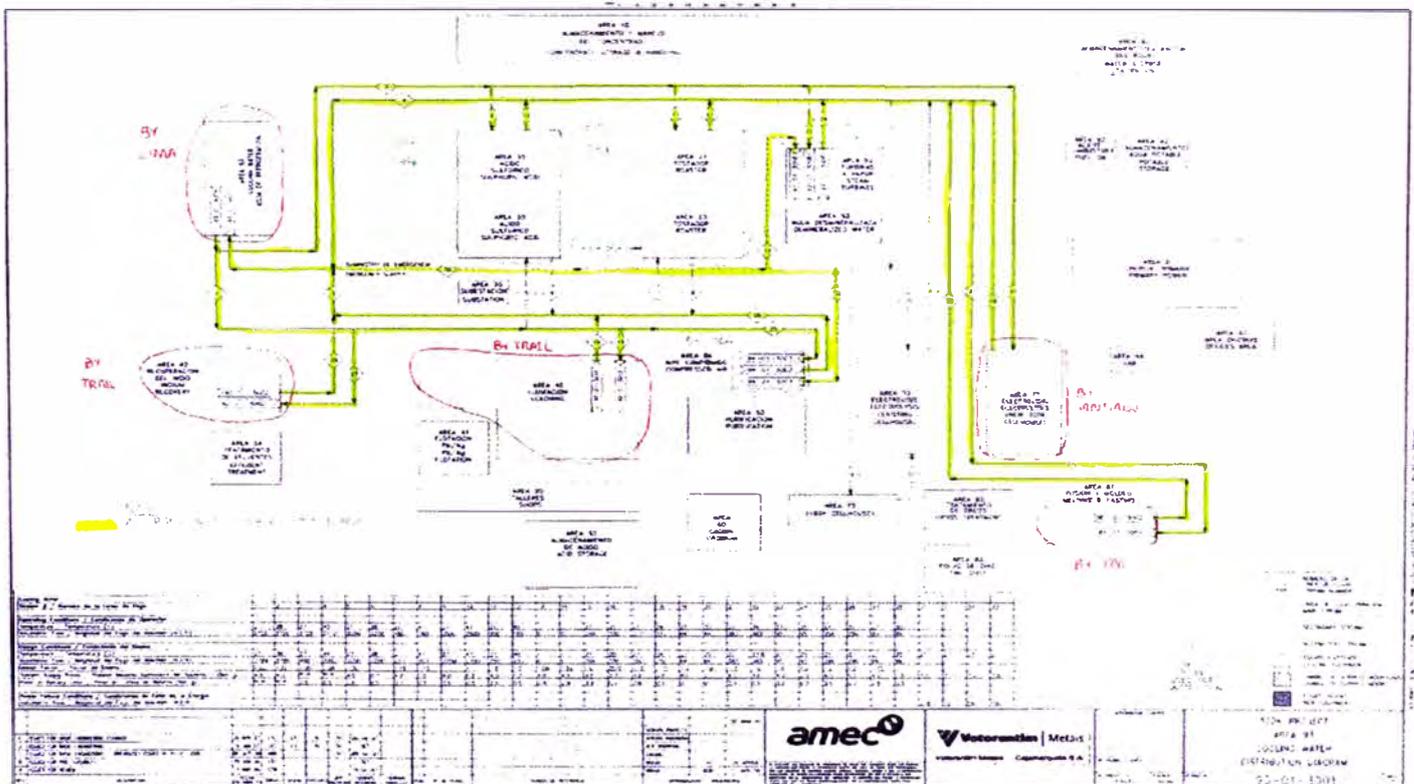


Figura N°3.8 – Flowsheet que muestra las áreas del proyecto y las oficinas que realizarán los trabajos de cada área. Ver plano adjunto 93-01-4001 para mejor visualización.

Fuente – Oficina AMEC- Lima

Los caudales adicionales, que intervienen además del consumo de las plantas son:

- el agua de enfriamiento que se evapora en las torres de enfriamiento
- el caudal que recircula por los filtros de arena

- el caudal de agua de enfriamiento que es expulsado por limpieza resultado de la filtración del agua.
- el agua de reposición que se adiciona para mantener un mismo volumen de agua circulando
- los aditivos que ingresan al sistema.

El área de proceso integró los caudales adicionales señalados en el párrafo anterior, y determinó un nuevo caudal de operación de $3\,735\text{ m}^3/\text{h}$. Con las consideraciones de factores de diseño para cada planta se obtuvo un factor de diseño promedio de 1.06. El resultado determinó un caudal de diseño, según procesos, de $3\,959\text{ m}^3/\text{h}$. El PFD 93-01-4002, anexo en los planos adjuntos, muestra estos valores y detalla los caudales adicionales necesarios para el funcionamiento del sistema hidráulico.

La disciplina de tuberías consideró el nuevo caudal de operación de $3\,735\text{ m}^3/\text{h}$. y utilizó un factor de diseño de 1.1 para el cálculo del caudal de diseño. Este factor fue asumido en base a experiencias de proyectos anteriores y recomendaciones de prácticas de ingeniería. Resultado de este nuevo factor de diseño, la disciplina de tuberías determinó el caudal de diseño en $4\,108,5\text{ m}^3/\text{h}$.

Comparados los flujos de diseño calculados por la disciplina de procesos y por la disciplina de tuberías, se determinó un flujo de diseño de $4\,108,5\text{ m}^3/\text{h}$, por ser el más conservador. Finalmente este es el caudal que ha sido utilizado en el diseño del sistema de enfriamiento. Ver cuadro N° 3.2.

Item	Determinación de los caudales de operación y de diseño del sistema de agua de enfriamiento - Proyecto 320K	Caudal de operación (m ³ /h)	Caudal de diseño (m ³ /h)	factor de diseño
1	Disciplina de Procesos en ingeniería básica	3 725	4 007	1.08
2	Disciplina de Procesos en ingeniería de detalle (inicial) - Según los caudales requeridos por las plantas	3 585	3 850,1	1.07
3	Disciplina de tuberías en la elaboración del sistema hidráulico - Considerando otros caudales necesarios para el funcionamiento del sistema hidráulico	3 735		
4	Procesos en ingeniería de detalle (considerando el aporte del área de tuberías)	3 735	3 959	1.06
5	Tuberías en ingeniería de detalle (con la nueva emisión de procesos)	3 735	4 108,5	1.1
Final	Caudales finales utilizados en el diseño del sistema hidráulico	3 735	4 108,5	1.1

Cuadro Nº 3.2 Determinación de los Flujos de trabajo y de diseño
Fuente – Elaboración propia

Para calcular la presión de trabajo de la bomba o bombas requeridas en la estación de bombeo, se utilizó el software especializado Fathom versión 4.0, que simula un sistema hidráulico y reduce el tiempo de cálculos hidráulicos de manera considerable. Ver los anexos 93-50-4650, Agua de enfriamiento–Diagrama hidráulico–Fathom, y RE-50-4601, AFT FathomModel–Resultados.

Este software ofrece la posibilidad de simular complejos sistemas hidráulicos de fluidos no compresibles, colocando dentro del sistema, bombas, tuberías, válvulas, accesorios, intercambiadores de calor, entre otros. Con múltiples alternativas de ingreso de datos y con los resultados de los cálculos realizados de acuerdo a la conveniencia del usuario. Este software ha sido utilizado en AMEC desde el año 2004 y en ese momento ya había sido probado ampliamente en otros proyectos. Sin embargo el problema principal

de este sistema hidráulico consistía en que los operadores de la refinería de Cajamarquilla habían señalado que requerían que el sistema se auto-regulara sin necesidad de abrir y cerrar válvulas para modificar caudales y por lo tanto el sistema debería ser diseñado de modo que cada planta recibiera el caudal y la presión referidos en los diagramas de flujo, sin necesidad de abrir o cerrar válvulas. Para ser esto posible, las tuberías deberían ser calculadas con los diámetros necesarios y suficientes, evitando sobredimensionar las tuberías o generar caídas de presión que condicionaran que los caudales no fueran los requeridos en el diseño.

Se consideró para este primer cálculo, el arreglo mecánico de la ingeniería básica, que establecía que se utilizarían 3 bombas trabajando y una cuarta bomba quedaría en stand-by, y que estas bombas serían tipo turbina vertical, sobre sumideros de concreto conectados a la piscina de recepción de agua de las torres de enfriamiento. Los parámetros de entrada para el sistema hidráulico fueron:

- El caudal de diseño de $4\ 108\ \text{m}^3/\text{h}$ fue dividido entre las 3 bombas operativas, entonces cada bomba debería suministrar $1\ 370\ \text{m}^3/\text{h}$.
- La presión del agua de enfriamiento requerida en cada una de las plantas de la refinería y la caída de presión en cada planta
- Los sistemas de bombeo auxiliares para el retorno de agua de enfriamiento.

Además se trabajó con el layout de las tuberías, es decir, el arreglo mecánico de las tuberías que consideran la disposición mecánica de todas las tuberías,

diámetro y longitud de las mismas, válvulas y accesorios, cambios de dirección, los niveles de instalación, entre otros.

El resultado de este primer cálculo determinó que se requerían bombas que suministraran un caudal de 1 370 m³/h a una presión de salida de 42,4m (4,6 bar). Esta información fue suministrada a la disciplina mecánica que fue la encargada de determinar las bombas a utilizar.

3.5 Determinación de la cantidad de bombas

Como se señaló en el párrafo anterior, para la simulación del sistema hidráulico se previó el uso de 4 bombas verticales tipo turbina, trabajando tres en forma permanente y una bomba adicional que quedaría en stand-by. Posteriormente la disciplina de tuberías debió re-calcular el sistema hidráulico de acuerdo al número de bombas seleccionado.

La disciplina mecánica recibió el input de procesos y de tuberías, y con el caudal de diseño determinado y con las presiones predeterminadas, se procedió a establecer reuniones de trabajo con los proveedores de bombas y buscar la mejor alternativa. Ver el data sheet preliminar de Wortec S.A.WFTL 20167, del año 2007, en los anexos de este informe, en donde se deja en libertad al proveedor de suministrar 3 o 4 bombas, según los modelos que satisfagan los parámetros requeridos.

Es preciso señalar que la elaboración de la ingeniería es un proceso iterativo en el que intervienen varias disciplinas, siendo para esta parte del proyecto 320K, las áreas de proceso, tuberías y mecánica las más involucradas. Por tal

motivo, como se señaló anteriormente, procesos había determinado un caudal de diseño de 3 850,1 m³/h y considerando 3 bombas operativas, y una en stand-by, cada bomba debería suministrar 1 319 m³/h. Inicialmente se hizo una cotización de 4 bombas para 1 319 m³/h. Se adjunta dicha cotización como referencia, para ilustrar el método a seguir en la elaboración de la ingeniería de detalle y mostrar que no siempre las primeras cotizaciones tienen los parámetros totalmente definidos.

Posteriormente, como se explica en la sección 3.4, las disciplinas de procesos y tuberías establecieron el caudal final de diseño en 4 108,5 m³/h (ver tabla 3.2). Se revisó con los proveedores la capacidad de las bombas que cumplían con el caudal y con la presión de salida pre-establecida. Con estos parámetros todos los proveedores recomendaron utilizar tres bombas operando y una en stand-by, y se pre-seleccionaron las bombas considerando las eficiencias, punto de operación, caudales máximos, porcentaje del diámetro del impulsor, etc. Luego la disciplina de tuberías recalculó la presión de salida, para un sistema de 3 bombas trabajando y con la información real de las bombas seleccionadas. El cálculo hidráulico dio como resultado que se necesitaba una presión a la salida de las bombas de 42.5m.

Finalmente disciplina mecánica re-cotizó 4 bombas, tres operando y una en stand-by, para un caudal de 1 370 m³/h cada una, a una presión de 42,5 m (4,17 bar) en la salida. Ver la evaluación técnica TE-46040 Rev 1 en los anexos, en donde se evalúan las ofertas presentadas por los proveedores, como respuesta a la cotización requerida.

3.6 CÁLCULO DE LAS BOMBAS Y MOTORES REQUERIDOS

Para calcular el caudal de las bombas a adquirirse, se realizó una simulación del sistema hidráulico de todo el circuito de agua de enfriamiento que abastece a las diferentes plantas del proyecto 320k. Para este cálculo se utilizó el software especializado Fathom versión 4.0.

Los parámetros de entrada para fueron: el caudal $1\ 370\ \text{m}^3/\text{h}$; la presión del agua de enfriamiento requerida en cada una de las plantas de la refinería; la caída de presión en cada planta; y los sistemas de bombeo auxiliares para el retorno de agua de enfriamiento. Además se trabajó con el layout de las tuberías, es decir, el arreglo mecánico, niveles de instalación, longitud de tuberías, cambios de dirección, etc.

Con este software es posible determinar los parámetros del sistema hidráulico, tales como: altura dinámica de las bombas a emplear, diámetros de las tuberías, caídas de presión en cada elemento del sistema, etc. También es posible saber la velocidad y presión en cada punto que se requiera.

Se adjunta el diagrama elaborado en el programa Fathom 4.0 y las hojas de cálculo que se obtienen, es necesario señalar que las hojas indican la versión 7.0 por tratarse de la versión actual del programa desde donde se obtuvo la información para este informe. Por razones de espacio no se han colocado todos los resultados, sino los más significativos al cálculo de bombas.

3.6.1 Parámetros finales de las bombas a adquirir

Del cálculo hidráulico se obtuvo una altura dinámica total (TDH) de 42,5 m en la salida de las bombas. Entonces el data sheet de las bombas fue elaborado con:

Caudal: 1 370m³/h

TDH: 42,5 m(4,17 bar)

3.6.2 Motores requeridos según las bombas requeridas

El mismo software Fathomcalculó la potencia hidráulica requerida. Con la eficiencia para bombas de turbina vertical pre-definidas, se calculó que la potencia del motor requerida era de 252. HP. Entonces los motores eléctricos fueron requeridos con una potencia de 300 HP, por ser los motores comerciales disponibles y que cumplen con un factor de servicio de 1.15

Para elaborar los data sheet para la cotización y posterior compra de las bombas y motores, se consideraron los parámetros obtenidos y que resumimos en elCuadro N° 3.3. Otras consideraciones también importantes y detalladas pueden ser revisadas en los data sheets (hoja de datos) y especificación de bombas y motores adjuntos.

Item	Descripción	Requerido	Ofrecido
1	Marca y Modelo de bomba		
2	cantidad de conjuntos bomba - motor	4	
3	Caudal de diseño (m ³ /h)	1 370	
4	Altura dinamica total-TDH (m)	42.5	
5	Temperatura del agua (°C)	40	
6	Potencia de Motor (HP)	300	
7	Peso Total (kgs)		

Cuadro N° 3.3 Resumen de la hoja de datos para la cotización de las bombas

Fuente: Hoja de datos para la cotización de las bombas – Resumen propio

3.7 COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO

El área 93 fue designada como el área que abastece de agua de enfriamiento a toda la refinería. El área 93 comprende dos zonas principales: La Zona de Torres de enfriamiento de agua, que se encuentran ubicada en el lado norte de la refinería; y la Zona de Rack de tuberías, la cual bordea prácticamente toda la refinería de Cajamarquilla de Norte a Sur, haciendo un circuito cerrado con tuberías de ida y vuelta.

La zona de las torres de enfriamiento, para el proyecto 320K, se compone básicamente de:

- a) Tres nuevas torres de enfriamiento con TAGs N° 2000 / 2001/ 2002.4132.

Las torres de enfriamiento, son estructuras de concreto ubicadas sobre una piscina, que reciben el agua de enfriamiento de retorno, es decir agua que ha servido para enfriar equipos o soluciones de las diferentes plantas de la refinería. Estas torres se comunican con los sumideros donde están instaladas las bombas de agua de enfriamiento.

- b) Tres ventiladores de aire tipo axial con TAGs N° 2000 / 2001/ 2002 .4137, ubicados uno sobre cada torre de enfriamiento.
- c) Cuatro bombas verticales tipo turbina con TAGs N° X2003 / X2004 / X2005 / X2006.4610, que se encargarán de suministrar agua de enfriamiento a las distintas plantas (áreas) que requieran de este servicio.
- d) La nueva columna de control de nivel con TAG N° X2009.4020 se compone de un tanque cilíndrico cerrado con boquillas para la instalación de instrumentos, drenaje, venteo y para ingreso de agua desde el colector de las torres de enfriamiento.
- e) El filtro de arena con TAG N° X2007.4618 tendrá la función de filtrar partículas que puedan dañar los equipos que componen el Sistema de enfriamiento, en consecuencia, bajar su eficiencia.
- f) El tanque de ácido sulfúrico con TAG N° X2008.4020 de planchas de acero al carbono.
- g) El nuevo sistema de adición de reactivos contra algas, bacterias y anti incrustante y que fue suministrado por terceros.

3.8 USO DEL PDMS COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO

AMEC, para realizar el diseño del proyecto 320 K, utilizó el software de modelamiento llamado PDMS. El PDMS (PlantDesignManagmentSystem) es un software que permite realizar los diseños en tres dimensiones, 3D. La elaboración de estos gráficos en 3D es llamado modelamiento y el gráfico en 3D se denomina maqueta. A partir de esta maqueta se pueden elaborar los planos en 2D siendo muy rápido obtener vistas del modelo o cortes según se requiera. Los planos de arreglos mecánicos y de tuberías adjuntos a este

informe han sido extraídos de la maqueta en PDMS y sobre los planos extraídos solamente se efectuó un trabajo de formato.

Todos los planos mecánicos, de tuberías, y algunos planos eléctricos y civiles, fueron obtenidos a partir de la maqueta. Para el área mecánica, solamente se dibujan los detalles donde el modelamiento resulta demasiado lento y se prefiere por el dibujo tradicional. La Figura N° 3.9 adjunta a este informe es una fotoextraída de la maqueta, sin ningún tipo de trabajo adicional.

En esta maqueta se modelan los equipos mecánicos con sus reales dimensiones, siendo sobre todo muy precisos en las bases, boquillas, salidas de chutes, alturas, largos y anchos, es decir se precisa las dimensiones que interactúan con otros equipos o bases civiles o estructurales. No se consideran detalles de equipos, ya que la finalidad es obtener lo suficiente para construcción y no tener una maqueta extremadamente precisa en el detalle de equipos.

Las tuberías son dibujadas con total exactitud, ya que el PDMS utiliza un banco de datos que considera las dimensiones reales de las tuberías, accesorios y válvulas, de acuerdo a los diámetros de las mismas. Los accesorios y válvulas especiales son dibujados de acuerdo a la información de los proveedores. A partir de la maqueta se obtienen los planos de arreglos de tuberías y también los isométricos con sus listados de materiales en tipo y cantidad.

La disciplina civil, modela las estructuras, también utilizando un banco de datos del PDMS, y también son integradas las dimensiones de concreto, solamente donde se requiera.

El área eléctrica e instrumentación modelan los equipos eléctricos y las bandejas o ductos eléctricos. Los cables o instrumentos menores no son modelados.

La figura N° 3.9, muestra la refinería de Cajamarquilla con sus diferentes plantas. En el extremo superior izquierdo están localizadas las tres torres de enfriamiento con TAGs 2000 / 2001/ 2002 .4132. Al pie de estas torres de enfriamiento está situada la estación de bombeo de agua de enfriamiento, donde se ubican las cuatro bombas verticales tipo turbina con TAGs N° X2003 / X2004 / X2005 /X2006. El rack que recorre de izquierda a derecha en la figura (Norte a Sur), es el rack principal del nuevo sistema de agua de enfriamiento, tema del presente informe.

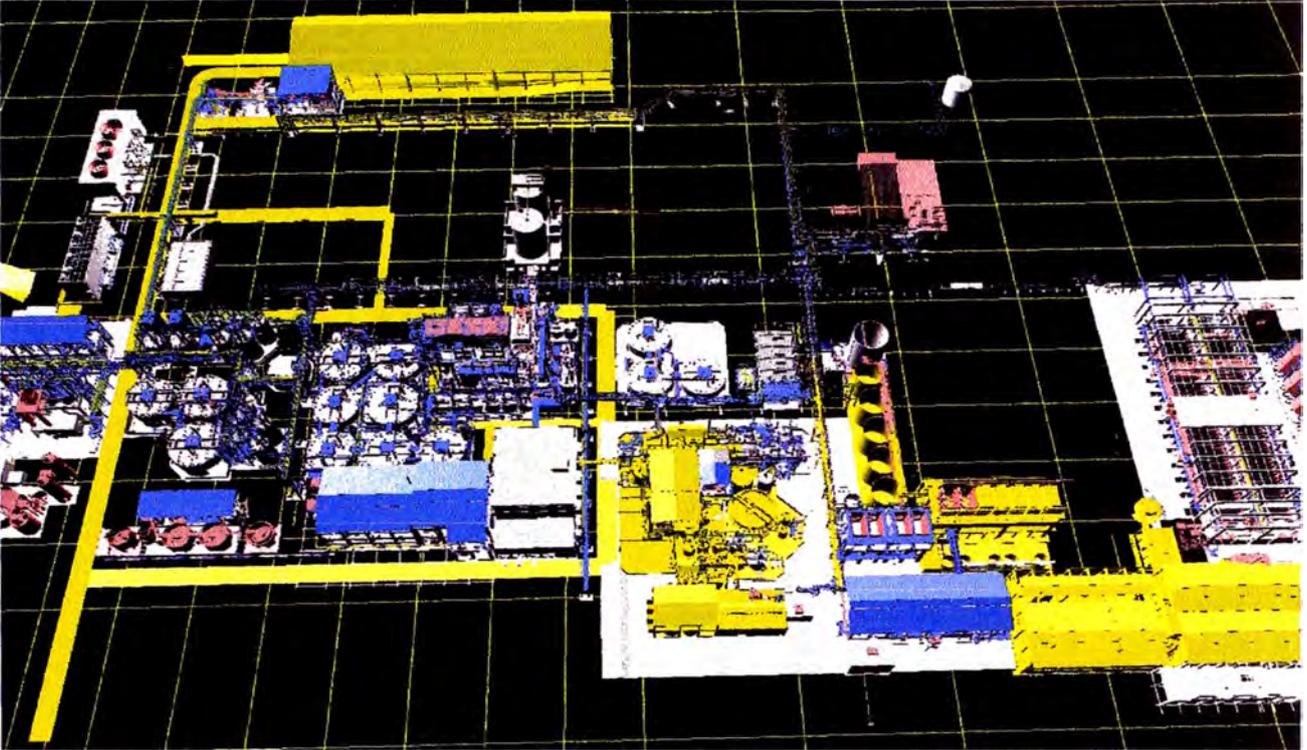


Figura N° 3.9 Refinería de Cajamarquilla – Se muestran las diferentes plantas.
 En los anexos se encuentra el grafico en formato A3
Fuente: AMEC –Ingeniería del proyecto 320 K

En el centro izquierdo de la figura, se muestra el área 40 que es la planta de lixiviación que es donde se inicia el proceso de extracción de zinc refinado. Al lado derecho central, se muestra la nueva casa de celdas (área 75), que es donde se obtiene el zinc refinado mediante el proceso de electrólisis.

La figura N° 3.10 muestra la estación de bombeo al pie de las tres torres de enfriamiento y se ven las tuberías de salida y posteriormente el manifold, tubería principal que entrega agua fría a las plantas. También se ven las tuberías que retornan el agua hacia las torres de enfriamiento.

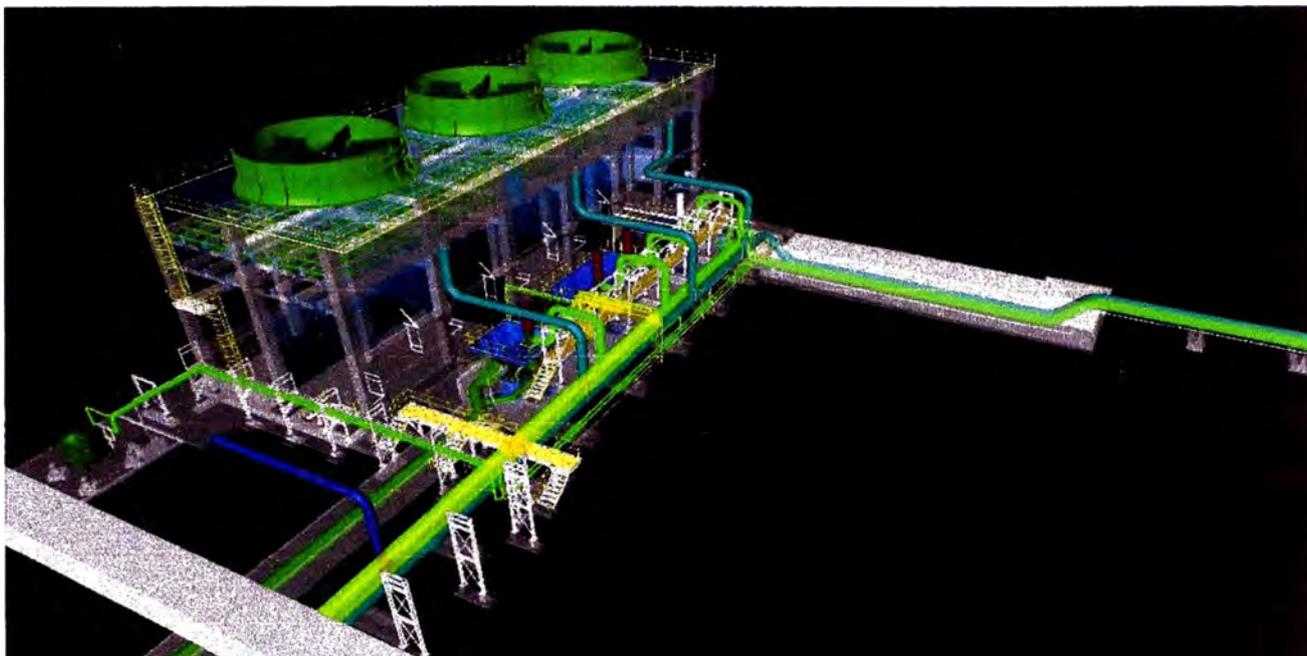


Figura N° 3.10 Estación de bombeo. Se encuentra al pie de las torres de enfriamiento.

En los anexos se encuentra el grafico en formato A3

Fuente: AMEC –Ingeniería del proyecto 320 K

La figura N° 3.11, muestra con mayor detalle las cuatro bombas sobre una piscina con tapa de concreto, que para efectos de mejor visualización, se muestra semi-transparente. La figura N°3.12, muestra el rack principal de tuberías, y se aprecia la tubería que sale de la estación de bombeo y que recorre la refinería de norte a sur y también la tubería de retorno de agua de enfriamiento paralela a la primera.

3.9 DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE BOMBAS – ARREGLOS MECÁNICOS

El diseño de la estación de bombas, se realizó tomando como base a los planos y documentos de la ingeniería básica del proyecto 320K; y fundamentalmente con los cálculos e información que se obtuvo durante el desarrollo de la ingeniería de detalle.

Para la elaboración del arreglo mecánico de la estación de bombeo, así como para la elaboración de arreglos mecánicos de todo el proyecto, el grupo de ingeniería que desarrolló el proyecto 320K coordinó estrechamente e iterativamente hasta emitir los planos enviados al cliente para su aprobación.

Para la elaboración de los arreglos mecánicos, como es el caso de la estación de bombeo, se consideraron varios factores y se desarrolló como sigue:

- a) La disciplina mecánica propuso un arreglo mecánico, considerando el tamaño y número de bombas, usando información referencial, ya que en ese momento no se tenía información del proveedor de bombas. Estos arreglos se desarrollaron en PDMS, maqueta en 3D, según se muestra en la figura N° 3.9 y siguientes.
- b) La disciplina de tuberías entregó información de las tuberías y válvulas a instalar, así como también información de los espacios requeridos. Entonces surgieron los primeros cambios.
- c) La disciplina civil revisó lo propuesto y sugirió algunos cambios que fueron de detalles, lo que obligó a modificar el arreglo inicial.

- d) Las disciplinas eléctrica e instrumentación se adecuaron a lo planteado pero hicieron requerimientos de espacio para colocar canaletas de concreto y bandejas eléctricas aéreas.
- e) Finalmente cuando se recibió la información del proveedor, la disciplina mecánica insertó en los planos desarrollados los cambios o detalles, que se obtuvieron de los planos de bombas certificados.
- f) Nuevamente todas las disciplinas revisaron los arreglos mecánicos y finalmente se emitió la revisión B de los planos para la aprobación por parte del cliente.
- g) En este caso no hubieron observaciones por parte del cliente y se emitió la revisión 0.
- h) Información del proveedor adicional a la recibida inicialmente, obligo a emitir la revisión 1 de los planos de arreglo mecánico.

Los planos de arreglos mecánicos de la estación de bombeo son los descritos a continuación:

- 93-40-4601 Arreglo General Torres de enfriamiento - Planta
- 93-40-4602 Arreglo General Torres de enfriamiento – Secciones 1 de 2
- 93-40-4603 Arreglo General Torres de enfriamiento – Secciones 2 de 2
- 93-40-4604 Estación de bombas – Planta y Secciones

Con esta última emisión de los arreglos mecánicos se terminaron de elaborar los planos de las áreas civil, de tuberías, eléctrica e instrumentación. Aprobados los planos de ingeniería de detalle, se construyeron los sumideros y bases de bombas, se montaron las bombas, tuberías y válvulas y se

instalaron las pasarelas y escaleras. El suministro eléctrico y la instrumentación fueron implementados en la última etapa de la construcción.

En las figuras Nros. 3.2 y 3.7, insertadas en las páginas 49-51 muestran la estación de bombeo antes, durante y después de su construcción.

3.10 SELECCIÓN DEL MATERIAL DE LAS TUBERÍAS, ACCESORIOS Y VÁLVULAS

La selección del material de las tuberías, accesorios y válvulas se realizó en concordancia con la especificación de tuberías del proyecto SP-50-4006, Piping Specification Index, que es la especificación de tuberías preparada para todo el proyecto 320K. Se adjunta la parte que se refiere a la especificación para tuberías, accesorios y válvulas para agua de enfriamiento.

3.11 Diseño de los arreglos mecánicos de tuberías

Los diámetros de las tuberías en la estación de bombeo y en todo el sistema de agua de enfriamiento fueron determinados en base a los siguientes datos de entrada.

- a) Caudal de diseño en cada ramal principal y secundario
- b) Presión de trabajo a la entrada de cada planta
- c) Presión de trabajo a la salida de cada planta

También se consideraron:

- a) velocidad recomendada para agua establecida entre 1,5 m/s y 3 m/s.
- b) diámetros comerciales considerados en la especificación de tuberías
- c) Estandarización en lo posible de diámetros iguales en cada planta.

- d) Longitudes de tuberías, número de accesorios, tipo y cantidad de válvulas

3.11.1 Diámetro según el cálculo

El diámetro de las tuberías se calcula en base a los parámetros y consideraciones expuestas. La fórmula inicial que determina la sección de una tubería es:

$$A = \frac{Q}{v} \dots \dots \dots [3.1]$$

donde:

A: Área interna de la tubería (m²), convertida a pulg²

Q: caudal en m³/h

v: velocidad en m/s

De allí se puede calcular el diámetro teórico inicial de la tubería y luego con las consideraciones expuestas se determina el diámetro a utilizar. El software Fathom calculó los diámetros de todas las tuberías del sistema de agua de enfriamiento. Ver anexo RE-50-4601

3.11.2 Diámetros seleccionados para la estación de bombeo

Los diámetros de las tuberías en el anillo de agua de enfriamiento son numerosos y van desde 8" hasta tuberías de 32". Las tuberías al interior de cada planta que usa agua de enfriamiento son desde 2" hasta 24".

Todos los diámetros del sistema de agua de enfriamiento han sido calculados utilizando los criterios expresados en la sección 3.7. Para el cálculo se utilizó el software Fathom.

Después de realizados los cálculos hidráulicos y determinados los diámetros a utilizar, las válvulas, accesorios e instrumentos de medición y control, se procede a elaborar los diagramas de tuberías e instrumentación, llamados por sus siglas en inglés P&ID (Piping and Instrumentation Diagram). Estos son planos esquemáticos donde se consolida toda la información referida a las tuberías y son la base para el desarrollo de los planos de arreglos de tuberías.

A continuación se explica lo detallado en el P&ID 93-01-4101 – Diagrama de distribución; y en los planos de tuberías 93-50-4600 al 93-50-4603, en lo referido a las tuberías de la estación de bombeo.

El diámetro de salida de cada una de las bombas es de 16". Allí se instaló una reducción excéntrica de 16" x 20", en cada bomba y a continuación se instalaron tuberías de 20". En estas tuberías están instaladas las válvulas check y las válvulas de cierre. El código de estas tuberías son: 93-500-WCS-001-4410A, 93-500-WCS-001-4411A, 93-500-WCS-001-4412A y 93-500-WCS-001-4413A. Ver el P&ID 93-01-4101 adjunto a este informe.

Explicamos el origen de estos códigos, para lo cual tomaremos como ejemplo el código 93-500-WCS-001-4410A:

- El número 93 significa que la tubería pertenece al área 93 (ver plano 93-01-4001 anexo a este informe)
- 500 se refiere al diámetro 20" expresado en mm.
- WCS son las iniciales de WaterCoolingSupply, que significa suministro de agua de enfriamiento, (ver el documento SP-50-4006 anexo a este informe)
- 001 es un código de la clase de tubería y se refiere a una tubería de acero al carbono ASTM A-53, Grado B Tipo E, ANSI b36.10, SCH Standard (ver el documento SP-50-4006 anexo a este informe) y
- 4410 es un número secuencial asignado por el equipo del proyecto y la letra A, significa que es tubería nueva, ya que algunas tuberías pueden ser parte del proyecto anterior.
- Todas las tuberías en el proyecto tienen la misma estructura para la codificación de las mismas. Para un mejor detalle de las especificaciones de tuberías, diámetros utilizados, tipo de conexiones, pruebas hidráulicas, entre otros, referirse al criterio de diseño de tuberías y a la especificación de tuberías SP-50-4006, adjuntos a este informe.

El manifold, es la tubería que recoge el agua a la salida de las bombas es de 32", cuyo código es 93-800-WCS-001-4403A. Esta tubería es la de mayor diámetro en todo el sistema de agua de enfriamiento y a partir de este empieza la tubería principal de distribución del suministro de agua de enfriamiento hacia todas las plantas. La tubería de suministro va disminuyendo su diámetro conforme va dejando el agua en las

diferentes plantas de las áreas 35, 25, 92, 75 y 81. Ver PFD 93-01-4001 adjunto en los anexos de este informe, y la figura N° 3.12.

Paralela a esta tubería se instaló la tubería de retorno de agua de enfriamiento que va recogiendo el agua de enfriamiento de las plantas anteriormente mencionadas y retorna a las torres de enfriamiento. Después de enfriar el agua en las torres de enfriamiento se vuelve a la impulsión mediante las bombas antes señaladas. Las tuberías de suministro y de retorno de agua de enfriamiento van por toda la refinería de norte a sur y tienen diámetros iguales en los mismos tramos.

3.12 Planos y documentos de la estación de bombeo

Los planos y documentos adjuntos a este informe fueron emitidos para la ejecución de las obras civiles; montaje de las bombas de agua de enfriamiento; instalación de las tuberías, válvulas y accesorios y la ejecución de las instalaciones eléctricas y de instrumentación. Se han colocado todos los planos principales mecánicos y de tuberías. Para las otras disciplinas se adjuntan solo algunos planos a modo de referencia. Ver Planos y anexos adjuntos.

3.13 Estimación previa del costo del sistema de bombeo

La estimación del costo del sistema de enfriamiento fue realizada en una etapa anterior al desarrollo de la ingeniería de detalle del proyecto 320K.

Un equipo especializado en costos elaboró el costo total del proyecto, tomando como referencia proyectos similares, cotizaciones presupuestales (tipo Budget), índices establecidos, entre otros. Es decir no se realizó una cotización minuciosa por cada elemento, sino se realizó una cotización, donde lo principal es tener precios a firme de los equipos de mayor costo, luego los equipos menores con cotizaciones Budget (presupuestales) y luego se realiza una proyección de los costos de menor valor en base a índices, según proyectos anteriores.

3.14 Estructura de las oficinas de ingeniería de detalle para el proyecto 320K

Los documentos, planos y actividades necesarios para la elaboración de la ingeniería de detalle del proyecto 320K, se realizaron íntegramente por la consultora internacional especializada en proyectos mineros AMEC. Fueron tres oficinas que se distribuyeron todo el trabajo según su experiencia y recursos. La oficina de Trail-Canadá, que es la de mayor experiencia en procesos, se encargó del proceso de la refinería y del área de lixiviación, que es la de mayor complejidad en la refinería. La oficina de Santiago de Chile, se encargó de las áreas de purificación, electrólisis, fundición y moldeo.

La oficina de Lima se encargó de las plantas de producción de plata y plomo, la planta de tratamiento de agua de planta, de las torres de enfriamiento de solución pura, y de todos los servicios para la refinería, es decir, agua fresca, agua de proceso, agua de enfriamiento, agua potable, vapor, aire comprimido y de la coordinación del proyecto.

3.14.1 Equipo de trabajo para el área 93

El equipo que realizó la ingeniería de detalle del área 93, referidos a la estación de bombeo de agua de enfriamiento y de todo el circuito de agua que alimenta a las plantas, fue de aproximadamente 16 personas durante 12 meses no continuos. La elaboración se realizó en la medida que se obtuvo la información.

3.14.2 Equipo de trabajo en la oficina de Lima

Un promedio de 40 profesionales trabajaron durante 20 meses en desarrollar la ingeniería de detalle en la oficina de Lima. A ello se debe sumar que durante la ejecución de la construcción, aproximadamente 15 personas trabajaron durante 12 meses para elaborar lo que se denomina ingeniería de terreno, que realiza cambios menores, según se requiera por interferencia con equipos existentes que los ingenieros de Votorantim modificaron o cambiaron para la operación de la refinería y que no fueron informados durante la elaboración de la ingeniería de detalle.

Un grupo similar al de la oficina de Lima trabajo en las oficinas de Santiago de Chile y otro en la oficina de Trail en Canadá.

CAPÍTULO 4

ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

4.1 BOMBAS Y MOTORES

Para la selección de las bombas y motores, se procedió según lo establecido en los procedimientos de AMEC, es decir se preparó la documentación técnica necesaria para la compra tales como especificaciones técnicas de bombas y motores con sus respectivas hojas de datos (data sheets); se elaboró la lista de proveedores y se emitió una requisición de cotización. El área de logística del cliente emitió la solicitud de cotización y recibió las cotizaciones de los proveedores. Posteriormente AMEC realizó una evaluación técnica y emitió una recomendación de compra. El área de logística del cliente fue la encargada de emitir la orden de compra de acuerdo a criterios técnicos y económicos.

El cliente Votorantim realizó la evaluación comercial y que coincidió con el proveedor recomendado por AMEC.

Cabe señalar que los documentos para esta cotización fueron preparados todos en el idioma inglés, ya que por tratarse de equipos fabricados en el extranjero, es necesario utilizar este idioma que es más comercial que el español.

4.1.1 Documentos para la cotización

Los documentos necesarios para realizar la cotización son:

- a) Especificación técnica de bombas verticales tipo turbina
- b) Especificación de motores mayores a 200 KW
- c) Hoja de datos (Data sheet) de las características de las bombas a cotizar y cantidad de las mismas.
- d) Documento de requisición de cotización, RFP – Requestforquotation.
Documento que establece condiciones comerciales y resume a todos los demás documentos.

Además de los documentos antes señalados, la empresa que cotiza, entrega a los proveedores documentos de tipo comercial, donde se ven todos los aspectos de formas de pago, garantías, penalidades, compromisos de entrega, etc. Esto se repite para todas las cotizaciones.

4.1.2 Listado de proveedores

El listado final de proveedores a cotizar, se limitó a tres representantes de bombas. Luego de una pre-selección y de conversaciones con los representantes técnicos de bombas establecidos en el Perú, se escogieron tres proveedores de bombas que reunían los requisitos técnicos y comerciales para asegurar un adecuado proceso de compra. Los criterios de pre-evaluación por AMEC fueron la disponibilidad de bombas con las características técnicas necesarias, la experiencia del proveedor en sistemas de bombeo similares y el respaldo técnico y de mantenimiento. Los requisitos comerciales se refieren a la capacidad

económica del proveedor, a la representación de los equipos establecida en el Perú, y a los tiempos de entrega de equipos similares a los cotizados.

A continuación se indican el representante y la marca de bomba seleccionados para la etapa de cotización:

- Proveedor: ITT- bombas marca Goulds
- Proveedor: Wortec Perú –bombas marca Flowserve
- Proveedor: Weir Perú –bombas marca Weir

4.1.3 Cotización

La cotización se realizó a través del cliente, tal como se estableció en el contrato de servicios. El cliente Votorantim fue el encargado de pedir la cotización formal en los temas técnicos y comerciales. AMEC estableció el contacto formal con los representantes de bombas solamente con la autorización del cliente y solo para efectos de clarificación de temas técnicos. Todos los equipos son cotizados y posteriormente comprados utilizando el número asignado por el proyecto. Este número de equipo es llamado Tag del equipo y es el único código con el cual es identificado cada equipo. Todos los planos y documentos se refieren a los equipos por su número de Tag.

4.1.4 Evaluación de equipos

La evaluación del conjunto bomba-motor se realizó de acuerdo a los procedimientos de AMEC y con los formatos del mismo. Se estableció

un contacto directo entre los proveedores y los ingenieros del área mecánica y tuberías para esclarecer numerosos detalles técnicos importantes para la evaluación de las bombas y motores ofertados.

El documento TE-46040 Rev1, anexo a este informe detalla todos los aspectos que se tuvieron en consideración para la evaluación del conjunto bomba-motor y las conclusiones de la evaluación.

4.1.5 Recomendación de compra

La recomendación de compra se hizo considerando solamente los aspectos técnicos, sin considerar precios de equipos, de transporte u otros. El proveedor recomendado fue Wortec Perú, que ofreció una bomba marca Flowserve y un motor General Electric. El cliente había pedido que los motores fueran de preferencia WEG, sin embargo el proveedor se excusó de utilizar este motor por consideraciones técnicas y comerciales. Finalmente el cliente acepto estos equipos los cuales fueron comprados y posteriormente instalados según lo planeado.

4.2 TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Las tuberías para estas instalaciones fueron compradas en conjunto con las tuberías y accesorios del proyecto en conjunto. No se consideró una compra por separado para este sistema.

4.2.1 Documentos para la cotización

Los documentos necesarios para realizar la cotización de las tuberías fueron:

- a) Especificación técnica de tuberías, SP-50-4006 (Material Specification)
- b) Instalación de tuberías SP-50-4005 (Piping Installation)
- c) Pre-fabricación de Tuberías, SP-50-4001 (Piping Prefabrication)
- d) MTO (Material Take Off), que es un listado que incluye todas las tuberías y accesorios que deberán ser suministrados.
- e) Documento de requisición de cotización, RFP Request for quotation. Documento que establece condiciones comerciales y resume a todos los demás documentos.

4.2.2 Listado de proveedores

El listado de proveedores fue coordinado entre el cliente Votorantim y la oficina de logística de AMEC en Vancouver (Canadá). Para este listado se consideraron razones comerciales. No se tuvo acceso a la información de los proveedores, pero se sabe que fueron compañías internacionales que ofrecían precios y tiempos de entrega mejores a los proveedores nacionales.

4.2.3 Cotización de tuberías y accesorios

La cotización de tuberías y accesorios se realizó a través del cliente, que estableció el contacto formal con los representantes de tuberías y pidieron una cotización formal, en los temas técnicos y comerciales. Para este rubro lo más importante es que las compañías entreguen certificados de calidad que cumplen con las normas requeridas en las especificaciones de tuberías. Las tuberías y accesorios son cotizados en paquetes según el tipo de material y no tienen un número asignado

por cada uno, sino por cada tipo de tubería o accesorio según su diámetro. Para la compra y posterior instalación se elabora un listado de tuberías y accesorios con todas las características suficientes para su plena identificación durante el proceso de compra y posterior instalación.

4.2.4 Evaluación

La evaluación de las tuberías y accesorios se realizó revisando los certificados de calidad que presentan las empresas comercializadoras. No existió participación directa de AMEC.

4.2.5 Recomendación de compra

La evaluación de las tuberías y accesorios fue realizada directamente por Votorantim. Cabe señalar que las tuberías para este sistema de bombeo fueron compradas en conjunto con las tuberías de todo el proyecto, en paquetes según su tipo y tamaño y a diferentes proveedores según el criterio del cliente y atendiendo principalmente razones comerciales.

4.3 VÁLVULAS

Las válvulas para estas instalaciones fueron compradas en conjunto con las válvulas de todo el proyecto. Se hicieron paquetes de compra de válvulas según las características de estas, por material, tamaño, tipo de fluido, etc. No se consideró una compra por separado para el sistema de bombeo de agua de enfriamiento.

4.3.1 Documentos para la cotización

Los documentos necesarios para realizar la cotización son:

- a) Especificación de válvulas SP-50-4007 (ValveSpecificationIndex)
- b) Instalación de tuberías SP-50-4005 (PipingInstallation)
- c) MTO (Material Take Off), que es un listado que incluye todas las válvulas que deberán ser suministradas.
- d) Documento de requisición de cotización – RFQ – Requestforquotation.

4.3.2 Listado de proveedores

El listado de proveedores para válvulas fue elaborado por el cliente Votorantim en coordinación con AMEC y de acuerdo a las experiencias anteriores de compra. AMEC recomendó dentro del listado de válvulas a los proveedores: Válvulas Industriales, Nic Industrial, Adolphus y La Llave.

4.3.3 Cotización

La cotización se realizó a través del cliente, que estableció el contacto formal con los representantes de válvulas y pidió una cotización formal, en los temas técnicos y comerciales.

Cada tipo diferente de válvula tiene un código diferente, es decir no se asigna un número por cada válvula sino por tipo. Se elabora durante la ingeniería un listado de válvulas que sirve durante el proceso de compra y posterior instalación.

4.3.4 Evaluación de válvulas

La evaluación de las válvulas fue realizada por el cliente y en algunos casos puntuales por AMEC. El cliente envió las especificaciones de las mismas a los proveedores y estos recomendaron los tipos de válvulas según la marca que ellos proveen. Cabe señalar que las válvulas para este sistema de bombeo fueron compradas en conjunto con las válvulas de todo el proyecto, en paquetes según su tipo y tamaño y a diferentes proveedores según el criterio del cliente.

4.3.5 Recomendación de compra

AMEC participó solamente en la evaluación técnica y los proveedores a quienes se adquirió válvulas fueron: Válvulas Industriales, Nic Industrial y Adolphus. También se realizaron compras a proveedores extranjeros que suministraron parte del paquete de válvulas comprado. La selección final fue mayoritariamente por razones comerciales (precio, plazo de entrega, condiciones de pago, etc.), pero antes se estableció un listado de proveedores y marcas de válvulas aprobados.

AMEC no participó directamente en el proceso de compra y su labor se limitó a la recomendación de proveedores, elaboración de especificaciones y listado de materiales.

Sin embargo, para válvulas especiales, sobre todo automáticas o de tamaños mayores a 20", el cliente solicitó la evaluación técnica de las válvulas propuestas por los proveedores, con un sistema similar al de la

evaluación técnica de equipos. AMEC emitió las evaluaciones técnicas para estos casos.

CAPÍTULO 5

COSTO DE LOS EQUIPOS

5.1 BOMBAS Y MOTORES

El costo de las bombas y motores se va a referir como precio unitario por cada paquete bomba-motor y será establecido como precio FOB. Se adjunta cuadro N° 5.1 resumen del costo de las bombas y motores. No se incluyen costos de instalación.

Item	Tag del equipo	Cant.	Modelo de bomba	Motor (HP/RPM)	Tipo de bomba	Costo unitario (US \$)	Tiempo de entrega (semanas)
1	X-2003.4610	1	20EPM-3 / B30	300	VTP	157 316	34
2	X-2004.4610	1	20EPM-3 / B30	300	VTP	157 316	34
3	X-2005.4610	1	20EPM-3 / B30	300	VTP	157 316	34
4	X-2006.4610	1	20EPM-3 / B30	300	VTP	157 316	34
	TOTAL					629 264	

*Cuadro N°5.1 Costo del conjunto bomba-motor
Fuente:Elaboración propia*

5.2 TUBERÍAS , ACCESORIOS Y VÁLVULAS

El costo de las tuberías, accesorios y válvulas se refieren únicamente a la estación de bombeo, desde la salida de las bombas hasta la tubería de 800

mm de diámetro incluyendo el manifold de descarga. No se incluyen costos de instalación.

Item	Descripción	Cant. (m)	Cant. (unid)	Costo unitario US \$	Costo Parcial (US \$)
1	Tubería AC SCH Std - 32" - ASTM-A53 Gr B	70		397,15	27 801
2	Tubería AC SCH Std - 24" - ASTM-A53 Gr B	72		197,23	14 201
2	Tubería AC SCH Std - 20" - ASTM-A53 Gr B	32		163,82	5 242
3	Tubería AC SCH Std - 16" - ASTM-A53 Gr B	2		130,57	261
4	Reduccion Exc. AC 20"x16" - ASTM-A234 WPBW		4	78,36	313
5	Codo 90º Corto 24" ASTM-A234 WPBW		12	236,67	2 840
5	Codo 90º Corto 20" ASTM-A234 WPBW		8	180,2	1 442
6	Brida Slip on 24" ASTM-A105		12	125,02	1 500
6	Brida Slip on 20" ASTM-A105		4	85,04	340
6	Junta de expansión 24"		4	2 580	10 320
7	Válvula Check Cast Iron 20" - Wafer Class 125	4		6 520	26 080
8	Válvula Mariposa Cast Iron /EPDM Lined 20" Class 150	4		5 850	23 400
	TOTAL				113 740

Cuadro N°5.2 Costo de las tuberías, accesorios y válvulas en la estación de bombeo
Fuente:Elaboración propia

Los dos ítems anteriores son de entera responsabilidad del área mecánica y de tuberías, y considerando que el alcance del presente informe se focaliza en estas dos áreas, se han detallado los costos de las bombas principales. El que suscribe este informe fue el responsable del área de tuberías y coordinador durante el desarrollo de la ingeniería desde el año 2006 al 2009, y se desempeñó como gerente de ingeniería durante la ejecución del proyecto en el año 2009. El proyecto fue terminado en su ejecución y puesta en marcha en el primer trimestre del 2010.

A la fecha el sistema de bombeo de agua de enfriamiento está funcionando sin ninguna modificación y atiende los requerimientos para la producción de 320 000 toneladas por año de refinado de zinc.

CONCLUSIONES

1. Se seleccionaron cuatro bombas verticales tipo turbina, con una capacidad de flujo de 1 370 m³/h cada una, y una altura total de descarga de 42,5 metros. Los motores de las bombas son de 300 HP.
2. El sistema de agua de agua de enfriamiento suministra 4 108,5 m³/h y cubre el requerimiento del proyecto 320K, a entera satisfacción del cliente y a la fecha no ha necesitado de ninguna modificación.
3. El nuevo circuito de agua de enfriamiento trabaja independiente del sistema anterior al proyecto 320K, pero puede ser integrado al circuito de agua de enfriamiento existente con la apertura y cierre de válvulas instaladas para este propósito.
4. La intervención del cliente en el proceso de diseño, ha permitido cubrir de manera eficaz, los requerimientos técnicos que van apareciendo en el desarrollo del trabajo.
5. La participación activa de las diferentes disciplinas de la ingeniería, ponen de relieve la nueva tendencia de los proyectos ingenieriles, que es, la ingeniería concurrente.

RECOMENDACIONES

1. Seguir los procedimientos y recomendaciones de mantenimiento del fabricante, que se encuentran en los manuales de los equipos instalados. Las inspecciones periódicas deben realizarse por técnicos entrenados por el proveedor del equipo.
2. Mantener un stock mínimo de repuestos para las bombas y motores, tales como sellos mecánicos, rodamientos y otros recomendados por el fabricante.
3. Realizar un análisis cada seis meses de las condiciones del agua de enfriamiento, en acidez, tamaño y porcentaje de sólidos en suspensión. La dosificación de anti-incrustantes y ácido sulfúrico debe controlarse diariamente.
4. Verificar que las cuatro bombas trabajen alternadamente de acuerdo a la secuencia programada en el PLC instalado para el comando de las bombas.

MATERIAL DE REFERENCIA

1. Autor: Mohinder L. Nayyar –
Piping Handbook, USA, 7th
edition, 2000
2. Autor: Jhon Wiley & sons
Designs of piping systems,
2nd edition.
3. Autor: PETER SMITH
Piping Materials Selection and Applications,
USA 2000
4. Autor: GEORGE A. ANTAKI,
Pipeline Engineering,
USA, 2003
5. ED BAUSBACHER,
Process Plant Layout and Piping Design,
USA, 1993
6. Autor: IGOR J. KARASSIK,
Bombas Centrifugas,
México, 1985

MANUALES:

- 7.- FLOWSERVE,
Cameron Hydraulic Data, Canada,
19th edition, 2002
- 8.- GOULDS PUMP INC
Goulds Pump Manual,
6th edition

DICCIONARIO:

- 9.-JAVIER COLLAZO,
Diccionario enciclopédico de términos técnicos,
7ma edición. USA

MONOGRAFÍAS:

- 10.- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMA
Monografía, Elementos de sistemas hidráulicos
Julio del 2006.
- 11.-Monografias.com- Monografía, usando los gráficos de Richard Widman y Omar
Linares – bombas y compresores.
- 12.- Universidad Mayor de San Simón- Monografía, usando los gráficos del Manual
del ingeniero Químico, Robert Perry, 6ta edición.

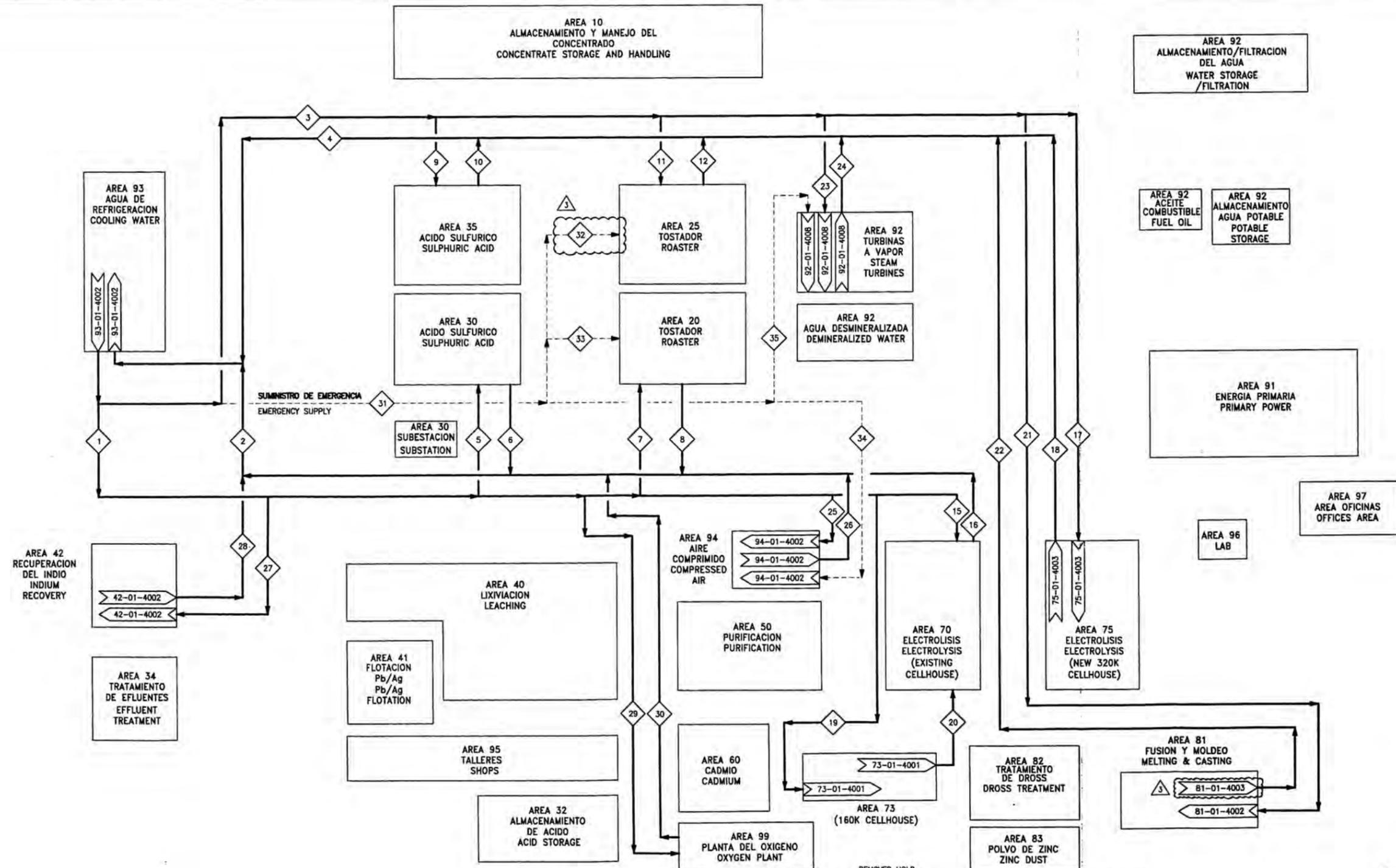
PLANOS

- 93-01-4001 PFD - Coolingwaterdistributiondiagram
- 93-01-4002 PFD -Coolingwater distribution diagram
- 93-01-4101 P&ID - Área 93-Agua de enfriamiento
- 93-01-4102 P&ID - Área 93- Agua de enfriamiento
- 93-01-4103 P&ID - Área 93- Agua de enfriamiento
- 93-01-4100 P&ID - Área 93- Sistema de drenajes y adición de reactivos
- 93-40-4601 Arreglo General Torres de enfriamiento - Planta
- 93-40-4602 Arreglo General Torres de enfriamiento – Secciones 1 de 2
- 93-40-4603 Arreglo General Torres de enfriamiento – Secciones 2 de 2
- 93-40-4604 Estación de bombas – Planta y Secciones
- 93-50-4600 Arreglo general de tuberías – Ubicación de planos – Key Plan
- 93-50-4601 Arreglo general de tuberías – Planta 1
- 93-50-4602 Arreglo general – Estación de bombas - Secciones A y B
- 93-50-4603 Arreglo general – Estación de bombas – Secciones C, D, E, F, G y detalles
- 93-60-4601 Agua de enfriamiento – Diagrama unifilar 4160V
- 93-60-4602 Agua de enfriamiento – Diagrama unifilar 460V
- 93-60-4603 Agua de enfriamiento – Diagrama unifilar 230V
- 93-60-4610 Agua de enfriamiento – Disposición CDC (4160V)

ANEXOS

- SP-50-4006 Piping Material Specification Index
- SP-50-4001 Pipe prefabrication
- SP-50-4003 Pipe Hangers and supports
- SP-50-4005 Piping Installation
- SW-40-4601 Alcance de trabajo, montaje mecánico y piping
- WFTL-20167 Cotización preliminar de Flowserve, año 2007
- DS-40-4610-X2003 Data sheet de las bombas de agua de enfriamiento Rev0
- TE-46040 Rev 0 Technical Evaluation Water cooling Vertical Pumps Rev 0
- DS-40-4610-X2003 Data sheet de las bombas de agua de enfriamiento Rev1
- TE-46040 Rev1 Technical Evaluation Water cooling Vertical Pumps Rev 1
- 93-50-4650 Agua de enfriamiento – Diagrama hidráulico – Fathom
- RE-50-4601 R AFT Fathom Model – Cálculo hidráulico - Sistema de agua de enfriamiento – Resultados.

- Figura 1.3 Vista en PDMS de la refinería de Cajamarquilla
- Figura 3.9 Refinería de Cajamarquilla – Maqueta PDMS
- Figura 3.10 Estación de bombeo – Maqueta PDMS
- Figura 3.11 Estación de bombeo - detalle – Maqueta PDMS
- Figura 3.12 Rack de tuberías – Maqueta PDMS



Stream # / Numero de la Línea de Flujo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
Operating Conditions / Condiciones de Operación																																			
Temperature / Temperatura (°C)	27	35	27	40	27	38	27	47	27	39	27	42	27	35	27	36	27	35	27	44	27	38	27	35	27	31	27	35							
Volumetric Flow / Magnitud del Flujo del Volumen (m3/h)	4860	4860	3585	3581	3974	3974	180.0	180.0	2647	2647	272.0	268.0	266.0	329.8	188.0	188.0	63.8	63.8	419.4	419.4	80.7	80.7	291.0	291.0	83.8	83.9	1.80	1.60							
Design Conditions / Condiciones del Diseño																																			
Temperature / Temperatura (°C)	27	36	27	42	27	38	27	47	27	40	27	40	27	35	27	35	30	38	27	50	27	41	27	37	30	35	27	35	27	27	27	27	27		
Volumetric Flow / Magnitud del Flujo del Volumen (m3/h)	4944	4944	3789	3837	3974	3974	207.0	207.0	2880	2880	304.0	291.0	266.0	329.8	188.0	188.0	63.8	63.8	419.4	419.4	80.7	80.7	335.2	335.2	96.4	96.5	1.60	1.60	320.0						
Design Factor / Factor de Diseño	1.02	1.02	1.06	1.07	1.00	1.00	1.15	1.15	1.09	1.09	1.12	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.88	1.00	1.00	1.15	1.15	1.15	1.15	1.00	1.00							
System Supply Pmax / Presión Máxima Suministro del Sistema (Bar g)	4.0	4.0	N/A	N/A	4.0	0.7	4.0	1.5	4.0	1.3	4.0	1.3	4.0	2.7	4.0	2.0	4.0	2.7	4.0	3.0	4.0	2.0	4.0	1.7	4.0	1.3	4.0	2.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0		
Pmin at Battery Limit / Pmin en Límite de Batería (Bar g)	N/A	N/A	0.5	0.5	2.6	0.0	3.1	0.5	3.5	0.5	3.5	0.5	3.8	0.5	3.8	3.0	0.0	0.0	3.0	0.5	3.2	0.5	2.9	0.5	2.9	0.5	2.9	0.5							
Power Failure Conditions / Condiciones de Falta de la Energía																																			
Volumetric Flow / Magnitud del Flujo del Volumen (m3/h)																																			

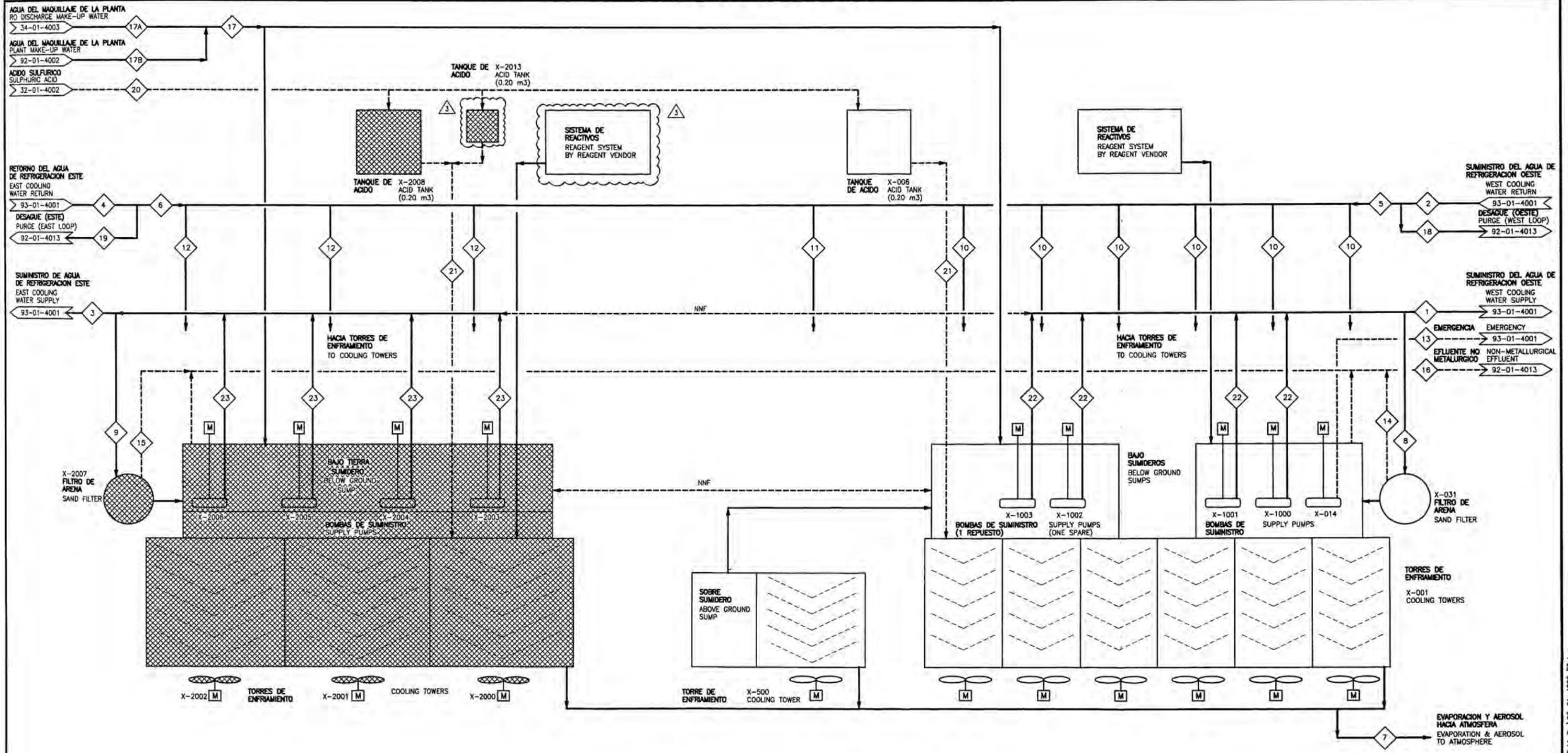
XXXX NUMERO DE LA LINEA DE FLUJO STREAM NUMBER
 — LINEA DE FLUJO PRINCIPAL MAIN STREAM
 - - - LINEA DE FLUJO SECUNDARIA SECONDARY STREAM
 - - - LINEA DE FLUJO INTERMITENTE INTERMITTENT STREAM
 □ EQUIPO EXISTENTE EXISTING EQUIPMENT
 ▨ CAMBIO DE SERVICIO/MODIFICADO CHANGE OF SERVICE/MODIFIED
 ■ EQUIPO NUEVO NEW EQUIPMENT

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA (DD MM YY)	DISEÑO	DISEÑO	CHEDUO	JEFE DEC.	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	Nº DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA	(DD MM YY)
3	ISSUED FOR CONSTRUCTION - CHANGES AS NOTED, UPDATE TO MASS BALANCE	17 SEP 08	LTC	LTC	TH	TH	GAJ	GAJ	SET			GERENTE INGENIERIA	BG for SET
2	ISSUED FOR CONSTRUCTION - CHANGES AS NOTED, UPDATE TO MASS BALANCE	30 APR 08	LTC	LTC	TH	TH	GAJ	GAJ	SET			COORD. INGENIERIA	BG
1	ISSUED FOR CONSTRUCTION - CHANGES AS NOTED, UPDATE TO MASS BALANCE	15 JAN 08	LTC	LTC	TH	TH	BG	BG	SET			JEFE DISCIPLINA	TH
0	ISSUED FOR CONSTRUCTION - UPDATE TO MASS BALANCE	04 OCT 07	LTC	LTC	TH	TH	BG	BG	SET			CHEDUO	TH
A	ISSUED FOR APPROVAL	13 AUG 07	LTC	LTC	TH	TH	BG	BG	SET			USERO	TH
B	ISSUED FOR REVIEW	26 JUN 07	LTC	TH	LTC	TH	GAJ	GAJ	SET			DISEÑO	RDB



APROBACION-CUENTE	
Nº PLANO-CUENTE	
Nº PROYECTO	155339
ESCALA	NONE
PLANO Nº	

320K PROJECT
 AREA 93
 COOLING WATER
 DISTRIBUTION DIAGRAM
 PLANO Nº 93-01-4001
 REV. 3



Cooling Water	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	17A	17B	18	19	20	21	22	23
Operating Conditions / Condiciones de Operación																									
Temperature / Temperatura (°C)	27	35	27	40	35	40	30	27	27	35	35	40	27	27	27	25	25	25	35	40	25	25	27	27	
Mass Flow Rate - Liquid / Flujo de Masa - Líquido (t/h)	4860	4860	3585	3581	4848	3581		45.0	150.0	585.3	579.1	1446		45.0	150.0	150.0	165.7	105.7	60.0	12.4	0.00	0.73	0.004	1635	1245
Mass Flow Rate - Gas / Flujo de Masa - Gas (t/h)							149.4																		
Mass Flow Rate - Total / Flujo de Masa - Total (t/h)	4860	4860	3585	3581	4848	3581	149.4	45.0	150.0	585.3	579.1	1446		45.0	150.0	150.0	165.7	105.7	60.0	12.4	0.00	0.73	0.004	1635	1245
Volumetric Flow / Magnitud del Flujo del Volumen (m3/h)	4860	4860	3585	3581	4848	3581	45.0	150.0	585.3	579.1	1446		45.0	150.0	150.0	165.7	105.7	60.0	12.4	0.00	0.40	0.002	1635	1245	
Design Conditions / Condiciones del Diseño																									
Temperature / Temperatura (°C)	27	36	27	42	36	42	30	27	27	36	36	42	27	27	27	30	30	30	38	42	30	30	27	27	
Mass Flow Rate / Flujo de Masa (t/h)	5055	5055	3959	3959	5333	3939	171.8	45.0	150.0	643.8	637.0	1591	320.0	45.0	150.0	150.0	190.6	121.6	190.6	50.0	50.0	0.73	0.004	1700	1370
Volumetric Flow / Magnitud del Flujo del Volumen (m3/h)	5055	5055	3959	3959	5333	3939	45.0	150.0	643.8	637.0	1591	320.0	45.0	150.0	150.0	190.6	121.6	190.6	50.0	50.0	0.40	0.004	1700	1370	
Design Factor / Factor de Diseño	1.04	1.04	1.10	1.11	1.10	1.10	1.15	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.15	1.15	3.18	4.02		1.00	1.00	1.04	1.10	
Design Flows for Consuming Areas / Factor de Diseño por Areas de Consumo (m3/h)	4944	4944	3789	3837																					
Power Failure Conditions / Condiciones de Falta de la Energía																									
Mass Flow Rate / Flujo de Masa (t/h)																									192.7

CONSULTAR NOTA 1
SEE NOTE 1

CONSULTAR NOTA 2
SEE NOTE 2

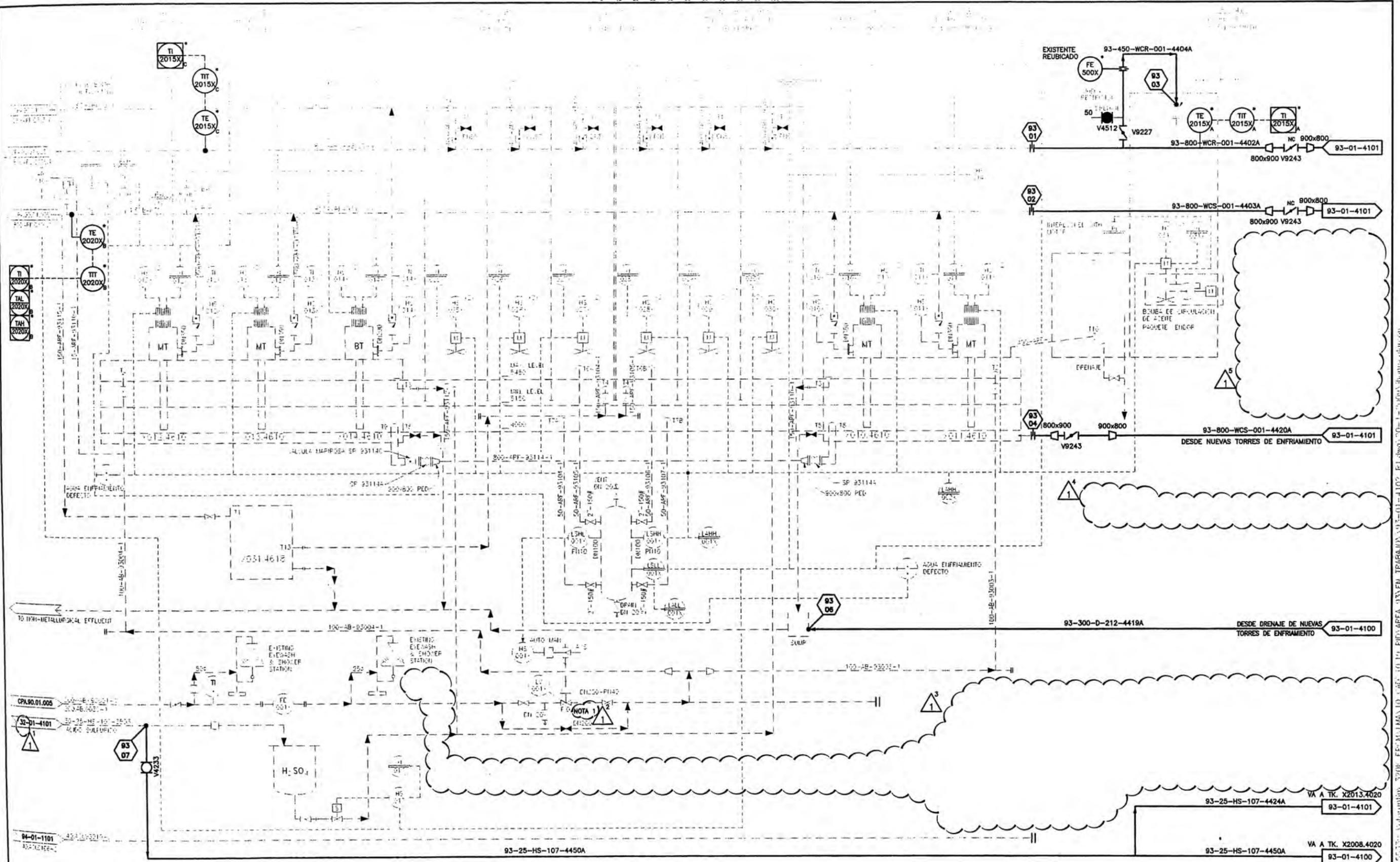
NOTAS:
1. ENJUAGAR FILTRO APROXIMADAMENTE 15 MINUTOS POR DIA.
2. TANQUES A LLENAR UNA VEZ CADA 4 DIAS.
3. NNF = NORMALMENTE FLUJO NULO.

NOTES:
1. FILTER BACK WASH APPROXIMATELY 15 MINUTES PER DAY.
2. TANKS ARE FILLED ONCE EVERY 4 DAYS.
3. NNF = NORMALLY NO FLOW.

XXX NUMERO DE LA LINEA DE FLUJO STREAM NUMBER
 LINEA DE FLUJO PRINCIPAL MAIN STREAM
 LINEA DE FLUJO SECUNDARIA SECONDARY STREAM
 LINEA DE FLUJO INTERMITENTE INTERMITTENT STREAM
 EQUIPO EXISTENTE EXISTING EQUIPMENT
 CAMBIO DE SERVICIO/MODIFICADO CHANGE OF SERVICE/MODIFIED
 EQUIPO NUEVO NEW EQUIPMENT

REV.	FECHA (DD MM AÑO) DATE (DD MM YY)	DISEÑO DESIGNER	CHEQUEO CHECKED	APROBADO BY	DESCRIPCION DESCRIPTION
3	17 SEP 08	LTC	TH	GAJ	ISSUED FOR CONSTRUCTION - CHANGES AS NOTED, UPDATE TO MASS BALANCE
2	30 APR 08	LTC	TH	GAJ	ISSUED FOR CONSTRUCTION - CHANGES AS NOTED, UPDATE TO MASS BALANCE
1	15 JAN 08	LTC	TH	BC	ISSUED FOR CONSTRUCTION - CHANGES AS NOTED, UPDATE TO MASS BALANCE
0	04 OCT 07	LTC	TH	BC	ISSUED FOR CONSTRUCTION - UPDATE TO MASS BALANCE
B	13 AUG 07	LTC	TH	BC	ISSUED FOR APPROVAL
A	26 JUN 07	LTC	TH	GAJ	ISSUED FOR REVIEW

amec
PROYECTO 320K CAJAMARQUILLA
 APROBACION-CLIENTE
 320K PROJECT AREA 93 COOLING WATER DISTRIBUTION DIAGRAM
 N° PLANO-CLIENTE
 N° PROYECTO 155339 ESCALA NONE PLANO N° 93-01-4002 REV 3



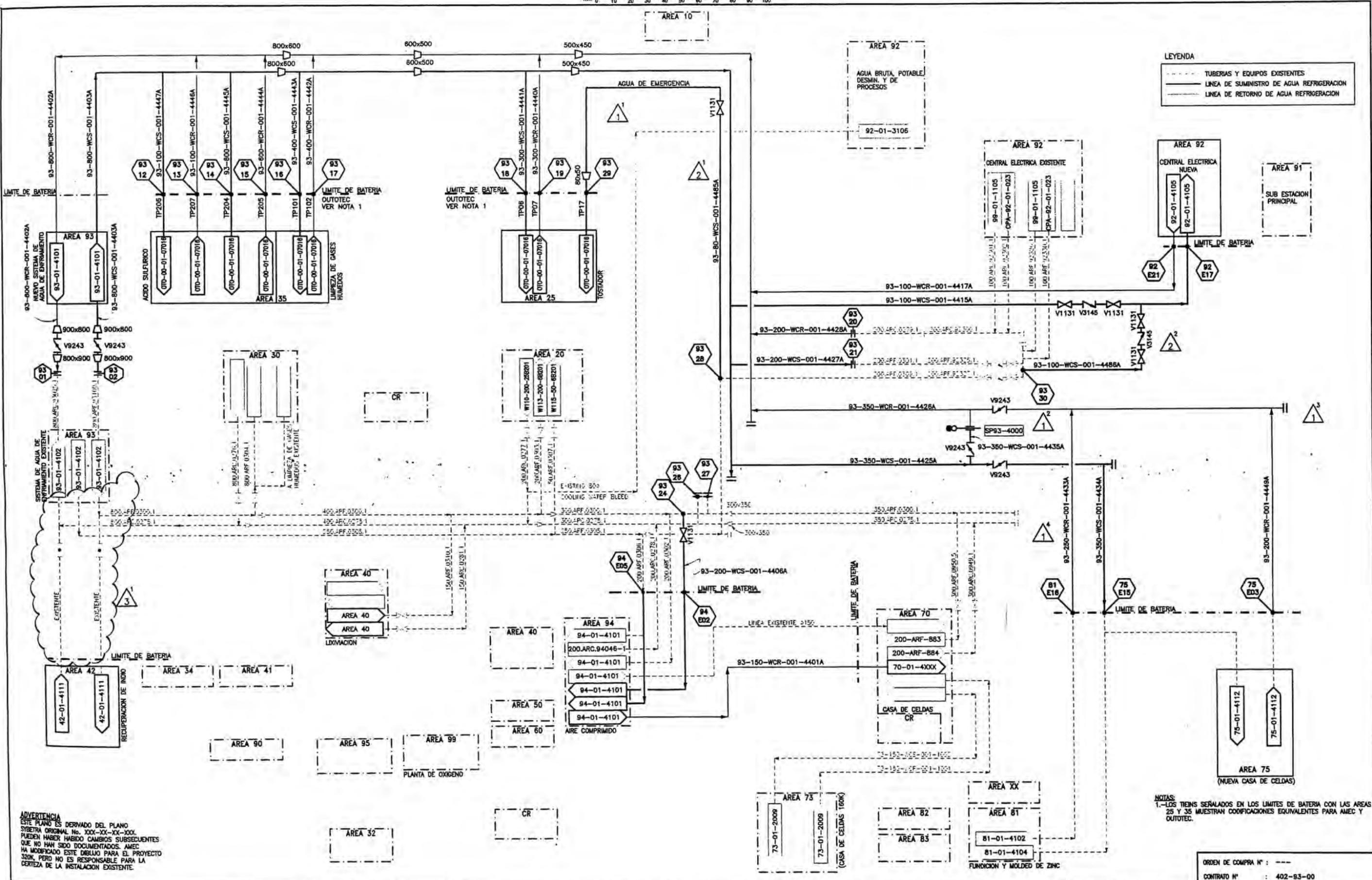
<p>ORDEN DE COMPRA N° : --- CONTRATO N° : 402-93-00</p>									
<p>PROYECTO 320K AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO DIAGRAMA DE DISTRIBUCION P&ID</p>									
<p>APROBACION-CLIENTE P. CATALDI</p>									
<p>N° PROYECTO 155339 ESCALA S/E PLANO N° 93-01-4102 REV. 1</p>									

DESCRIPCION	FECHA	DEBIDO	HECHO	CHEQUEO	JEFE DESE.	COORD. ING.	GERENTE ING.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
1. LO INICIADO	20.ENE.09	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.				GERENTE INGENIERIA S. THORNTON 04.AGO.08
2. ENTREGADO PARA CONSTRUCCION	04.AGO.08	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.				COORD. INGENIERIA O. DURAND 04.AGO.08
3. ENTREGADO PARA APROBACION	11.ABR.08	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.				JEFE DESEPLANA J. GUZMAN 04.AGO.08
4. ENTREGADO PARA APROBACION	10.MAR.08	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.	93-01-4102	DIAGRAMA DE DISTRIBUCION P&ID		CHEQUEO J. ARBAS 10.MAR.08
5. ENTREGADO PARA COORDINACION	20.JUL.07	J.A.	N.M.	N.M.	J.G.	O.D.	S.T.	01-70-4000	P&ID SIMBOLOGIA		DESENO J. ARBAS 10.MAR.08
											REVISOR J. ALARCON 20.JUL.07

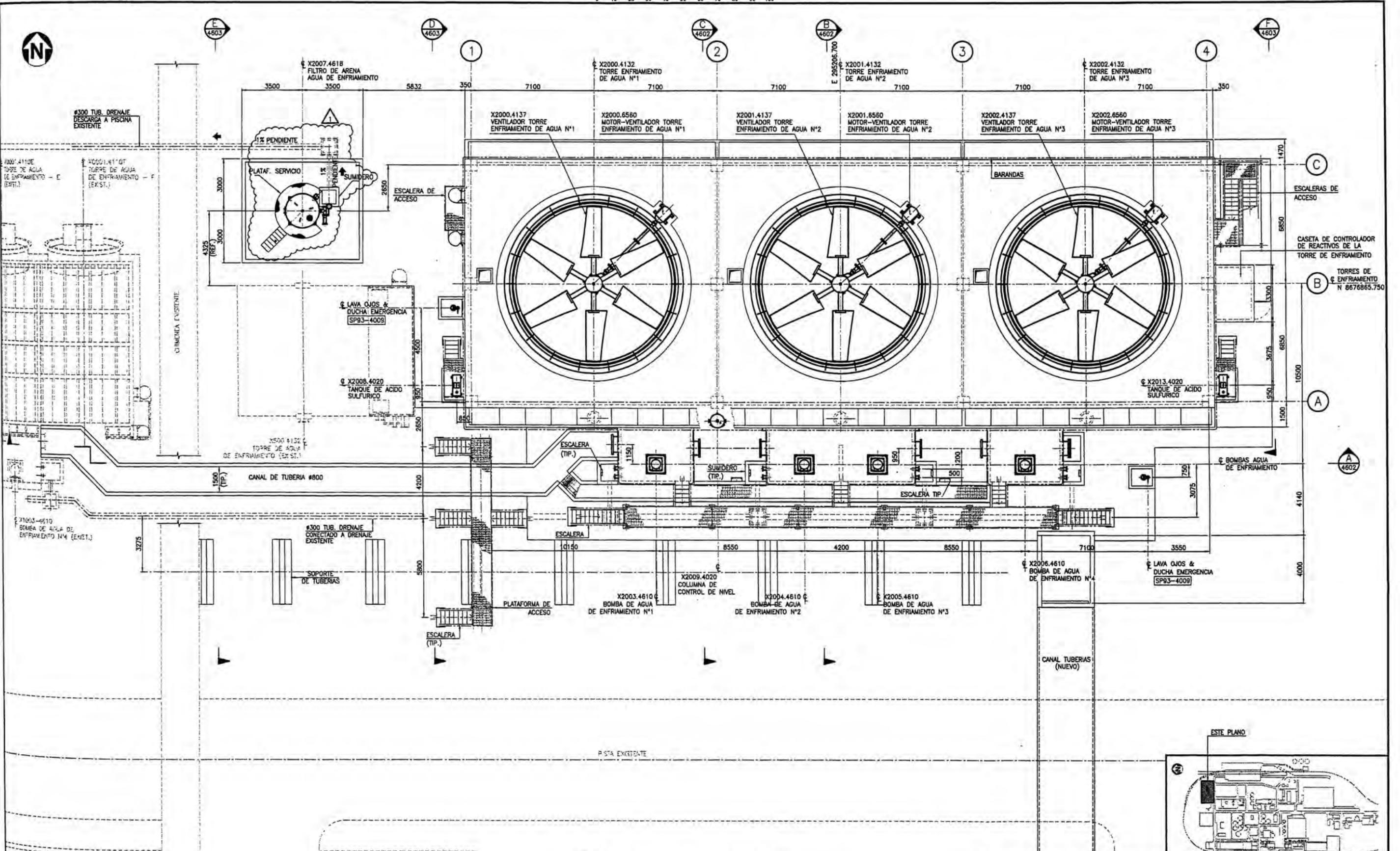


PROYECTO
320K
 CAJAMARQUILLA

SE OTORGA UNA GARANTIA DE ENTREGA DE DATOS POR CUALQUIER MEDIO ELECTRONICO. LA COMPANIA QUE RECIBE LA INFORMACION ACEPTA QUE AMEC NO PUEDE SER RESPONSABLE POR LOS DATOS DE NINGUN MEDIO ELECTRONICO. AMEC, MENOS A QUE LA INFORMACION ALACANZADA DE MEDIO ELECTRONICO PUEDE RECONSTRUIRSE SIN SER SELECIONADA O SER REVISADA POR EL GERENTE O EL COMISARIO. LA COMPANIA QUE RECIBE LA INFORMACION ACEPTA QUE AMEC NO PUEDE RESPONSABILIZARSE POR LA COMPLETITUD, CORRECCION O COHERENCIA DE LA INFORMACION.



NO.	DESCRIPCION	FECHA	DEBIDO	HECHO	CHEQUEO	AFTE. DEC.	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA	APROBACION - CLIENTE		PLANO N°	REV.		
3	LO INDICADO	05.AGO.09	J.A.	J.A.	J.A.	C.B.	O.D.	O.D.						PROYECTO 320K AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO DIAGRAMA DE DISTRIBUCION P&ID	93-01-4103	31		
2	LO INDICADO	28.ENE.09	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.			GERENTE INGENIERIA: S. THORNTON 25.JUL.08 COORD. INGENIERIA: G. DURAND 25.JUL.08 JEFE DISEÑO: J. CIZMAH 25.JUL.08 DISEÑO: J. ARAS 10.MAR.08 DIBUJO: J. ALARCON 18.JUL.07						N° PROYECTO: 155339	ESCALA: S/E
1	LO INDICADO	20.ENE.09	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.			DISEÑO: J. ARAS 10.MAR.08 DIBUJO: J. ALARCON 18.JUL.07						ORDEN DE COMPRA N°: ---	CONTRATO N°: 402-93-00
D	ENTRADA PARA CONSTRUCCION	25.JUL.08	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.										
C	ENTRADA PARA APROBACION	11.ABR.08	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.										
B	ENTRADA PARA APROBACION	10.MAR.08	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.		93-01-4101	DIAGRAMA DE DISTRIBUCION P&ID							
A	ENTRADA PARA COORDINACION	18.JUL.07	J.A.	H.M.	H.M.	J.G.	O.D.	S.T.		01-70-4000	P&ID SIMBOLOGIA							

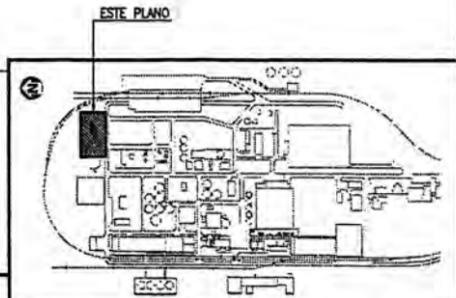


NOTAS:

- 1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.)
- 2.- EL NIVEL 0,00 DE LA PLANTA CORRESPONDE AL NIVEL ABSOLUTO ALTITUD 435mnm.

ORDEN DE COMPRA N° : PIC 46181

CONTRATO N° : 402-93-00



PLANO UBICACION

PROYECTO 320K
 AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO
 ARREGLO GEN. - TORRES DE ENFRIAMIENTO
 PLANTA

NO.	DESCRIPCION	FECHA	DEBIDO	DEBERO	CHEQUEO	JEFE DE DISEÑO	COORD. ING.	GERENTE ING.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
1	DIMENSIONES DEL FILTRO DE ARENA CONFIRMADAS POR EL VENDEDOR	16.DIC.09	M.V.	J.A.	J.A.	F.C.	O.D.	S.T.				
2	ENTRADO PARA CONSTRUCCION	26.JUN.08	S.V.	J.A.	J.A.	F.C.	O.D.	S.T.	5	93-40-4601	ARREG. GENERAL-TORRES DE ENFRIAMIENTO-UBICAC. FILTRO DE ARENA	GERENTE INGENIERIA S. THORNTON 25.JUN.08 COORD. INGENIERIA O. DURAND 26.JUN.08
3	ENTRADO PARA APROBACION	11.JUN.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	4	93-40-4604	ARREGLO GENERAL - ESTACION DE BOMBAS - PLANTA & SECCIONES	JEFE DISCIPLINA F. CUYA 26.JUN.08
4	ENTRADO PARA APROBACION	09.MAY.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	3	93-40-4603	ARREG. GENERAL - TORRES ENFRIAMIENTO - SECCIONES HI. 2 DE 2	CHEQUEO J. ARAS 26.JUN.08
5	ENTRADO PARA APROBACION	25.APR.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	2	93-40-4602	ARREG. GENERAL - TORRES ENFRIAMIENTO - SECCIONES HI. 1 DE 2	DISEÑO J. ARAS 26.JUN.08
6	ENTRADO PARA COORDINACION INTERNA	DIC 07	S.R.	S.R.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	1	93-01-4101	AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO - P&ID	DISEÑO R. VILLARJUEVA 26.JUN.08



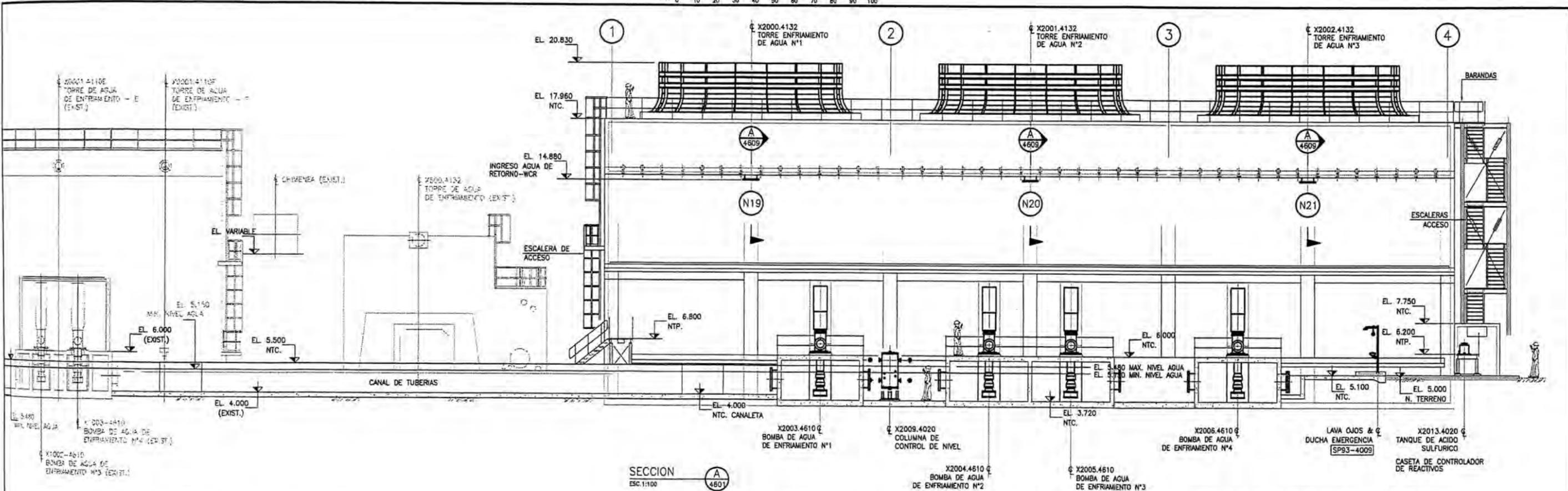
APROBACION-CUENTE

N° PROYECTO 155339

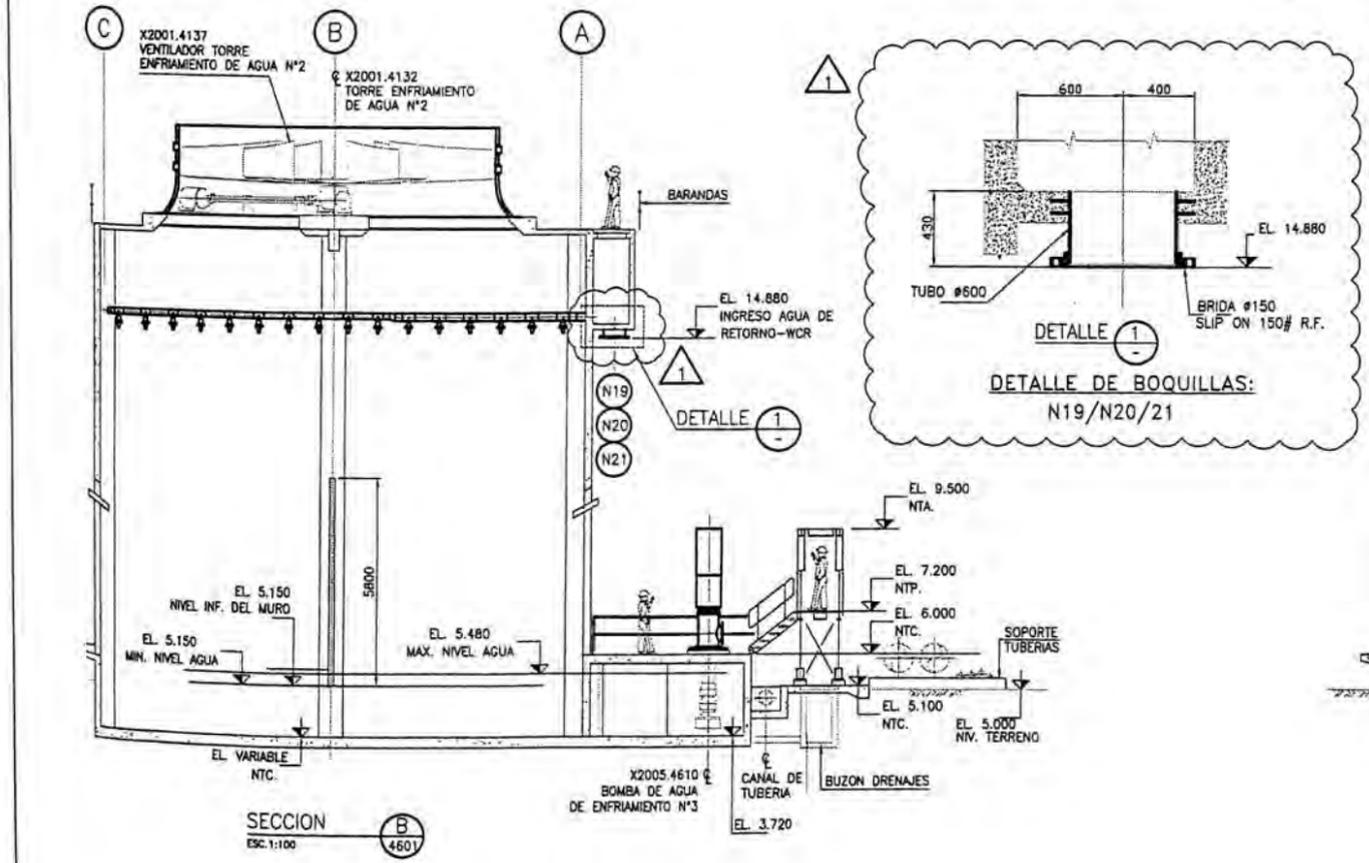
ESCALA 1:100

PLANO N° 93-40-4601

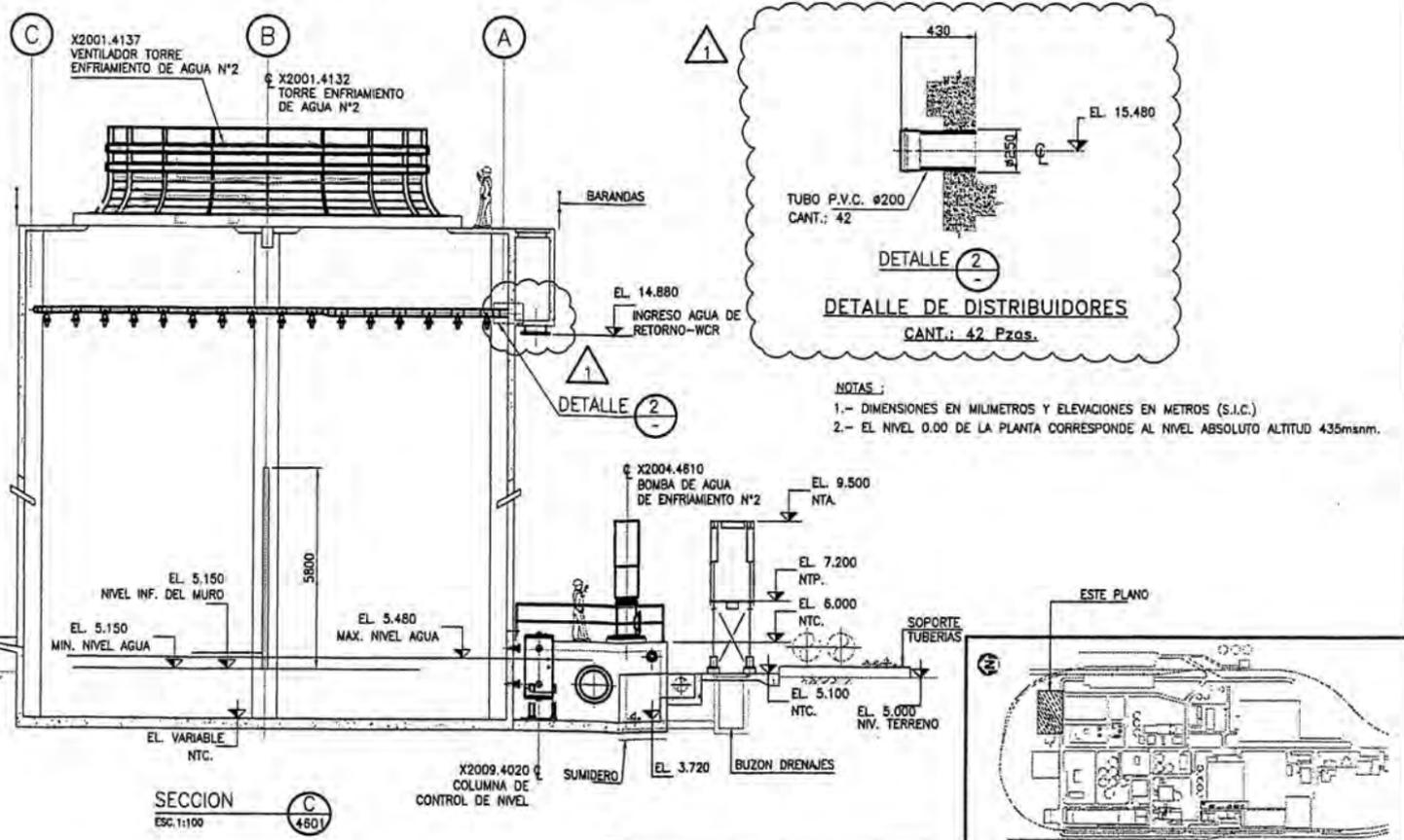
REV. 1



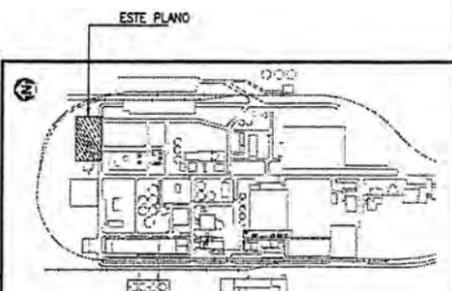
SECCION A-A
ESC. 1:100



DETALLE DE BOQUILLAS:
N19/N20/21



NOTAS:
1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.)
2.- EL NIVEL 0.00 DE LA PLANTA CORRESPONDE AL NIVEL ABSOLUTO ALTITUD 435mnm.



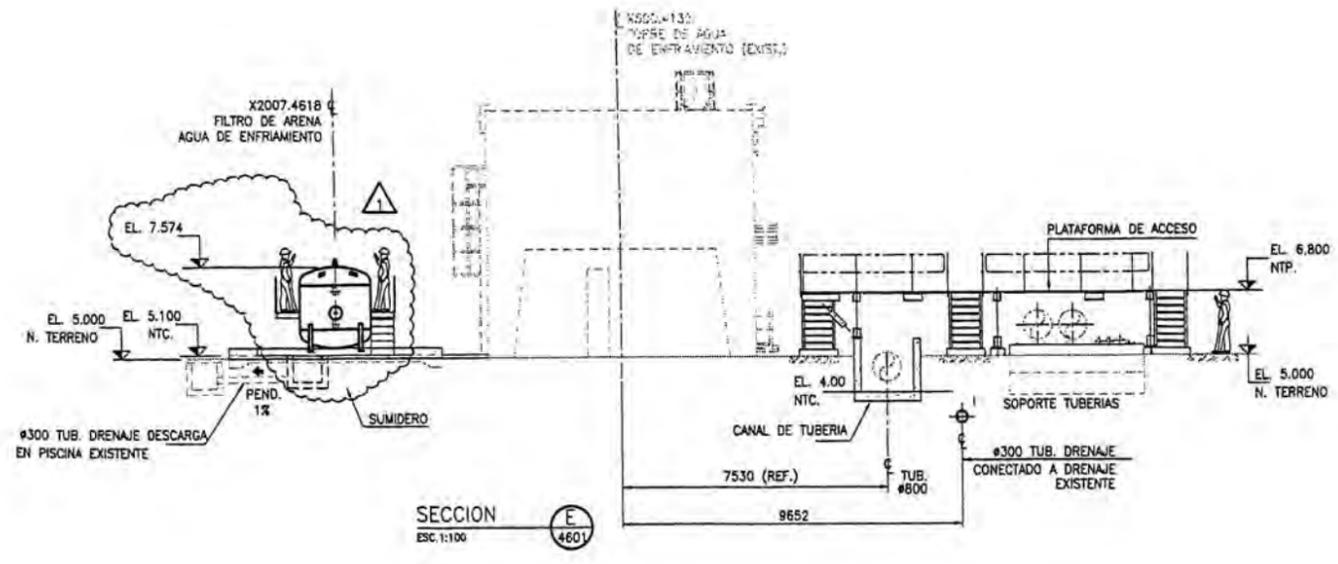
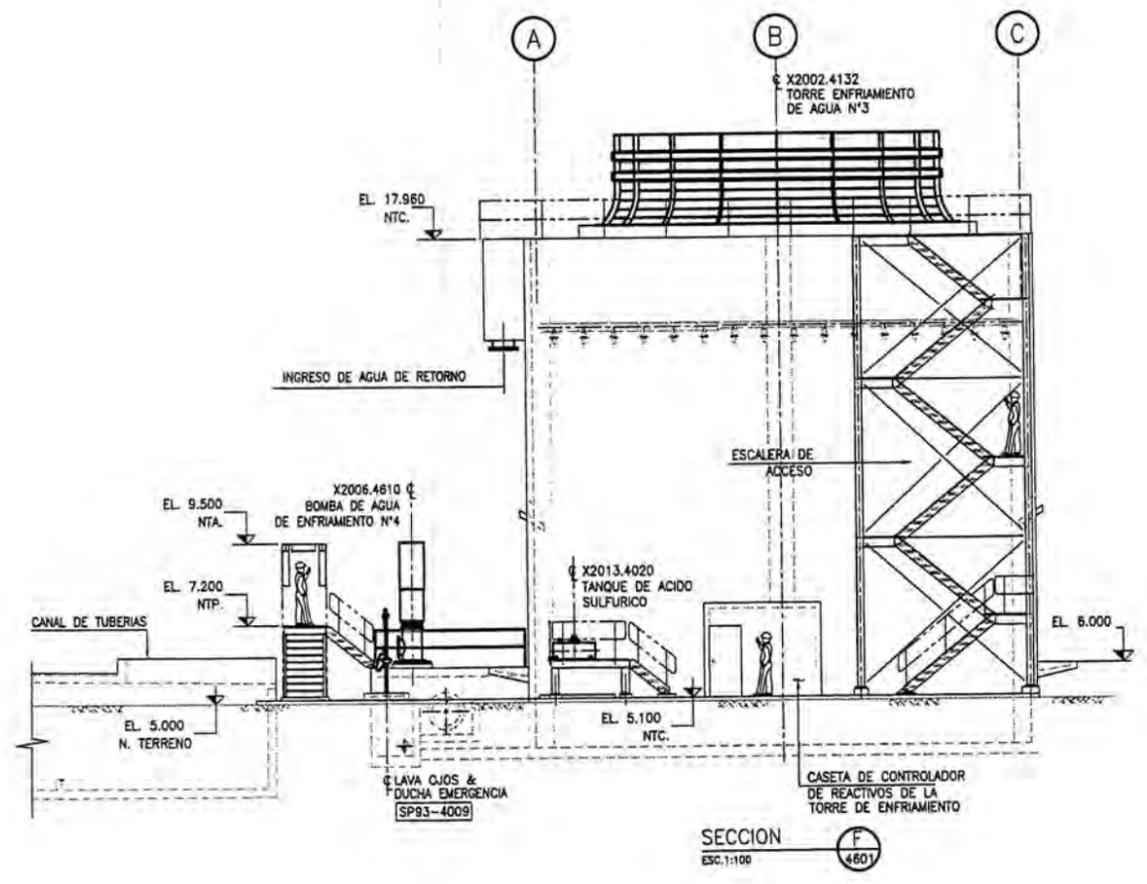
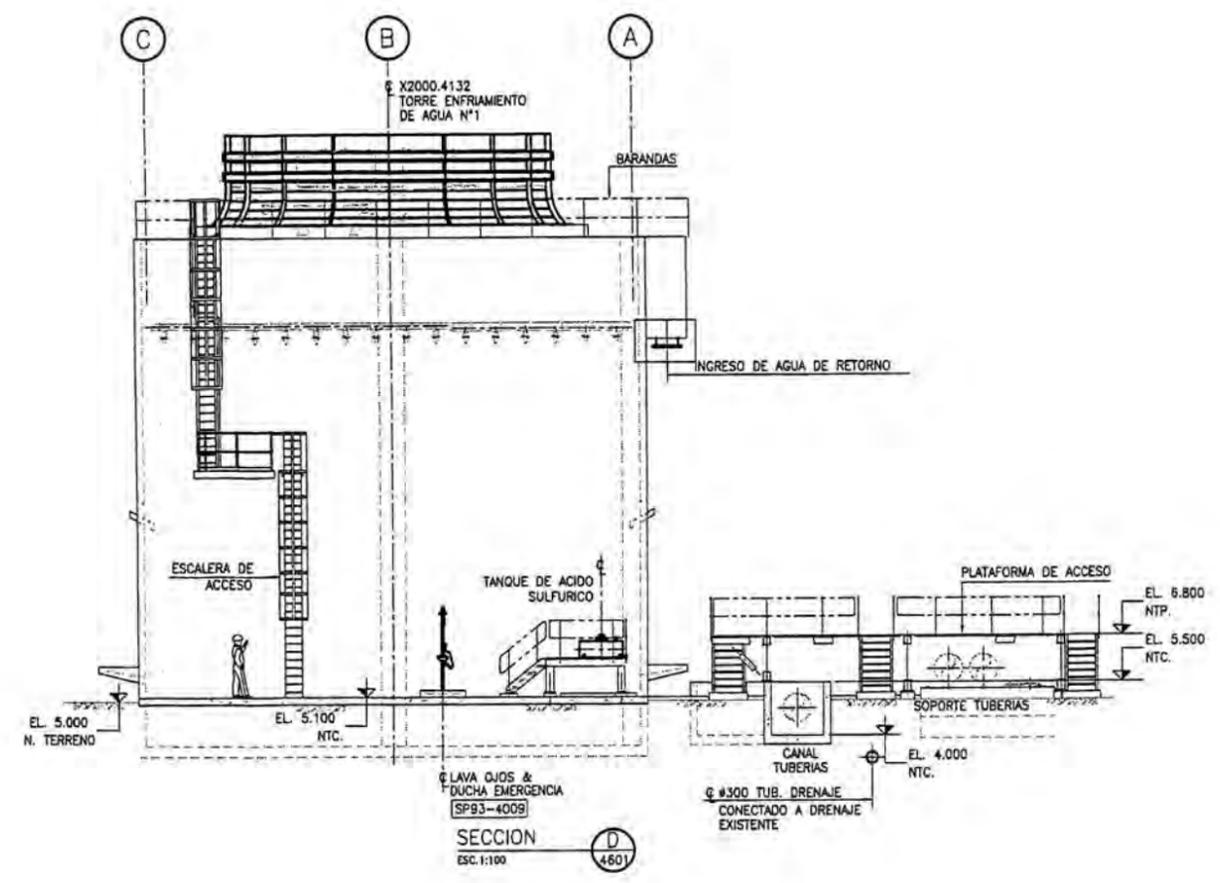
PLANO UBICACION

ORDEN DE COMPRA N°	CONTRATO N°	APROBACION-CUENTE	PROYECTO 320K	AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO	ARREGLO GEN. - TORRES DE ENFRIAMIENTO	SECCIONES - HJ. 1 DE 2		
19.ENE.09	S.V.	J.A.	J.A.	F.C.	O.D.	S.T.	GERENTE INGENIERIA	S. THORNTON
26.JUN.08	S.V.	J.A.	J.A.	F.C.	O.D.	S.T.	COORD. INGENIERIA	O. DURANO
11.JUN.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	JEFE DISEÑO	F. CUYA
07.MAY.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	CHEQUEO	J. ARIAS
25.APR.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	DISEÑO	J. ARIAS
DIC 07	S.R.	S.R.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	DIBUJO	R. VILLANUEVA

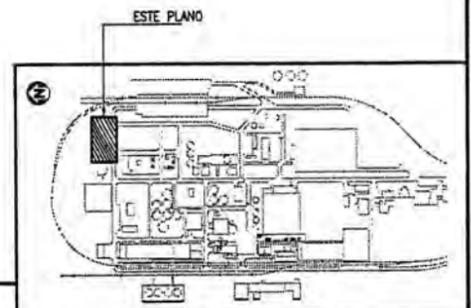


PROYECTO 320K
CAJAMARQUILLA

N° PROYECTO	ESCALA	PLANO N°	REV.
155339	1:100	93-40-4602	1



NOTAS:
 1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.)
 2.- EL NIVEL 0.00 DE LA PLANTA CORRESPONDE AL NIVEL ABSOLUTO ALTITUD 435msnm.



ORDEN DE COMPRA N° :
 CONTRATO N° : 402-93-00

APROBACION - CLIENTE

PROYECTO 320K
 AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO
 ARREGLO GEN. - TORRES DE ENFRIAMIENTO
 SECCIONES - HJ. 2 DE 2

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEBIA	DISENO	CHEQUEO	JEFE DISE.	COORD. ING.	GERENTE ING.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
1	DIMENSIONES DEL FILTRO DE ARENA CONFIRMADAS POR EL VENDEDOR.	16.ENE.09	M.V.	J.A.	J.A.	F.C.	O.D.	S.T.	5	93-40-4603	ARREGLO GENERAL - TORRES DE ENFRIAMIENTO - FILTRO DE ARENA	GERENTE INGENIERIA S. THORNTON
D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	26.JUN.08	S.V.	J.A.	J.A.	F.C.	O.D.	S.T.	4	93-40-4604	ARREGLO GENERAL - ESTACION DE BOMBAS - PLANTA & SECCIONES	COORD. INGENIERIA O. DURAND
C	EMITIDO PARA APROBACION	11.JUN.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	3	93-40-4602	ARREG. GENERAL - TORRES ENFRIAMIENTO - SECCIONES HJ. 1 DE 2	JEFE DISEÑO F. CUYA
B	EMITIDO PARA APROBACION	09.MAY.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	2	93-40-4601	ARREG. GENERAL - TORRES ENFRIAMIENTO - PLANTA	CHEQUEO J. ARIAS
A	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	25.ABR.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	1	93-01-4101	AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO - P&ID	DISEÑO J. ARIAS
												DEBIA R. VILLANUEVA

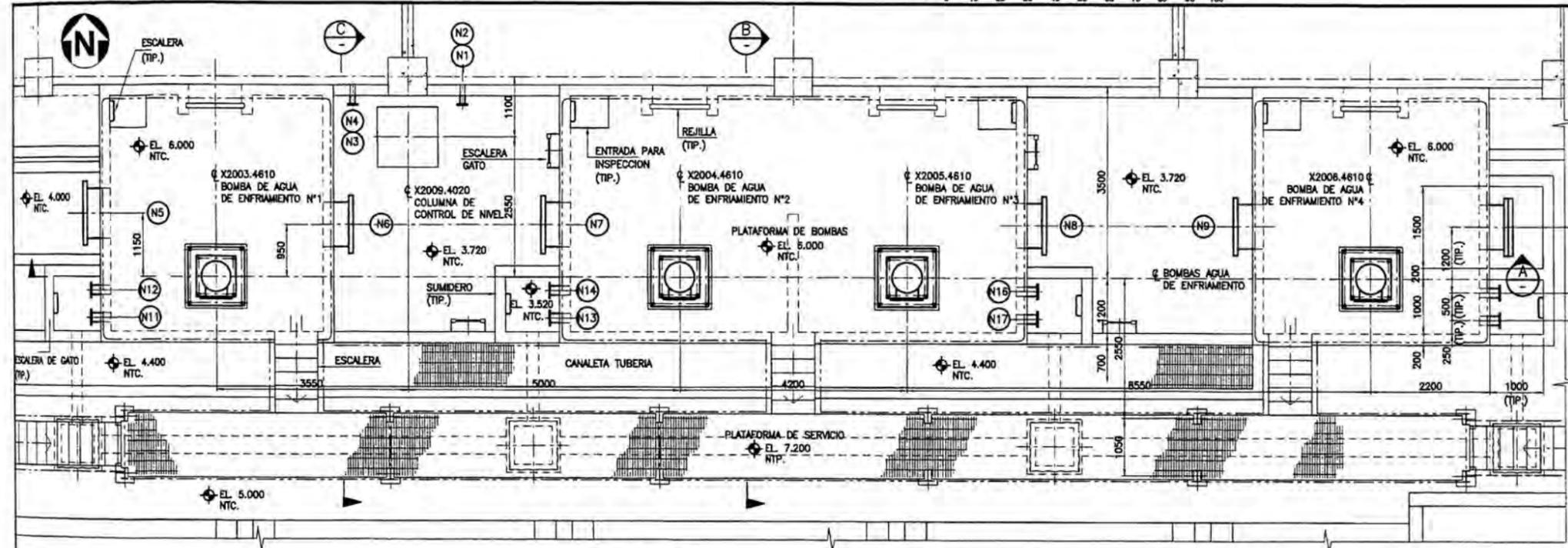


PROYECTO 320K
 CAJAMARQUILLA

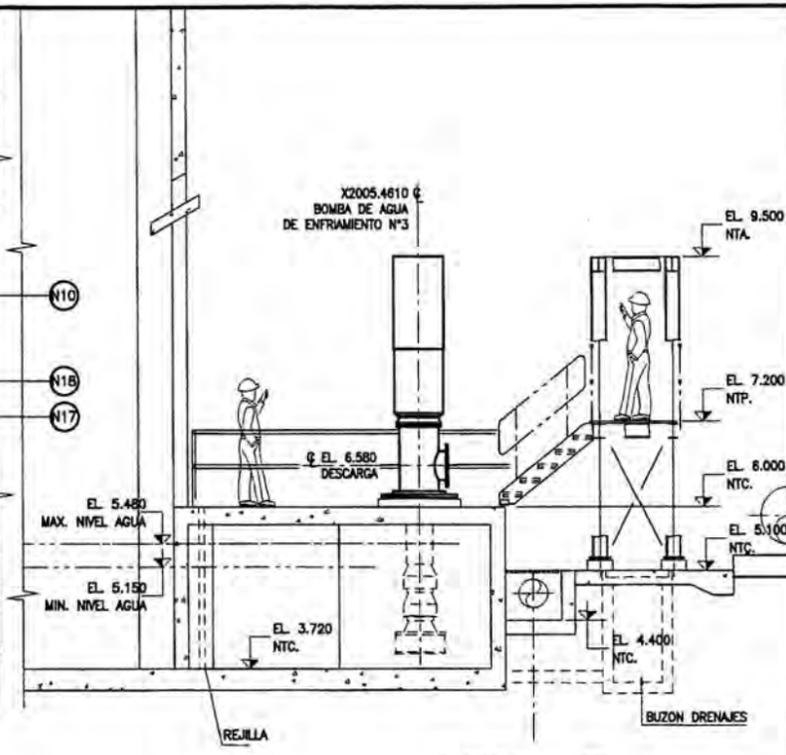
N° PROYECTO 155339
 ESCALA 1:100

PLANO N° 93-40-4603
 REV. 1

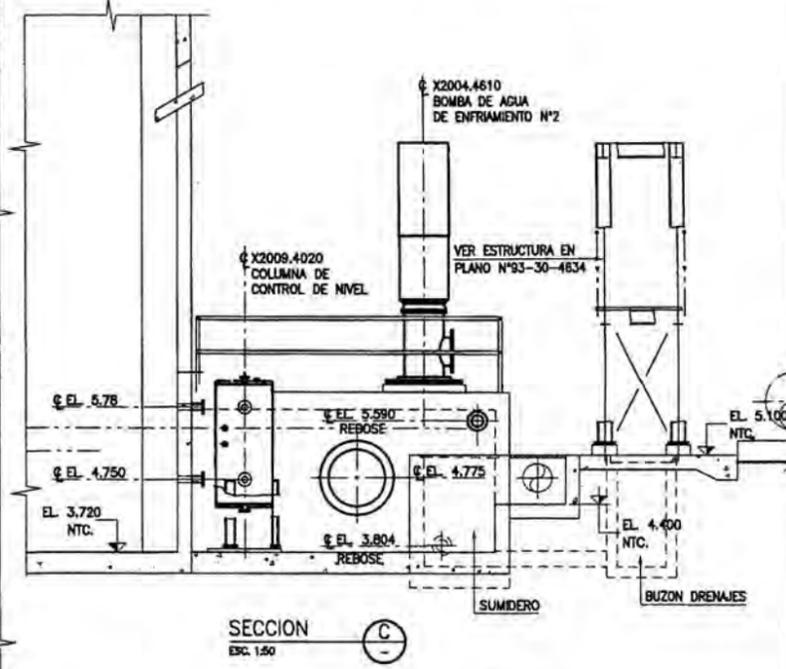
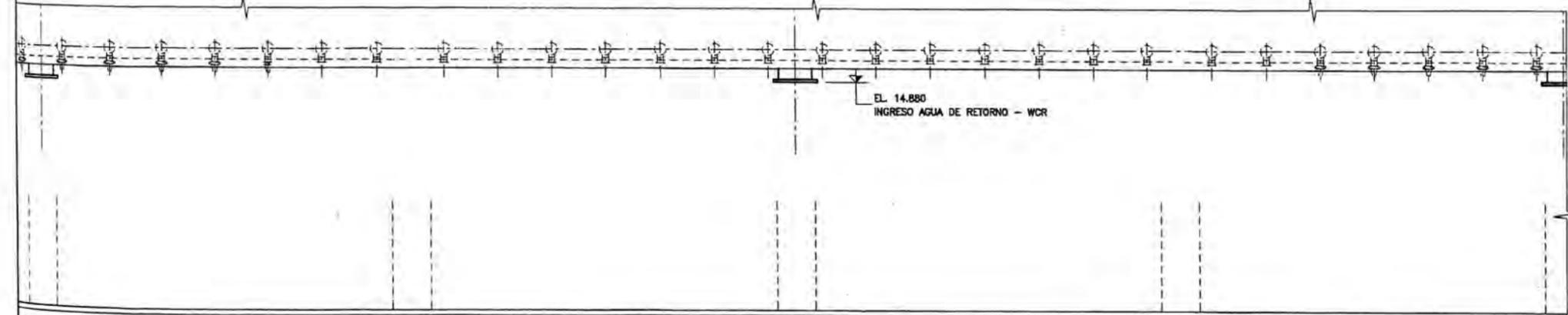
mm 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



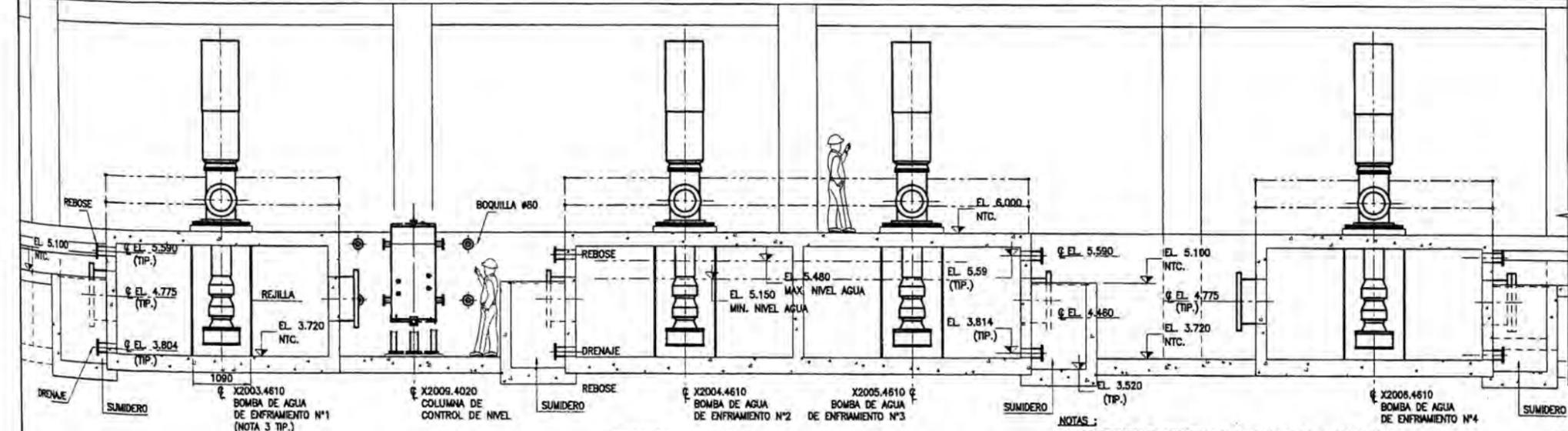
PLANTA NIVEL 7.200
ESC. 1:50



SECCION B
ESC. 1:50



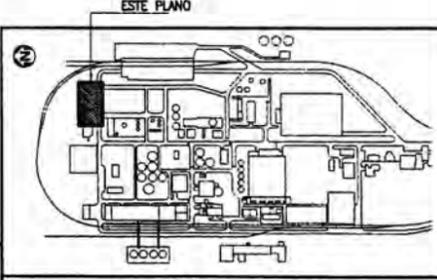
SECCION C
ESC. 1:50



SECCION A
ESC. 1:50

- NOTAS:
- 1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS Y ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.)
 - 2.- EL NIVEL 0.00 DE LA PLANTA CORRESPONDE AL NIVEL ABSOLUTO ALTITUD 435mnm.
 - 3.- VER DETALLE DE REJILLAS Y BOQUILLAS EN PLANO N° 93-40-4609

ORDEN DE COMPRA N° :
CONTRATO N° : 402-93-00



PLANO UBICACION

DESCRIPCION	FECHA	ELABO	REVISO	CHEQUEO	JEFE DISC.	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
EMITIDO PARA CONSTRUCCION	28.JUN.08	S.V.	J.A.	J.A.	F.C.	O.D.	S.T.				SEÑOR INGENIERO S. THORNTON
EMITIDO PARA APROBACION	11.JUN.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.				COORD. INGENIERIA O. DURAND
EMITIDO PARA APROBACION	08.MAY.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	93-40-4606	BOMBAS DE DISTRIBUCION - DETALLES DE MONTAJE		JEFE DISEÑO F. OJEA
EMITIDO PARA APROBACION	25.APR.08	R.V.	J.A.	F.C.	F.C.	O.D.	S.T.	93-40-4601	ARREG. GENERAL - TORRES DE ENFRIAMIENTO - PLANTA		CHEQUEO J. ARAS
EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	08.FEB.08	W.V.	C.B.	C.B.	F.C.	O.D.	S.T.	93-01-4101	AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO - P&ID		DESEO J. ARAS
											DESEO R. VILLANUEVA



APROBACION-CLIENTE

NOMBRE CLIENTE

N° PROYECTO 155339

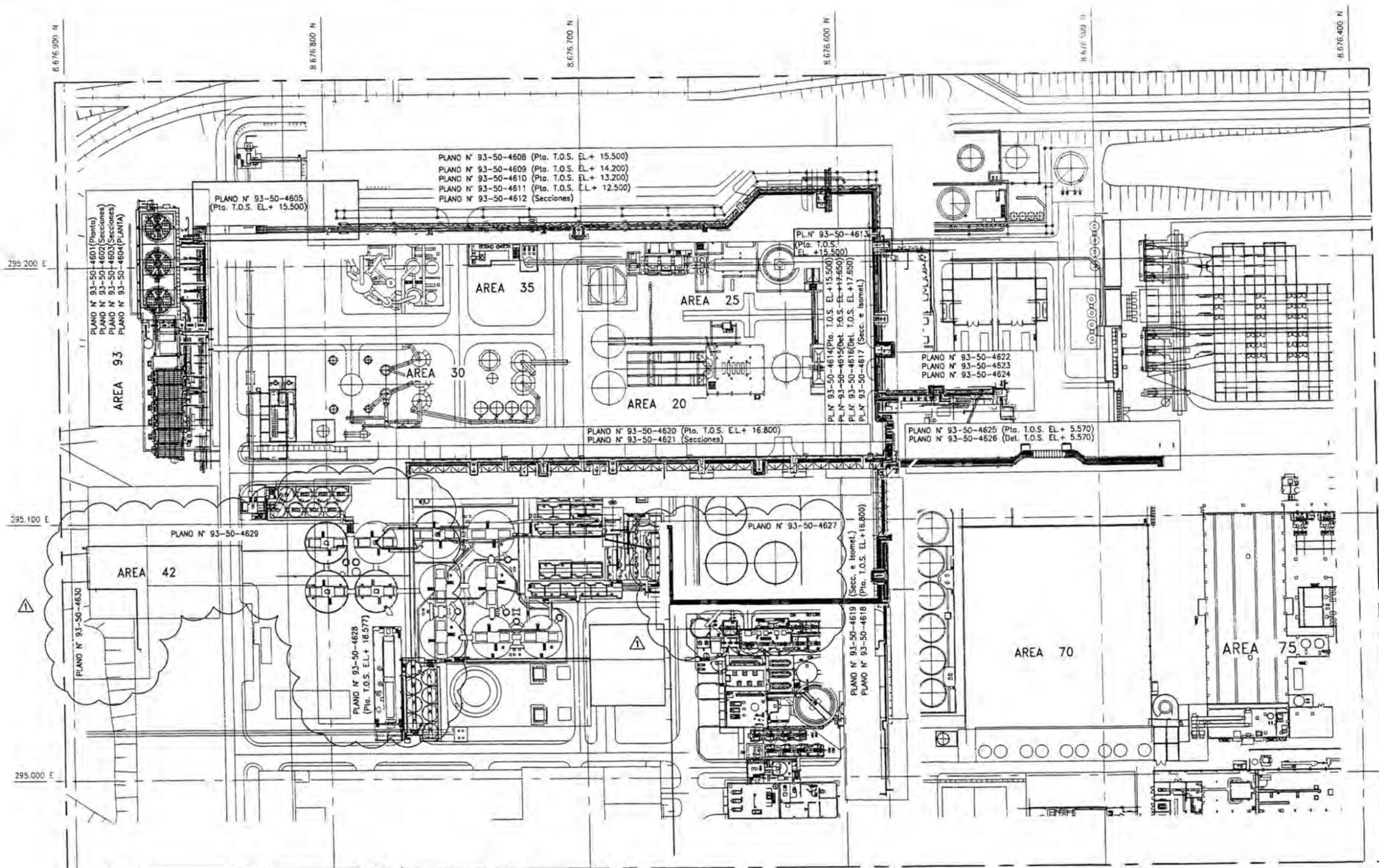
ESCALA 1:50

PROYECTO 320K
AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO
ESTACION DE BOMBAS
PLANTA Y SECCIONES

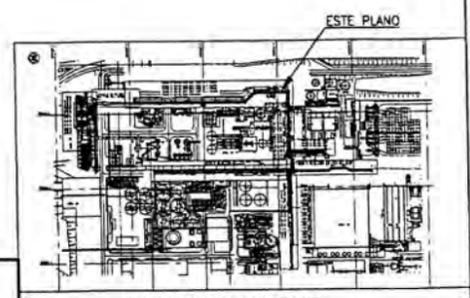
PLANO N° 93-40-4604

REV. 0

FORMATO - A1



AREA 93 - PIPE RACK UBICACION DE PLANOS (KEY-PLAN)



PLANO UBICACION

PROYECTO 320k
AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO
ARREGLO GENERAL - RACK DE TUBERIAS
UBICACION DE PLANOS (KEY PLAN)

ORDEN DE COMPRA N° : -
CONTRATO N° : 402-93-00

APROBACION-CUENTE

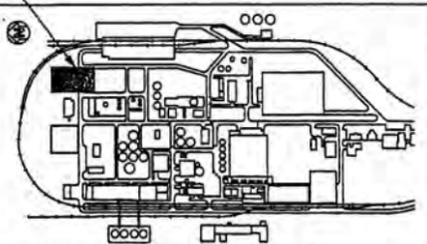
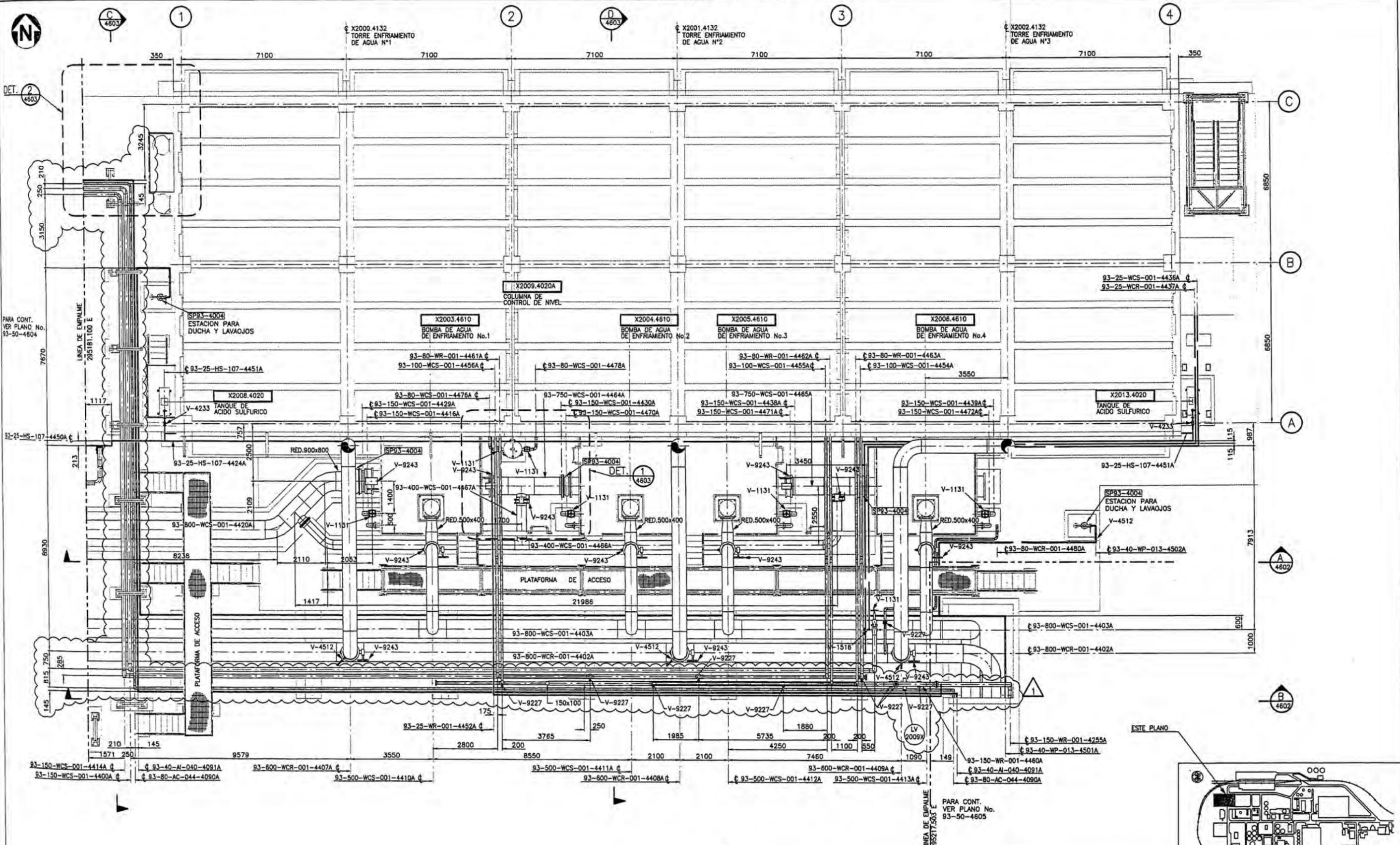
GERENTE INGENIERIA S. THORNTON
COORD. INGENIERIA D. DURAND
JEFE DISCIPLINA J. GUZMAN
CHECKEO J. ARIAS
DISEÑO S. RIOS
DIBUJO J. CUYA



PROYECTO
320K
CAJAMARQUILLA

N° PROYECTO 155.339 ESCALA 1:750 PLANO N° 93-50-4600 REV. 1

REV	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISEÑO	CHEQUEO	JEFE DISC.	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
1	SE ADOPTAN PLANOS	AGO.08	JC	CB	CB	JC	DD	ST				
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	JUL.08	JC	SR	JA	JC	DD	ST				
A	EMITIDO PARA REVISION INTERNA	MAY.08	JC	SR	JA	JC	DD	ST				



- NOTAS:
1. LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS, COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.).
 2. EL NIVEL 0.00 DE LA PLANTA CORRESPONDE AL NIVEL ALTITUD 435mnm.
 3. PARA INFORMACION COMPLEMENTARIA: TIENS, DIMENSIONES, ELEVACIONES, ETC. VER ISOMETRICO RESPECTIVO.

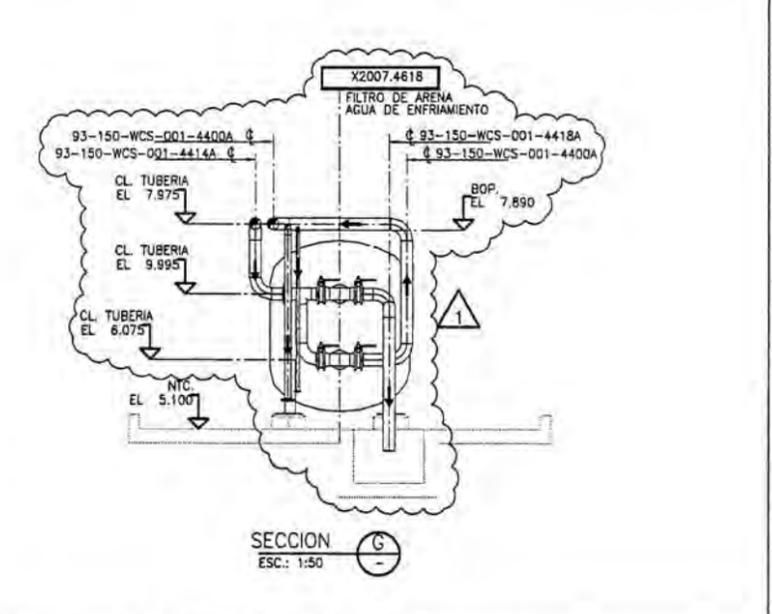
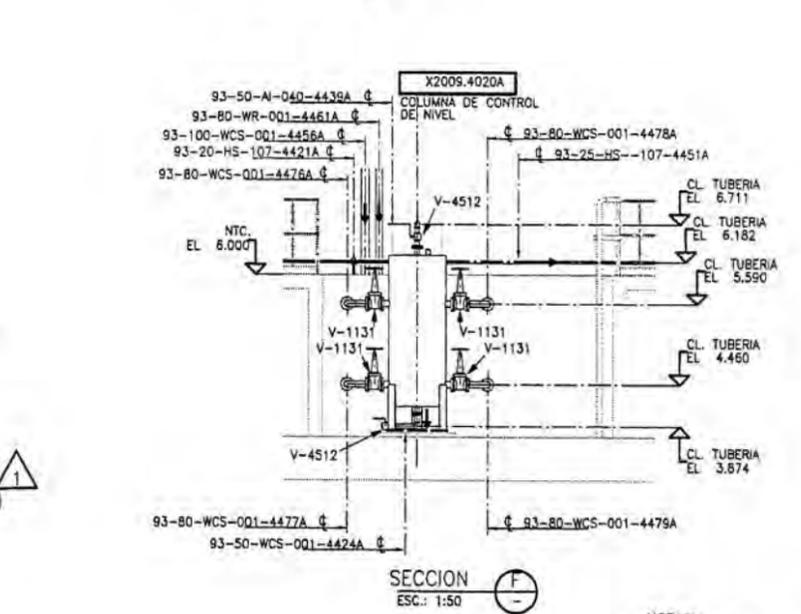
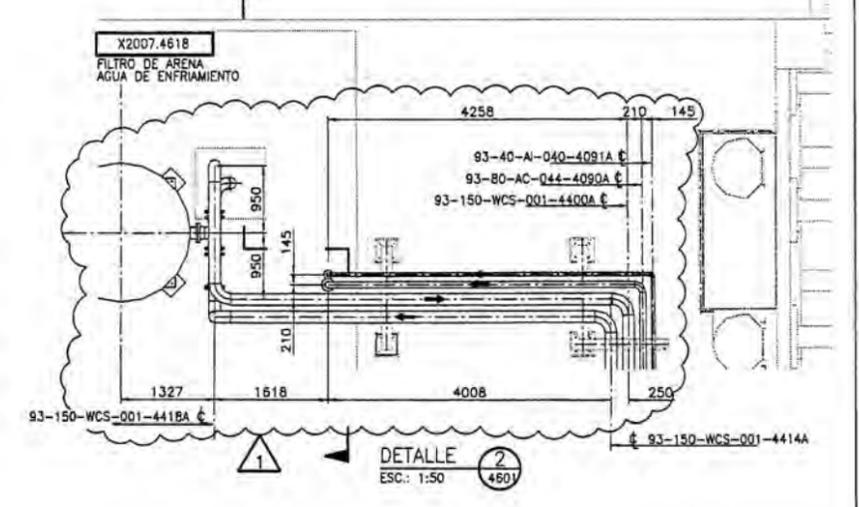
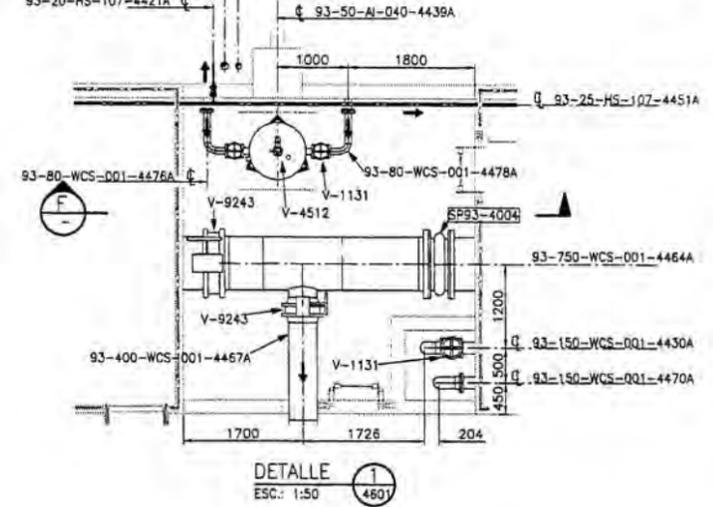
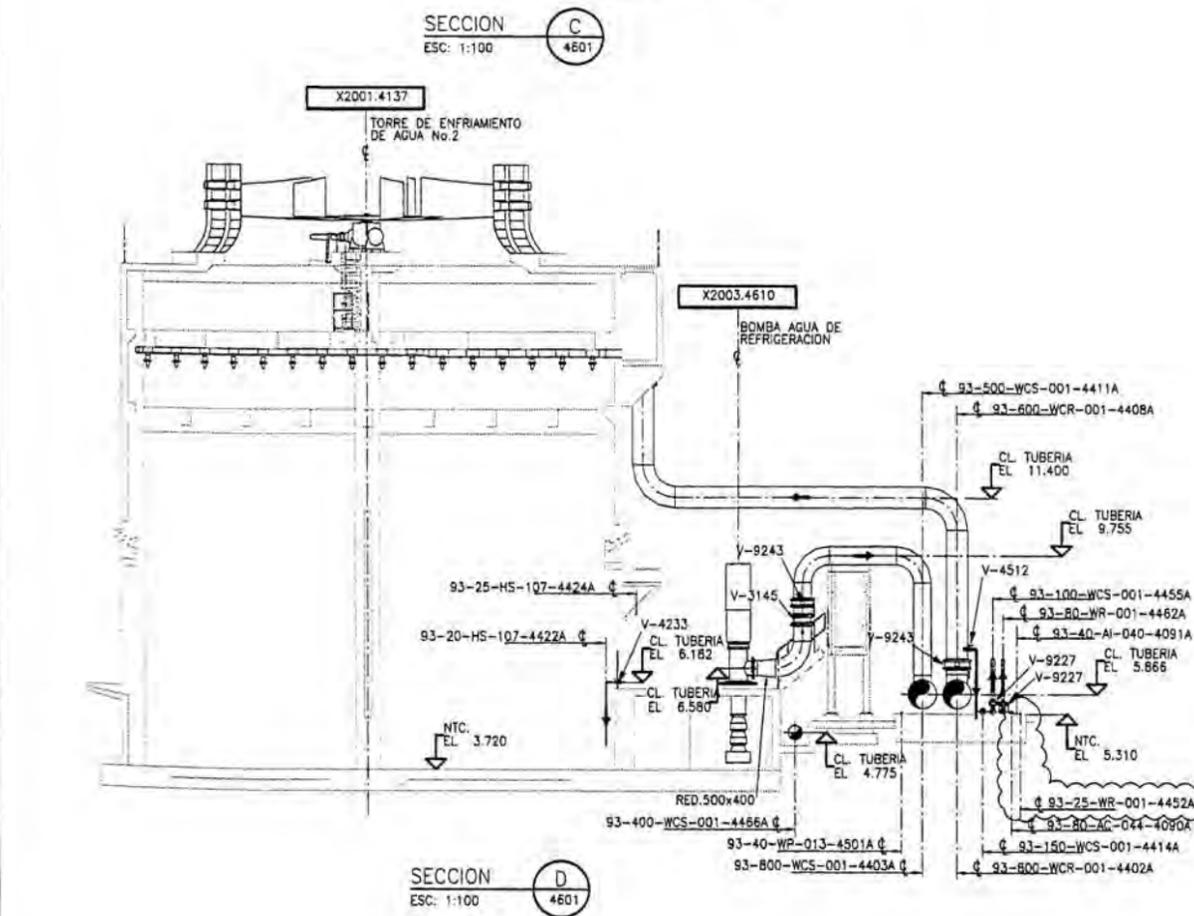
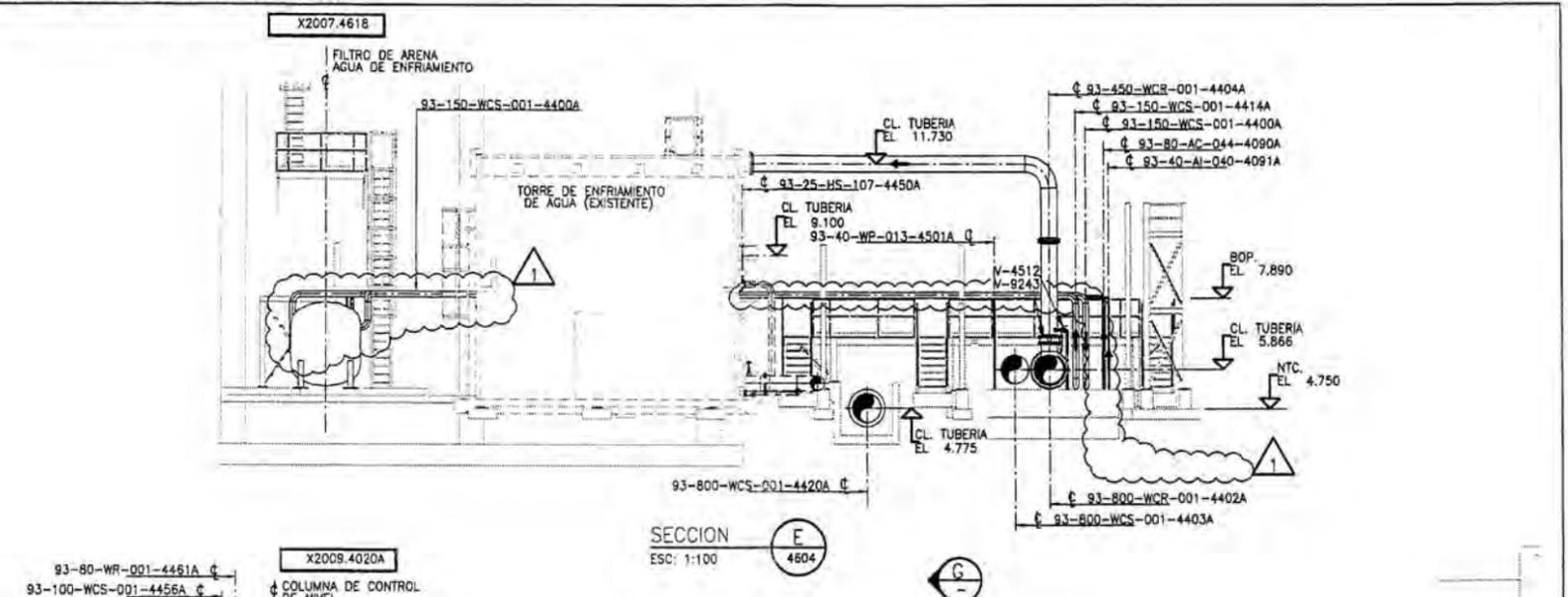
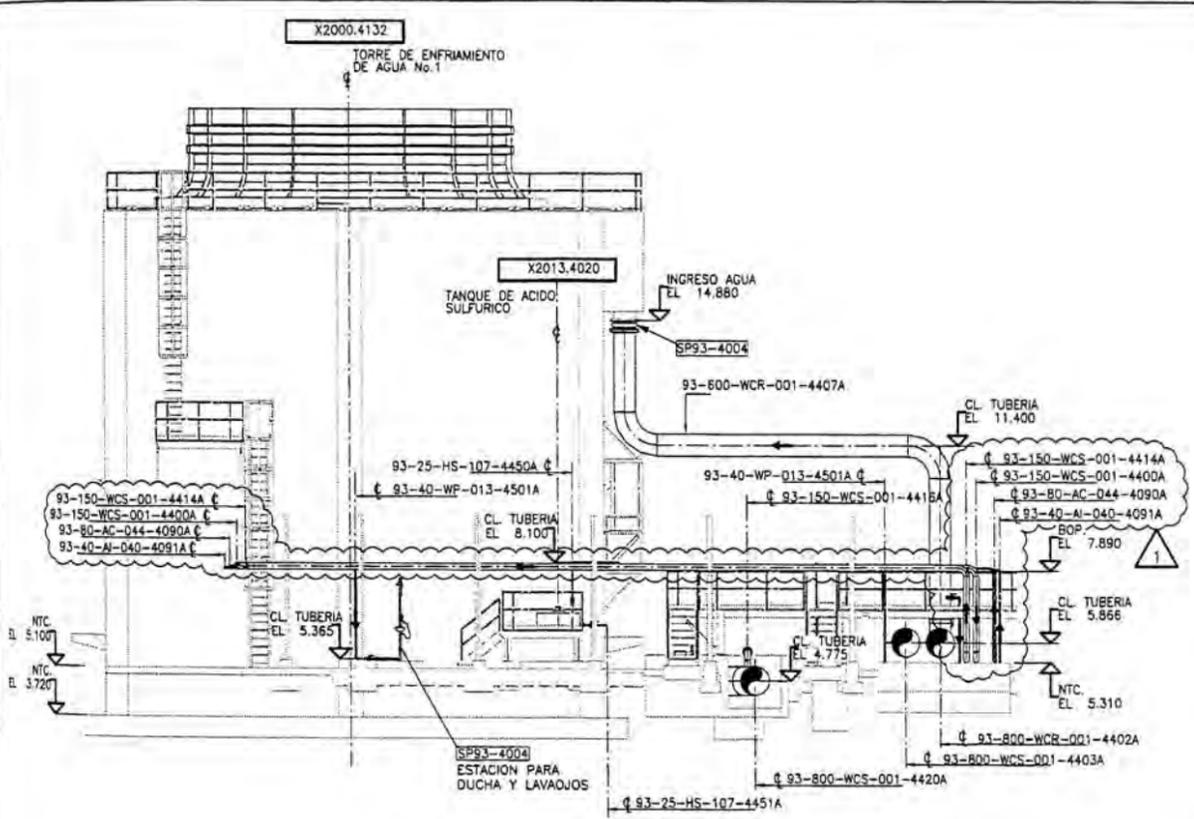
ORDEN DE COMPRA N° :
CWP : 402-93-00

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	DISENO	CHEQUEO	JEFE DISC.	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	N DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
1	REVISADO COMO SE INDICA	16.ENE.09	R.V.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.		93-50-4600	KEY PLAN	S. THORNTON 01.AGO.08
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	01.AGO.08	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.		93-40-4604	ARREGLO GRAL - ESTAC. BOMB. - PLANTA	O. DURAND 01.AGO.08
X	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	30.ENE.08	R.V.	R.V.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.		93-01-4102	ARREGLO GRAL - TORRES ENFRIAM. - PLANTA	J. GUZMAN 01.AGO.08
										93-01-4101	AREA 93 - AGUA ENFRIAMIENTO - P&ID	J. ARBAS 01.AGO.08
												R. VILLANUEVA 01.AGO.08
												R. VILLANUEVA 30.ENE.08



PROYECTO
320K
CAJAMARQUILLA

PROYECTO 320k
AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO
ARREGLO GENERAL DE TUBERIAS
PLANTA 1 - NIV. +13.900



- NOTAS:**
1. LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS, COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METROS (S.I.C.).
 2. EL NIVEL 0.00 DE LA PLANTA CORRESPONDE AL NIVEL ALTITUD 435msnm.
 3. PARA INFORMACION COMPLEMENTARIA: TIENS, DIMENSIONES, ELEVACIONES, ETC. VER ISOMETRICO RESPECTIVO.

ORDEN DE COMPRA N°:
CWP : 402-93-00

REVISADO COMO SE INDICA	FECHA	DIBUJO	DISENO	CHEQUEO	JEFE DISENO	COORD. INC.	GERENTE INC.	ITEM	N DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
1	16.ENE.09	R.V.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.	93-50-4609	DETALLE DE BOQUILLAS	GERENTE INGENIERIA S. THORNTON 01.AGO.08	
2	01.AGO.08	J.A.	J.A.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.	93-50-4604	ARREGLO GENERAL - PLANTA 2 NIV.+13.900	COORD. INGENIERIA O. DURAND 01.AGO.08	
3	30.ENE.08	R.V.	J.A.	J.G.	O.D.	S.T.	93-01-4102	AREA 93 - AGUA ENFRIAMIENTO - P&ID	JEFE DISENO J. GUZMAN 01.AGO.08		
4								93-50-4600	KEY PLAN	CHEQUEO J. ARIAS 01.AGO.08	
								93-01-4101	AREA 93 - AGUA ENFRIAMIENTO - P&ID	DESNO R. VILLANUEVA 01.AGO.08	
										OMAXO R. VILLANUEVA 30.ENE.08	



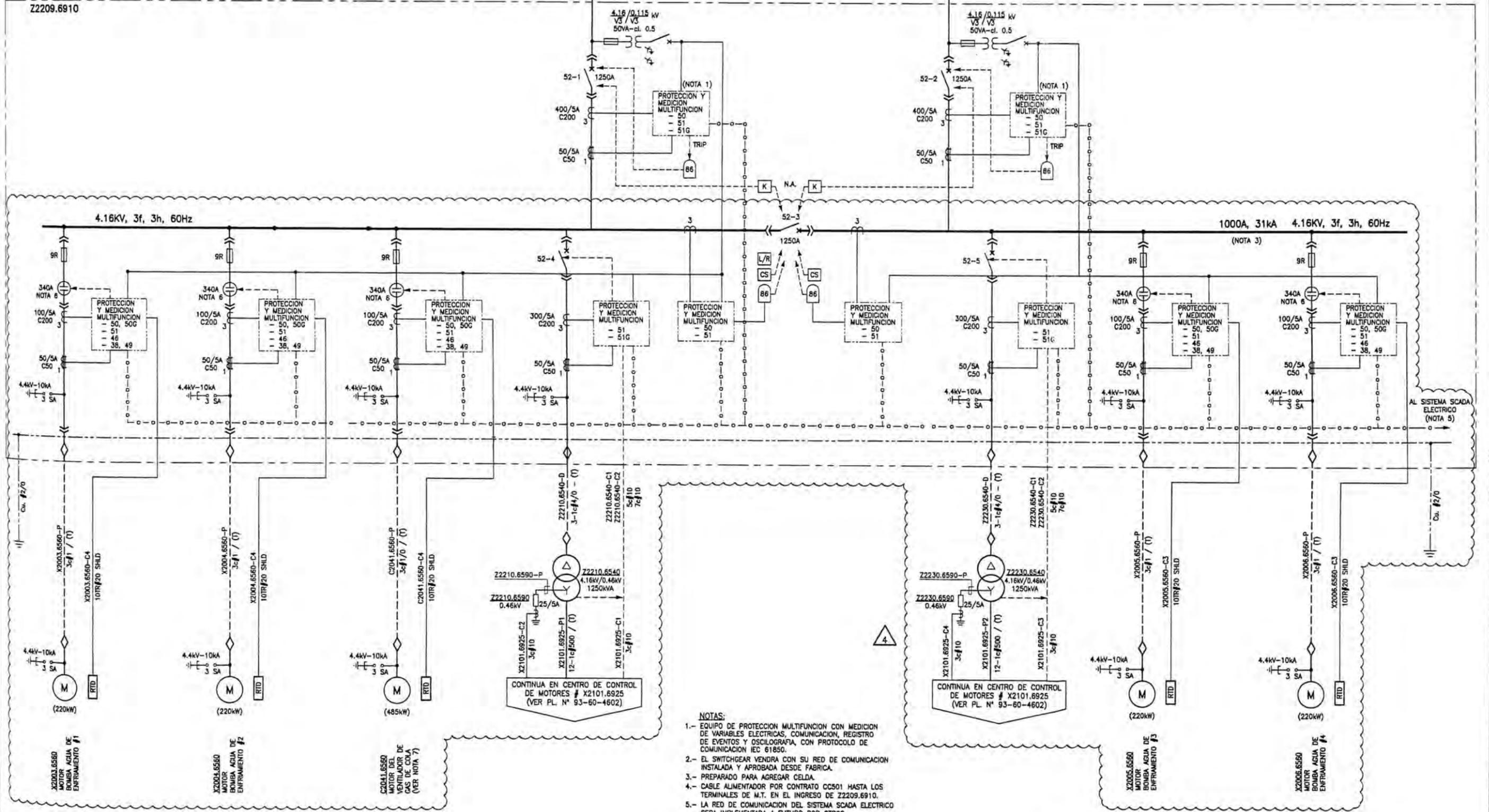
PROYECTO 320K
CAJAMARQUILLA

APROBACION-CLIENTE		PROYECTO 320K	
		AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO	
		ARREGLO GENERAL - ESTACION DE BOMBAS	
		SECCIONES C, D, E, F, G Y DETALLES	
N PROYECTO	ESCALA	PLANO N	REV.
155339	INDICADA	93-50-4603	1

AREA 93 : CENTRO DE DISTRIBUCION DE CARGA DE M.T.
Z2209.6910

VIENE DEL CENTRO DE DISTRIBUCION DE DISTRIBUCION DE CARGA DE M.T. # Z2185.6910 (VER PL N° 91-60-4002)

VIENE DEL CENTRO DE DISTRIBUCION DE DISTRIBUCION DE CARGA DE M.T. # Z2185.6910 (VER PL N° 91-60-4002)



- NOTAS:
- 1.- EQUIPO DE PROTECCION MULTIFUNCION CON MEDICION DE VARIABLES ELECTRICAS, COMUNICACION, REGISTRO DE EVENTOS Y OSCILOGRAFIA, CON PROTOCOLO DE COMUNICACION IEC 61850.
 - 2.- EL SWITCHGEAR VENDRA CON SU RED DE COMUNICACION INSTALADA Y APROBADA DESDE FABRICA.
 - 3.- PREPARADO PARA AGREGAR CELDA.
 - 4.- CABLE ALIMENTADOR POR CONTRATO CC501 HASTA LOS TERMINALES DE M.T. EN EL INGRESO DE Z2209.6910.
 - 5.- LA RED DE COMUNICACION DEL SISTEMA SCADA ELECTRICO SERA IMPLEMENTADA A FUTURO POR OTROS.
 - 6.- EL SISTEMA DE CONTROL DEL ARRANCADOR SE COMUNICARA CON EL PLC X2301.7910.
 - 7.- VER ESQUEMAS DE CONTROL E INTERCONEXIONES EN LOS PLANOS 35-60-4051/4052/4053/4054/4055.

ORDEN DE COMPRA N° : 65840
CONTRATO N° : 402-93-00

REVISION	DESCRIPCION	FECHA	DEBIDO	DISENO	CHEQUEO	JEFE DISC.	COORD. ING.	GERENTE ING.	ITEM	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION - INGENIERIA
1	REVISION GENERAL	11.JUN.09	E.O.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.				
2	REVISION GENERAL	04.DIC.09	E.O.	M.B.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.				
3	COMPLETAR CIRCUITO SCADA	26.SET.08	E.O.	A.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.				
4	REVISION DE SALIDA DE MOTOR C2041.6560	28.AGO.08	E.R.	A.H.	C.D.	C.H.	O.D.	S.T.				
5	ENTRATO PARA CONSTRUCCION	27.JUN.08	A.O.	P.H.	C.D.	C.H.	O.D.	S.T.				
6	PREMIATO PARA APROBACION	29.MAY.08	E.R.	P.H.	C.D.	C.H.	O.D.	S.T.				
7	PREMIATO PARA APROBACION	14.MAY.08	E.R.	P.H.	C.D.	C.H.	O.D.	S.T.				
8	ENTRATO PARA APROBACION	11.FEB.08	L.G.	P.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.				

GERENTE INGENIERIA: S. THORNTON
COORD. INGENIERIA: G. DURAND
JEFE DISEÑO: C. HUANCÓ
DISEÑO: P. HUAMBACHANG
DIBUJO: L. GARCIA



PROYECTO 320K
CAJAMARQUILLA

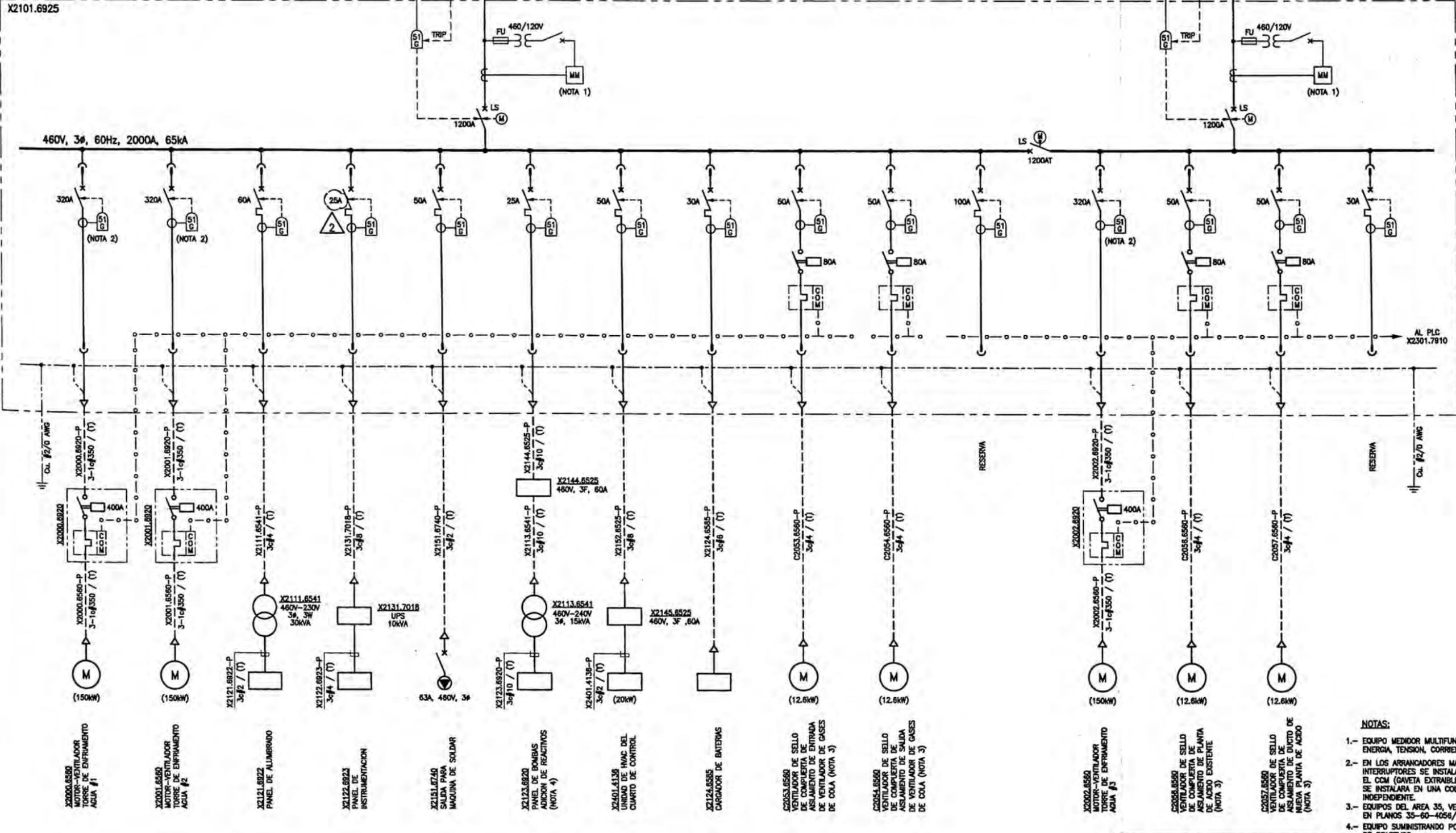
APROBACION-CLIENTE
P. CATALDI
N° PROYECTO: 155339
ESCALA: S/E
PLANO N°: 93-60-4601

PROYECTO 320K
AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO
CDC Z2209.6910
DIAGRAMA UNIFILAR 4160V
REV. 4

VIENE DEL TRANSFORMADOR DE 1250KVA # Z2210.6540 (VER PL. N° 93-60-4801)

VIENE DEL TRANSFORMADOR DE 1250KVA # Z2230.6540 (VER PL. N° 93-60-4801)

AREA 93 : CENTRO DE CONTROL DE MOTORES



- NOTAS:**
- 1.- EQUIPO MEDIDOR MULTIFUNCION CON MEDICION DE: ENERGIA, TENSION, CORRIENTE, FACTOR DE POTENCIA.
 - 2.- EN LOS ARRANCADORES MAYORES DE 132KW, LOS INTERRUPTORES SE INSTALARAN EN EL CCM (CAJETA EXTRAIBLE) EL RESTO DEL CIRCUITO SE INSTALARA EN UNA COLUMNA AUTOSOPORTADA INDEPENDIENTE.
 - 3.- EQUIPOS DEL AREA 35, VER ESQUEMA DE INTERCONEXION EN PLANOS 35-60-4054/57/58/59/60/61/62 Y 63
 - 4.- EQUIPO SUMINISTRANDO POR PROVEEDOR DE EQUIPOS DE REACTIVOS.

ORDEN DE COMPRA N° : 65841
CONTRATO N° : 402-93-00

REVISION	FECHA	ELABORADO	REVISADO	PROYECTADO	APROBADO	OTRO	COMENTARIOS
2	30.SET.08	E.O.	A.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.
1	26.SET.08	E.O.	A.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.
0	28.AGO.08	E.R.	A.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.
B	29.MAY.08	E.R.	A.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.
C	14.MAY.08	E.R.	A.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.
D	20.FEB.08	L.G.	A.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.
E	06.FEB.08	E.R.	A.H.	P.H.	C.H.	O.D.	S.T.

ameco

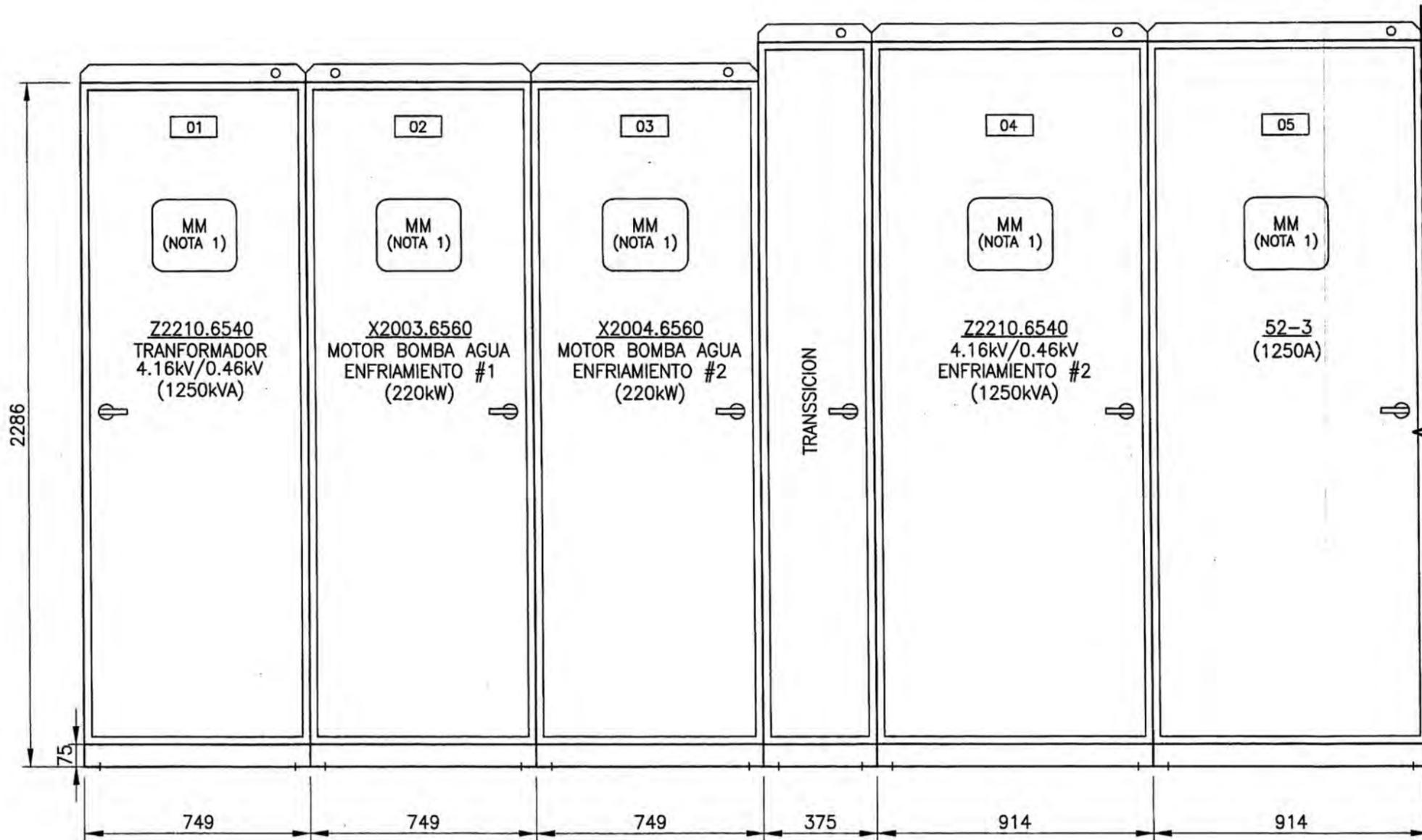
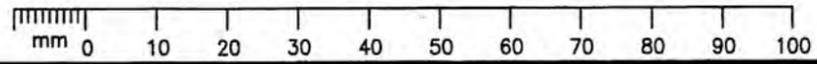
PROYECTO 320K CAJAMARQUILLA

PROYECTO 320K CAJAMARQUILLA

APROBACION-CUENDE

P. CATALDI

PROYECTO 155339 ESCALA S/E PLANO N° 93-60-4602 REV. 2



CONTINUA EN EL PLANO N° 93-60-4611

VISTA FRONTAL CDC Z2209.6910
S/E (NOTA 2)

- NOTAS:**
- 1.- EQUIPO DE PROTECCION MULTIFUNCION CON MEDICION DE ENERGIA, TENSION, CORRIENTE, FACTOR DE POTENCIA, CON PROTOCOLO DE COMUNICACION IEC 61850.
 - 2.- DIMENSIONES FINALES DEFINIR POR PROVEEDOR.

ORDEN DE COMPRA N° : 65840
CONTRATO N° : 402-93-00

						GRTE. ING. S. THORNTON				PROYECTO 320K AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO DISPOSICION CDC Z2209.6910 (4160V) VISTA FRONTAL (HOJA 1/2)				
						COORD.ING. O. DURAND								
						J. DISC. C. HUANCO								
						CHEQ. P. HUAMBACHARO 05.AGO.08								
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	25.SET.08	E.Q.	C.D.	C.H.			DISEÑO	A. HARO	05.AGO.08	APROBACION-CUENTE P. CATALDI			
B	EMITIDO PARA APROBACION	29.AGO.08	E.R.	P.H.	C.H.	93-60-4601	CDC Z2209.6910 - DIAGRAMA	DIBUJO	E. RAMIREZ	05.AGO.08				
A	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	05.AGO.08	E.R.	P.H.	C.H.		UNIFILAR 4160V							
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBUJO	CHEQUEO	J.DISC.	N° DE PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	APROBACION-INGENIERIA			N° PROYECTO 155339	ESCALA S/E	PLANO N° 93-60-4610	REV. 0

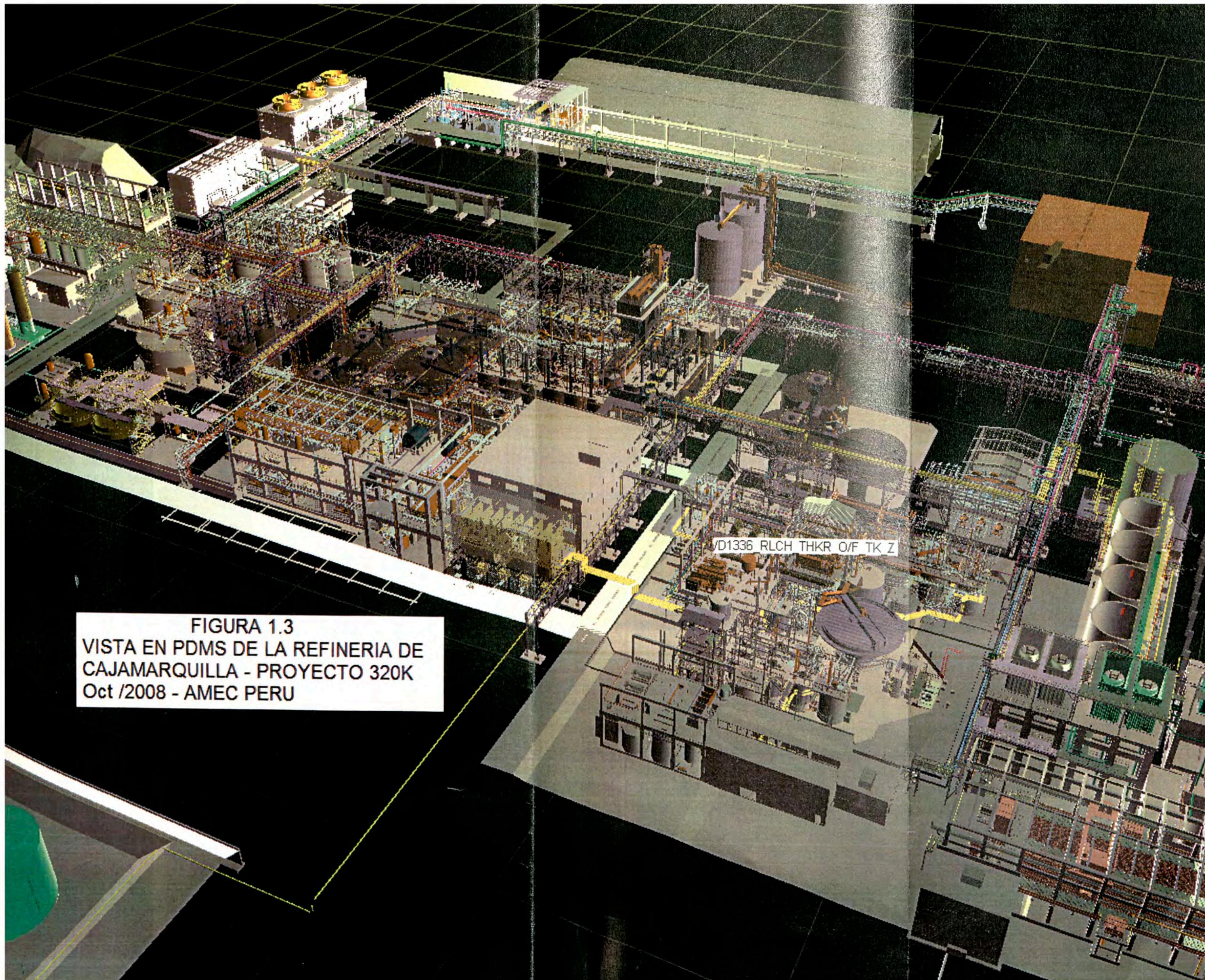


FIGURA 1.3
VISTA EN PDMS DE LA REFINERIA DE
CAJAMARQUILLA - PROYECTO 320K
Oct /2008 - AMEC PERU

/D1336 RLCH THKR O/F TK Z

AREA 93 - Torres
de enfriamiento-
Rack de tuberías

AREA 92 - Turbina
de vapor (nueva y
existente)

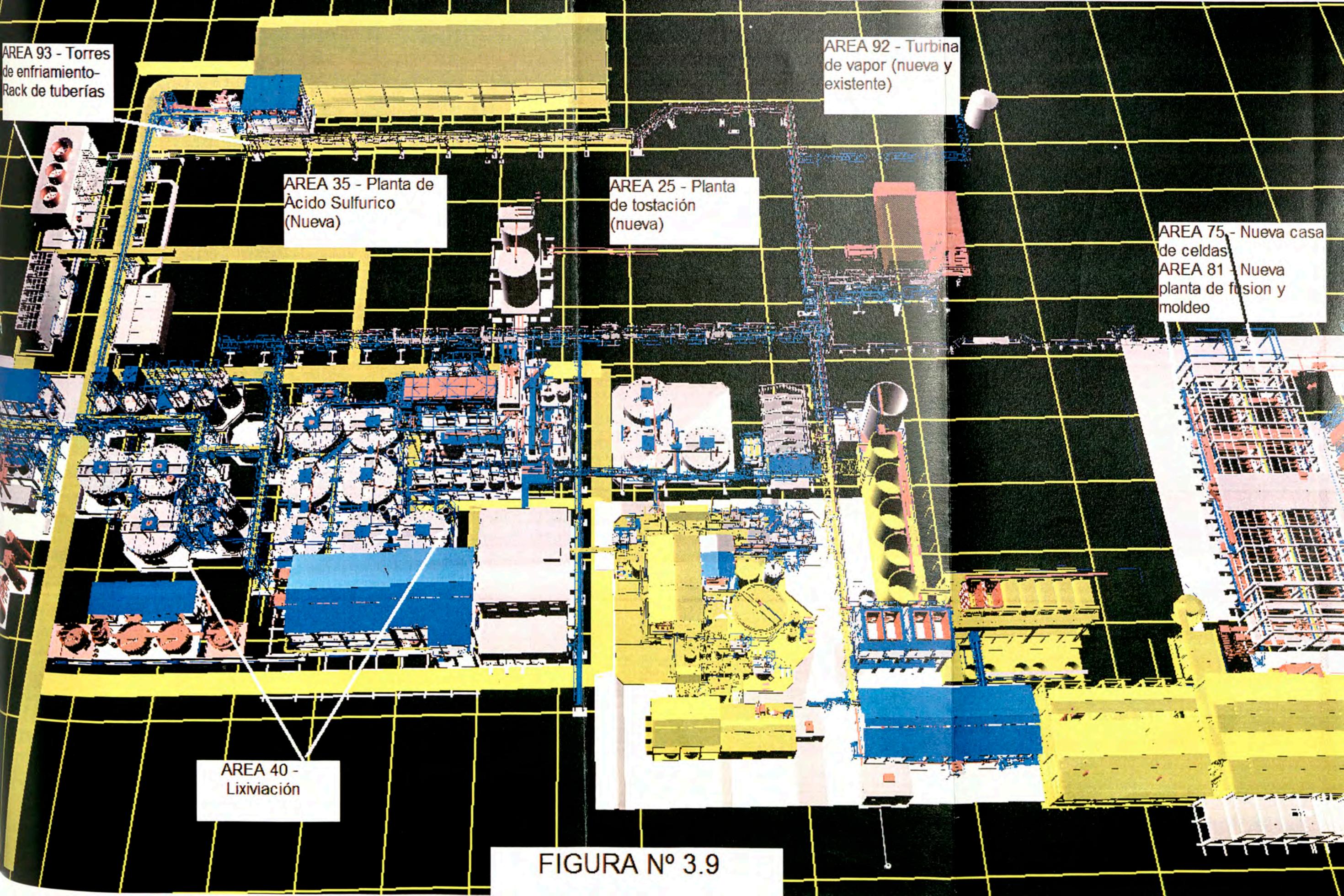
AREA 35 - Planta de
Ácido Sulfúrico
(Nueva)

AREA 25 - Planta
de tostación
(nueva)

AREA 75 - Nueva casa
de celdas
AREA 81 - Nueva
planta de fusión y
moldeo

AREA 40 -
Lixiviación

FIGURA N° 3.9



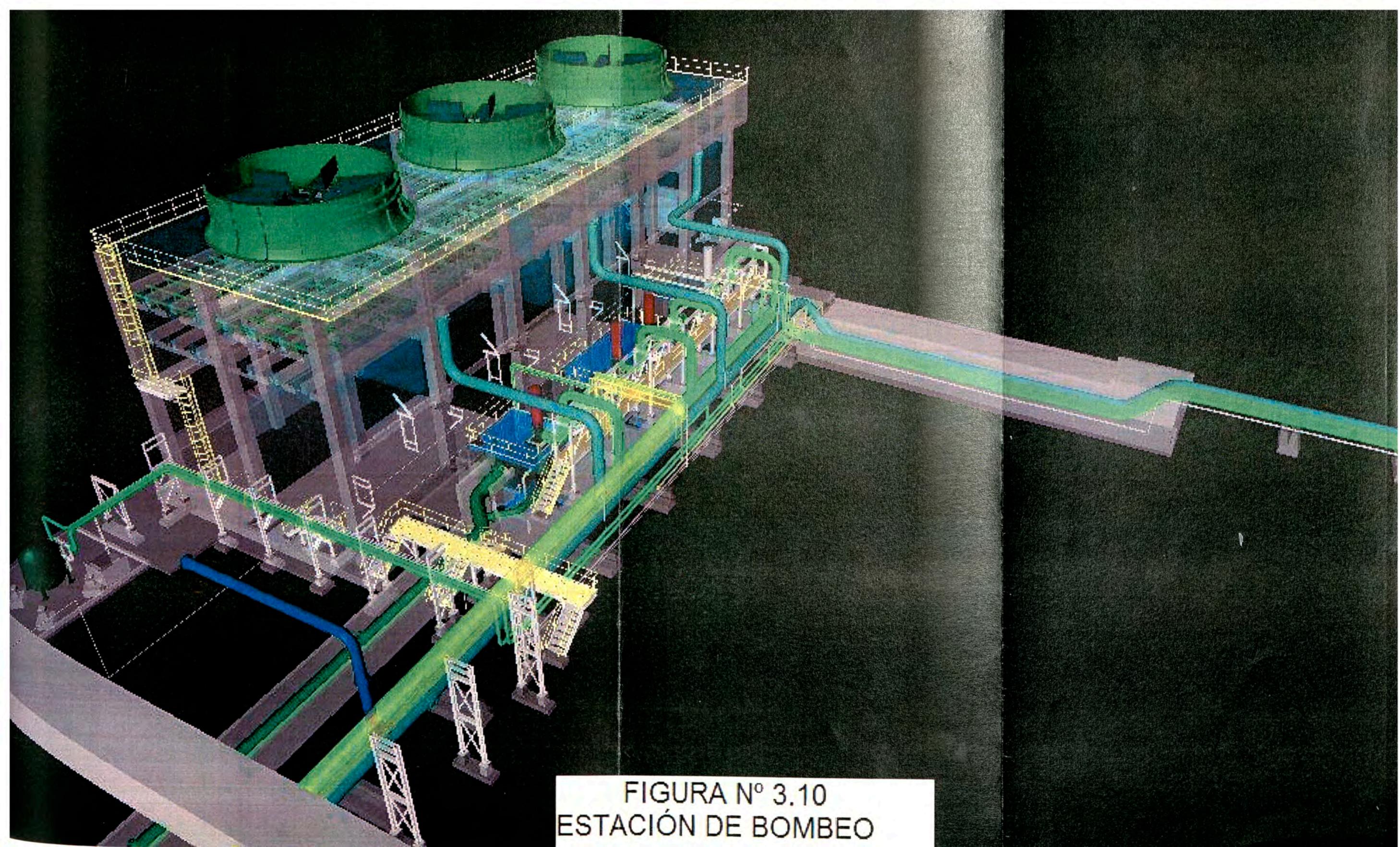


FIGURA N° 3.10
ESTACIÓN DE BOMBEO

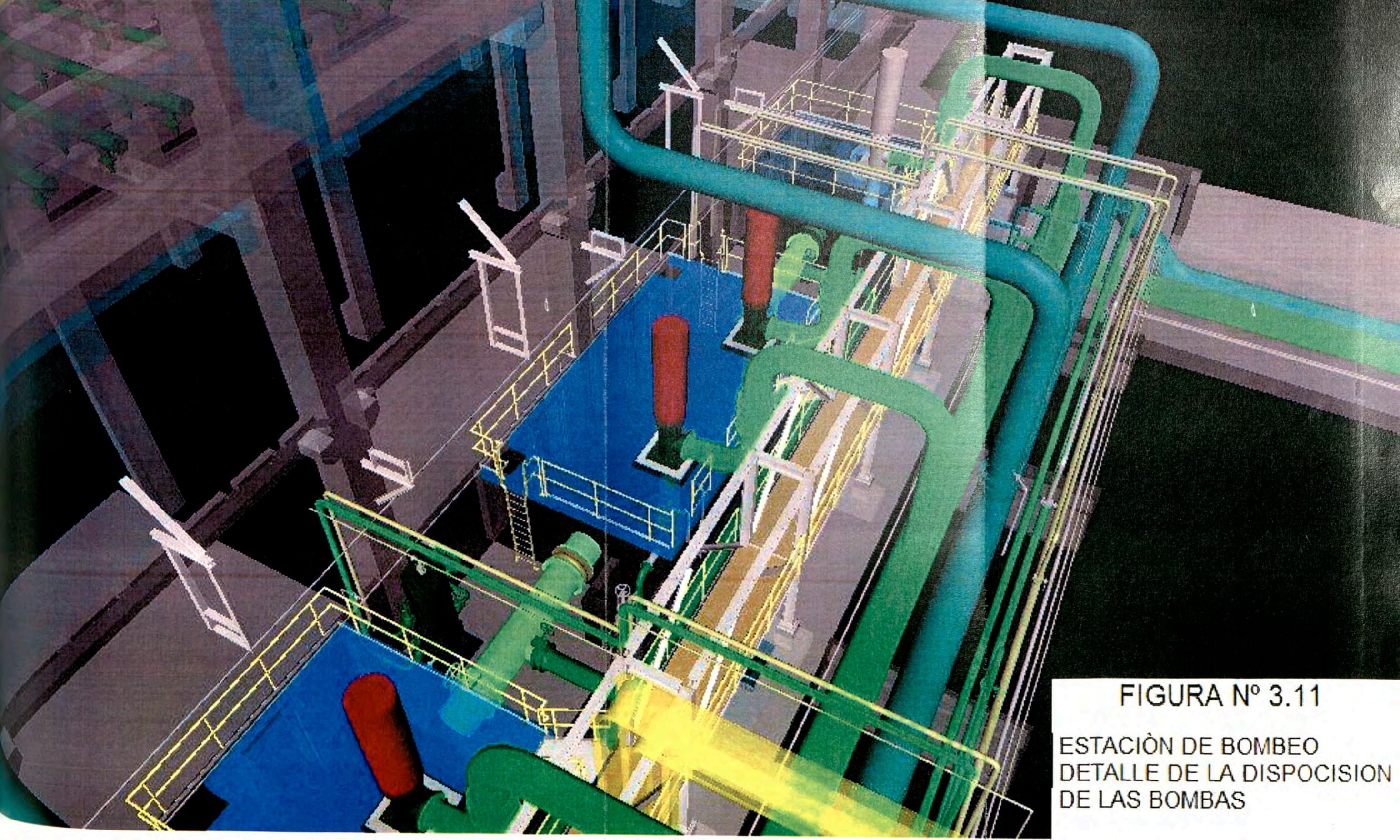
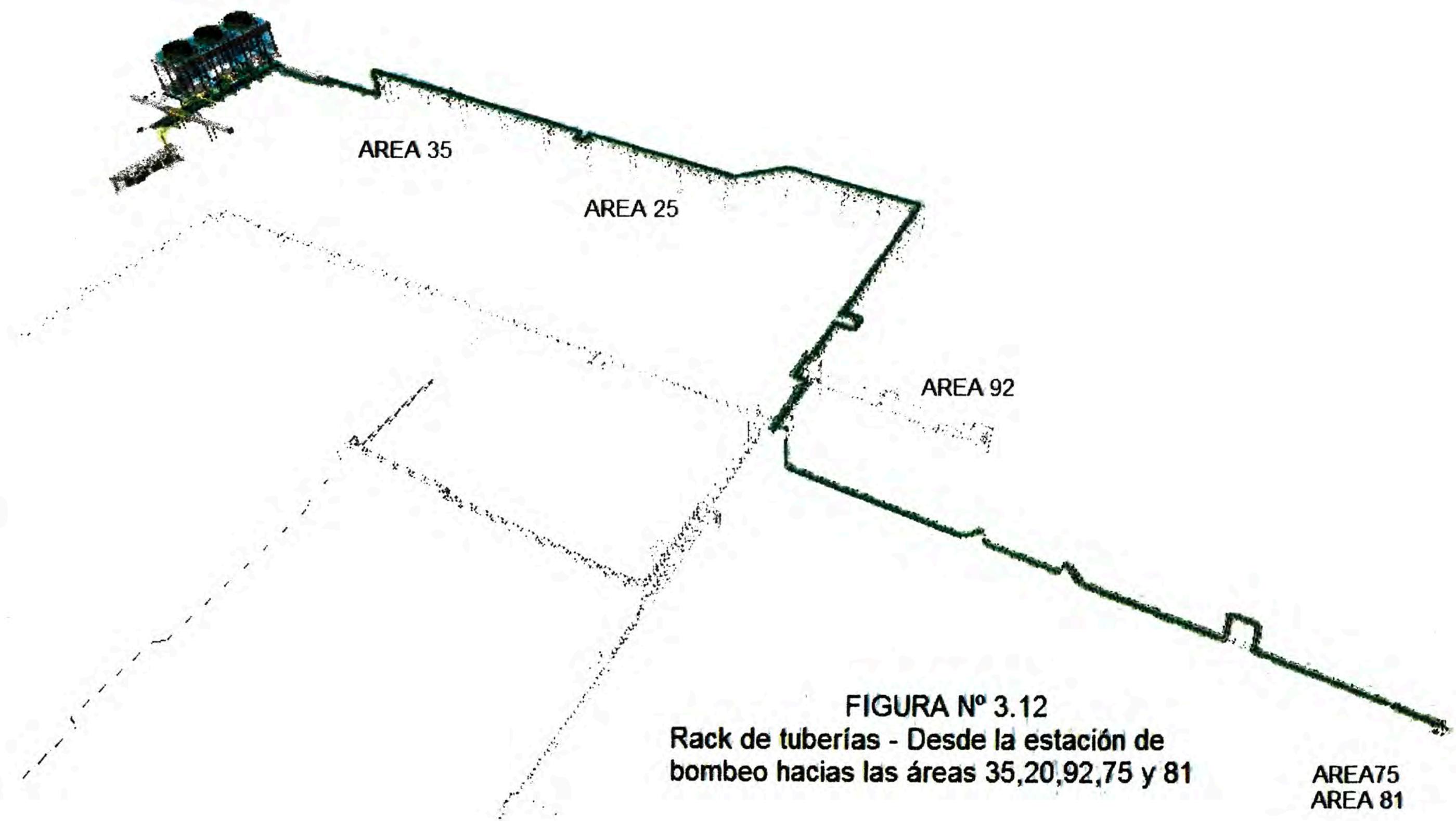


FIGURA N° 3.11

ESTACIÓN DE BOMBEO
DETALLE DE LA DISPOCISION
DE LAS BOMBAS



AREA 35

AREA 25

AREA 92

FIGURA N° 3.12

Rack de tuberías - Desde la estación de bombeo hacia las áreas 35,20,92,75 y 81

AREA 75
AREA 81

PROYECTO
320K

CAJAMARQUILLA

DOCUMENT REVIEW AND APPROVAL

amec
**APROBADO PARA
CONSTRUCCION**



The document revision number is indicated below. Please replace all revised pages of this document and destroy the superseded copies.

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION INDEX	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

ISSUED FOR	REV No.	ORIGIN	DATE		ISSUED PAGES/SECTIONS	INITIAL
			OUT	IN		
Approval	A	HRM	12-Jul-07			HRM
Construction	0	MDM	08-Feb-08			HRM
Construction	1	MDM	26-Feb-08			MDM
Construction	2	HRM	02-May-08			<i>[Signature]</i>

339-007 PD

12 MAYO 2008

CLIENT APPROVAL

Project Manager: _____
Date: _____

AMEC APPROVAL

Engineering Manager: *[Signature]*
Date: 09/05/08
Engineering Co-ord.: *[Signature]*
Date: 02 MAY 2008
Discipline Approval: *[Signature]*
Date: 2008/MAY/02

0539
1327

CAJAMARQUILLA

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION INDEX	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

HISTORY OF INDIVIDUAL CLASS REVISIONS

REV.	REVISION/ISSUE DESCRIPTION	DATE	ORIGINATOR	CHECK	APPROVAL
A	For Approval - All	11-Jul-07	HRM	MDM	
0	For Construction - All	08-Feb-08	MDM	HRM	
1	For Construction – 001, 002, 021, 044, 106, 107, 204, 206, 208, 405	26-Feb-08	MDM	HRM	
2	For Construction - All	02-May-08	HRM		

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION INDEX	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

PIPING MATERIAL CLASS.	FLUID CODES	SERVICE	MATERIAL	MAX. PRESS.	MAX. TEMP.	REV
001	WPS, WPR, WR, WCS, WCR, WE, WF, WRE	Emergency Water, Fire Water, Process Water Supply, Process Water Return, Raw Water, Cooling Water Supply, Cooling Water Return, Recycle Water	Carbon Steel	1030 kPa	60° C	2
002	WPS, WPR, WR	Process Water Supply, Process Water Return, Raw Water	Carbon Steel, Victaulic	1030 kPa	60° C	2
004	WHP	High Pressure Water	Carbon Steel	2500 kPa	60° C	1
013	WF	Fire Water	Carbon Steel, Galvanized	1400 kPa	60° C	1
020	SL, SC	Low Pressure Steam, Low Pressure Condensate	Carbon Steel	1050 kPa	177° C	1
021	SM	Medium Pressure Steam	Carbon Steel	2100 kPa	350° C	2
022	SH	High Pressure Steam	Carbon Steel	4000 kPa	350° C	1
040	AI	Instrument Air	Carbon Steel, Galvanized, Victaulic	1030 kPa	40° C	1
043	AI	Instrument Air	SS 304L	1030 kPa	40° C	1
044	AC	Plant Air	Carbon Steel	1030 kPa	40° C	2
106	HR, YHS, YSE, WWS, YF, X	Spent Electrolyte, Corrosive Slurries, Corrosive & Erosive Slurries, Effluent Water, Electrolyte, Vacuum	SS 316L	1030 kPa	65° C	2
107	HS	Strong Acid (H2SO4)	SS 316L	500 kPa	40° C	2
204	YS, YHS, YSE, HR, V, D, YF, YHF, YF, RL	Non-Corrosive Slurries, Corrosive Slurries, Erosive Slurries, Spent Electrolyte, Vents, Drains, Non-Corrosive Filtrates, Corrosive Filtrates, Electrolyte, Lime Slurry	Polypropylene	1600 kPa	95° C	2
206	YS, YHS, YSE, HR, V, D, YF, YHF, YF, RL	Non-Corrosive Slurries, Corrosive Slurries, Erosive Slurries, Spent Electrolyte, Vents, Drains, Non-Corrosive Filtrates, Corrosive Filtrates, Electrolyte, Lime Slurry	Polypropylene	1050 kPa	95° C	2

CAJAMARQUILLA

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION INDEX	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

PIPING MATERIAL CLASS.	FLUID CODES	SERVICE	MATERIAL	MAX. PRESS.	MAX. TEMP.	REV.
208	YS, YHS, YSE, HR, V, D, YF, YHF, YF, RL	Non-Corrosive Slurries, Corrosive Slurries, Erosive Slurries, Spent Electrolyte, Vents, Drains, Non-Corrosive Filtrates, Corrosive Filtrates, Electrolyte, Lime Slurry	Polypropylene	600 kPa	95° C	2
212	YS, YHS, YSE, HR, V, D, YF, YHF, YF, WP	Non-Corrosive Slurries, Corrosive Slurries, Erosive Slurries, Spent Electrolyte, Vents, Drain, Non-Corrosive Filtrates, Corrosive Filtrates, Electrolyte, Potable Water	PVC	700 kPa	25° C	1
215	HS	Strong Acid (H ₂ SO ₄)	Carbon Steel	1050 kPa	35° C	1
217	WD	Deminerlized Water	SS 304L	1050 kPa	40° C	1
231	YS, YHS, YSE, HR, V, D, YF, YHF, YF	Non-Corrosive Slurries, Corrosive Slurries, Erosive Slurries, Spent Electrolyte, Vents, Drain, Non-Corrosive Filtrates, Corrosive Filtrates, Electrolyte	HDPE	800 kPa	40° C	1
232	RF	Flocculant	HDPE	800 kPa	40° C	1
233	WF	Fire Water (Underground)	HDPE	2800 kPa	60° C	1
234	HR, YF	Spent Electrolyte, Electrolyte	HDPE	1000 kPa	40° C	1
235	HR, YF	Spent Electrolyte, Electrolyte	HDPE	1600 kPa	40° C	1
236	HR, YF	Spent Electrolyte, Electrolyte	HDPE	600 kPa	40° C	1
311	GP, HL	Propane, Fuel Oil	Carbon Steel	150 kPa	40° C	1
316	VO	Low Pressure Oxygen	Carbon Steel	700 kPa	30° C	1
321	VOH	High Pressure Oxygen	SS 304L	2750 kPa	40° C	1
403	YS	Non-Corrosive Slurry	Carbon Steel	1030 kPa	40° C	1

CAJAMARQUILLA

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION INDEX	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

405	YS, YHS, YSE, HR, V, D, YF, YHF, YF, RL	Non-Corrosive Slurrries, Corrosive Slurrries, Erosive Slurrries, Spent Electrolyte, Vents, Drains, Non-Corrosive Filtrates, Corrosive Filtrates, Electrolyte, Lime Slurry	FRP, PP lined	1050 kPa	95° C	2
-----	---	---	---------------	----------	-------	---

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 001	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

SPECIFICATION "001"

Service: Emergency Water (WE), Process Water Supply (WPS), Process Water Return (WPR), Raw Water (WR), Cooling Water Supply (WCS), Cooling Water Return (WCR), Fire Water (WF), Recycle Water (WRE), Treated Water (WT)

Max. Fluid Press.: **1030 kPa**
Max. Fluid Temp.: **60° C**

Code: **ANSI B31.3 CAT. D**
Corr. Allow.: **1.6 mm**

Mat'l **Carbon Steel**
NDT: **Service Test**

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
PIPE DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel, SMLS End Prep.: Threaded Wall Thick.: Schedule 80	ASTM A-53 Gr. B Type S ANSI B36.10
DN80 thru DN900	Material: Carbon Steel, ERW End Prep.: Bevelled Wall Thick.: Standard Weight	ASTM A-53 Gr. B Type E ANSI B36.10
FITTINGS DN15 thru DN50	Material: Malleable Iron Conn.: Female NPT Class: 150	ASTM A-197 ANSI B16.3
DN80 thru DN900	Material: Forged Carbon Steel Conn.: Butt weld Class: Standard Weight	ASTM A-234 WPBW ANSI B16.9
UNIONS DN15 thru DN50	Material: Malleable Iron Conn.: Female NPT Class: 150	ASTM A-197 ANSI B16.39
FLANGES DN15 thru DN50 (See Note 5)	Material: Forged Steel Type: Raised Face or Flat Face Conn.: Female NPT Class: 150	ASTM A-105 ANSI B16.5
DN80 thru DN900 (See Notes 4,5)	Material: Forged Steel Type: Raised Face or Flat Face Conn.: Slip-On or Weld Neck Class: 150	ASTM A-105 ANSI B16.5 ANSI B16.47
BLINDS DN80 thru DN900	Material: Forged Steel Type: Flat Face Class: 150	ASTM A-105 ANSI B16.5 ANSI B16.47

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 001	
CLIENT:	Votorantlm Metals - Cajamarquilla S.A.		

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
BOLTS All Sizes	Material: Carbon Steel Type: Heavy Hex Machine Bolts	ASTM A-307 Gr. B ANSI B18.2.1 Class 2A Threads UNC ≤25 mm Class 2A Threads 8UN > 25 mm
NUTS All Sizes	Material: Carbon Steel Type: Heavy Hex	ASTM A-563 Gr. A ANSI B18.2.2 Class 2B Threads UNC
GASKETS	Material: SBR Rubber Type: Full Face or Ring Type Thickness: 3 mm Class: 150	Garlock 7125 or equal ANSI B16.21

VALVE	DESCRIPTION	VALVE CODE
BALL DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel/S.S. Trim Conn.: Female NPT Class: 1500 W.O.G.	V-4512
DN80 thru DN200	Material: Ductile Iron / S.S. Trim Conn.: Flanged Class: 150	V-4232
GATE DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Female NPT Class: 800	V-1516
DN80 thru DN600 Outside Stem and Yoke	Material: Cast Iron Conn.: Flanged Class: 125	V-1131 (See Note 5)
DN80 thru DN600 Non-Rising Stem	Material: Cast Iron Conn.: Flanged Class: 125	V-1133 (See Note 5)
CHECK DN15 thru DN50 Swing Type	Material: Bronze Conn.: Female NPT Class: 125	V-3118
DN80 thru DN600 Duo Type	Material: Cast Iron Conn.: Wafer Style Class: 125	V-3145

CAJAMARQUILLA

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 001	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

VALVE	DESCRIPTION	VALVE CODE
GLOBE DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Female NPT Class: 800	V-2516
DN80 thru DN250	Material: Cast Iron Conn.: Flanged Class: 125	V-2132 (See Note 5)
BUTTERFLY DN80 thru DN300	Material: Ductile Iron / EPDM Lined Conn.: Lug Class: 150	V-9227 (See Notes 2 and 3)
DN350 thru DN900	Material: Cast Iron / EPDM Lined Conn.: Wafer Class: 150	V-9243 (See Note 2)

- Insulation:** As per piping and instrument diagram and AMEC Specification SP-50-4002.
- Cleaning:** Flush and clean system thoroughly.
- Painting:** Painting shall be in accordance with AMEC Specification SP-30-4304.
- Colour Code:** Colours and identification shall be in accordance with Norma Tecnica Nacional 399.012.
Water - S-8 RAL 6019 - Pastel Green.
Fire Water - S-1 RAL 3020 - Traffic Red

NOTES:

- Swages may be used where small end does not exceed DN40 and large end does not exceed DN150.
- This style of butterfly valve does not require gaskets.
- For valves with alignment holes drilled and tapped and for lugs, use heavy hex head machine bolts. Allow 4 mm clearance at the ends of the bolts but not less than one full diameter of bolt penetration into the tapped holes.
- Weld neck flanges are to be used if being welded directly to a fitting such as an elbow, tee, etc. Slip-on flanges may be used if being welded to pipe.
- Flat faced flanges are to be used when being bolted up to valves with cast iron flanges.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 002	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

SPECIFICATION "002"

Service: Process Water Supply (WPS), Process Water Return (WPR), Raw Water (WR)

Max. Fluid Press.: **1030 kPa**
Max. Fluid Temp.: **60° C**

Code: **ANSI B31.3 CAT. D**
Corr. Allow.: **1.6 mm**

Mat'l: **Carbon Steel, Victaulic**
NDT: **Service Test**

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
PIPE DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel, SMLS End Prep.: Threaded Wall Thick.: Schedule 80	ASTM A-53 Gr. B Type S ANSI B36.10
DN80 thru DN300 (See Note 6)	Material: Carbon Steel, ERW End Prep.: Victaulic Grooved Wall Thick.: Standard Weight	ASTM A-53 Gr. B Type E ANSI B36.10
COUPLINGS DN80 thru DN300	Material: Ductile Iron Conn.: Victaulic, EPDM Gasket	ASTM A-536 Victaulic Style 77 c/w EPDM gasket (Grade E) or approved equal
FITTINGS DN15 thru DN50	Material: Malleable Iron Conn.: Female NPT Class: 150	ASTM A-197 ANSI B16.3
DN80 thru DN300 (See Note 5)	Material: Ductile Iron Conn.: Victaulic Grooved	ASTM A-536 Victaulic Fig. 20 thru 110 or approved equal
UNIONS DN15 thru DN50	Material: Malleable Iron Conn.: Female NPT Class: 150	ASTM A-197 ANSI B16.39
FLANGES DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Type: Raised Face or Flat Face Conn.: Female NPT Class: 150	ASTM A-105 ANSI B16.5
DN80 thru DN300	Material: Ductile Iron Type: Split Flange for grooved pipe Conn.: Victaulic, EPDM Gasket Class: 150	ASTM A-536 ANSI B16.5 Victaulic Style 741 c/w EPDM Gasket (Grade E)

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 002	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
BLINDS DN80 thru DN300	Material: Forged Steel Type: Flat Face Class: 150	ASTM A-105 ANSI B16.5
BOLTS All Sizes	Material: Carbon Steel Type: Heavy Hex Machine Bolts	ASTM A-307 Gr. B ANSI B18.2.1 Class 2A Threads UNC
NUTS All Sizes	Material: Carbon Steel Type: Heavy Hex	ASTM A-563 Gr. A ANSI B18.2.2 Class 2B Threads UNC
GASKETS	Material: SBR Rubber Type: Full Face or Ring Type Thickness: 3 mm Class: 150	Garlock 7125 or equal ANSI B16.21

VALVE	DESCRIPTION	VALVE CODE
BALL DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel/S.S. Trim Conn.: Female NPT Class: 1500 W.O.G.	V-4512
GATE DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Female NPT Class: 800	V-1516
DN80 thru DN300 Outside Stem & Yoke	Material: Cast Iron Conn.: Flanged Class: 125	V-1131 (See Note 4)
CHECK DN15 thru DN50 Swing Type	Material: Bronze, Swing Type Conn.: Female NPT Class: 125	V-3118
DN80 thru DN300 Duo Type	Material: Cast Iron Conn.: Wafer Style Class: 125	V-3145

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 002	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

VALVE	DESCRIPTION	VALVE CODE
GLOBE DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Female NPT Class: 800	V-2516
DN80 thru DN250	Material: Cast Iron Conn.: Flanged Class: 125	V-2132 (See Note 4)
BUTTERFLY DN80 thru DN300	Material: Ductile Iron / EPDM Lined Conn.: Lug Class: 150	V-9227 (See Notes 2 and 3)

- Insulation:** As per piping and instrument diagram and AMEC Specification SP-50-4002.
- Cleaning:** Flush and clean system thoroughly.
- Painting:** Painting shall be in accordance with AMEC Specification SP-30-4304.
- Colour Code:** Colours and identification shall be in accordance with Norma Tecnica Nacional 399.012.
Water - S-8 RAL 6019 - Pastel Green

NOTES:

- Swages may be used where small end does not exceed DN40 and large end does not exceed DN150.
- This style of butterfly valve does not require gaskets.
- For valves with alignment holes drilled and tapped and for lugs, use heavy hex head machine bolts. Allow 4 mm clearance at the ends of the bolts but not less than one full diameter of bolt penetration into the tapped holes.
- Flat faced flanges are to be used when being bolted up to valves with cast iron flanges.
- Elbows shall be long radius (1½ x D) Victaulic Figure 100 or 110.
- Pipe ends shall be machine grooved as per Manufacturer's specifications and comply with ANSI/AWWA C606.
- For potable water service, flush system thoroughly and disinfect in accordance with the Manufacturer's recommendations.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 1
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 004	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

SPECIFICATION "004"

Service: High Pressure Water (WHP)

Max. Fluid Press.: **2500 kPa** Code: **ANSI B31.3 Normal Fluid Service** Mat'l **Carbon Steel**
 Max. Fluid Temp.: **60° C** Corr. Allow.: **1.6 mm** NDT: **1½ x Design Hydrostatic test, 5% Radiography**

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
PIPE DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel, SMLS End Prep.: Plain Wall Thick.: Schedule 80	ASTM A-53 Gr. B Type S ANSI B36.10
DN80 thru DN150	Material: Carbon Steel, SMLS End Prep.: Beveled Wall Thick.: Standard Weight	ASTM A-106 Gr. B ANSI B36.10
FITTINGS DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Socket Weld Class: 3000	ASTM A-105 ANSI B16.11
DN80 thru DN150	Material: Forged Carbon Steel Conn.: Butt weld Class: Standard Weight	ASTM A-234 WPBW ANSI B16.9
UNIONS DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Socket Weld Class: 3000	ASTM A-105 ANSI B16.11
FLANGES DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Type: Raised Face Conn.: Female NPT Class: 300	ASTM A-105 ANSI B16.5
DN80 thru DN150	Material: Forged Steel Type: Raised Face Conn.: Weld Neck Class: 300	ASTM A-105 ANSI B16.5
BLINDS DN15 thru DN150	Material: Forged Steel Type: Raised Face Class: 300	ASTM A-105 ANSI B16.5

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 1
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 004	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
BOLTS All Sizes	Material: Alloy Steel Type: Stud Bolts	ASTM A-193 Gr. B7 ANSI B18.2.1 Class 2A Threads UNC
NUTS All Sizes	Material: Alloy Steel Type: Heavy Hex	ASTM A-194 Gr. 2H ANSI B18.2.2 Class 2B Threads UNC
GASKETS	Material: 316L SS / Graphite Filler Type: Spiral Wound / no inner ring, 316L Centering Ring Thickness: 3 mm Class: 300	Garlock FLEXSEAL RW or approved equal ANSI B16.20

VALVE	DESCRIPTION	VALVE CODE
BALL DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel/S.S. Trim Conn.: Female NPT Class: 1500 W.O.G.	V-4512
GATE DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Female NPT Class: 800	V-1516
DN80 thru DN150	Material: Cast Steel Conn.: Flanged Class: 300	V-1436
CHECK DN80 thru DN150	Material: Cast Steel Conn.: Wafer Class: 300	V-3447

- Insulation:** As per piping and instrument diagram and AMEC Specification SP-50-4002.
- Cleaning:** Flush and clean system thoroughly.
- Painting:** Painting shall be in accordance with AMEC Specification SP-30-4304.
- Colour Code:** Colours and identification shall be in accordance with Norma Tecnica Nacional 399.012.
Water - S-8 RAL 6019 - Pastel Green

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 1
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 013	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

SPECIFICATION "013"

Service: Fire Water (WF), (Fire Sprinklers)

Max. Fluid Press.: **1400 kPa** Code: **ANSI B31.3 Normal Fluid Service, NFPA** Mat'l: **Carbon Steel, Galvanized**
 Max. Fluid Temp.: **60° C** Corr. Allow.: **1.6 mm** NDT: **2800 kPa Hydrostatic Test for two hours**

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
PIPE DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel, ERW, Galvanized End Prep.: Threaded Wall Thick.: Schedule 80	ASTM A-53 Gr. B Type E ANSI B36.10
DN80 thru DN150 (See Note 2)	Material: Carbon Steel, ERW, Galvanized End Prep.: Victaulic Grooved Wall Thick.: Standard Weight	ASTM A-53 Gr. B Type E ANSI B36.10
COUPLINGS DN80 thru DN150	Material: Ductile Iron, Galvanized Conn.: Victaulic, EPDM Gasket Class: 150	ASTM A-536 Victaulic Style 77 c/w EPDM Gasket (Grade E) or approved equal
FITTINGS DN15 thru DN50	Material: Cast Iron, Galvanized Conn.: Female NPT Class: 125	ASTM A-126 ANSI B16.4
DN80 thru DN150 (See Note 5)	Material: Ductile Iron, Galvanized Conn.: Victaulic Grooved	ASTM A-536 Victaulic Fig. 20 thru 110 or approved equal
UNIONS DN15 thru DN50	Material: Malleable Iron, Ground Joint, Galvanized Conn.: Female NPT Class: 150	ASTM A-197 ANSI B16.39
FLANGES DN80 thru DN150 (See Note 4)	Material: Ductile Iron, Galvanized Type: Split Flange for grooved pipe Conn.: Victaulic, EPDM Gasket Class: 150	ASTM A-536 ANSI B16.5 Victaulic Style 741 c/w EPDM Gasket (Grade E)

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 1
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 013	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
BLINDS DN15 thru DN150	Material: Forged Steel Type: Flat Face Class: 150	ASTM A-105 ANSI B16.5
BOLTS All Sizes	Material: Carbon Steel Type: Heavy Hex Machine Bolts	ASTM A-307 Gr. B ANSI B18.2.1 Class 2A Threads UNC
NUTS All Sizes	Material: Carbon Steel Type: Heavy Hex	ASTM A-563 Gr. A ANSI B18.2.2 Class 2B Threads UNC
GASKETS	Material: SBR Rubber Type: Full Face Thickness: 3 mm Class: 150	Garlock 7125 or equal ANSI B16.21

VALVE	DESCRIPTION	VALVE CODE
BALL DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel/S.S. Trim Conn.: Female NPT Class: 1500 W.O.G.	V-4512
GATE DN25 thru DN50	Material: Bronze Conn.: Female NPT Class: 150	V-1213
DN80 thru DN150 Outside Stem & Yoke	Material: Cast Iron Conn.: Flanged Class: 175	V-1231
DN80 thru DN150 Non-Rising Stem	Material: Cast Iron Conn.: Flanged Class: 175	V-1233
CHECK DN80 thru DN150 Swing Type	Material: Cast Iron Conn.: Wafer Class: 125	V-3143

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 1
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 013	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Insulation: N/A

Cleaning: Flush and clean system thoroughly.

Painting: Painting shall be in accordance with AMEC Specification SP-30-4304.

Colour Code: Colours and identification shall be in accordance with Norma Tecnica Nacional 399.012.
Fire Water - S-1 RAL 3020 - Traffic Red

NOTES:

- 1 Swages may be used where small end does not exceed DN40 and large end does not exceed DN150.
- 2 Pipe ends shall be machine grooved as per Manufacturer's specifications and comply with ANSI/AWWA C606.
- 3 All valves to be Factory Mutual approved and Underwriter's Laboratory listed.
- 4 Flat face flanges are to be used when being bolted up to valves with cast iron flanges.
- 5 Elbows shall be long radius (1½ x D) Victaulic Figure 100 or 110.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 1
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 020	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

SPECIFICATION "020"

Service: Low Pressure Steam (SL), Low Pressure Condensate (SC)

Max. Fluid Press: 1050 kPa

Code: ANSI B31.3 Normal Fluid Service

Mat'l: Carbon Steel

Max. Fluid Temp.: 177° C (See Note 3)

Corr. Allow.: 1.6 mm

NDT: 1-1/2 x Design Hydrostatic Test

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
PIPE		
DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel, SMLS End Prep.: Plain End or Threaded Wall Thick.: Schedule 80	ASTM A-106 Gr. B ANSI B36.10
DN80 thru DN600	Material: Carbon Steel, ERW End Prep.: Bevelled Wall Thick.: Standard Weight	ASTM A-53 Gr. B Type E ANSI B36.10
FITTINGS		
DN15 thru DN50 (See Note 2)	Material: Forged Steel Conn.: Socket Weld or Female NPT Class: 3000	ASTM A-105 ANSI B16.11
DN80 thru DN600	Material: Forged Carbon Steel Conn.: Butt weld Class: Standard Weight	ASTM A-234 WPBW ANSI B16.9
UNIONS		
DN15 thru DN50 (See Note 2)	Material: Forged Steel Conn.: Socket Weld or Female NPT Class: 3000	ASTM A-105 ANSI B16.11
FLANGES		
DN15 thru DN600 (See Notes 4,5)	Material: Forged Steel Type: Raised Face or Flat Face Conn.: Slip-On or Weld Neck Class: 150	ASTM A-105 ANSI B16.5
BLINDS		
DN15 thru DN600	Material: Forged Steel Type: Flat Face Class: 150	ASTM A-105 ANSI B16.5
BOLTS		
All Sizes	Material: Alloy Steel Type: Heavy Hex Machine Bolts	ASTM A-193 Gr. B7 ANSI B18.2.1 Class 2A Threads UNC ≤25 mm Class 2A Threads 8UN > 25 mm

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 1
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 020	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
NUTS All Sizes	Material: Alloy Steel Type: Heavy Hex	ASTM A-194 Gr. 2H ANSI B18.2.2 Class 2B Threads UNC
Gaskets	Material: SBR Binder Type: Full Face or Ring Type Thickness: 2 mm Class: 150	Garlock 3400 or equal ANSI B16.21

VALVE	DESCRIPTION	VALVE CODE
BALL DN15 thru DN50	Material: Carbon Steel Conn.: Female NPT Class: 600	V-4511
GATE DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Female NPT Class: 800	V-1516
DN80 thru DN600	Material: Cast Iron Conn.: Flanged Class: 125	V-1131 (See Note 5)
CHECK DN15 thru DN50 Spring Type	Material: Stainless Steel Conn.: Female NPT Class: 300	V-3411
DN80 thru DN600 Duo Type	Material: Cast Iron Conn.: Wafer Style Class: 125	V-3145 (See Note 5)
GLOBE DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Female NPT Class: 800	V-2516
DN80 thru DN250	Material: Cast Iron Conn.: Flanged Class: 125	V-2132 (See Note 5)

Insulation: As per piping and instrument diagram and AMEC Specification SP-50-4002.

Cleaning: Flush and clean system thoroughly.

Painting: Not applicable.

Colour Code: Not applicable.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 1
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 020	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

NOTES:

- 1 Swages may be used where small end does not exceed DN40 and large end does not exceed DN150.
- 2 Use socket weld fittings where possible and keep threaded connections to a minimum.
- 3 Steam temperature must not exceed 177° C.
- 4 Weld neck flanges are to be used if being welded directly to a fitting such as an elbow, tee, etc. Slip-on flanges may be used if being welded to pipe.
- 5 Flat faced flanges shall be used against valves with cast Iron flanges.

CAJAMARQUILLA

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 021	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

SPECIFICATION "021"

Service: Medium Pressure Steam (SM)

Max. Fluid Press: **2100 kPa** Code: **ANSI B31.3 Normal** Mat'l: **Carbon Steel**
 Fluid Service
 Max. Fluid Temp.: **350°C (See Note 3)** Corr. Allow.: **1.6 mm** NDT: **1½ x Design Hydrostatic Test, 5% Radiography**

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
PIPE DN15 thru DN50 (See Note 5) DN80 thru DN500	Material: Carbon Steel, SMLS End Prep.: Plain End Wall Thick.: Schedule 80 Material: Carbon Steel, SMLS End Prep.: Bevelled Wall Thick.: Standard Weight	ASTM A-106 Gr. B ANSI B36.10 ASTM A-106 Gr. B ANSI B36.10
FITTINGS DN15 thru DN50 (See Note 2) DN80 thru DN500	Material: Forged Steel Conn.: Socket Weld Class: 3000 Material: Forged Carbon Steel Conn.: Butt weld Class: Standard Weight	ASTM A-105 ANSI B16.11 ASTM A-234 WPBW ANSI B16.9
UNIONS DN15 thru DN50 (See Note 2)	Material: Forged Steel Conn.: Socket Weld Class: 3000	ASTM A-105 ANSI B16.11
FLANGES DN15 thru DN50 DN80 thru DN500	Material: Forged Steel Type: Raised Face Conn.: Socket Weld Class: 300 Material: Forged Steel Type: Raised Face Conn.: Weld Neck Class: 300	ASTM A-105 ANSI B16.5 ASTM A-105 ANSI B16.5
BLINDS DN15 thru DN500	Material: Forged Steel Type: Raised Face Class: 300	ASTM A-105 ANSI B16.5

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 021	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

ITEM	DESCRIPTION	SPECIFICATION
BOLTS All Sizes	Material: Alloy Steel Type: Stud Bolts	ASTM A-193 Gr. B7 ANSI B18.2.1 Class 2A Threads UNC ≤25 mm Class 2A Threads 8UN > 25 mm
NUTS All Sizes	Material: Alloy Steel Type: Heavy Hex	ASTM A-194 Gr. 2H ANSI B18.2.2 Class 2B Threads UNC
GASKETS	Material: 316L / Graphite Filler Type: Spiral Wound / no inner ring, 316L centering ring Thickness: 3 mm Class: 300	Garlock FLEXSEAL RW or approved equal ANSI B16.20

VALVE	DESCRIPTION	VALVE CODE
BALL DN15 thru DN50 (See Note 4)	Material: Carbon Steel Conn.: Female NPT Class: 600	V-4511
GATE DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Socket Weld Class: 800	V-1556
DN80 thru DN300	Material: Cast Steel Conn.: Flanged Class: 300	V-1436
DN350 thru DN500	Material: Cast Steel Conn.: Flanged Class: 300	V-1437
CHECK DN15 thru DN50 Swing Type	Material: Forged Steel Conn.: Socket Weld Class: 800	V-3551
DN80 thru DN500 Swing type	Material: Cast Steel Conn.: Flanged Class: 300	V-3436
GLOBE DN15 thru DN50	Material: Forged Steel Conn.: Socket Weld Class: 800	V-2556
DN80 thru DN250	Material: Cast Steel Conn.: Flanged Class: 300	V-2436

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 2
	Nº 155339	PIPING MATERIAL SPECIFICATION - 021	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Insulation: As per piping and instrument diagram and AMEC Specification SP-50-4002.

Cleaning: Flush and clean system thoroughly.

Painting: Not applicable.

Colour Code: Not applicable.

NOTES:

- 1 Swages may be used where small end does not exceed DN40 and large end does not exceed DN150.
- 2 Use socket weld fittings where possible and keep threaded connections to a minimum.
- 3 Steam temperature must not exceed 350° C.
- 4 Ball valve to be used at instrument connections.

DOCUMENT REVIEW AND APPROVAL

The document revision number is indicated below. Please replace all revised pages of this document and destroy the superseded copies.

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. 0
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

ISSUED FOR	REV No.	ORIGIN	DATE		ISSUED PAGES/SECTIONS	INITIAL
			OUT	IN		
Review	A	HRM	14-Nov-07			HRM
Construction	0	HRM	10-Jul-08			<i>[Signature]</i>

<p>CLIENT APPROVAL</p> <p>Project Manager: _____</p> <p>Date: _____</p>	<p>AMEC APPROVAL</p> <p>Engineering Manager: _____</p> <p>Date: _____</p> <p>Engineering Co-ord.: <i>[Signature]</i></p> <p>Date: <i>10 July 2008</i></p> <p>Discipline Approval: <i>[Signature]</i></p> <p>Date: <i>July 10, 2008</i></p>
--	---

PROYECTO
320K



CAJAMARQUILLA

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

TABLE OF CONTENTS

	<u>PAGE</u>
1.0 SUMMARY	2
2.0 REFERENCES	3
3.0 SYSTEM DESCRIPTION	5
4.0 QUALITY ASSURANCE	6
5.0 MATERIALS	7
6.0 PREPARATION	7
7.0 FABRICATION	8
8.0 SURFACE PREPARATION AND FINISH	11
9.0 NON-DESTRUCTIVE TESTING	11

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

1.0 SUMMARY

1.1 Scope of Work

- 1.1.1 This document outlines the requirements for the design, supply, fabrication, testing and inspection for the piping to be supplied by the VENDOR.
- 1.1.2 It is not the intent of this specification to indicate detailed engineering requirements but rather to outline the basis by which the design will proceed.
- 1.1.3 Standard industry practices and procedures shall be followed even though not stated specifically herein.

1.2 Work Supplied by VENDOR

- 1.2.1 The work supplied by the VENDOR shall include the following and any other components required for a fully operating system, as indicated on the Drawings and/or Data Sheets:
 - (a) Supply, fabrication and delivery of piping to site.
 - (b) Submittals according to the Bidder's Drawing & Data Commitment Sheet.
 - (c) Flanges and couplings.
 - (d) All fittings (elbows, reducers, tees, etc.).
- 1.2.2 All non-destructive testing (x-ray, ultrasonic, magnetic particle, etc.) and documentation.

1.3 Work Supplied by PURCHASER

- 1.3.1 The work supplied by the PURCHASER shall include the following:
 - (a) Installation of the piping and off loading at site.
 - (b) Nuts, gaskets and bolts.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- (c) Supports.
- (d) Instrumentation.
- (e) Valves.

2.0 REFERENCES

2.1 General

2.1.1 Referenced publications within this Specification shall be the latest revision, unless otherwise specified and applicable parts of the referenced publications shall become a part of this Specification as if fully included.

2.2 Units of Measure

Quantity	Name	Symbol	Alternate Name	Alternate Symbol
Length	Millimeter	mm	Meter	m
Mass	Kilogram	kg	Tonne	t
Volume (Gas)	Cubic Meter	m ³		
Volume (Liquid)	Liter	L	Cubic Meter	m ³
Pressure	Kilopascals	kPa	Millimeters Water Gauge	mm H ₂ O
Temperature	Degree Celsius	°C	Kelvin	K
Force	Newton	N		
Density	Tonnes Per Cubic Meter	t/m ³		
Velocity	Meters/Second	m/sec		
Quantity of Heat	Kilo Joule	kJ		
Energy, Work	Kilowatt	kW	Horsepower	HP
Flow (Gas)	Normal Cubic Meters/Hour	Nm ³ /hr	Cubic Meters/Hour	m ³ /hr
Flow (Liquid)	Cubic Meters/Hour	m ³ /hr		
Elevation	Meter	m		
Date	YY-MM-DD			

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

2.3 Codes and Standards

2.3.1 Design, manufacture and testing shall conform to requirements set out in this Specification, attached drawings and other specifications.

2.3.2 Design, manufacture and testing of the equipment shall be in accordance with the latest editions of standards published by the following, as applicable:

- ANSI - American National Standards Institute
- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society
- ISO - International Organization for Standardization
- OSHA - Occupational Safety and Health Administration
- PFI - Pipe Fabrication Institute
- SSPC - Steel Structures Painting Council

2.3.3 Whenever standard codes are referred to, they shall be the edition current on the date set for Submission of Offer.

2.3.4 If a VENDOR takes exception to any requirement of this specification or to any applicable clause of, he shall state it in his Tender.

2.4 Related AMEC Specifications

2.4.1 Related AMEC specifications include:

- (a) SP-00-4301, "General Site Conditions"
- (b) BI-00-4300, "General Requirement for Procured Equipment"
- (c) BI-00-4301, "Quality Assurance Specification"
- (d) SP-50-4006, "Piping Material Classification"

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

2.5 Conflicts

2.5.1 In case of conflict between the provisions of the documents listed below, their order of precedence shall be as follows:

- (a) Purchase Order
- (b) "Issued for Construction" Equipment Drawing or Data Sheet
- (c) Piping Material Classifications
- (d) Addenda to Equipment Specification
- (e) Equipment Specification
- (f) Related documents listed in Section 2.2
- (g) Vendor Quotation.

2.5.2 In the event of the **VENDOR** discovers discrepancies between the above noted documents, the **VENDOR** shall advise **PURCHASER** in writing.

3.0 SYSTEM DESCRIPTION

3.1 Design Requirements

3.1.1 The system shall be designed to the standard indicated in the Drawings and/or Data Sheets. It shall be the responsibility of the **VENDOR** to ensure that all aspects of design, fabrication, inspection, and testing conform to the requirements of the specified codes and meet the legal requirements of local, regional, and national jurisdictional bodies.

3.2 Seismic Design Criteria

3.2.1 Piping shall be designed to resist a lateral seismic force equal to 1.63 (for allowable stress design basis) or 2.3 (for ultimate strength design basis) times the weight of the piping plus contents.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

4.0 QUALITY ASSURANCE

4.1 General

4.1.1 The manufacture of this equipment shall be in accordance with the requirements of 00-SP-2101, Quality Assurance Specification, Level 1 (ISO 9001).

4.2 Inspection and Testing

4.2.1 The VENDOR shall conduct all inspections and tests in accordance with the VENDOR's schedule to verify conformance to the requirements in this Specification and on the Data Sheets prior to shipment. Non-conforming product is not acceptable.

4.2.2 The PURCHASER shall have access at all reasonable times to all areas concerned with the fabrication, welding, installation and testing of the piping under this specification.

4.2.3 The PURCHASER reserves the right to witness any tests and to hold shipment until such tests have been done to his satisfaction.

4.2.4 Tests by independent parties over and above those listed in this Specification may be requested by the PURCHASER at any time. Costs for additional tests shall be paid by the PURCHASER directly.

4.2.5 The PURCHASER or inspector representing the PURCHASER may reject any materials, methods, procedures or work which fails to meet the requirements of applicable codes, specifications, procedures, drawings or VENDOR's installation instructions.

4.2.6 The VENDOR shall maintain a record of all inspections and tests and submit a copy to the PURCHASER.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantlm Metals - Cajamarquilla S.A.		

5.0 MATERIALS

5.1 General

- 5.1.1 Materials in each piping system shall conform to the Piping Material Classifications and to the requirements of applicable Codes and Standards listed in Sections 2.3 and 2.4 of this Specification.
- 5.1.2 All materials shall be new, of the best quality meeting specification and free from any defects that would render them unsuitable for the intended purpose.
- 5.1.3 Any materials which do not comply with the Piping Material Classifications but are required by the Purchaser shall be noted on the Drawings. These notes shall supersede the Classifications.
- 5.1.4 All pipe threads shall be made in accordance with ANSI B2.1.
- 5.1.5 The VENDOR shall provide test certificates to the PURCHASER of all products and materials that must meet the requirements of a specific code or standard as stated in these Specifications.
- 5.1.6 The VENDOR shall obtain written approval from the PURCHASER before substituting an "equal in quality" proprietary component.

6.0 PREPARATION

6.1 Weld Preparation

- 6.1.1 All welding surfaces shall be prepared by machining and grinding.
- 6.1.2 Flame cutting may be used if the cut is smooth and true and all heavy oxide is thoroughly cleaned from flame cut surfaces, in accordance with the applicable Regulations and Codes.

6.2 Surface Condition

- 6.2.1 All welding surfaces shall be cleaned and free of paint, oil, rust and mill scale.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

6.3 Alignment

- 6.3.1 The ends of pipe-to-pipe, pipe-to-flange and pipe-to-valve joints shall be aligned as accurately as is practicable within the existing commercial tolerance on pipe diameters, pipe wall thickness and out-of-roundness.
- 6.3.2 All flange faces shall be perpendicular to the axis of the pipe within a half degree and shall be flat to ± 0.794 mm ($\pm 1/32$ inch).
- 6.3.3 Alignment shall provide the most favourable conditions for the disposition of the root bead. This alignment must be preserved throughout welding.
- 6.3.4 In cases where ends of unequal internal diameters are abutted and the internal misalignment exceeds 2 mm, the pipe with the smaller internal diameter shall be counterbored 30° to suit the internal diameter of the adjoining pipe.
- 6.3.5 In no case shall trimming of the inside diameter result in a wall thickness less than the minimum required for the service condition.

7.0 FABRICATION

7.1 Welding Procedure

- 7.1.1 All pressure pipe constructed and fabricated by welding shall be in accordance with ASME B31.3 Code for Pressure Piping and applicable local Regulations. All other welding shall be in accordance with AWS D14.1.
- 7.1.2 Welding procedures and welder qualification shall be generally to ASME Section IX. Every welder shall hold a valid certificate indicating qualifications to do welding in accordance with an approved procedure.
- 7.1.3 If the materials of construction are not covered in the above specifications the fabricator shall qualify his procedures and welders for the materials and otherwise follow the above applicable specifications.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

- 7.1.4 The VENDOR shall submit his welding procedures to the PURCHASER for approval and shall make the necessary arrangements to have his welders qualified, where necessary.
- 7.1.5 Welded piping shall be properly aligned and adequately supported during welding in order to avoid possible cracking of tack welds or initial beads.
- 7.1.6 All butt joints shall be of the single vee type, unless otherwise specified.
- 7.1.7 Welding shall be done only with electrodes certified by the relevant codes.
- 7.1.8 Each welder or welder's valid certificate shall be on file at the job site and available to the PURCHASER upon request.
- 7.1.9 Upon completion of each welded joint, the welder operator shall mark his identification number on the pipe material adjacent to the weld.
- 7.1.10 Cracking in the weld bead or parent metal is not permitted.
- 7.1.11 Unfused overlap of the weld bead onto the parent metal is not permitted.
- 7.1.12 Crater pits, usually caused by too rapid withdrawal of the electrode at the end of an arc weld, shall not be permitted.
- 7.1.13 Undercut, if present, shall not create a sharp notch and shall not reduce the thickness of the parent metal below the thickness tolerance specified in the parent metal specification.
- 7.1.14 All rough welds and longitudinal welds at stiffener and flange locations shall be ground to smooth surfaces.
- 7.1.15 Weld contours shall blend smoothly into the parent metal. Fillet welds shall be flat or only slightly concave or convex.
- 7.1.16 Reinforcement of butt welds shall not be more than 15% of the parent metal thickness or 3 mm, whichever is less.
- 7.1.17 All bums, projections of weld metal, weld scale and spatter shall be completely removed.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

7.1.18 Weld sizes shall be as specified on the Drawings or, if not defined, shall meet the requirements of AWS D14.1 or ASME B31.3, as applicable. Weld size must develop the full strength of the plate.

7.1.19 Weld penetration shall be as specified on the Drawings or, if not defined, shall be complete penetration unless otherwise ruled by the PURCHASER.

7.2 Pipe

7.2.1 All piping shown on the Drawings shall be fabricated to tolerances as specified by the Pipe Fabrication Institute Standard ES-3, wherever dimensions are specifically shown, except as otherwise approved by the PURCHASER.

7.3 Threaded Joints

7.3.1 Screwed joints shall be made with American Standard Taper Pipe Threads (ANSI B2.1). Every joint shall be made up with a suitable jointing compound or tape applied only to the male thread. Avoid tool marks or unnecessary pipe threads.

7.3.2 All threaded connections shall be gauge-checked or chased after welding.

7.4 Flanges

7.4.1 Where weld neck flanges are used, the bore of the flange shall match that of the pipe.

7.4.2 Slip-on type flanges shall be welded front and back.

7.4.3 Unless otherwise specified on the drawings, all flange bolt holes shall straddle the centreline of the piping.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

8.0 SURFACE PREPARATION AND FINISH

8.1 General

- 8.1.1 All flanges and pipe ends shall be covered for shipment and on-site storage to prevent ingress of dirt and other contaminants.
- 8.1.2 All pipe threads shall be protected against damage during shipment and storage.
- 8.1.3 Surface preparation and cleaning shall be to the SSPC level indicated on the Data Sheets.
- 8.1.4 Stainless steel fabrication shall be cleaned to the SSPC specification called for on the Data Sheet but shall not be painted.
- 8.1.5 Grinding and polishing of stainless steel shall be done with tools which are only used on stainless steel.
- 8.1.6 The painting systems and colours for the equipment shall be of the VENDOR's standards with due regard for the duty and service as expressed in this Specification.
- 8.1.7 The VENDOR shall provide his standard paint specification for review and approval at the time of his Tender.

9.0 NON-DESTRUCTIVE TESTING

- 9.1.1 All welds shall be inspected visually for conformance to Section 7.1. Non-destructive inspection shall be carried out as required by the PURCHASER's drawings or applicable specifications.
- 9.1.2 Defective welds shall be repaired by removing the defective area to sound metal by grinding, chipping or gouging, then re-welding. All requirements governing the original weld shall apply equally to the repair.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4001	REV. A
	N° 155339	PIPE PREFABRICATION	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

9.1.3 All required pressure and non-destructive testing of all pressure piping after fabrication shall fulfill the minimum requirements of the relevant ASME codes and as noted herein.

9.1.4 Test Records shall include for each test:

- (a) Identification of piping system
- (b) Testing medium
- (c) Date of test approval
- (d) Signature of test supervisor.

DOCUMENT REVIEW AND APPROVAL

The document revision number is indicated below. Please replace all revised pages of this document and destroy the superseded copies.

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

ISSUED FOR	REV No.	ORIGIN	DATE		ISSUED PAGES/SECTIONS	INITIAL
			OUT	IN		
Approval	A	HRM	14-Nov-07			HRM
Construction	0	HRM	10-Jul-08			<i>[Signature]</i>

CLIENT APPROVAL

Project Manager: _____

Date: _____

AMEC APPROVAL

Engineering Manager: _____

Date: _____

Engineering Co-ord.: *[Signature]*

Date: *10 July 2008*

Discipline Approval: *[Signature]*

Date: *July 10, 2008*

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

TABLE OF CONTENTS

	<u>PAGE</u>
1.0 SUMMARY	2
2.0 QUALITY ASSURANCE	3
3.0 REFERENCES	3
4.0 PRODUCTS	6
5.0 PREPARATION	7
6.0 INSTALLATION	8
7.0 FIELD QUALITY CONTROL	12
8.0 ADJUSTMENT AND CLEANING	13

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

1.0 SUMMARY

1.1 Scope of Specification

1.1.1 This Specification covers the supply of all materials and the performance of all operations for the fabrication and installation of the Pipe Hanger and Support Systems (herein termed Pipe Restraints), complete and in accordance with this Specification and/or as described on the Drawings.

Note: Only above-ground (non-buried) Pipe Restraint Systems are covered herein.

1.1.2 The intent of this Specification is to provide the **VENDOR** with an outline of the intent of the work involved. The contractor shall be responsible for all assembly required to make the Pipe Restraints operative.

1.1.3 All pertinent manufacturer's installation and operating instructions form a part of this Specification.

1.1.4 Where it is stated in this Specification "or approved equivalent", the **VENDOR** shall obtain written permission from the **PURCHASER** before making a substitution.

1.1.5 The **VENDOR** shall procure all Pipe Restraint materials from a supplier who shall be approved by the **PURCHASER**.

1.1.6 The **VENDOR** shall supply materials required to complete the work in accordance with this Specification.

1.1.7 The **VENDOR** shall be responsible for design, supply, location, and installation of all Pipe Restraints required in accordance with the applicable Codes (Section 3.3).

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

2.0 QUALITY ASSURANCE

2.1 General

2.1.1 Inspectors representing the PURCHASER shall have access to all areas concerned with the fabrication and welding of Pipe Restraints covered by this Specification. Inspectors may reject any materials, methods, procedures, or work which fails to meet the requirements of applicable codes, specifications, procedures, drawings, purchaser orders, or Manufacturer's installation instructions. Rejected work shall be corrected at the VENDOR's expense and without delay to project schedules.

2.1.2 Contractors performing installation, repairs or alterations to pressure piping systems shall be licensed in accordance with any relevant regulations.

2.2 Protection

2.2.1 The VENDOR shall be responsible for replacement and/or repairs for any damage caused by loose metal or foreign material in the pipe hangers/supports system or related equipment.

3.0 REFERENCES

3.1 General

3.1.1 Reference publications within this Specification shall be the latest revision, unless otherwise specified and applicable parts of the referenced publications shall become a part of this Specification as if fully included.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

3.2 Units of Measure

Quantity	Name	Symbol	Alternate Name	Alternate Symbol
Length	Millimeter	mm	Meter	m
Mass	Kilogram	kg	Tonne	t
Volume (Gas)	Cubic Meter	m ³		
Volume (Liquid)	Liter	L	Cubic Meter	m ³
Pressure	Kilopascals	kPa	Millimeters Water Gauge	mm H ₂ O
Temperature	Degree Celsius	°C	Kelvin	K
Force	Newton	N		
Density	Tonnes Per Cubic Meter	t/m ³		
Velocity	Meters/Second	m/sec		
Quantity of Heat	Kilo Joule	kJ		
Energy, Work	Kilowatt	kW	Horsepower	HP
Flow (Gas)	Normal Cubic Meters/Hour	Nm ³ /hr	Cubic Meters/Hour	m ³ /hr
Flow (Liquid)	Cubic Meters/Hour	m ³ /hr		
Elevation	Meter	m		
Date	YY-MM-DD			

3.3 Codes and Standards

3.3.1 Installation and mounting of Pipe Restraints shall at a minimum conform to the latest edition of the following Codes and Standards.

- ANSI - American National Standards Institute
- ASME - American Society of Mechanical Engineers
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society
- ISO - International Organization for Standardization
- MSS - Manufacturer's Standards Association
- NFPA - National Fire Protection Agency

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

OSHA - Occupational Safety and Health Administration

UL - Underwriter's Laboratories Incorporated

3.3.2 The applicable codes for use in the design of Piping Supports and Hangers are:

ANSI - B1.1 – Fastener Screw Threads

ANSI/ASME - B31.1 – Pressure Piping Code Series

AWS - D1.1 – Welding Practice

MSS - Specifications SP-58 and SP-69

NFPA - NFPA 13 – Hangers for Sprinkler Systems (Vol. 2)

UL - Standard UL-203 – Pipe Hanger Equipment

3.4 Related AMEC Specifications

3.4.1 Related AMEC specifications include:

(a) BI-00-4300, "General Requirements for Procured Equipment"

(b) BI-00-4301, "Quality Assurance Specifications"

(c) SP-00-4301, "General Site Conditions"

(d) SP-50-4005, "Piping Installation"

(e) SP-30-4301, "Structural Steel"

3.5 Conflicts

3.5.1 In case of conflict between the provisions of the documents listed below, their order or precedence shall be as follows:

(a) Purchase Order

(b) "Issued for Construction" Equipment Drawing or Data Sheet

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- (c) Piping Material Classifications
- (d) Addenda to Equipment Specification
- (e) Equipment Specification
- (f) Related documents listed in Section 3.4
- (g) **VENDOR** Quotation.

3.5.2 In the event of the **VENDOR** discovering discrepancies between the above noted documents, the **VENDOR** shall advise the **PURCHASER** in writing.

4.0 PRODUCTS

4.1 Acceptable Manufacturers

4.1.1 Acceptable Manufacturers for pipe restraint components include I.T.T. Grinnell or other manufacturers approved by the **PURCHASER**.

4.1.2 Integral attachments shall be purchased from the same manufacturer as that of the Pipe Restraint, where practical.

4.2 Materials

4.2.1 All permanent Pipe Restraints shall be of material suitable for the service conditions.

4.2.2 In selecting the Pipe Restraint materials, the Codes and Standards of Section 3.3 shall apply.

4.2.3 Attachments welded to the piping shall be of a material compatible with the piping and service.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

4.2.4 Unless otherwise noted, at time of tendering, the **VENDOR** may propose substitution of materials by other manufacturers which are considered comparable with or better than the specified products. It is recognized that substitutions may be offered for reasons other than lower initial cost. If no mention of substitutions is made in the **VENDOR's** proposal, the **VENDOR** shall furnish products as specified.

4.2.5 The **PURCHASER** shall be the sole judge of acceptability of proposed substitutions. The **VENDOR** shall be responsible for providing sufficient information for proper evaluation, including complete identification and description, space requirements, price and delivery time. If substitutions require engineering changes, the **PURCHASER's** prior approval shall be obtained, and all costs of such changes shall be borne by the **VENDOR**.

4.3 Fabrication

4.3.1 Restraint components shall be manufactured in accordance with MSS Standard Practice SP-58.

5.0 PREPARATION

5.1 Welding Preparation

5.1.1 All welding surfaces shall preferably be prepared by machining or grinding.

5.1.2 Flame cutting may be used if the cut is smooth and true and all heavy oxide are thoroughly cleaned from flame cut surfaces.

5.2 Surface Conditions

5.2.1 All welding surfaces shall be cleaned and free of paint, oil, rust and mill scale.

5.3 Sliding Supports

5.3.1 The contact surfaces between the pipe and Pipe Restraints sliding surfaces shall be clean and free from any foreign debris.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

5.4 Threaded Connections

5.4.1 All threaded pipe restraint connections shall be clean and coated with a suitable anti-seize agent prior to assembly.

6.0 INSTALLATION

6.1 Expansion and Contraction (General)

6.1.1 The VENDOR shall provide any Piping Restraints to suit actual field conditions and/or manufacturer's requirements.

6.1.2 Allowance shall be made in the Piping Restraint selection and location to permit expansion or contraction to take place without placing undue stress on the piping or connected equipment.

6.1.3 The VENDOR shall install expansion joints at those locations indicated on the Drawings. If the VENDOR wishes to install additional expansion joints or expansion joints at alternate locations, prior written approval shall be obtained from the PURCHASER.

6.1.4 Manufacturer's instructions shall be followed throughout.

6.2 Metal Pipe and Hanger Support Spacing

6.2.1 Table 1 shall be used for support/hanger spacing on metal pipe systems, unless otherwise noted herein.

6.2.2 Table 1 is based on uninsulated steel pipe containing liquids having specific gravity of 1.0 (as water) and a maximum temperature of 100° C. For other pipe materials or fluid services at temperatures above 100° C, the PURCHASER shall be consulted. For specific gravity greater than 1.0 and pipe size DN 25 and over, the maximum span shall be multiplied by the appropriate multiplier from the table below. If the specific gravity is different from the list in the table, interpolation is acceptable.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

Specific Gravity	Multiplier
1.5	0.8
2.0	0.7
2.5	0.6
3.0	0.5

Table 1
Maximum Span for Metal Pipe Hanger and Support Spacing

Steel Pipe Standard Weight		
Nominal Diameter	Water Service	Steam & Gas Service
DN	m	m
25	2.1	2.7
40	2.7	3.7
50	3.0	4.0
65	3.4	4.3
80	3.7	4.6
90	4.0	5.0
100	4.3	5.2
125	4.3	5.2
150	5.2	6.4
200	5.8	7.3
250	6.1	7.9
300	7.0	9.1

6.3 Thermoplastic Pipe Hanger Support Spacing

6.3.1 Rigid thermoplastic piping shall be supported by the same type of restraints used with steel piping.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

6.3.2 Restraint spacing and methods shall be based on the Manufacturer's recommendations for the service conditions.

6.3.3 Flexible thermoplastic tubing at any temperature shall be supported continuously by metal angles or channels and special hangers.

6.4 Pipe Restraint Selection and Location (General)

6.4.1 Pipe Restraints will be selected and located on the Drawings. Where such details are not shown, the VENDOR shall install them in accordance with Section 3.3.

6.4.2 In general, Pipe Restraints shall be placed at or near changes of pipe direction. Where changes of direction occur between hangers, the total length of pipe between supports shall be no more than 75% of the normal distance.

6.4.3 Where Victaulic type connections are used, Restraints shall be provided in accordance with the Manufacturer's instructions or as directed by the PURCHASER.

6.4.4 Valves, strainers, magnetic flow meters, density gauges, and other in-line equipment shall have additional Restraints over and above those specified for straight runs of pipe. Vertical lines shall be supported at the base and intermediately as required to provide adequate support. Anchors and sway braces shall be provided where necessary to eliminate excessive vibration or movement of the piping.

6.4.5 Spring hangers shall be installed where necessary to take up excessive thermal expansion or to isolate vibration from the building structure.

6.4.6 Pipes shall be supported with pipe roll hangers where axial pipe movement produces sway of hanger rod in excess of 4°.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

6.4.7 No beam attachments shall be welded to any structural steel members less than 6 mm thick. Where necessary, beam attachments shall be of the type that permits the rod to swing in the direction of pipe expansion. Where pipe expansion takes place in two directions, the beam attachment shall permit the rod to swing in both directions.

6.4.8 Anchor and Guides shall be used to protect terminal equipment or other portions of the piping system and to control movement or to direct expansion into those portions of the system which are designed to absorb them.

6.4.9 Fire protection water piping shall be supported in accordance with the National Fire Codes and NFPA 13 and 14 respectively.

6.5 Supplementary Steel Supports

6.5.1 In case of framing structural members between existing steel members, the supplementary steel shall be designed in accordance with AMEC Specification SP-30-4301, Structural Steel.

6.6 Screw Threads

6.6.1 Screw threads shall conform to ANSI B1.1 unless other threads are required for adjustment under heavy loads.

6.6.2 Tumbuckles, adjusting nuts, and the like shall have the full length of internal threads engaged.

6.6.3 Any threaded adjustments shall be provided with a lock-nut, unless locked by other means.

6.6.4 Threads shall receive a coating of anti-seize lubricant prior to assembly.

6.7 Welded Attachments

6.7.1 Welding of miscellaneous supports, etc., not covered by an ANSI B31.3 code, shall comply with applicable Regulations and AWS D1.1.

6.7.2 Each welder or welder operator's valid certificate shall be on file at the job site and made available to the PURCHASER upon request.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	VotorantIm Metals - Cajamarquilla S.A.		

6.7.3 Note: Welded Restraint attachments will not be permitted for the following systems:

- (a) Plastic piping systems
- (b) Plastic, rubber, or metal lined metal piping systems

6.8 Special Restraints

6.8.1 Special restraints such as sway braces, shock suppressors, counter-weight type supports, hydraulic type supports, etc. shall only be used when specified on the Drawings. Additional special restraints shall only be installed after prior written permission has been obtained from the PURCHASER.

6.9 Galvanic Corrosion

6.9.1 In a corrosive environment where a non-welded contact point between pipe and restraint represent a dissimilar metal couple, the two different metals shall be isolated electrically from each other to prevent galvanic corrosion. The method of isolation shall be the responsibility of the VENDOR with review and approval by the PURCHASER.

7.0 FIELD QUALITY CONTROL

7.1 General

7.1.1 All the Pipe Restraint integral and non-integral attachments shall be checked thoroughly by the VENDOR after welding or installation to ensure proper functionality according to the Drawings and Section 3.3.

7.2 Pipe Pressure Testing – Precautions

7.2.1 The VENDOR shall ensure that adequate temporary pipe restraining precautions are taken during pressure testing. These shall include:

- (a) Providing temporary supports to piping system when the test fluid is heavier than the normal line content.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4003	REV. 0
	N° 155339	PIPING HANGERS AND SUPPORTS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- (b) Installation of stops on spring hanger assemblies to prevent over extensions.

8.0 ADJUSTMENT AND CLEANING

- 8.1.1 The VENDOR shall ensure that all restraints are properly adjusted and cleaned. Particular attention shall be paid to sliding type supports and field set spring hangers/supports setting.
- 8.1.2 The VENDOR shall ensure that all temporary stops and supports installed during testing are removed.

DOCUMENT REVIEW AND APPROVAL

The document revision number is indicated below. Please replace all revised pages of this document and destroy the superseded copies.

PROJECT:	160K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 152505	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

ISSUED FOR	REV No.	ORIGIN	DATE		ISSUED PAGES/SECTIONS	INITIAL
			OUT	IN		
Approval	A	HRM	14-Nov-07			HRM
Construction	0	HRM	10-Jul-08			<i>[Signature]</i>

CLIENT APPROVAL

Project Manager: _____

Date: _____

AMEC APPROVAL

Engineering Manager: _____

Date: _____

Engineering Co-ord.: *[Signature]*

Date: *10 July 2008*

Discipline Approval: *[Signature]*

Date: *July 10, 2008*

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

TABLE OF CONTENTS

	<u>PAGE</u>
1.0 SUMMARY	2
2.0 REFERENCES.....	3
3.0 MATERIAL	5
4.0 PREPARATION	6
5.0 INSTALLATION.....	7
6.0 FIELD QUALITY CONTROL AND TESTING	12
7.0 ADJUSTMENT AND CLEANING	15

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

1.0 SUMMARY

1.1 Scope of Specification

1.1.1 The scope of the following document is to provide a basis for the supply and installation of the piping described in the Scope of Work.

1.1.2 Standard industry practices and procedures shall be followed even though not specifically stated herein.

1.2 Scope of Work

1.2.1 The Scope of Work shall be as described in the contract documents, including, but not limited to the following:

- (a) Drawings
- (b) Line List
- (c) Tie-in List
- (d) Valve List
- (e) Specialty Equipment List
- (f) Instrumentation List

1.3 Protection

1.3.1 The VENDOR shall be responsible at his expense for the replacement and/or repairs during the entire construction, installation, testing and commissioning time for any damage caused by loose piping components, metal or foreign material in the piping system or related equipment.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

2.0 REFERENCES

2.1 Units of Measure

Quantity	Name	Symbol	Alternate Name	Alternate Symbol
Length	Millimeter	mm	Meter	m
Mass	Kilogram	kg	Tonne	t
Volume (Gas)	Cubic Meter	m ³		
Volume (Liquid)	Liter	L	Cubic Meter	m ³
Pressure	Kilopascals	kPa	Millimeters Water Gauge	mm H ₂ O
Temperature	Degree Celsius	°C	Kelvin	K
Force	Newton	N		
Density	Tonnes Per Cubic Meter	t/m ³		
Velocity	Meters/Second	m/sec		
Quantity of Heat	Kilo Joule	kJ		
Energy, Work	Kilowatt	kW	Horsepower	HP
Flow (Gas)	Normal Cubic Meters/Hour	Nm ³ /hr	Cubic Meters/Hour	m ³ /hr
Flow (Liquid)	Cubic Meters/Hour	m ³ /hr		
Elevation	Meter	m		
Date	YY-MM-DD			

2.2 Codes and Standards

2.2.1 All piping systems shall conform to the latest edition of the following Codes and Standards, where applicable. In cases where conflicts exist between this Specification and such Codes and Standards, the more stringent shall apply:

- (a) ASME B31.1; Power Piping
- (b) ASME B31.3; Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping
- (c) ASME Section V
- (d) ASME Section VIII

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- (e) API; American Petroleum Institute
- (f) AWS; American Welding Society
- (g) CGA G-4.1; Cleaning Equipment for Oxygen Service
- (h) FM; Factory Mutual
- (i) MSS; Manufacturers Standardization Society
- (j) NFPA; National Fire Protection Agency
- (k) OSHA; Occupational Safety and Health Association
- (l) PFI ES-3; Pipe Fabrication Institute, Fabrication Tolerances
- (m) PFI ES-24; Pipe Fabrication Institute, Pipe Bending Tolerances - Minimum Bending Radii, Minimum Tangents
- (n) Local Codes and Regulations

2.3 Related AMEC Specifications

2.3.1 Related AMEC specifications include:

- (a) BI-00-4300, "General Requirements for Procured Equipment"
- (b) BI-00-4301, "Quality Assurance Specifications"
- (c) SP-00-4301, "General Site Conditions"
- (d) SP-50-4001, "Piping Prefabrication"
- (e) SP-50-4002, "Thermal Insulation"
- (f) SP-50-4003, "Piping Hangers and Supports"
- (g) SP-50-4006, "Piping Material Classifications"
- (h) SP-50-4007, "Valves"

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

- (i) SP-50-4008, "Hydraulics"
- (j) SP-50-4010, "Piping Underground"
- (k) PG-VM-Zinco-CJM-HSMQ-002, "Codigo de Colores y Letreros de Instruccion"

3.0 MATERIAL

3.1 General

- 3.1.1 Materials in each piping system shall conform to the Piping Material Classifications that form Specification SP-50-4006, and to the requirements of applicable Codes and Standards listed in Section 2.2.
- 3.1.2 Acceptable manufacturers of valves are listed in the Valve Specification (SP-50-4007).
- 3.1.3 Acceptable manufacturers of other piping equipment (i.e. expansion joints, steam spargers, etc.) are listed in the Specialty Equipment List or Piping Drawings.
- 3.1.4 All materials shall be new, of the best quality and free from any defects that would render them unsuitable for the intended purpose.
- 3.1.5 Any material substitutions that do not comply with the Piping Material Classifications shall be approved by the PURCHASER prior to procurement and installation.
- 3.1.6 The PURCHASER's representative will be sole judge of acceptability of proposed substitutions. The tendering VENDOR shall be responsible for providing sufficient information for proper evaluation, including complete identification and description, space requirements, price and delivery time.

3.2 Galvanized Piping

- 3.2.1 Galvanized piping shall not be bent or welded. Piping required to be bent or welded shall be hot dip galvanized after fabrication.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

3.3 Flanges

3.3.1 All flanges shall be forged steel weld-neck or slip-on flanges to ANSI B16.5, unless noted otherwise in the Specifications or on the Drawings.

3.3.2 Unless otherwise specified on the Drawings, all flange bolt holes shall straddle centerline of equipment and piping.

3.4 Elbows

3.4.1 All butt welding elbows shall be long radius (1.5 times Radius) unless otherwise specified on the Drawings or herein.

3.5 Bends

3.5.1 Bends of pipe DN40 and lower may be pulled hot or cold (manual or machine). Bend parameters (preheat temperature, radii, ovality, wall buckling, thinning tolerances, etc.) shall comply with the relevant section of the ANSI Code for Pressure Piping (ANSI B31) and PFI Standard ES-24. Heat treatment following bending, shall be as required by ASME B31.1/B31.3. A straight tangent shall be left at each end of the bend, to permit end preparation.

4.0 PREPARATION

4.1 Weld Preparation

4.1.1 All welding surfaces shall preferably be prepared by machining and grinding. Flame cutting may be used if the cut is smooth and true and all heavy oxide is thoroughly cleaned from flame cut surfaces, in accordance with the applicable Regulations and Codes.

4.2 Surface Condition

4.2.1 All welding surfaces shall be cleaned and free of paint, oil, rust and mill scale.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

4.3 Alignment

4.3.1 The ends of pipe-to-pipe, pipe-to-flange and pipe-to-valve joints shall be aligned as per the requirements of ASME B31.1/B31.3. This alignment must be preserved throughout welding.

5.0 INSTALLATION

5.1 Welding Procedure

5.1.1 All pressure pipe constructed, fabricated or installed by welding shall be to ASME B31.1/B31.3 and applicable local Regulations. Welding procedures and welder qualification shall be generally to ASME Section IX. Every welder shall hold a valid certificate indicating he is qualified to do welding in accordance with the approved procedure.

5.1.2 The VENDOR shall submit his welding procedures to the PURCHASER for approval and shall make the necessary arrangements to have his welders qualified, where necessary.

5.1.3 Cracking in the weld bead or parent metal is not permitted.

5.1.4 Unfused overlap of the weld bead onto the parent metal is not permitted.

5.1.5 Crater pits, usually caused by too rapid withdrawal of the electrode at the end of an arc weld, shall not be permitted.

5.1.6 Undercut, if present, shall not create a sharp notch and shall not reduce the thickness of the parent metal below the thickness tolerance specified in the parent metal specification.

5.1.7 All rough welds and longitudinal welds at stiffener and flange locations shall be ground to smooth surfaces.

5.1.8 Weld contours shall blend smoothly into the parent metal. Fillet welds shall be flat or only slightly concave or convex.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- 5.1.9 In cases where ends of unequal internal diameters are abutted and the internal misalignment exceeds 2 mm, the pipe with the smaller internal diameter shall be counterbored 30° to suit the internal diameter of the adjoining pipe. In no case, however, shall trimming of the inside diameter result in a wall thickness less than the minimum required for the service condition.
- 5.1.10 Welded piping shall be properly aligned and adequately supported during welding in order to avoid possible cracking of tack welds or initial beads.
- 5.1.11 All butt joints shall be of the single vee type, unless otherwise specified.
- 5.1.12 Welding shall be done only with electrodes certified by the relevant codes.
- 5.1.13 Each welder or welders' valid certificate shall be on file at the job site and shall be made available to the PURCHASER upon request.
- 5.1.14 Upon completion of each welded joint, the welder shall mark his identification number on the pipe material adjacent to the weld.
- 5.1.15 Plastic pipe shall be fabricated and installed to the Manufacturer's recommended methods.

5.2 Pipe

- 5.2.1 All piping shall be erected to tolerances as specified by the Pipe Fabrication Institute Standard ES-3.
- 5.2.2 Sufficient construction supports shall be provided to ensure that the connecting piping does not generate excessive stresses in the equipment during installation.
- 5.2.3 Full lengths of pipe shall be used where possible. Cut pipe to exact measurement and install without springing or forcing, except where cold springing of piping is specified on the Piping Drawings or herein.
- 5.2.4 Piping interference's shall be referred to the PURCHASER for adjudication and any revisions caused by such interference's shall be subject to his approval.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantlm Metais - Cajamarquilla S.A.		

5.2.5 All piping DN50 and smaller, indicated but not detailed on the Drawings, shall be field run by the **VENDOR** unless otherwise noted. The **VENDOR** shall examine the Drawings and site and shall be responsible for avoiding any interferences with other piping, structural steel, electrical cables, and cable trays.

5.2.6 The **VENDOR** shall install no unnecessary "U" or "L" bends on piping runs. Costs incurred in correcting these deficiencies will be borne by the **VENDOR**.

5.2.7 At all field welds and connections for shop fabricated piping, the **VENDOR** shall provide 75 mm of additional length on steel pipe; for make-up purposes. Where a field weld occurs at a flange, the **VENDOR** shall tack weld the flange in position.

5.2.8 Slip-on and threaded orifice flange tapped holes shall be drilled through at both locations 180° apart. Drilled holes for flanges and radius taps shall be free from burrs. Flange seal welds shall be flush and smooth with pipe inside diameter.

5.2.9 All source connections for air and water hoses shall be made with hose clamps over the appropriate pipe nipple.

5.3 Grading and Drainage of Piping

5.3.1 All lines shall be installed in such a manner that all liquid can be drained and all vapours and gases vented from the system. Drain valves and air vents shall be installed as indicated on the Drawings or where necessary as required by the configuration of the piping. Drain valves shall be DN15 as per the applicable piping specification and plugged. Vents shall be DN20 threaded connection and plugged. For high point vents provided for hydrostatic testing or cleaning purposes only, the vent valve may be replaced by a suitable cap or plug after such operations are completed.

5.3.2 Unless otherwise indicated on the Drawings, the minimum down grade (horizontal lines) shall be 0.25%, in the direction of flow.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4006	REV. 0
	Nº 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

5.4 Break Flanges and Unions

5.4.1 The VENDOR shall install all unions or flanges required to complete the installation of the piping or to facilitate its removal. Where the Piping Material Classifications or Drawings restrict the use of unions, flanges shall be used.

5.5 Threaded Joints

5.5.1 Screwed joints shall be made with American Standard Taper Pipe Threads (ANSI B2.1). Every joint shall be made up with a suitable joining compound or tape applied only to the male thread. Tool marks or unnecessary pipe threads shall be avoided.

5.5.2 All threaded connections shall be gauge-checked or chased after welding. Openings for thermowells and other inserts shall be drilled through the connection and shall be free from obstruction.

5.6 Flanges

5.6.1 Where weld neck flanges are used, the bore of the flange shall match that of the pipe.

5.6.2 Slip-on type flanges shall be front and back welded.

5.6.3 Nuts, bolts and studs shall be given a suitable coating of anti-seize lubricant prior to joint assembly.

5.6.4 Flange gaskets shall not be coated with pipe joint compound.

5.6.5 All flanges shall be fabricated dimensionally to ANSI B16.5, unless noted otherwise on the Drawings or Piping Material Classifications.

5.6.6 All valves shall meet the requirements set out in the Valve Data Sheets that form Specification SP-50-4007.

5.7 Pipe Sleeves

5.7.1 Sleeves shall be furnished, located and installed where pipe passes through floors and walls if not already provided. Where possible, sleeves shall be

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

made available before floors and walls are constructed at the locations involved. Where sleeves are not furnished and installed in the original construction, cutting, core drilling and patching shall be satisfactorily performed as required.

5.7.2 Sleeves shall have a minimum internal diameter 50 mm larger than OD of pipe left bare, unless otherwise indicated. Wall sleeves shall be flush on both sides of wall, with floor sleeves flush on ceilings side and extended 75 mm above floor, except where indicated or necessary to suit location and piping function.

5.7.3 Depending on type of floor construction, the type of sleeve or banding shall be as follows:

- (a) Concrete Floor - Up to 200 mm diameter hole may be core drilled.
- (b) Concrete Floor - 200 mm diameter and over must have a PVC or Carbon steel sleeve.
- (c) Grating Floor All openings to be banded with material of section equal to the bearing bars.

5.7.4 All openings more than 150 mm x 150 mm in the profiled steel deck shall be framed and reinforced as per the Drawings. If the framing and reinforcing is not indicated on the drawing, the opening shall be framed and reinforced to the satisfaction of the PURCHASER.

5.8 Valves

5.8.1 Each valve will be provided with the brand and type of packing shown on the nameplate and shall be equipped with a permanent metal tag fastened to the valve with corrosion resistant wire. This tag shall also show the applicable valve code number, as given in the Piping Material Classifications and on the Drawings.

5.8.2 All branches from main supply lines shall be fitted with isolating valves to facilitate local repairs without plant shutdown, whether shown on the Drawings or not.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

6.0 FIELD QUALITY CONTROL AND TESTING

6.1 General

6.1.1 This Article covers the required pressure and non-destructive testing of all pressure piping after erection. Tests shall fulfill the minimum requirements of ASME B31.1/B31.3 and as noted herein, and relevant local regulations.

6.1.2 Inspectors representing the PURCHASER shall have access at all reasonable times to all areas concerned with the fabrication, welding, installation and testing of the piping under this Specification. Such an Inspector may reject any materials, methods, procedures or work that fails to meet the requirements of applicable codes, specifications, procedures, drawings or manufacturer's installation instructions.

6.1.3 Rejected work shall be corrected at VENDOR's expense and without delay to project schedules.

6.2 Non-Destructive Testing

6.2.1 Non-destructive testing of piping systems shall be performed prior to pressure testing, in accordance with the minimum standards of the applicable portions of ASME B31.1/B31.3, with modifications as specified by the local Government Regulations, Project Specifications or as requested by the PURCHASER. All joints found subsequently to be defective shall be repaired/rewelded and re-tested at VENDOR's expense.

6.3 Pressure Test Preparations

6.3.1 Pressure Test Preparations shall conform to the following requirements:

- (a) Instrument piping at orifice flanges or equivalent, up to the first block valves, shall be tested with these piping systems or equipment. Unions on the downstream side of the block valves shall be broken and the balance of the instrument piping tested separately to avoid introducing foreign matter into the instrument lines.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- (b) Indicating pressure gauges mounted locally may be tested with the lines, provided the test pressure is not in excess of their scale ranges.
- (c) Lines and systems that are open to the atmosphere, such as drains, vents, open safety valve discharges, do not require pressure testing unless otherwise noted. These lines shall be examined to determine that all joints are properly made up and leak tight.

6.3.2 The following equipment shall not be subjected to piping test pressure:

- (a) Pumps, turbines, compressors and centrifuges.
- (b) Explosion discs, safety valves, flame arresters, filters, self-contained pressure regulating valves and sealed control valves.
- (c) Any equipment that does not have a specified test pressure.
- (d) Any other equipment designated by the PURCHASER.
- (e) Expansion joints. (When joint design pressure is less than line test pressure, expansion joint shall not be tested with line.)

6.3.3 Piping which connects to or is continuous with lines installed by others, shall be isolated from these lines by test blanks. When it is necessary to include portions of such lines in the test, the PURCHASER shall be consulted to determine conditions of the test.

6.3.4 Sufficient advance notice of the tests shall be made to allow the PURCHASER and local Government Inspectors to make necessary arrangements to be on hand for the tests, where required.

6.3.5 All flanges or threaded joints, and all welds, shall be left unpainted and uninsulated, and underground pipe joints shall be exposed, until testing is completed. Partial back filling on buried lines is permitted to restrain resultant pipe movements but joints must remain exposed.

6.3.6 Equipment that is not to be included in the test shall be either disconnected from the piping or isolated by test blanks.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

6.3.7 All restrictions that interfere with filling, venting or draining, such as orifice plates and flow nozzles, shall not be installed until testing is completed.

6.3.8 The VENDOR shall furnish all labour, tools, instruments, testing media and equipment necessary to carry out the tests.

6.4 Hydrostatic Testing Procedure

6.4.1 Hydrostatic tests shall be performed as follows:

- (a) Hydrostatic testing shall be performed using clean fresh water.
- (b) Gauges used shall be tested for accuracy and shall then be installed as close as possible to the low point of the system to be checked.
- (c) Conduct each test over a minimum period of two hours, during which time there shall be no appreciable drop in pressure on test gauge(s) after the compensation for air temperature variations.
- (d) Any leaks shall be repaired and lines then re-tested. Any lines changed after testing shall also be re-tested. Re-testing is not required after minor repairs and/or adjustments are made with the PURCHASER's consent.
- (e) No piping shall be tested at metal temperature below 5° C. Perform testing of piping when ambient air conditions are approximately constant.
- (f) All vents and other connections that can serve as vents shall be open during filling so that all possible air is vented prior to applying test pressure to a system.
- (g) After hydrostatic testing of a system is complete and approved, all lines and equipment shall be completely drained of the test medium. System shall be vented during draining to avoid excessive vacuum.
- (h) Two or more lines may be combined into a single test system.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- (i) While piping is under test, care shall be taken that excessive pressure does not occur due to increase of ambient temperature.

6.5 Test Records

6.5.1 Test records shall be kept as follows:

- (a) Accurate test records shall be kept of each line or system tested, on a Piping Test Report Sheet. Tests are to be conducted in the presence of the PURCHASER.
- (b) After testing of all piping on the job is complete, the Test Records shall be given to the PURCHASER.

6.5.2 The following test records shall be included:

- (a) Identification of piping system
- (b) Testing medium
- (c) Testing pressure
- (d) Date of test approval
- (e) Signature of test supervisor, witnessed by the PURCHASER.

7.0 ADJUSTMENT AND CLEANING

7.1 General

7.1.1 All piping systems installed under this Section require cleaning following testing but prior to introduction of specified system operating fluids. Cleaning shall consist of either flushing with water or blowing through with air, to suit chosen Pressure Test Fluid.

7.1.2 Equipment likely to be damaged during cleaning operations shall be removed or isolated from the piping systems, or replaced with temporary spools or plugs, and cleaned separately.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	VotorantIm Metals - Cajamarquilla S.A.		

7.1.3 The VENDOR shall provide and install suitable temporary screen strainers where necessary to protect equipment in the piping systems during cleaning. The screening arrangements shall be subject to the PURCHASER's approval; all screens are to be removed after piping has received his acceptance.

7.1.4 The VENDOR shall make certain that all rags or other obstructions are removed from the pipes before assembly. After installation, all piping shall be completely free from dirt, weld slag and other foreign particles.

7.1.5 The VENDOR shall be responsible for keeping concise records of all successfully cleaned systems. The records shall identify the systems by the number method and date cleaned, and shall provide space for the signature of any special authority (where required) as well as the PURCHASER (every system). Such records shall be passed to the PURCHASER upon completion.

7.1.6 All pipe, fittings, valves, etc. designated for oxygen service must be cleaned, degreased, and nitrogen purged after installation and prior to use. Reference Compress Gas Association Pamphlet G-4.1.

7.2 Water Flushing

7.2.1 Flushing shall consist of pumping clean fresh water through the piping system at a sufficient velocity to keep the pipe filled with water and to remove any construction/fabrication debris in the pipe. Such flow will continue until in the opinion of the PURCHASER, the piping is discharging only clean water.

7.2.2 When piping systems are flushed into a vessel, the vessel shall be drained and cleaned to the satisfaction of the PURCHASER. Should such a vessel be used for storage of water for subsequent flushing operations, it shall be cleaned and inspected prior to such use.

7.3 Air Blowing

7.3.1 Lines requiring air blowing shall be blown with air from the plant air compressors or a similar source approved by the PURCHASER.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SP-50-4005	REV. 0
	N° 155339	PIPING INSTALLATION	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

7.3.2 Lines shall be blown at a sufficient velocity to loosen all dirt and shall be blown until in the opinion of the PURCHASER the discharge is entirely free from foreign material.

7.3.3 Strong acid lines (93% H₂SO₄ for example) are to be blown dry after testing with instrument quality air to a dew point of -40° C before the introduction of the strong acid.

7.4 Final Adjustment and Cleaning

7.4.1 Effluent streams from cleaning operations shall be correctly disposed of, as directed by the PURCHASER.

7.4.2 The VENDOR shall ensure all pipe restraints are properly adjusted and cleaned. Particular attention shall be paid to sliding type supports and field set spring hangers/supports settings.

7.4.3 The VENDOR shall ensure that all temporary stops and supports installed during testing are removed.

7.4.4 The VENDOR shall replace all parts removed during pressure testing and cleaning and demonstrate to the PURCHASER that all resulting joints are leak tight.

7.4.5 The VENDOR shall remove all temporary restraints associated with expansion joints as installed by expansion joint supplier after all testing is complete as deemed by the PURCHASER.

DOCUMENT REVIEW AND APPROVAL

The document revision number is indicated below. Please replace all revised pages of this document and destroy the superseded copies.

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV.A
	N° 155339	CC-402 CONTRATO DE OBRAS DE MONTAJE MECÁNICO Y PIPING	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

ISSUED FOR	REV No.	ORIGIN	DATE		ISSUED PAGES/SECTIONS	INITIAL
			OUT	IN		
Approval	A	F.C / J.G.	6-May-08			

	<p>AMEC APPROVAL</p> <p>Engineering Manager: _____</p> <p>Date: _____</p> <p>Engineering Co-ord.: <i>P. J.</i> _____</p> <p>Date: <i>7 May 08</i> _____</p> <p>Discipline Approval: <i>[Signature]</i> _____</p> <p>Date: <i>7 May 08</i> _____</p>
--	--

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

TABLA DE CONTENIDOS

	<u>PAGINA</u>
1.0 AREA 32 – ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO	1
1.1 MECÁNICA.....	1
1.1.1 DESCRIPCIÓN	1
1.1.2 ALCANCE DE TRABAJO.....	1
1.1.3 EXCLUSIONES	1
1.2 TUBERÍAS.....	1
1.2.1 DESCRIPCIÓN	1
1.2.2 ALCANCE DE TRABAJO.....	2
1.2.3 EXCLUSIONES	2
2.0 ÁREA 34 PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES	2
2.1 MECÁNICA.....	2
2.1.1 DESCRIPCIÓN	2
2.1.2 ALCANCE DE TRABAJO.....	6
2.1.3 EXCLUSIONES	10
2.2 TUBERÍAS.....	10
2.2.1 DESCRIPCIÓN	10
2.2.2 ALCANCE DE TRABAJO.....	13
2.2.3 EXCLUSIONES	14
3.0 AREA 41 - PLANTA DE PLOMO PLATA	15
3.1 MECANICO	15
3.1.1 DESCRIPCION	15
3.1.2 ALCANCE.....	16
3.1.3 EXCLUSIONES.....	21
3.2 TUBERÍAS.....	21
3.2.1 DESCRIPCION DEL TRABAJO.....	21
3.2.2 ALCANCE DEL TRABAJO.....	22
3.2.3 EXCLUSIONES.....	30
4.0 ÁREA 55 ENFRIAMIENTO SOLUCIÓN PURA.....	30
4.1 MECÁNICA.....	30
4.1.1 DESCRIPCIÓN	30
4.1.2 ALCANCE DE TRABAJO.....	31
4.1.3 EXCLUSIONES.....	32
4.2 TUBERÍAS.....	32
4.2.1 DESCRIPCIÓN	32
4.2.2 ALCANCE DE TRABAJO.....	32
4.2.3 EXCLUSIONES.....	33
5.0 AREA 70 – CASA DE CELDAS EXISTENTE.....	34
5.1 MECÁNICA.....	34
5.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	34
5.1.2 ALCANCE DEL TRABAJO.....	34
5.1.3 EXCLUSIONES.....	35
5.2 TUBERÍAS.....	35

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

	5.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	35
	5.2.2 ALCANCE DE TRABAJO	39
	5.2.3 EXCLUSIONES	41
6.0	AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO	42
6.1	AREA MECANICA	42
	6.1.1 DESCRIPCION GENERAL	42
	6.1.2 ALCANCE DE TRABAJO	43
	6.1.3 EXCLUSIONES	43
6.2	TUBERÍAS	44
	6.2.1 DESCRIPCION GENERAL	44
	6.2.2 ALCANCE DE TRABAJO	45
	6.2.3 EXCLUSIONES	47
7.0	ÁREA 94 - AIRE COMPRIMIDO	47
7.1	AREA MECANICA	47
	7.1.1 DESCRIPCION GENERAL	47
	7.1.2 ALCANCE	47
	7.1.3 EXCLUSIONES	48
7.2	TUBERÍAS	48
	7.2.1 DESCRIPCION GENERAL	48
	7.2.2 ALCANCE DE TRABAJO	48
	7.2.3 EXCLUSIONES	49

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

1.0 AREA 32 – ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO

1.1 MECÁNICA

1.1.1 DESCRIPCIÓN

Para atender la demanda adicional de transporte de Acido Sulfúrico hacia la planta se incluye el montaje de una (1) nueva bomba de distribución de Acido Sulfúrico con Tag C2040.4610 que se ubicará en la zona norte del área 32. En esta zona actualmente existen seis (6) bombas. Los planos 32-40-4601 al 32-40-4603 muestran el arreglo general de la nueva bomba de distribución de ácido sulfúrico.

1.1.2 ALCANCE DE TRABAJO

La actividad que sigue a continuación constituye el alcance de trabajo:

- Montaje de una bomba de Acido Sulfúrico con Tag C2040.4610.

1.1.3 EXCLUSIONES

- No se incluye obras Civiles, salvo el grouting de la bomba
- No se incluye instalaciones eléctricas.

1.2 TUBERIAS

1.2.1 DESCRIPCIÓN

Se instalarán tuberías de acero al carbono y de acero inoxidable 316L para el transporte de ácido sulfúrico. Estas tuberías se instalarán en la estación de bombeo antes descrita y una tubería desde la nueva planta de ácido sulfúrico (área 35) hacia los tanques de almacenamiento de ácido sulfúrico (área 32).

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

1.2.2 ALCANCE DE TRABAJO

Las actividades que siguen a continuación constituyen el alcance de trabajo:

- Instalación de las tuberías de acero al carbono en la zona de la estación de bombeo que tendrán puntos de enlace con tuberías existentes. Estas tuberías se muestran en los planos 32-50-4601 al 32-50-4603. Los planos isométricos muestran el detalle y el listado de materiales de cada una de ellas.
- Instalación de las tuberías de acero inoxidable 316L desde la nueva planta de ácido (área 35) hacia el almacén de ácido. Esta tubería se muestra en los planos 32-50-4604 al 32-50-4606. Los planos isométricos muestran el detalle y el listado de materiales de cada una de ellas. Estas tuberías deberán ser acopladas a las tuberías existentes antes del ingreso hacia los tanques de almacenamiento de ácido existentes.
- Suministro, habilitación e instalación de todos los soportes de las tuberías, de acuerdo a los planos de tuberías donde se muestran los mismos.

1.2.3 EXCLUSIONES

- No se incluye suministro y/o montaje de pipe racks, estructuras para cruce de pistas, etc.
- No se incluye remoción de tuberías existentes o cambio de las mismas.

2.0 ÁREA 34 PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

2.1 MECÁNICA

2.1.1 DESCRIPCIÓN

Recepción de Efluentes

La recepción de efluentes es la zona a donde llegan los efluentes que contienen zinc. Actualmente está conformada por dos tanques de homogenización (C650.4024 y C651.4024) construidos en concreto con agitadores, dos bombas de transferencia o alimentación de efluentes (C652.4610 y C653.4610), un sumidero y una bomba de sumidero. El proyecto 320K en esta zona incluye la construcción de un nuevo tanque de homogenización de concreto, la instalación de un nuevo

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

agitador Tag C2015.4011, la reubicación de las bombas existentes Tag C652.4610 y C653.4610 y la instalación de una nueva con Tag C2025.4610. Los arreglos generales se muestran en los planos 34-40-4601, 34-40-4603, 34-40-4606, 34-40-4609 y 34-40-4619

Tratamiento de Efluentes.

La planta de tratamiento de efluentes actual comprende dos plantas existentes, la No.2 y la No.3. El proyecto 320K contempla la instalación de una nueva (No.4) y la modificación de las existentes para adecuarse a los nuevos requerimientos.

En lo referente a la nueva planta de efluentes, ésta estará conformada por un tanque de mezcla de lodos/cal (C2006.4024) fabricado en acero al carbono, un tanque de mezcla rápida (C2007.4024) fabricado en acero inoxidable, un tanque reactor (C2008.4024) construido de concreto, un tanque clarificador (C2009.4024) de concreto, dos bombas de transferencia de lodos (existentes – reubicadas desde la ETP No.2) (C2012.4610 y C2013.4610), dos bombas de overflow (C2023.4610 y C2024.4610), dos bombas de recirculación de lodos (C2010.4610 y C2011.4610) y una bomba de sumidero (C2014.4610). Por tratarse de una planta nueva, todo lo mencionado anteriormente es nuevo (SIC) y su instalación debe formar parte del alcance. Los tanques de mezcla lodos/cal y tanque de mezcla rápida son tanques de acero con agitadores, deflectores y canaletas de descarga. El tanque reactor es de concreto y tiene en el interior deflectores deflectores, de descarga y un difusor de aire. En la parte superior tiene una plataforma de operación en donde se apoya un agitador. El tanque clarificador es de concreto y tiene en su parte superior un puente en donde se apoyará el mecanismo que accionará el rastrillo, este mecanismo cuenta además con una unidad hidráulica y su motor respectivo. En la parte central inferior del puente se instalará una poza de alimentación para recibir los efluentes que vienen del tanque reactor. Esta poza será alimentada mediante una tubería de alimentación que se conectará a la canaleta de descarga que viene del tanque reactor. En la parte inferior el tanque clarificador cuenta con un cono de descarga. Por último en la parte superior del tanque clarificador se tendrá una canaleta de rebose con un labio metálico para regular y limpiar el flujo de descarga.

En lo referente a la planta existente, se instalarán dos nuevas bombas para bombear el overflow del clarificador de la planta No.2 (C2019.4610 y C2020.4610). Se instalarán también dos nuevas bombas de transferencia de lodos (C2045.4610 y C2046.4610) para reemplazar a las que se trasladarán a la planta No.4.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Los arreglos generales se muestran en los planos 34-40-4601, 34-40-4602, 34-40-4603, 34-40-4606, 34-40-4607, 34-40-4608, 34-40-4609, 34-40-4611, 34-40-4612, 34-40-4613, 34-40-4614, 34-40-4615, 34-40-4621, 34-40-4622, 34-40-4623, 34-40-4624, 34-40-4625.

Planta de Cal.

La planta de cal existente consta de un silo de almacenamiento, un transportador de tornillo, un slaker, un tanque de almacenamiento de lechada de cal y bombas de alimentación con lechada de cal. Actualmente se tienen bombas alimentando de lechada de cal a las dos plantas existentes y a la planta de indio (área 42).

El proyecto 320K contempla la instalación de una nueva planta de cal de características similares a la actual.

La nueva planta de cal contará con un silo de almacenamiento Tag C2002.4020, este silo llevará en la parte superior un sistema colector de polvos. Además tendrá una escalera de acceso hacia la parte superior; en la parte superior habrá una baranda perimetral.

En la parte inferior del silo se tendrá un cono de descarga que tendrá un activador con un sistema de vibradores para la descarga. Se tendrá también una válvula tipo compuerta para casos de mantenimiento además de un chute de descarga con indicador de nivel.

El silo estará fabricado en planchas de acero al carbono y tendrá un diámetro aproximado de 3800 mm. y una altura aproximada de 17250 mm.

Para transportar la cal desde la parte inferior del silo, se instalará un transportador de tornillo C2002.4416 con su motor respectivo. Este transportador descargará en una faja balanza la que a su vez conducirá la cal hasta una válvula rotatoria a la entrada del slaker C2003.7590. Tanto el transportador como la faja balanza y el slaker están fabricados básicamente en acero al carbono. El slaker a su vez está conformado por un chute de entrada, un sistema colector de polvos y vapores, un sistema de eliminación de sólidos no mezclados y un panel de válvulas. La instalación será a nivel del piso.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

La cal se mezcla con agua fresca en el slaker produciendo lechada de cal. La lechada de cal fluye por rebose desde el slaker hasta el tanque de almacenamiento de lechada de cal C2005.4024.

El tanque de almacenamiento de lechada de cal es un tanque de concreto abierto ubicado bajo el nivel del piso. El diámetro del tanque es de 4600 mm. y su profundidad es de 3000 mm. En la parte interior tiene cuatro deflectores deflectores fabricados en acero al carbono. En la parte superior de este tanque se instalará una plataforma de operaciones que a su vez servirá de soporte a las bombas de alimentación de lechada de cal, al agitador y a los brazos pivotantes para el mantenimiento de las bombas y del agitador.

Las bombas que se van a instalar en este nuevo tanque de almacenamiento de lechada de cal serán las de alimentación a la planta de efluentes No.4 C2026.4610 y C2027.4610. Se instalará también la bomba que alimentará con lechada de cal al área 41 C2050.4610 y la que suministrará al área 42, D1380.4610.

Además se instalará el agitador C2005.4011.

La nueva planta de cal será instalada en la ubicación actual de la antigua planta de efluentes (No.1). Esta planta deberá ser desmontada y trasladada al almacén de acuerdo a las indicaciones que entregue el supervisor o Cajamarquilla.

Los arreglos generales se muestran en los siguientes planos 34-40-4601, 34-40-4603, 34-40-4604, 34-40-4605 y 34-40-4618.

Sistemas de Preparación y Dosificación de Floculante y Sulfato Ferroso

Actualmente el sistema de Floculante consta de un tanque rectangular en donde se prepara y luego se almacena; cuenta además con cuatro bombas dosificadoras. El proyecto 320K contempla mantener el sistema actual trasladándolo a una nueva zona de manera tal que se agrupe junto al sistema de sulfato ferroso.

El sistema de sulfato ferroso actual no es adecuado por lo que el proyecto 320K contempla eliminarlo e instalar uno nuevo junto con el sistema de floculante.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

El nuevo sistema de preparación y dosificación de sulfato ferroso cuenta con un tanque de preparación de sulfato ferroso C2035.4024. Este tanque tiene un agitador en la parte superior C2035.4011. También tenemos un tanque de alimentación de sulfato ferroso C2036.4020. Este último no lleva agitador a diferencia del primero. Además se tiene una bomba de transferencia de sulfato ferroso C2047.4610 que sirve para llevar la mezcla de sulfato ferroso desde el tanque de preparación hasta el tanque de alimentación. Por último tenemos dos bombas dosificadoras C2037.4610 y C2038.4610. Adicionalmente se tendrá una plataforma de acceso hacia el tanque de preparación de sulfato ferroso.

Ambos sistemas están ubicados en la zona este de la planta y van sobre pedestales.

El tanque C2035.4024 está fabricado en fibra de vidrio, tiene un diámetro de 2200 mm. y una altura de 2200 mm. El tanque C2036.4020 también es de fibra de vidrio y tiene un diámetro de 2500 mm. y una altura de 2500 mm.

Los arreglos generales se muestran en los planos 34-40-4601, 34-40-4602, 34-40-4603, 34-40-4610, 34-40-4612, 34-40-4616 y 34-40-4617.

2.1.2 ALCANCE DE TRABAJO

Las actividades que siguen a continuación constituyen el alcance de los trabajos para cada zona:

Recepción de Efluentes

- Suministro, fabricación y montaje de deflectores en el interior del tanque. Los insertos en el concreto serán instalados por el contratista de obras civiles. Para detalles de los deflectores ver plano 34-40-4619.
- Montaje de agitador (Tag C2015.4011) en la parte superior del nuevo tanque de homogenización (C2015.4024). El nivel de tope referencial del tanque de homogenización es 4.9 metros sobre el nivel del piso.
- Desmontaje y reubicación de bombas de alimentación de efluentes existentes (C652.4610 y C653.4610). Incluye suministro y colocación de grouting.
- Registro y control de modificaciones. Elaboración de planos As Built.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Tratamiento de Efluentes

- Montaje del tanque de mezcla lodos/cal (Tag C2006.4024), el agitador (Tag C2006.4011). La base del tanque está a un nivel referencial de 8.6 metros sobre el nivel del piso.
- Montaje del tanque de mezcla rápida (Tag C2007.4024), el agitador (Tag C2007.4011). La base del tanque está a un nivel referencial de 7.1 metros sobre el nivel del piso.
- Instalación de canaletas de descarga desde el tanque de mezcla de lodos/cal hacia el tanque de mezcla rápida y desde el tanque de mezcla rápida hacia el tanque reactor. El suministro de estas canaletas así como los pernos de amarre, las empaquetaduras y todos los elementos mostrados en el plano 34-40-4623 debe considerarse como parte del alcance.
- Suministro, fabricación e instalación de deflectores y de descarga en la parte interior del tanque reactor C2008.4024. El contratista de obras civiles dejará los insertos necesarios. Ver detalles de los deflectores en el plano 34-40-4615.
- Suministro, fabricación e instalación de difusor de aire en la parte interior del tanque reactor C2008.4024. Incluye suministro y colocación de grouting.
- Montaje de agitador C2008.4011 en la parte superior del nuevo tanque reactor C2008.4024. El nivel de tope referencial del tanque reactor es 9.4 metros sobre el nivel del piso.
- Montaje de puente soporte de mecanismo de rastrillo sobre el tanque clarificador C2009.4024. El nivel de tope referencial del tanque clarificador es 9.2 metros sobre el nivel del piso. Incluye suministro y colocación de grouting.
- Montaje del mecanismo de accionamiento del rastrillo del tanque clarificador C2009.4024.
- Montaje de rastrillo en el tanque clarificador C2009.4024.
- Montaje de cono de descarga en el tanque clarificador C2009.4024.
- Montaje de labio de canaleta de rebose en la parte superior del tanque clarificador C2009.4024.
- Montaje de poza de alimentación en tanque clarificador C2009.4024 apoyado en la parte inferior del puente soporte del mecanismo de rastrillo.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Montaje de bombas de transferencia de lodos C2012.4610 y C2013.4610. Los motores son de 15 kW. Estas bombas son existentes y están instaladas actualmente en la planta No.2. Deberán ser desmontadas y reinstaladas en la parte inferior del tanque clarificador de la planta No.4. El alcance incluye suministro y colocación del grouting.
- Montaje de bombas de overflow C2023.4610 y C2024.4610. El alcance incluye suministro y colocación de grouting.
- Montaje de bombas de recirculación de lodos C2010.4610 y C2011.4610. Los motores son de 7.5 kW. El alcance incluye el suministro y la colocación del grouting.
- Montaje de bomba de sumidero C2014.4610. El motor es de 5.5 kW. La bomba se instalará sobre una estructura fabricada en canales C8x11.5 y está considerada dentro del alcance. De igual manera se considera dentro del alcance el suministro de las cuatro rejillas que bordean la entrada al sumidero. El alcance incluye el suministro y la colocación del grouting.
- Montaje de bombas de overflow C2019.4610 y C2020.4610 en la planta No.2, El alcance incluye el suministro y la colocación del grouting.
- Montaje de bombas de transferencia de lodos C2045.4610 y C2046.4610 en la planta No.2. Los motores son de 11 kW. El alcance incluye el suministro y la colocación del grouting.
- Registro y control de modificaciones. Elaboración de planos As Built.

Planta de Cal

- Previo a la instalación se procederá al desmantelamiento de la antigua planta de efluentes (planta No.1). Las estructuras metálicas y tanques que sean retirados serán trasladados al almacén de chatarra cercano que tiene Cajamarquilla dentro de la refinería. Se desmontará todo el equipamiento y estructuras existentes antes proceder con la demolición de las estructuras de concreto existentes en la zona. Se debe hacer una excepción con el tanque cónico (de acero) que existe en la zona norte de la planta No.1. Este tanque será trasladado a una nueva ubicación. Los trabajos de instalación de todo el equipamiento mecánico se iniciarán una vez que se hayan desmantelado todas las estructuras y equipos pertenecientes a la planta No.1 y se hayan construido las cimentaciones y el tanque de concreto C2005.4024 en la zona.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

- Montaje de silo de almacenamiento de cal C2002.4020 incluyendo escalera de acceso, plataforma y barandas perimetrales superiores. Incluye el suministro y la colocación de grouting.
- Montaje de sistema colector de polvos en la parte superior del silo de almacenamiento de cal.
- Montaje del cono de descarga y sistemas relacionados en la parte inferior del silo de almacenamiento de cal.
- Instalación de la válvula compuerta, del chute de descarga y el detector de nivel en la parte inferior del cono de descarga del silo de almacenamiento de cal.
- Montaje del transportador de tornillo C2002.4416. Incluyendo el suministro y la colocación de grouting.
- Montaje de la faja balanza y la válvula rotaria a continuación del tornillo transportador y antes del slaker C2003.7590.
- Montaje del slaker C2003.7590. Incluyendo el suministro y la colocación de grouting.
- Suministro, fabricación e instalación de deflectores deflectores en el interior del tanque de almacenamiento de lechada de cal. Los insertos embebidos serán instalados por el contratista de obras civiles. El suministro de los deflectores, pemos y soportes debe ser considerado parte del alcance. Ver detalles en plano 34-40-4618.
- Montaje de bombas de alimentación de lechada de cal C2025.4610, C2026.4610, C2050.4610 y D1380.4610. La bomba D1380.4610 está actualmente instalada en la planta de cal existente. Deberá ser desmontada y reubicada en la plataforma del nuevo tanque de almacenamiento de lechada de cal. Considerar que los motores de las bombas son todos de 11 kW.
- Montaje del agitador C2005.4011.
- Registro y control de modificaciones. Elaboración de planos As Built.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Sistemas de Preparación y Dosificación de Floculante y Sulfato Ferroso

- Montaje del tanque de preparación de sulfato ferroso C2035.4024.
- Montaje del tanque de alimentación de sulfato ferroso C2036.4020.
- Montaje del agitador del tanque de preparación de sulfato ferroso C2035.4011.
- Montaje de la bomba de transferencia de sulfato ferroso C2047.4610. Instalación de las bombas dosificadoras C2037.4610 y C2038.4610. Incluye el suministro y la colocación del grouting.
- Desmontaje y reubicación del sistema de preparación y dosificación de floculante existente. Incluyendo las bombas dosificadoras, el sistema de carga de floculante. Incluye el suministro y la colocación del grouting.
- Registro y control de modificaciones. Elaboración de planos As Built.

2.1.3 EXCLUSIONES

- No se incluye obras Civiles, salvo el grouting de las bombas
- No se incluye instalaciones eléctricas.

2.2 TUBERÍAS

2.2.1 DESCRIPCIÓN

Las actividades que siguen a continuación constituyen una descripción de los trabajos para toda el área:

- Instalación de las tuberías correspondientes a esta área. Las tuberías son principalmente de acero al carbono en diámetros de ½" hasta 10", polipropileno en diámetros de 1-1/2" hasta 6" y HDPE en diámetros de 1" a 6.
- Las tuberías de acero al carbono serán principalmente para el bombeo de lodos y el suministro de aire comprimido y aire de instrumentación.
- Las tuberías de polipropileno principalmente serán usadas para el bombeo de efluentes.
- Las tuberías de HDPE se usarán principalmente en el traslado de efluentes, floculantes y sulfato ferroso.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Los planos 34-50-4601 y siguientes muestran los arreglos generales de tuberías. Los planos isométricos muestran el detalle de cada una de ellas y el listado de materiales. Los P&ID 34-01-4101, 34-01-4102, 34-01-4103, 34-01-4104, 34-01-4105 y 34-01-4106 forman parte de la información disponible para la comprensión de los trabajos a realizar.
- El alcance incluye el suministro, fabricación e instalación de todos los soportes de tuberías de acuerdo a planos.
- En caso se presente alguna interferencia o modificaciones por cualquier motivo, el ingeniero residente de obra deberá coordinar con el ingeniero supervisor para modificar el lugar de instalación del soporte o la modificación de los mismos. Estas modificaciones deberán anotarse en los planos "As Built".
- La instalación de tuberías del área 34 está limitado a lo que está dentro del área misma. No se considerarán parte del alcance del área las tuberías que se instalarán en canaletas o racks fuera del área 34, salvo lo que se menciona en el siguiente párrafo. La interconexión con las tuberías del rack de tuberías externo sí esta comprendido dentro de este alcance.
- Como única excepción a lo mencionado en el punto anterior, se tendrá que efectuar la instalación incluyendo el suministro, fabricación e instalación de soportes de la línea que transportará lodos concentrados desde las bombas de transferencia de lodos C2045.4610 y C2046.4610 de la planta No.2 hasta el filtro de tambor D074 ubicado en el área 40 de acuerdo a lo que se muestra en planos.
- Se instalarán también lavaojos de emergencia.

A continuación se describen las principales actividades a realizar en cada zona:

Recepción de Efluentes

Los trabajos en esta zona consisten en extender todas las tuberías que actualmente alimentan a los tanques de homogenización C650.4024 y C651.4024. Se deben prolongar para permitir la alimentación del nuevo tanque de homogenización C2015.4024. Esta extensión de tuberías será similar a las existentes incluyendo instrumentos y válvulas.

También se tendrá que modificar las tuberías que alimentan a las bombas existentes C652.4610 y C653.4610 debido a que éstas serán reubicadas.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

El resto de tuberías es nuevo, no intervienen sobre elementos existentes y deberán ser instaladas de acuerdo a lo indicado en los planos de arreglos generales e isométricos.

Tratamiento de Efluentes

En lo referente a instalaciones nuevas (planta N° 4) todas las tuberías también son nuevas, no intervienen sobre elementos existentes y deberán ser instaladas de acuerdo a lo indicado en los planos de arreglo general y en los isométricos.

En lo referente a la planta de tratamiento No. 2 se deberá hacer modificaciones en las tuberías que alimentan a las bombas de transferencia de lodos C2045.4610 y C2046.4610 debido a que las existentes serán reubicadas y las nuevas no ocuparán el mismo lugar que las que se retiren.

Se instalará una nueva tubería para transferencia de lodos hacia el área 40. Esta tubería se conectará a la descarga de las bombas C2045.4610 y C2046.4610, se prolongará hasta el filtro D074 existente en el área 40. En este filtro se deberá hacer la modificación del ingreso colocando un manifold para unir la llegada de la tubería de transferencia de lodos existente que viene de la ETP No. 2 a la nueva línea que vendrá de la ETP No. 3 (desde C2045.54610 y C2046.4610).

De igual manera se deberán hacer modificaciones para instalar las tuberías hacia las nuevas bombas de overflow que se van a instalar C2019.4610 y C2020.4610. Habrá que intervenir también sobre el sistema de alimentación de agua para sellos actual de manera tal que se suministre agua a las nuevas bombas que lo requieran.

Habrá también una nueva línea de alimentación de efluentes que vendrá desde la bomba C2025.4610 de la zona de reopción de efluentes.

En la planta No.3 se deberán hacer modificaciones en la succión de las bombas de overflow C654.4610 y C655.4610 para manejar adecuadamente el nuevo caudal. De igual manera habrá que hacer modificaciones en las tuberías de descarga de estas mismas bombas.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

Igual que en la planta No.2 aquí habrá también una nueva línea de alimentación de efluentes que vendrá desde la bomba C652.4610 en la zona de recepción de efluentes.

Planta de Cal

La planta de cal es nueva por lo que todas las tuberías también son nuevas, no intervienen sobre elementos existentes y deberán ser instaladas de acuerdo a lo indicado en los planos de arreglo general y en los isométricos.

Sistemas de Preparación y Dosificación de Floculantes y Sulfato Ferroso

La planta de floculante será completamente reubicada y la de sulfato ferroso es nueva por lo que todas las tuberías son nuevas, no intervienen sobre elementos existentes y deberán ser instaladas de acuerdo a lo indicado en los planos de arreglo general y en los isométricos.

En la planta de Borra todas las tuberías son nuevas, no intervienen sobre elementos existentes y deberán ser instaladas de acuerdo a lo indicado en los planos de arreglo general y en los isométricos.

2.2.2 ALCANCE DE TRABAJO

Los trabajos de tuberías a realizarse son los siguientes:

- Instalación de nuevas tuberías de alimentación de efluentes hacia tanques de homogenización.
- Instalación de nuevas tuberías de transferencia de efluentes desde los tanques de homogenización hacia las plantas de tratamiento de efluentes No.2 y No.3.
- Instalación de nuevas tuberías de alimentación de tanques de homogenización hacia bombas de transferencia de efluentes.
- Instalación de nuevas tuberías de lodos desde la nueva bomba de sumidero.
- Instalación de nuevas tuberías de recirculación de lodos.
- Instalación de nuevas tuberías de overflow (agua recuperada).
- Instalación de nuevas tuberías de transferencia de lodos.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Instalación de nuevas tuberías de suministro de aire comprimido y aire de instrumentación.
- Instalación de nuevas tuberías de suministro de agua de planta.
- Instalación de tuberías de suministro de agua potable para los nuevos lavajos.
- Instalación de nuevas tuberías de reactivos y floculantes.
- Instalación de nuevas tuberías de lechada de cal.
- Instalación de nuevos lavajos.
- Instalación de nuevas tuberías de agua de sellos.
- Instalación de nuevas tuberías de drenaje.
- Modificación de tuberías e instalación de nuevas en el overflow del clarificador de la planta de tratamiento de efluentes No.2.
- Modificación de tuberías e instalación de nuevas en el underflow del clarificador de la planta de tratamiento de efluentes No.2 para la transferencia de lodos.
- Modificación de tuberías e instalación de nuevas en el underflow del clarificador de las plantas de tratamiento de efluentes No.2 y No.3 para la captación de la recirculación de lodos de la planta No.4.
- Modificación de tuberías e instalación de nuevas en los sistemas de adición de floculante y sulfato ferroso de las plantas de tratamiento de efluentes No.2 y No.3.
- Suministro e instalación de soportes.
- Registro y control de modificaciones. Elaboración de planos As Built.
- Todas las instalaciones, equipos y modificaciones de tuberías mencionadas anteriormente se muestran en los P&IDs 34-01-4101, 34-01-4102, 34-01-4103, 34-01-4104, 34-01-4105 y 34-01-4106 y en los planos 34-50-4601 y siguientes.

2.2.3 EXCLUSIONES

- Las tuberías de todos los servicios que se encuentren fuera del área 34 (canaletas y piperacks) a excepción de la línea que va hacia el filtro tambor D074. Estas tuberías están consideradas en el área 93.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- No se consideran modificaciones en las tuberías existentes, salvo las indicadas en los P&ID 34-01-4105 y 34-01-4106.
- No se considera parte de este alcance la tubería de alimentación de lechada de cal que va hacia el área 41. En cambio sí se considera (dentro del alcance mecánico) la instalación de la bomba de cal para este servicio.
- No se consideran modificaciones en las tuberías de otras áreas que alimentan al área 34.

3.0 AREA 41 - PLANTA DE PLOMO PLATA

3.1 MECANICO

3.1.1 DESCRIPCION

La planta de plomo plata contempla la instalación de 2 líneas de producción correspondientes a plomo y a plata.

Ambos circuitos están conformados básicamente por espesadores celdas de flotación, filtros prensa y bombas. Se considera además los sistemas de dosificación de reactivos y floculantes.

Los equipos serán dispuestos en la misma planta existente para lo cual será necesario desmontar por etapas los equipos existentes.

El desmontaje y montaje de equipos se llevará a cabo en 2 etapas. La primera etapa corresponde a la implementación del circuito de Plata y la segunda al de Plomo.

La planta existente de plata deberá continuar operando durante implementación de la primera etapa.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

3.1.2 ALCANCE

FASE I CIRCUITO DE PLATA

Espesador de Residuo

- Montaje del espesador de Residuo Plomo Plata (Tag I2000.4024) el cual será instalado en el lado sur de la planta existente. Esta área se encuentra libre.
- Montaje de dos (2) bombas de lodos (Tag I2001.4610, I2002.4610) para recibir la descarga del espesador y una (1) bomba de sumidero (Tag I2005.4610).
- Ver arreglo General en plano 41-40-4606

Flotación Plata

Para la instalación de los equipos en el área de flotación, primeramente se deberá desmontar los siguientes equipos:

- Tanque Acondicionador I-050
- Banco de celdas de Flotación I-052
- Banco de celdas de Flotación I-053
- Tanque I-059.
- Tanque I-023.
- Tanque decantador Concentrado Plata I-024
- Columna de Compensación I-025
- Bomba Centrifuga I-026

Previo al desmontaje de los 3 últimos equipos se deberá acondicionar el decantador I-060 y la columna I-062 los cuales deben operar con la bomba existente I-026 en el circuito de plata actual mientras dure la implementación de la primera fase.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Luego de efectuar las obras civiles y de estructuras de acero se instalaran los siguientes equipos:

- Montaje de Tanque acondicionador de plata (Tag I2007.4024), Celda columna flotación básica Ag (Tag I2008.4025), Celda Columna Flotación de Limpieza (Tag I2009.4025) y Celda de Flotación de agotamiento de Ag (Tag I2012.40125). Ver plano 41-40-4604.
- En la descarga de la ambas celdas columna se montarán las siguientes bombas: Bomba de Colas de Flotación Básica Ag (Tag I2010.4610), bomba de relaves Flotación de limpieza Ag (Tag I2011.4610). Estas bombas están ubicadas en el primer nivel de la planta según se muestra en el plano 41-40-4603.
- En el overflow de la celda columna de flotación de limpieza se montará la bomba de concentrado de flotación de limpieza (Tag I2018.4610). Ver plano 41-40-4604.
- Para recibir las espumas de la celda de flotación de agotamiento, se montará una caja (Tag I059.4020) existente y la bomba de concentrado de flotación de agotamiento (I2014.4610).
- Para los relaves provenientes de la celda de flotación de agotamiento se montará la caja de relaves de flotación de agotamiento (Tag I2015.4020) y la bomba de relaves de flotación de agotamiento (I2016.4610) Ver plano 41-40-4603.
- En el piso del área de flotación se montará la bomba de Sumidero Área de Flotación (Tag I2006.4610) Ver plano 41-40-4603.
- La caja I-018 que trabaja con la bomba I-019 deberá seguir funcionando en esta etapa en la línea de producción de plata existente.
- El cajón I42 y las bombas I043/044 seguirán operando en la primera fase.

Área de Espesamiento y Filtración Plata

- Se montará el espesador de alta capacidad sin partes móviles (Tag I2019.9999), previamente se tiene que desmontar el decantador I 024. Se deberá desmontar la columna de compensación existente I025 y la bomba I026.
- La bomba existente I026 se reinstalará en una base existente para operar con el decantador I060 y la columna I062.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Se montará además el tanque de homogenización (Tag I2052.4024) y la bomba inferior de descarga espesador Ag (Tag I2020.4610)
- En esta misma zona se instalará el tanque de filtrado (Tag I023.4020) existente, la bomba solución filtro Ag (Tag I2024.4610) y la bomba de sumidero Área espesador sin partes móviles (Tag I2017.4610). Ver plano 41-40-4603.
- Para la filtración de la Plata se instalara el filtro prensa de Ag (Tag I2021.4618), incluido su sistema hidráulico, el compresor de aire (Tag I2050.4102) y su tanque acumulador (I2051.4023). Ver plano 41-40-4604.

Área de Floculantes y reactivos

- Montaje de tanque de preparación y distribución (Tag I2030.7590)
- Montaje de una bomba booster (Tag I2060.4610)
- Montaje de un tanque de agua (Tag I2061.4020)
- Montaje de cinco (5) bombas dosificadoras de reactivos (I2031, I2032, I2033, I2034, I2034.4610) y seis (6) bombas dosificadoras de agua (I2062, I2063, I2064, I2065, I2066, I2067.4610)

Area de reactivos AR 1404 y ER-65

- Montaje de un tanque (Tag I2048.4020) y 2 bombas dosificadoras ((I2042, 2043.4610)
- Montaje de un tanque (Tag I2049.4020) Y 3 bombas dosificadoras (I2044, I2045, I2046.4610).
- Montaje de una bomba dosificadora de reactivos (Tag I2047.4610) para stand by de ambos reactivos.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

FASE II CIRCUITO DE PLOMO

Flotación Plomo

Para la instalación de los equipos en el área de flotación, primeramente se deberá desmontar los siguientes equipos:

- Tanque Acondicionador I-009
- Bancos de celdas de Flotación I-010, I-011, I-012, I-013, I-014, I-015, I054.
- Tanque cola lavado (I-055) y Bomba Cola de Lavado (I-056)
- Tanque de espuma (I-020) y bomba espuma (I-021)
- Tanque I-018 y bomba I-019.
- Bomba Vertical I-045
- Tanque Decantador I-060
- Columna de Compensación I-062
- Bomba Centrifuga I-026
- Tanque I-042 y Bombas I-042/044 (Serán desmontados luego de instalar el tanque I2022.4020 y la bomba I2023.4610 para mantener la operatividad del circuito de plata)

Luego de efectuar las obras civiles de estructuras de acero se instalaran los siguientes equipos:

- Montaje de Tanque acondicionador de plomo (Tag I2107.4024), Celda columna flotación básica Pb (Tag I2108.4025), Celda Columna Flotación de Limpieza Pb (Tag I2109.4025) y Celda de Flotación de agotamiento Pb (Tag I2112.40125). Ver planos 41-40-4609 y 41-40-4612.
- En la descarga de ambas celdas columna se montarán las siguientes bombas: Bomba de Colas de Flotación Básica Pb (Tag I2110.4610), bomba de relaves Flotación de limpieza Pb (Tag I2111.4610). Estas bombas están ubicadas en el primer nivel de la planta según se muestra en el dibujo 41-40-4610.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- En el overflow de la celda columna de flotación de limpieza se montará la bomba de concentrado de flotación de limpieza Pb (Tag I2118.4610). Ver plano 41-40-4612.
- Para recibir las espumas de la celda de flotación de agotamiento, se instalara una caja (I2113.4020) y la bomba de concentrado de flotación de agotamiento (I2114.4610).
- Para los relaves provenientes de la celda de flotación de agotamiento se montará la caja de relaves de flotación de agotamiento (Tag I2115.4020) y la bomba de relaves de flotación de agotamiento (I2016.4610) Ver plano 41-40-4610.
- En el piso del área de flotación se reinstalará la bomba de Sumidero Área de Flotación (I045.4610) Ver plano 41-40-4610.

Área de Espesamiento y Filtración Plomo

- Se montará el espesador de alta capacidad sin partes móviles (Tag I2119.9999), en la parte externa de la planta. Ver plano 41-40-4612.
- Se montará además el tanque de homogenización (Tag I2152.4024) y la bomba inferior de descarga espesador Ag (I2120.4610) que alimenta al filtro (2121.4618). Ver dibujo 41-40-4611.
- En esta misma zona se montará el tanque de filtrado (Tag I020.4020) existente, la bomba solución filtro Pb (I2124.4610) y la bomba de sumidero Área espesador sin partes móviles (I2106.4610).
- Para la filtración de la Plata se montará el filtro prensa de Ag (Tag I2121.4618), incluido su sistema hidráulico, el compresor de aire (Tag I2150.4102), tanque acumulador (I2151.4023), tanque y bomba de lavado de telas, sistema de agua de presionado. Ver plano 41-40-4612.

Área de Relaves

- Entre los espesadores existentes (I004.4691, I038.4691) se instalara la caja I2126.4020.
- Se instalara la caja de relaves finales (I2022.4020) y las bombas de relaves finales N° 1 (I2023.4610) y N° 2 (I2123.4610). Estos trabajos se efectuaran sin interferir con los equipos existentes. Ver plano 41-40-4612.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Sistema reactivo Flotinol

- Montaje de un tanque de preparación (I2037.4020) y un tanque de distribución (I2038.4020).
- Montaje de 3 bombas dosificadoras de flotinol, 2 operando y una en stand by (I2039, I2040, I2041.4610)

Sistema de Floculantes existente

- Se retirarán los tanques y bombas existentes de floculantes.

3.1.3 EXCLUSIONES

- No se incluye las obras civiles
- No se incluye obras eléctricas

3.2 TUBERIAS

3.2.1 DESCRIPCION DEL TRABAJO

La planta de plomo plata contempla la instalación de 2 líneas de producción correspondientes a plomo y a plata.

Ambos circuitos están conformados básicamente por espesadores celdas de flotación y filtros prensa. Se considera además los sistemas de dosificación de floculantes y reactivos.

El desmontaje y montaje de tuberías se llevará a cabo en 2 etapas. La primera etapa corresponde a la implementación del circuito de Plata y la segunda al de Plomo.

La planta existente de plata deberá continuar operando durante implementación de la primera etapa.

Las tuberías a instalares serán de Polipropileno principalmente para el proceso de producción de plata y plomo. Para los floculantes y reactivos se utilizara tuberías de HDPE. Para las líneas de aire se usara Acero.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

3.2.2 ALCANCE DEL TRABAJO

FASE I CIRCUITO DE PLATA

Espesador de Residuo

- Se instalaran 2 tuberías de polipropileno desde un tie in hasta el tanque alimentación espesadores (I2026.4020).
- Se instara una tubería desde el tanque (I2026.4020) tubería hasta el espesador de Residuo Plomo Plata (I2000.4024).
- Se instalaran tuberías desde el espesador (I2000.4024) a las 2 bombas de lodos (I2001.4610, I2002.4610)
- Se instalara una tubería las bombas (I2001.4610, I2002.4610) hasta el acondicionador de plata (I2007.4024).
- Se instalara una tubería desde el overflow del espesador de residuo Plomo Plata (I2000.4024) hasta el cajón existente I-042. En la 2da fase esta tubería ira al cajón I2022.4020.
- Se instalara una tubería desde la bomba de sumidero (I2005.4610) hasta el espesador (I2000.4024)
- Ver dibujos 41-50-4606 y 41-50-4604

Flotación

Hay efectuar el desmontaje de todas las tuberías que conectan a los equipos existentes:

- Tanque Acondicionador I-050
- Banco de celdas de Flotación I-052
- Banco de celdas de Flotación I-053
- Tanque decantador concentrado de Plata I-024
- Columna de Compensación I-025
- Bomba Centrifuga I-026
- Duchas y lavaojos.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Se instalara una tubería desde el tanque acondicionador de plata (I2007.4024), hasta la Celda columna flotación básica Ag (I2008.4025)
- Se instalara una tubería desde la Celda columna flotación básica Ag (I2008.4025) hasta la Celda Columna Flotación de Limpieza (I2009.4025). Ver dibujo 41-50-4604.
- Se instalara una tubería desde el underflow de la Celda columna flotación básica Ag (I2008.4025), hasta la Bomba de Colas de Flotación Básica Ag (I2010.4610).
- Se instalara una tubería desde esta bomba se alimentara a la Celda de Flotación de agotamiento de Ag (I2012.4012).
- Se instalara una tubería desde el underflow de la Celda Columna Flotación de Limpieza (I2009.4025) hasta la bomba de relaves Flotación de limpieza Ag (I2011.4610)
- Se instalara una tubería desde la bomba de relaves Flotación de limpieza Ag (I2011.4610) al tanque acondicionador de plata (I2007.4024). Ver dibujos 41-50-4602 y 41-50-4607.
- Se instalara una tubería desde el overflow de la Celda de Flotación de agotamiento de Ag (I2012.4012) hasta el cajón I059.4120. Desde este cajón se alimenta a la Bomba de concentrado de flotación de agotamiento (I2014.4610).
- Se instalara una tubería desde la Bomba de concentrado de flotación de agotamiento (I2014.4610) hasta el tanque acondicionador de plata (I2007.4024). Deberá instalarse además una tubería de retorno desde la descarga de esta bomba hacia el cajón I059.4120.
- Se instalara una tubería desde el overflow de la celda columna de flotación de limpieza (I2009.4025) hasta la bomba de concentrado de flotación de limpieza (I2018.4610) y desde esta bomba otra tubería hacia el espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2019.9999).
- Se instalara una tubería desde el underflow de la celda columna de flotación de limpieza (I2009.4025) hasta la caja de relaves de flotación de agotamiento (I2015.4020) y desde esta caja a la bomba de relaves de flotación de agotamiento (I2016.4610).
- Se instalara una tubería desde la bomba de relaves de flotación de agotamiento (I2016.4610) hasta el espesador existente I038. Para la segunda fase, esta tubería ira al acondicionador de Plomo (I2107.4024).

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Se instalara una tubería desde la bomba de sumidero Área de Flotación (I2006.4610) hasta el tanque acondicionador de plata (I2007.4024).

Área de Espesamiento y Filtración

- Se instalara una tubería desde el espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2019.9999), hasta el tanque de homogenización (I2052.4024).
- Se instalara una tubería desde el tanque de homogenización (I2052.4024) hasta la bomba inferior de descarga espesador Ag (I2020.4610). Desde esta última bomba se alimentara al filtro de Plata (I2021.4618).
- Se instalara una tubería desde el filtro de plata hasta hacia el tanque de filtrado (I023.4020).
- Se instalara una tubería desde la bomba solución filtro Ag (I2024.4610) hasta espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2019.9999).
- Se instalaran todas las tuberías para el sistema hidráulico, sistema de aire comprimido, sistema de agua de lavado del filtro de plata.
- Se instalara una tubería desde la bomba de sumidero Área espesador sin partes móviles (I2017.4610), hasta el espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2019.9999)
- Se instalara una tubería desde el overflow espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2019.9999), hasta el tanque existente I-042. En la segunda fase esta tubería se conectara a la caja de relaves finales (I2022.4020).
- En la descarga de las bombas I043/044 se efectuaran un tie in para conectar una tubería para reutilizar el agua para las espumas de las celdas de flotación, para limpieza y para lavado de los filtros. En la Segunda fase se conectara a la descarga de las nuevas bombas I2023 e I2123.

Área de Floculantes y reactivos

Al lado este del nuevo espesador de residuo Plomo Plata se instaran los sistemas de dosificación de floculantes y reactivos. Ver dibujo: 41-40-4606.

- Desde el tie in se instalaran tuberías de agua hacia el tanque de I2061.4020 y a la bomba booster I2060.4610.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Desde el tanque de agua se instalara tuberías y manifold para alimentar a las 6 bombas dosificadoras de agua (I2062, I2063, I2064, I2065, I2066, I2067.4610). Desde estas bombas se conectara mediante tuberías a 4 mezcladores en línea. Se considera la instalación de los 4 mezcladores en línea.
- Se instalaran tuberías y manifold desde el equipo de preparación y distribución (I2030.7590), para conectar a 5 bombas dosificadoras de reactivos (I2031, I2032, I2033, I2034, I2034.4610) que a su vez conectan a los 4 mezcladores en línea.
- Se instalaran tuberías desde los mezcladores en línea hasta los siguientes equipos: Espesador Residuo Plomo Plata (I2000.4024), Espesador sin partes móviles I2019, Espesador sin partes móviles I2119 (se dejara en un lugar cercano ya que el espesador será instalado en la segunda fase) y al espesador de relaves finales existente. En la segunda fase la esta ultima conexión será hacia la caja I2126.4020 que alimentará a los 2 espesadores existentes. (I004, I038)
- Se instalaran tuberías de succión y descarga para la dosificación de reactivos AR 1404, desde el tanque (I2048.4020) hacia las 2 bombas dosificadoras ((I2042, 2043.4610) y desde estas bombas hacia el acondicionador de Plata (I2007.4024) y hacia la celda columna limpieza de Plata (I2009.4025).
- Se instalaran tuberías de succión y descarga para la dosificación de reactivos ER-65 desde el tanque (I2048.4020) hacia 3 bombas dosificadoras (I2044, I2045, I2046.4610) y desde estas bombas hacia el acondicionador de Plata (I2007.4024), hacia la celda columna limpieza de Plata (I2009.4025) y hacia el acondicionador de Plomo (I2107.4024). Esta última se dejara en un punto cercano ya que el acondicionador de plomo se instalara en la segunda fase.

Circuito de Cal

Se instalara una tubería desde las bombas ubicadas en el área 34 hasta el hacia 41 para alimentar a al acondicionador de Plata I2007.4020 con retorno al área 34. Se dejara una salida para instalar una descarga al acondicionador de Plomo de la fase II.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Aire de Planta y de Instrumentos

Se instalaran tuberías de aire de planta para la celda columna flotación Básica Ag (I2008.4025) y para la celda de flotación Limpieza (I2009.4025).

Se instalara aire seco para los instrumentos dispuestos en cada uno de los equipos y tuberías en toda la planta.

Agua Potable

Se instalara una línea de agua potable para conectar a las duchas y lava ojos.

FASE II CIRCUITO DE PLOMO.

Espesador de Residuo

Se instalara una tubería desde el overflow del espesador de residuo Plomo Plata (I2000.4024) hasta el cajón I-042 existente, para la 2da fase esta tubería se conectara al cajón I2022.4020.

Flotación

Para la instalación de los equipos en el área de flotación, primeramente se deberá desmontar todas las tuberías que conectan a los siguientes equipos:

- Tanque Acondicionador I-009
- Bancos de celdas de Flotación I-010, I-011, I-012, I-013, I-014, I-015, I-054.
- Tanque cola lavado I-055 y Bomba Cola de Lavado I-056.
- Tanque de espuma I-020 y bomba espuma I-021.
- Bomba Vertical I-045.
- Tanque I-042 y bombas I-043/I-044. (se desmontaran luego de las instalación de Tanque I-2022 y bomba I-2023.4610)
- Decantador I-060, columna de compensación I-062 y bombas I-026.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Se instalara una tubería desde el tanque acondicionador de plomo (I2107.4024), hasta la Celda columna flotación básica Pb (I2108.4025), y desde esta Celda hacia la Celda Columna Flotación de Limpieza (I2109.4025). Ver dibujo 41-50-4619.
- Se instalara una tubería desde el underflow de la Celda columna flotación básica Pb (I2108.4025), hasta la Bomba de Colas de Flotación Básica Pb (I2110.4610) y desde esta bomba a la Celda de Flotación de agotamiento de Pb (I2112.4012).
- Se instalara una tubería desde el underflow de la Celda Columna Flotación de Limpieza (I2109.4025) hasta la bomba de relaves Flotación de limpieza Pb (I2111.4610) y desde esta bomba se retorna mediante otra tubería al tanque acondicionador de plomo (I2107.4024).
- Se instalara una tubería desde el overflow de la Celda de Flotación de agotamiento de Pb (I2112.4012) hasta el cajón I2113.4120. Desde este cajón se alimenta a la Bomba de concentrado de flotación de agotamiento (I2114.4610). Desde esta bomba se instalara una tubería que retorna al tanque acondicionador de plomo (I2107.4024).
- Deberá instalarse además una tubería de retorno desde la descarga de la bomba hacia el cajón I2113.4120.
- Se instalara una tubería desde el overflow de la celda columna de flotación de limpieza (I2109.4025) hasta la bomba de concentrado de flotación de limpieza (I2118.4610) y desde esta bomba otra tubería hacia el espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2119.9999), Ver dibujo 41-50-4623.
- Se instalara una tubería desde el underflow de la celda columna de flotación de agotamiento (I2112.4025) hasta la caja de relaves de flotación de agotamiento (I2115.4020) y desde esta caja a la bomba de relaves de flotación de agotamiento (I2116.4610). Desde esta última bomba se instalara una tubería hacia el cajón I2126.4020 para alimentar a los espesadores existentes I004, I038. Ver dibujos 41-50-4617 y 41-50-4623.
- Se instalara una tubería desde la bomba de sumidero Área de Flotación (I045.4610) hasta el tanque acondicionador de plomo (I2107.4024).

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Área de Espesamiento y Filtración

- Se instalara una tubería desde el espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2119.9999), hasta el tanque de homogenización (I2152.4024) y desde este tanque hacia la bomba inferior de descarga espesador Ag (I2120.4610). Desde esta última bomba se instalará una tubería hasta el filtro de Plomo (I2121.4618). Ver dibujo 41-50-4623.
- Se instalara una tubería desde el filtro de plomo hasta el tanque de filtrado (I020.4020) y desde este tanque a la bomba la bomba solución filtro Pb (I2124.4610) Esta bomba retornara el agua hacia el espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2119.9999)
- Para el filtro de plomo se instalaran todas las tuberías para el sistema hidráulico, sistema de aire comprimido, sistema de agua de lavado, sistema de agua de presionado.
- Se instalara una tubería desde la bomba de sumidero área espesador sin partes móviles (I2106.4610), hasta el espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2119.9999)
- Se instalara una tubería desde el overflow espesador de alta capacidad sin partes móviles (I2019.9999), hasta el tanque de colas finales I2022.6470.

Área de Espesadores existentes

- Se instalara una tubería desde la bomba existente I006.4610 hasta el tanque de repulpeo (D-2133) ubicado en el área 40.
- La bomba existente I040.4610, tiene una tubería existente que llega hasta el tanque 148 existente. Hay que efectuar un tie in en esta línea para alimentar al tanque de repulpeo D-2133 del área 40. Ver dibujo 41-50-4618.
- Se instalaran tuberías desde la caja de relaves finales (I2022.4020) a las bombas de relaves finales N° 1 (I2023.4610) y N° 2 (I2123.4610) y desde estas bombas se instalara un tubería corta para empalmar con la tubería existente que actualmente esta conectada a la descarga de las bombas I043/I044. Desde esta línea además se efectuara una conexión para la reutilización del agua en la canaleta de espumas de todas las celdas de flotación, para el lavado de telas de los filtros prensa y para limpieza en las zonas de espesador residuo, zona de celdas y zona de espesadores de concentrado.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Área de Floculantes y reactivos

Sistema reactivo Flotinol

- Se instalarán tuberías de agua para alimentar al tanque de preparación (I2037.4020) y al tanque de distribución (I2038.4020).
- Se instalarán tuberías de vapor para el calentamiento del tanque de preparación.
- Se instalarán tuberías desde el tanque de distribución hacia las 3 bombas dosificadoras de flotinol, y desde estas bombas hasta acondicionador de plomo (I2107.4024) y la columna limpieza de plomo (I2104.4025)

Sistema de Floculantes

- Se completará la instalación de las tuberías que alimentan floculantes al espesador sin partes móviles Pb (I2119.9999) y hacia la caja I2126 que alimenta a los espesadores existentes I004 y I038.
- Se retirarán las tuberías existentes del circuito de floculante actual.

Sistema Reactivo ER 65

- Se completará la instalación de la tubería que alimenta reactivo ER-65 al acondicionador de Plomo I2107.4024.

Circuito de Cal

De las líneas de cal instalada en fase I se instalará una derivación hacia el Tanque acondicionador de Pomo I2107.4020.

Aire de Planta y de Instrumentos

- Se instalarán tuberías de aire de planta para la celda columna flotación Básica Pb (I2108.4025) y para la celda de flotación Limpieza (I2109.4025).
- Se instalará aire seco para los instrumentos dispuestos en cada uno de los equipos y tuberías en toda la planta.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

3.2.3 EXCLUSIONES

- No se modificarán las tuberías en la descarga de los 2 espesadores existentes.

4.0 ÁREA 55 ENFRIAMIENTO SOLUCIÓN PURA

4.1 MECÁNICA

4.1.1 DESCRIPCIÓN

Torres de Enfriamiento

El edificio de las torres de enfriamiento de solución pura es una estructura de concreto nueva de tres (3) niveles que estará adyacente a un edificio similar. Sobre este edificio se instalarán dos (2) torres de enfriamiento, con sus respectivos ventiladores y motores de accionamiento.

Además deberán instalarse dos tramos de canaletas de fibra de vidrio. Actualmente existen en la zona dos canaletas que transportan solución pura y que deberán ser removidas parcialmente. La primera es una canaleta que lleva solución pura de las actuales torres de enfriamiento hacia los tanques de solución rica y se encuentra en el nivel +15.95. Esta canaleta será removida parcialmente y se deberá colocar bridas ciegas en el extremo donde se realice el corte. También deberá colocarse una brida de empalme en el punto donde se acopla con la nueva canaleta a instalar.

La segunda canaleta lleva solución pura hacia el tanque llamado "copa de champagne" se encuentra en el nivel 12.485m. Esta canaleta será cortada y se deberá colocar bridas de empalme sobre ésta para empalmar con las canaletas del 320K.

Bombas de solución pura – Alimentación de torres de enfriamiento

Se instalarán dos nuevas bombas de solución pura (E2040.4610, E2041.4610), adyacentes a dos bombas existentes de iguales características.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

4.1.2 ALCANCE DE TRABAJO

Las actividades que siguen a continuación constituyen el alcance en el área de enfriamiento de solución pura.

Torres de Enfriamiento

- Instalación de dos torres de enfriamiento (G2000.4132 y G2001.4132). Estas torres de enfriamiento son fabricadas en fibra de vidrio y forman un solo cuerpo. Sus medidas son 8 m de largo x 4 m de ancho y 8 m de altura. El peso aproximado es de 12.7 t. Las torres de enfriamiento se instalan sobre la plataforma de concreto en el nivel 19.90 m del edificio de concreto y son ancladas a la plataforma mediante pernos de anclajes que han sido previamente instalados en el concreto. Los planos 55-40-4601 y siguientes muestran el arreglo general de la instalación de las nuevas torres de enfriamiento.
- Instalación de dos ventiladores (G2000.4137 y G2001.4137). Estos ventiladores serán instalados en las torres de enfriamiento antes señaladas. Los motores de estos ventiladores (G2000.6560 y G2001.6560) son de 50 HP y también deberán ser instalados.
- Desmontaje de canaletas de solución pura existentes y preparación de las mismas para empalmarlas con las nuevas canaletas. La sección de estas canaletas es de 950mm x 800 mm. Los trabajos deberán ser desarrollados por una empresa especialista en canaletas de fibra de vidrio que deberá ser sub-contratada por el contratista.
- Instalación de tres canaletas nuevas de fibra de vidrio, todas suministradas por Cajamarquilla. El primer tramo de canaleta (G2022.5900) se instalará sobre el edificio de torres de solución pura en el nivel +15.90m y se encargará de transportar solución pura desde la caja de descarga de las torres hasta el empalme con la canaleta existente G1002.5900A según lo indicado en plano 55-40-4608. El segundo y tercer tramo de canaletas (G2020.5900 A/B/C y G2021.5900 A/B) se colocarán desde las nuevas torres de solución pura hasta la canaleta existente G0818.5900 a +12.485 m de altura.

Los planos 55-4607, 55-40-4608, 55-40-4608, 55-40-4609, 55-40-4610, 55-40-4612 y 55-40-4613 detallan dimensiones, niveles y secciones de las canaletas en mención.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Bombas de solución pura – Alimentación de torres de enfriamiento

- Instalación de dos bombas centrifugas (E2040.4610 y E2041.4610) con características de físicas y de operación similares a las existentes (E1010.4610 Y E1011.4610) junto con sus respectivos motores de 132 KW cada uno. Los planos 55-40-4613 y 55-40-4614 detallan ubicación, niveles y dimensiones de las bombas a instalarse.

4.1.3 EXCLUSIONES

- No se considera el suministro de nuevas canaletas. Se considera la modificación de las canaletas existentes para permitir la conexión con las nuevas canaletas.

4.2 TUBERÍAS

4.2.1 DESCRIPCIÓN

Torres de Enfriamiento.

Se instalarán tuberías que lleven solución pura hasta las torres de torres de enfriamiento. También se instalarán tuberías para drenajes, para el nuevo sistema contra incendios y para las duchas y lavaojos de emergencia

Bombas de solución pura – Alimentación de torres de enfriamiento

Esta zona consta de 4 líneas independientes en la descarga de cada bomba de solución pura. De las cuales 2 de éstas reemplazaron a las dos líneas de polipropileno existentes. Las bombas existentes y nuevas tienen un manifold compartido de donde salen las líneas de succión de cada una de ellas. El sistema de bombeo también consta de líneas para drenajes y venteos.

4.2.2 ALCANCE DE TRABAJO

Las actividades que siguen a continuación constituyen el alcance en el área de enfriamiento de solución pura.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Torres de Enfriamiento

- Instalación de tuberías de alimentación a las torres.
- Instalación de tuberías de drenaje.
- Instalación de tuberías del sistema contraincendios. Incluye instalación de sprinkles (rociadores).

Los planos 55-50-4601, 55-50-4602, 55-50-4603, 55-50-4604, 55-50-4605, 55-50-4606, muestran detalles de elevaciones, dimensiones y secciones de las líneas mencionadas en ésta zona.

Bombas de solución pura – Alimentación de torres de enfriamiento

- Remoción del manifold de succión existente.
- Remoción de las tuberías de descarga de las bombas existentes.
- Instalación de un manifold de succión común para las bombas existentes y nuevas.
- Instalación de las tuberías de descarga para las bombas existentes y nuevas.
- Suministro, fabricación e instalación de todos los soportes de las tuberías y de acuerdo a los planos de tuberías donde se muestran los mismos. Los soportes deberán ser pintados de acuerdo al estándar de pintura. Las estructuras existentes donde se instale algún nuevo soporte y que sufran deterioro en la pintura, ya sea por soldadura, corte u otros, deberá ser repintada en el mismo tipo de pintura y color que el existente.
- Para información de niveles, dimensiones y secciones de las líneas pertenecientes a esta zona ver planos:
- 55-50-4620, 55-50-4621 y 55-50-4622

4.2.3 EXCLUSIONES

- No se consideran cambios en las boquillas de los tanques existentes.
- No se consideran cambios en las tuberías de alimentación de los tanques de almacenamiento de solución pura existentes.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

5.0 AREA 70 – CASA DE CELDAS EXISTENTE

5.1 MECÁNICA

5.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En el área 70 existente se efectuarán trabajos para mejorar los sistemas. Se convertirá un tanque existente de concreto de 1000 m³ de solución gastada a tanque de solución pura. Se instalará dos (2) nuevas bombas de transferencia de solución pura Tags G2002/G2003.4610 para alimentar la casa de celdas del área 75. Se instalará una nueva bomba sumidero, se construirá un nuevo tanque de 2000 m³ para almacenamiento de solución gastada, se instalará dos (2) nuevas bombas de solución gastada Tag G2007/G2008.4610 para retomar la solución a las áreas 40, 50 y bombeo a las áreas 75 y poza de emergencia. Se Construirá una nueva poza de emergencia con su bomba de retorno Tag G2012.4610 para retornar la solución gastada a los tanques de almacenamiento. Se acondicionará un pond existente y se empleará como recepción del electrolito que se tenga que retirar de las casas de celdas en caso de emergencia por falla de suministro eléctrico prolongado.

5.1.2 ALCANCE DEL TRABAJO

El trabajo incluido en esta área comprende:

- Montaje de tres Bombas de transferencia de solución gastada G2007/G2008/G0099.4610, Estas bombas se ubicaran al lado Norte del tanque nuevo de almacenamiento de solución gastada G2005 de acuerdo al plano 70-40-4601. Comprende las bombas G2007/G2008(nuevas) y la bomba G0099(existente a reubicar) ver plano N° 70-40-4601
- Desmontaje de tres (3) electro-bombas de transferencia de solución gastada, Tags G075/G076/G099.4610, que se encuentran al lado contiguo de los actuales tanques de solución gastada, el desmontaje será coordinado con el supervisor.
- Montaje de dos (2) bombas nuevas de transferencia de solución pura G2002/G2003.4610, estas bombas estarán ubicadas en el lado sur de los tanques de almacenaje de solución pura(ver plano N° 70-40-4603). Serán instaladas sobre bases de concreto y estas sobre unas plataformas de

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

concreto las cuales serán preparadas adecuadamente. Dichas bombas serán instaladas de acuerdo a las recomendaciones del proveedor.

- Montaje de una bomba de sumidero de solución pura G2004.4610, Esta bomba se instalara en el sumidero existente donde actualmente se encuentra ubicado la bomba G0187.4610 ver planos N° 70-40-4601.
- Desmontaje de bomba de sumidero G0187.4610 que se encuentra en zona de tanques de solución pura.
- Montaje de bomba de sumidero G0187.4610. Esta bomba se reubicara desde su actual ubicación en el sumidero de solución pura, previo mantenimiento hasta la nueva ubicación, el sumidero de tanques de solución gastada.
- Ampliación de canaleta de FRP para transporte de solución pura. Esta canaleta será una extensión de la canaleta existente de FRP G0002.5900 ubicada sobre los tanques de solución pura. La extensión será desde la ubicación del último empalme bridado hasta el punto donde descarga la solución sobre el tanque G074 (ver plano 70-40-4603, 70-40-4610). El contratista asumirá los trabajos de interconexión y montaje de la canaleta incluido las bases de soporte las conexiones de descarga a los tanques, los mecanismos de cierre y apertura y todos los accesorios requeridos para la instalación y correcto funcionamiento de la canaleta (ver plano 70-40-4610).
- Montaje de bomba (G2012.4610) con su respectivo motor (G2012.6560).

5.1.3 EXCLUSIONES

- No se incluye obras civiles.
- No se incluye obras eléctricas

5.2 TUBERÍAS

5.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Se deben instalar nuevas tuberías en todos los sistemas mecánicos descritos anteriormente. Las tuberías son predominantemente de polipropileno, otras de polietileno que varían en diámetros de 80 a 300mm y algunas menores de acero al carbono y acero inoxidable de diámetros entre 25 a 80mm. Las tuberías de acero inoxidable se instalan en la descarga y drenaje de los tanques de solución pura.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

En su gran mayoría las tuberías serán instaladas en pipe racks existentes y/o nuevos.

El desempeño de este trabajo se refiere principalmente a las líneas de solución pura, solución gastada, solución electrolítica (caso de emergencia) y servicio como agua de planta, aire comprimido y de instrumentación.

Se enumera los principales trabajos a realizar:

Nuevo tanque de electrolito agotado G2005

- Tubería de descarga de 350mm de diámetro de material de polipropileno CDR 11/PN10(SP-50-4006), Esta tubería se conecta a la boquilla del tanque con una brida reductora de 400x350 material acero inoxidable 316L y conecta con el manifold de succión de las bombas, lleva una válvula mariposa para control del cierre y apertura.
- Tubería de rebose de 400mm de diámetro de material de polipropileno, se conecta a la boquilla que se encuentra a un nivel de 20.30m mediante una brida reductora de 450x400 de material 316L llegando el otro extremo de la tubería de forma vertical hasta alcanzar un nivel de 1m sobre el piso.
- Tubería de drenaje de 350mm de diámetro de material de polipropileno, se conecta a la boquilla mediante una brida reductora de 400x350mm seguido una válvula mariposa.

Instalación de tuberías en tanque existente de electrolito agotado G0073

- Tubería de descarga de 350mm de diámetro material polipropileno, se conecta a la nueva boquilla mediante una brida reductora 450x400mm. Esta tubería va desde la boquilla hasta el manifold de succión de las bombas, en el tramo tiene una válvula mariposa de 350mm.
- Tubería de rebose de 400mm de diámetro material polipropileno, Se conecta a una nueva boquilla de 450 mm. (18")de diámetro mediante una brida reductora de 450x400, esta tubería va desde un nivel de la parte superior hasta un metro sobre el piso.
- Tubería de drenaje de 300mm material polipropileno, se conecta a la nueva boquilla de 350mm mediante una brida reductora de 350x300 mm. Esta tubería lleva una válvula mariposa de 350mm y descarga sobre el piso.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Instalación de tuberías en tanque existente G0074

Este tanque en la actualidad almacena solución agotada, se hace cambio de servicio para almacenaje de solución pura y en caso de emergencia almacenaje de solución electrolítica, por ello tiene una conexión tanto para las bombas de solución pura y solución agotada; las tuberías a conectar que incluyen los soportes son los siguientes:

- Tubería de descarga de solución pura de 250mm material acero inoxidable (SP-50-4006), esta tubería se conecta a la nueva boquilla de descarga de 350mm mediante una brida reductora de 350x300mm material acero inoxidable SS316L y el otro extremo se conecta al manifold de succión existente de las bombas de solución pura y también conecta a succión de las dos bombas nuevas de solución pura, instalándose dos válvulas mariposa para control en el manifold.
- Tubería de descarga de solución electrolítica de 350mm material polipropileno, la descarga se encuentra ubicado a un nivel superior con el fin de evitar que el sedimento del almacenamiento de solución pura tape la boquilla. Esta tubería se conecta a una nueva boquilla de 450mm (18") mediante una brida reductora de 450x350 material acero inoxidable SS316L y el otro extremo conecta a la descarga del tanque G0073 hasta llegar al manifold de succión de las bombas de electrolito agotado.
- Tubería de drenaje de 200mm material de acero inoxidable 316L (SP-50-4006), se conecta a nueva boquilla de 350mm mediante una brida reductora de 350x300mm y luego a una reducción concéntrica de 300x200mm y a una válvula mariposa de 200mm.
- Instalación de la línea de rebose de diámetro 400mm va hacia tanque G0006 material manguera flexible de caucho reforzado (ver especificación SP-50-4009), esta línea conecta el sumidero del tanque G0074 con el tanque G0006 y van conectado a un solo nivel.

Instalación de tuberías en tanque existente G0006

Este tanque se acondiciona con la instalación de una boquilla de 450mm para recibir la línea de sumidero del tanque G0074, con el fin de recepcionar del sumidero del tanque contiguo y evitar una caída brusca del fluido. La tubería es de diámetro 400mm material polipropileno SDR 1706/PN6, se instala en la parte interior de los tanques existentes. Se conecta a tope con la boquilla y dirige el flujo

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

hacia la parte inferior del tanque, se sostiene por una estructura de acero inoxidable anclada a la pared del tanque. Estas instalaciones se repiten en los tanques existente G0006, G0005, G0004.

Bombas de solución Agotada G2007, G2008, G0099

Se instala tuberías de succión y descarga para estas bombas considerándose que la bomba G2007 trabaja en condición de emergencia, para una mejor condición de servicio se considera la instalación de un manifold de carga y un manifold de descarga. La tubería del manifold es de 350mm material de polipropileno. Se instalan válvulas mariposa para el control de la alimentación a las bombas y sistema de drenaje de las tuberías.

Bombas de solución pura G2002, G2003

Se conectan las tuberías de succión al manifold principal, para hacer la descarga por tuberías independientes que van a la nueva casa de celdas área 75. Cruzan el primer nivel de la casa de celdas existente (área 70) hasta llegar a la parte superior de la nueva casa de celdas del área 75 para descargar sobre las canaletas principales. Las tuberías de succión son de material SS316L y las tuberías de descarga son de 250mm de diámetro material polipropileno. Al llegar al punto donde inicia el cruce de casa de celdas del área 70 cambia de material a polietileno de alta densidad (HDPE) manteniéndose el diámetro de 250mm, en la instalación de las tuberías se incluye la instalación sistema de drenajes y de los soportes necesarios de acuerdo a los planos.

Bomba de sumidero de Solución agotada

se hace la conexión de una tubería de 80mm de diámetro material polipropileno, que sale de la descarga de la bomba vertical G0187 llegando a la parte superior de los tanques de almacenaje de solución agotada G2005/G0073, en la instalación de esta tubería se incluye la instalación de los soportes necesarios de acuerdo a los planos.

Bomba de sumidero de Solución pura

Se conecta una tubería de 100mm de diámetro material polipropileno, sale de la descarga de la bomba y sigue la ruta del pipe rack entre las áreas 50y 94, hasta llegar al punto de conexión(tie ins) con la tubería en el área 40. En la instalación de

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

esta tubería se incluye la instalación de los soportes necesarios de acuerdo a los planos.

5.2.2 ALCANCE DE TRABAJO

Consideramos el alcance según las áreas:

Conexión de tuberías en nuevo tanque de solución agotada G2005.4020

- Instalación de tubería de 350mm de material de polipropileno a descarga de tanque con manifold de succión de bombas.
- Instalación de tubería de 400mm de material polipropileno a boquilla de rebose.
- Instalación de tubería de 350mm de material polipropileno a boquilla de drenaje.

Conexión de tuberías en tanque de solución agotada G0073.4020

- Tubería de descarga de 350mm de diámetro material polipropileno, se conecta a la nueva boquilla hasta el manifold de succión de bombas de proceso.
- Tubería de 400mm de diámetro material polipropileno, se conecta a boquilla de rebose y va dirigida al suelo.
- Tubería de 300mm material polipropileno, se conecta a boquilla de drenaje y va dirigida al suelo.

Conexión de tubería en tanque existente solución pura(solución agotada) G0074.4020

- Tubería de 250mm de diámetro material de acero inoxidable, se conecta a la boquilla de descarga de solución pura y el manifold de descarga de bomba.
- Tubería de 350mm de diámetro material polipropileno, se conecta a la boquilla de descarga de solución gastada y conecta con el manifold de succión de bombas de proceso.
- Tubería de 200mm de diámetro material acero inoxidable, se conecta nueva boquilla de drenaje con la línea existente de drenaje de los tanques de solución pura existentes.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Rebose de tanque, manguera flexible de 400mm de diámetro material caucho reforzado.

Conexión de tubería de recepción de flujo de rebose en tanques G0006/G0005/G0004.4020

- Se conecta una tubería en forma de T al rebose de la parte interna de los tanques y se soporta mediante una estructura anclada alas paredes del tanque(ver plano N° 70-50-4610).

Manifold de descarga de solución agotada & electrolítica

Las líneas que se conectan a este manifold para la distribución de la solución hacia las diferentes áreas son:

- Tubería de 250mm de diámetro material polipropileno y un tramo de polietileno (HDPE), alimentación de solución electrolítica sobre la canaleta principal de la nueva casa de celdas (320K) área 75.
- Tubería de 100mm de diámetro material polipropileno, Alimenta solución agotada que va a purificación Área 50 (tanques E065,E073)
- Tuberías de 250mm material polipropileno, alimenta solución agotada al área 40(tanques D021,D089)
- Tubería de 300mm material polipropileno, alimenta solución agotada al área 40(tqs D1019,D2040)
- Tubería de 250mm de material polipropileno y un gran tramo a través del pipe rack de polietileno que va hacia la laguna de emergencia.
- Tuberías de 150mm de diámetro material de polipropileno que recirculan hacia los mismos tanques de almacenamiento.
- Tubería de 250mm material polipropileno que depositan la solución sobre las canaletas de alimentación a las celdas del Area70.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Tuberías de alimentación de solución electrolítica al tanque de almacenamiento.

Dentro de las instalaciones de tuberías al interior del área 70 se contempla las instalaciones de tuberías que alimentan solución a los tanques de almacenamiento (ver planos N° 70-50-462, 70-50-4604, 70-50-4606, 70-50-4609).

- Tuberías de 200mm y 250mm de diámetro material HDPE, procedente de la nueva casa de celdas (Area75). Descargan en tanques de solución agotada.
- Interconexión con las tuberías existentes de diámetro 225,80mm material polietileno que alimentan solución gastada proveniente de las celdas del Área 70 y bombas de sumidero.
- Conexión de tuberías de aire comprimido, aire de instrumentación, agua de proceso, agua potable.

Tuberías de alimentación de Solución Pura

Las tuberías de alimentación de solución pura a la nueva casa de celdas Área 75(320K), serán dos tuberías de 250mm de material un tramo de polipropileno y polietileno otro tramo, el punto de interconexión(tie in) con las tuberías del Área 75 será como se muestra el plano N° 70-50-4611.

5.2.3 EXCLUSIONES

En el presente alcance no se contempla:

- Instalaciones mecánicas.
- Remoción de tuberías existentes.
- Desmontajes de equipos e instalaciones civiles.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

6.0 AREA 93 - AGUA DE ENFRIAMIENTO

6.1 AREA MECANICA

6.1.1 DESCRIPCION GENERAL

El Área 93 comprende dos zonas principales: La Zona de Torres de enfriamiento de agua, que se encuentran ubicadas Adyacente al Este de las torres de enfriamiento existente y la Zona de Rack de tuberías, la cual cruza prácticamente toda la refinería de Cajamarquilla de Norte a Sur.

El alcance de las nuevas instalaciones mecánicas incluye los siguientes equipos ubicados principalmente en la zona de Torres de enfriamiento de agua:

Tres nuevas torres de enfriamiento con TAG N° 2000 / 2001/ 2002 .4132 con ventiladores de aire tipo axial con TAG N° 2000 / 2001/ 2002 .4137, respectivamente por cada torre de enfriamiento.

El nuevo sistema de bombeo para suministro de agua fría se compone básicamente de: Cuatro bombas sumergibles tipo turbina de 1317 m³/h de capacidad con TAG N° X2003 / X2004 / X2005 / X2006.4610, que se encargarán de suministrar agua fría a las distintas áreas que requieran de este servicio.

La nueva columna de control de nivel con TAG N° X2009.4020 se compone de un tanque cilíndrico cerrado con boquillas para la instalación de instrumentos, drenaje, venteo y para ingreso de agua desde el colector de las torres de enfriamiento.

El filtro de arena con TAG N° X2007.4618 tendrá la función de filtrar partículas que puedan dañar los equipos que componen el Sistema de enfriamiento, en consecuencia, bajar su eficiencia.

Tanque de ácido sulfúrico con TAG N° X2008.4020 de planchas de acero al carbono.

El nuevo sistema de adición de reactivos contra maleza, bacterias y anti incrustante será instalado por otros.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

6.1.2 ALCANCE DE TRABAJO

Esta área tiene como alcance lo siguiente:

- Montaje de tres (3) ventiladores de aire tipo axial (TAG 2000 / 2001/ 2002 .4137) de 601.7 m³/s con su respectivo motor de inducción trifásico de 200 HP, en la parte superior de cada torre de enfriamiento, con el eje del motor en posición horizontal a una elevación de 18.76 metros. Los planos 93-40-4601, 93-40-4602 y 93-40-4603 detallan dimensiones para el montaje e instalación las nuevas Torres de enfriamiento.
- Montaje de cuatro (4) bombas sumergibles con eje vertical tipo turbina (TAG 2003 / 2004/ 2005 / 2006 .4610) de 1317 m³/h de capacidad, con la placa base a 2.136 metros sobre el nivel de referencia existente (Elev. +4m NTC). Cada bomba incluye un motor de inducción trifásico (TAG 2000 / 2001/ 2002 .6560), el cual se instalará sobre el eje de la bomba. Los planos 93-40-4601 93-40-4602, 93-40-4604 y 93-40-4606 muestran arreglos generales de las nuevas bombas de agua fría.
- Montaje de una columna de control de nivel de agua (TAG N° X2009.4020) con la base sobre la superficie superior de la base del colector de las torres de enfriamiento (Elev. +4 m NTC). los planos 93-40-4601, 93-40-4602 y 93-40-4605 son planos de arreglo general y de detalle de éste equipo.
- Montaje de Filtro de arena (X2007.4618) al norte de la torre de enfriamiento de agua existente X500.4132, con su base a una elevación de +5.0 metros. Para información detallada sobre dimensiones, detalles y datos técnicos de éste equipo ver los planos 93-40-4601, 93-40-4603 y 93-40-4608.
- Montaje de un Tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico (TAG 2008.4020) en la parte inferior de la torre de enfriamiento con su base a una elevación de 6 metros. Para información detallada sobre dimensiones, detalles y datos técnicos de éste equipo ver los planos 93-40-4601, 93-40-4602 y 93-40-4607.

6.1.3 EXCLUSIONES

- El alcance de trabajo en esta área no incluyen el suministro ni instalación de reactivos.
- No se incluye obras civiles.
- No se incluye obras eléctricas

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

6.2 TUBERÍAS

6.2.1 DESCRIPCION GENERAL

Se tiene dos principales zonas de trabajo:

La Zona de Torres de enfriamiento de agua

Esta zona consta de una estación de bombeo adyacente y al este de la existente. Entre las principales tuberías pertenecientes a ésta zona tenemos:

- Tuberías para suministro y retorno de agua de enfriamiento pertenecientes al área 93 (estación de bombeo). La línea de suministro de agua (WCS) consiste en un manifold a la salida de las bombas. La línea de retorno de agua (WCR) reparte el agua hacia las torres de enfriamiento de agua.
- Tuberías para el sistema de reposición de agua de enfriamiento y de filtrado de la misma.
- Tuberías para el sistema de adición de reactivos.
- Tubería de suministro de ácido sulfúrico al nuevo tanque de Acido X2008.4020. Éste suministro será tomado desde la línea de alimentación de acido existente 30-25-HS-107-3503.
- Tubería de interconexión de colectores de torres de enfriamiento nuevas y existentes
- Tuberías para suministro de agua potable para duchas y lavajos de emergencia.
- Tuberías para drenaje desde equipos principales.
- Tie-ins de interconexión entre el sistema nuevo y el existente.

Rack de tuberías

Comprende todas las tuberías a instalar sobre el pipe rack y que distribuyen los servicios de agua de enfriamiento, agua cruda, agua de proceso, agua potable, agua desmineralizada, combustible diesel, vapor de alta y baja presión, aire comprimido, aire de instrumentación a diferentes áreas de la refinería. La instalación de las líneas mencionadas en esta sección estará dentro del alcance del área 93 sólo si se encuentran en el rack principal. Las tuberías fuera del nuevo

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

rack, serán consideradas independientemente dentro del alcance del área a la que corresponda.

El plano de diseño 93-50-4600 (Key Plan) muestra la distribución de todos los planos de arreglo general de tuberías sobre el pipe rack. Los planos mencionados detallan ubicaciones, dimensiones y secciones de las líneas consideradas sobre el pipe rack en el área 93.

6.2.2 ALCANCE DE TRABAJO

Se tienen los siguientes alcances.

La Zona de Torres de enfriamiento de agua

- Instalar tuberías para suministro de agua de enfriamiento. La línea de suministro de agua (WCS) tendrá como partida el patio de bombas de agua fría, pasará por el nuevo rack principal a +15.9 m de elevación y distribuirá agua fría a las distintas áreas que requieran de este servicio. Los límites de batería con las áreas abastecidas de agua de enfriamiento estarán identificadas mediante empalmes denominados TIE-IN.
- Instalar tuberías para retorno de agua fría (WCR). Las cuales se instalarán paralelamente y a la misma elevación que las tuberías para suministro (WCS). La única diferencia entre las líneas de suministro y retorno es que tienen direcciones de flujo opuestas, además las líneas retorno han de desembocar sobre las torres de enfriamiento de agua a +14.8 m de altura.
- Instalar una Tubería de realimentación de agua (WR) hacia el colector de las nuevas torres de enfriamiento. Esta línea se tomara desde la línea existente 200.AB.033-1 a una elevación de +5.42 metros.
- Instalar una tubería en posición horizontal (WCS) que conecte el colector de las nuevas torres de enfriamiento con el existente a una elevación de +4.78 metros.
- Instalar una tubería en posición horizontal que conecte el sumidero de las nuevas torres de enfriamiento con el existente a una elevación de +4.2 metros.
- Instalar tuberías para drenajes de los nuevos equipos, las cuales desembocarán en el sumidero de las nuevas torres de enfriamiento de agua.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Instalar una tubería para suministro de aire a los instrumentos de los nuevos equipos que requieran de éste servicio. Esta línea se tomará de la línea de aire proveniente de los nuevos compresores ubicados en el área 94.
- Instalar líneas para suministro de ácido sulfúrico al nuevo tanque de X2008.4020 desde la línea existente 30-25-HS-107-3503. Instalar tubería de dosificación de ácido sulfúrico al colector de agua desde el nuevo tanque de ácido.
- Instalar líneas de suministro de agua potable a las dos estaciones de duchas y lavajos de emergencia. Este servicio se tomará desde la línea de agua potable que cruza el nuevo pipe rack principal desde el área 92.

Los planos 93-01-4101, 93-01-4102, 93-50-4601, 93-50-4602 y 93-50-4603 detallan diagramas de distribución, dimensiones, secciones y elevaciones de las tuberías pertenecientes al presente alcance de trabajo.

Rack de tuberías

- Instalar tuberías para el suministro de agua hacia el área 94. Estas tuberías se empalmarán con la línea principal de suministro de agua fría existente 300.ARF.0300.1, del mismo modo, instalar una línea de suministro de agua de enfriamiento para emergencias en el área 94 desde la línea existente 250.ARF.0305.1
- Instalar tuberías para el suministro de agua hacia el área 42. Estas tuberías se empalmarán con la línea principal de suministro de agua fría existente 800.ARF.0300.1.
- Instalar sobre el nuevo rack, tuberías para servicios de aire Comprimido (AC), aire de instrumentación (AI), Vapor de Alta (SH), Vapor de media (SM), Vapor condensado (SC), Vapor de baja (SL), Agua desmineralizada (WD), Agua potable (WP), Combustible (HL), agua fresca (WR), electrolito Spent (HR), Slurry Corrosivo-Erosivo (YHS).
- Instalar Tie-in en los límites de batería con áreas a cargo de las oficinas de Santiago, Trail, y Outotec
- Diseñar e Instalar soportes de tuberías para las líneas pertenecientes a las zonas de las nuevas torres de enfriamiento y el nuevo rack de tuberías.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

Los planos 93-01-4103, 93-01-4105, 93-50-4608, 93-50-4609 y 93-50-4610, 93-50-4611, 93-50-4612, 93-50-4613, 93-50-4614, 93-50-4615, 93-50-4616, 93-50-4617, 93-50-4618, 93-50-4620, 93-50-4621, 93-50-4625 y 93-50-4626 detallan diagramas de distribución, dimensiones, secciones y elevaciones de las tuberías pertenecientes al presente alcance de trabajo.

6.2.3 EXCLUSIONES

La conexión de las tuberías, en los Tie-in con las demás áreas, estará a cargo de cada área.

7.0 ÁREA 94 - AIRE COMPRIMIDO

7.1 AREA MECANICA

7.1.1 DESCRIPCION GENERAL

La actual Sala de compresores esta compuesta por cinco (5) compresores de tornillo. Para atender la demanda adicional de Aire comprimido de planta y de Instrumentación hacia la planta se ampliará la sala de compresores y allí se montarán tres (3) nuevos Compresores Centrífugos de 5700 Nm³/h cada uno. Tag W2000/2001/2002.4102; un (1) Tanque Receptor de aire Industrial de 7 m³ Tag W2005.4023 y un (1) Tanque Receptor de aire de Instrumentación de 3 m³ Tag W2006.4023; un (1) Secador de Aire de instrumentación Tag W2004-4135 y montaje de un (1) Polipasto de 5 t para mantenimiento Tag W2007-4444. Los planos 94-40-4601 al 94-40-4604 muestran el arreglo general de éstos equipos.

7.1.2 ALCANCE

Las actividades que siguen a continuación constituyen el alcance de trabajo, pero son de carácter enunciativo y no limitativo ya que el Contratista completará las obras a satisfacción de la Supervisión y del Cliente:

- Montaje de los tres nuevos Compresores Centrífugos
- Montaje de los nuevos Tanques receptores de aire de 7 m³ y 3 m³.
- Montaje de nuevo Secador
- Montaje de nuevo Polipasto de 5 t

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantlm Metals - Cajamarquilla S.A.		

7.1.3 EXCLUSIONES

- No se incluye obras civiles, salvo el grouting de los equipos.
- No se incluye instalaciones eléctricas

7.2 TUBERÍAS

7.2.1 DESCRIPCION GENERAL

La actual sala de compresores esta actualmente operativa, dentro y fuera de ella se instalarán nuevas tuberías de aire comprimido, aire de instrumentación y agua de refrigeración para los compresores.

Todas las tuberías deberán ser instaladas de acuerdo a los planos de tuberías e isométricos elaborados para el proyecto.

El límite de batería de esta área serán los tie-in entre el área 94 y el área 93 (pipe rack).

7.2.2 ALCANCE DE TRABAJO

- Instalación de tuberías de acero al carbono de para aire comprimido. Estas tuberías serán instaladas desde los nuevos compresores hacia el tanque de almacenamiento y desde allí hacia el pipe rack. Se muestran en los planos 94-50-4601, 94-50-4602, 94-50-4603 y 94-50-4604. Los planos isométricos muestran el detalle de cada una de ellas y el listado de materiales.
- Instalación de tuberías de acero al carbono de para aire de instrumentación. Estas tuberías serán instaladas desde el tanque de almacenamiento y desde allí hacia el pipe rack. Se muestran en los planos 94-50-4601, 94-50-4602, 94-50-4603 y 94-50-4604. Los planos isométricos muestran el detalle de cada una de ellas y el listado de materiales.
- Instalación de tuberías de agua de enfriamiento para los compresores. Se muestran en los planos 94-50-4601, 94-50-4602, 94-50-4603 y 94-50-4604. Los planos isométricos muestran el detalle de cada una de ellas y el listado de materiales.
- Enlace (tie-in) entre las tuberías existentes y las nuevas tuberías a instalar.

TECHNICAL SPECIFICATION

PROJECT:	320K	SW-40-4601	REV. A
	N° 155339	ALCANCE DE TRABAJO CC-402	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

- Suministro, habilitación e instalación de todos los soportes de las tuberías y de acuerdo a los planos de tuberías donde se muestran los mismos.

7.2.3 EXCLUSIONES

- No se consideran cambios en las tuberías existentes de la sala de compresores.
- No se consideran cambios en las tuberías existentes externas al edificio de la sala de compresores.



Las Begonias 475 Of. 320
San Isidro, Lima 27 - Perú
www.wortecperu.com

Teléfonos: 442-1242
442-4930
Fax: 442-1086

August 29, 2007

VM-CJM 320K Project
c/o AMEC
Av. Apoquindo 3846, piso 8
Las Condes, Santiago,
Chile.-

Atención: **Hernán Aguirre A.**

Asunto: **RFQ 155339-46040 Vertical Cooling Water Pumps**
Flowserve Pump Division Ref. 4424-70019 (WFTL-20167)
Wortec Ref. 07-08342-QUP

Dear sirs,

We are please to submit for your consideration the proposal prepared by our representative Flowserve Pump Division, for the subject project referenced Request for Quotation.

We appreciate the opportunity to present this proposal and look forward to working with you further on this project,

Sincerely yours

Wortec S. A.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roberto Peschlera A.', is written over a circular stamp or seal. The signature is somewhat stylized and overlaps the circular shape.

Roberto Peschlera A.
Sales Manager

Project No.	156339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equip No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 4 of 4

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Bearings				
Inboard				
-Manufacturer	* A		Floussim Std	
-Type	* A		TBA	
-Model Number	* A		TBA	
Outboard				
-Manufacturer	* A		Floussim Std	
-Type	* A		TBA	
-Model Number	* A		TBA	
Coupling				
Manufacturer	* A		Floussim Std	
Type	* A	Direct	split shaft	
Material	* A		N/A	
Safety Factor	* A		N/A	
Baseplate				
Material	A	Carbon Steel	Steel	
Maximum HP Motor	* A		1200	
Shaft OD under the sleeve (mm)	* A		49.3	
Length of impeller overhang (mm)	* A		-	
Weight				
Bare pump (kg)	* A		TBA	
Motor (kg)	* A		TBA	
Baseplate (kg)	* A		TBA	
Pump complete w/ drive component (kg)	* A		TBA	
Surface Preparation and Finish				
By VENDOR (Yes/No)	A	Yes	Yes	
Specification SP-30-4304 Req'd (Y/N)	A	No	No	
Surface Preparation	A	SSPC 6	Floussim Std	
System	A	mfg Standard	-	
Primer Type	* A		Floussim Std	
Primer Dry Film Thickness (mm)	* A		Floussim Std	
Finish Type	* A		Floussim Std	
Finish Dry Film Thickness (mm)	* A		Floussim Std	

Comments	Rev
All items with * shall be filled in by the VENDOR	A
Pumps using expellers shall have expeller curves included with the quote.	A
(1) Number of cooling pumps to be determined. VENDOR shall provide two quotes based on 3 pumps operating, 1 spare and 2 pumps operating, 1 spare.	A
(2) Value to be confirmed later.	A
(3) Distance between pump baseplate mounting and the bottom of the pond.	A
(4) Materials based on existing cooling water pumps. VENDOR shall confirm that materials are suitable application.	A

Date	2-Aug-07			
By	E. Mufante			
Checked	F. Cuya			
Rev.	A			

Project No.	155339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equip No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 3 of 4

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Motor				
Manufacturer	A	WEG	GE	
Manufacture Country	A		United States	
Type	A	Induction	Induction	
Model and or catalog number	A			
Standard	A	IEEE 841	IEEE 841	
Motor Shaft	A	Hollow shaft	Hollow shaft	
Power (KW)	A		223.71	
Voltage (V)	A	4160	4160	
Frequency (hz)	A	60	60	
Phases (#)	A	3	3	
Full load current (A)	A		T.B.A.	
Speed (RPM)	A	1200	1200	
Service Factor	A	1.15	1.15	
Frame size	A		503TP	
Terminal box	A	Over Sized	T.B.A.	
Accessories conduit box	A	Separated	Not included	
Enclosure type and rating	A	TEFC, IP65	TEFC, IP54	
Max KVAR allowed for power factor correction	A		-	
Efficiency	A	Premium	T.B.A.	
Insulation Class	A	F	F	
Nema Design	A		-	
Torque			-	
-Full load (N·m)	A		-	
-Pull-up (%)	A		-	
-Breakdown (%)	A		-	
-Locked rotor (%)	A		-	
Bearing Rated Fatigue Life	A	L ₁₀	T.B.A.	
Bearing Protection	A	Impro/Seal, both ends	T.B.A.	
Number of starts	A		T.B.A.	
Motor start capability	A	Full voltage across the line & Electronic	T.B.A.	
Accessories				
Winding Temperature Monitoring	A	RTD, 6S 2 per phase	6 Nos of 100-ohm Platinum RTD's	
Bearing Temperature Monitoring	A	RTD, 2	100-ohm's Platinum	
Bearing Vibration Monitoring	A	Transmitter, 2	Metrix 984E-121	
Space Heaters	A	Required	Included	
Surge Arresters	A	Required (For MV motor)	Not Included	
Reference Specification	A	SP-60-4326	SP-60-4326	

Date	2-Aug-07		
By	E. Muñante		
Checked	F. Cuya		
Rev.	A		

Project No.	155339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equip No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 2 of 4

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Pump				
Manufacturer	* A		Fluorocel	
Model Number	* A		22 FAJL-2stg	
Size	* A		-	
Pump Type	* A	Vertical	Vertical	
Pump Length	* A		1.78 m	
Pump Nominal Speed (RPM)	* A		1185 RPM	
Efficiency (%)	* A		84.2%	
Flow, Best Efficiency Point BEP (m ³ /h)	* A		1450.7	
BHP (HP)	* A		300	
Number of stages	* A		2	
Wear & Depreciation Allowance (mm)	* A			
Inlet				
-Diameter (mm)	* A		-	
-Flange specification	* A	ANSI B16	-	
-Suct. static head min/max (m)	* A		-	
-NPSH required (m)	* A		4.7	
Outlet				
-Diameter (mm)	* A		406.4	
-Flange specification	* A	ANSI B16	ANSI 150 lbA	

Materials of Construction

Wet end components	* A			
Impeller				
-Material	* A	Bronze SAE 40 ⁽⁴⁾	Bronze B18	
-Type	* A		Enclosed	
-Diameter (mm)	* A		442.8	
-Hardness (BHN)	* A		-	
-Tip Speed (m/s)	* A		-	
-Max. Allow tip speed (m/s)	* A		-	
-Min. Allow. Flow (m ³ /h)	* A		522.4	
Casing				
-Material	* A	ASTM A278-30 ⁽⁴⁾	Cast Iron	Metals
-Liner material	* A	None	-	
-Hardness (BHN)	* A		-	
Shaft	* A	ASTM A276-416 ⁽⁴⁾	416 SS	
Discharge head	* A	ASTM A36 / A53 ⁽⁴⁾	Carbon Steel	
Column	* A		Carbon Steel	
Suction strainer	* A		Galv. Steel	
Wetted Bolts	* A		Carbon Steel	
Wetted Nuts	* A		Carbon Steel	
Seal Type	* A	Gland packing ⁽⁴⁾	packed Box	
Seal Water Flow (m ³ /h)	* A		-	

Date	2-Aug-07			
By	E. Mufante			
Checked	F. Cuya			
Rev.	A			

Project No.	155339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equip No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 1 of 4

Equipment Name:	Vertical Cooling Water Pumps	PIC No.	46040
No. Required:	4/3 ⁽¹⁾	Area:	93
Reference Specification:	SP-40-4632		
Service:	Cooling Water Circulation		

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Operating Conditions				
Location (Indoors/Outdoors)	A	Outdoors	Outdoors	
Ambient Temperature (°C)				
-Minimum	A	8	8	
-Maximum	A	30	30	
Relative Humidity (%)	A	87	87	
Noise Level Allowable per 8 hr shift (dB-LEX)	A	85	85	
Noise Level Allowable (dB)	A	83		
Operation (Continuous/Intermittent)	A	Continuous	Continuous	
-Days per year	A	365	365	
-Hours per day	A	24	24	
Minimum Availability (%)	A	95	95	
Environment -Toxic	A	No	No	
-Corrosive	A	Yes	Yes	
-Flammable	A	No	No	
Design Capacity Per Pump (m ³ /h)	A	1317/1967 ⁽¹⁾	1317	
Total Dynamic Head (m)	A	42.5 ⁽²⁾	42.5	
NPSH Available (m)	A	11	11	
Pond Depth (m)	A	1.9 ⁽³⁾	1.90	
Units (metric/imperial)	A	Metric	Metric	

Solution Characteristics				
Name of Solution	A	Cooling Water	Cooling Water	
S.G. of Solution	A	1.00	1.00	
Solids Content (mg/L)	A	10	10	
pH	A	6.5 - 7.5	6.5 - 7.5	
Total Hardness (mg/L CaCO ₃)	A	< 550	< 550	
Operating Temp (°C)	A	20 - 40	20 - 40	
Min./Max. Design Temp (°C)	A	5 - 40	5 - 40	

Water Analysis

A	Cl < 50 mg/L, Residual Cl < 0.1 mg/L, Cu < 0.1 mg/L, Fe < 0.25 mg/L, K < 10 mg/L, Mg < 20 mg/L, Zn < 10 mg/L, Na < 25 mg/L
---	--

Operating Flow Rate - 4 pumps (m ³ /h)	A	1197 ⁽¹⁾		
Design Flow Rate - 4 pumps (m ³ /h)	A	1317 ⁽¹⁾	1317	
Operating Flow Rate - 3 pumps (m ³ /h)	A	1796 ⁽¹⁾		
Design Flow Rate - 3 pumps (m ³ /h)	A	1967 ⁽¹⁾		

Date	2-Aug-07		
By	E. Mulante		
Checked	F. Cuya		
Rev.	A		

Customer : Votorantim Metals
 Item number : 2003/04/086.4610
 Service : Cooling water pumps
 Vendor reference : 4424-70019
 Date : August 27, 2007

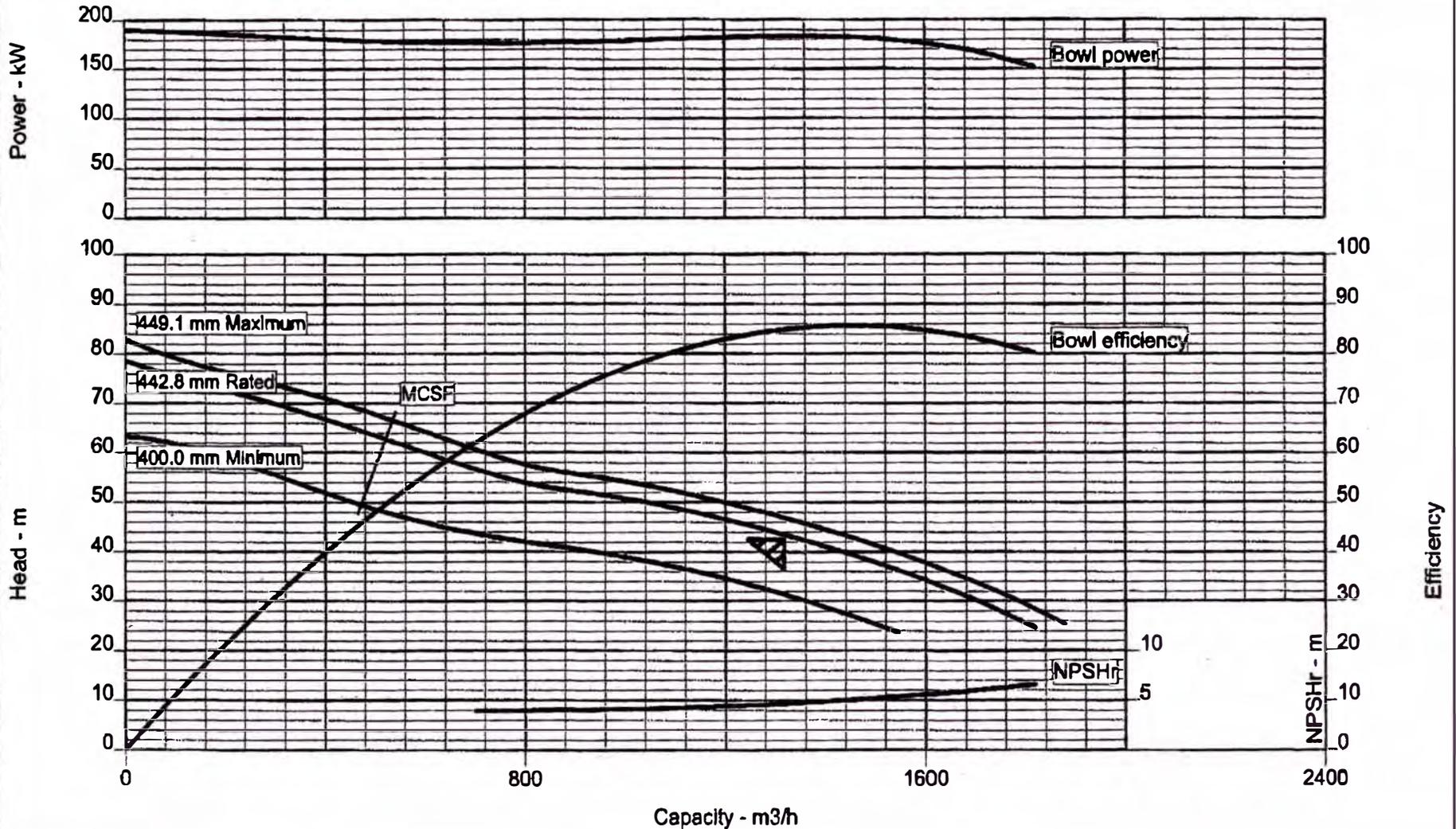


Capacity : 1317.0 m³/h Specific gravity : 1.000
 Head : 42.5 m Pump speed : 1185rpm

Pump size & type : 22ENL
 Based on curve no. : EC-2087
 Number of stages : 2

CURVES ARE APPROXIMATE. PUMP IS GUARANTEED FOR ONE SET OF CONDITIONS, CAPACITY, HEAD, AND EFFICIENCY.

Bowl performance shown below is corrected for materials, viscosity and construction.

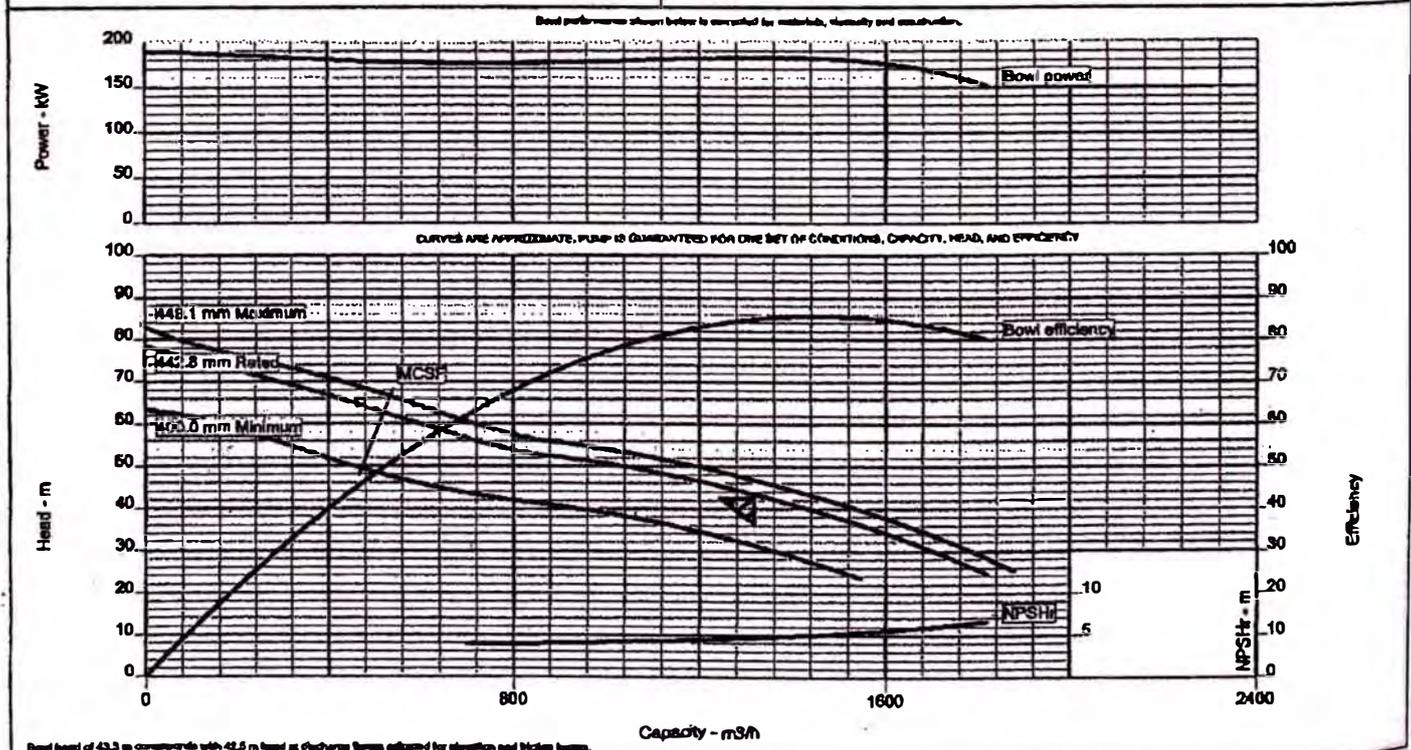


Bowl head of 43.5 m corresponds with 42.5 m head at discharge range adjusted for elevation and friction losses.

Customer	: Votorantim Metals	Pump / Stages	: 22ENL	/ 2
Customer reference	: 155339-46040	Based on curve no.	: EC-2067	
Item number	: X-2003/04/05/06.4610	Vendor reference	: 4424-70019	
Service	: Cooling water pumps	Date	: August 27, 2007	

Operating Conditions		Materials / Specification	
Capacity	: 1317.0 m3/h	Material column code	: B30
Water Capacity (CQ=1.00)	: -	Pump specification	:
Normal capacity	: -	Other Requirements	
Total Developed Head	: 42.50 m	Hydraulic selection : No specification	
Water head (CH=1.00)	: -	Construction : No specification	
NPSH available (NPSHa)	: 11.0 m	Test tolerance : Hydraulic Institute Level A	
NPSHa less NPSH margin	: -	Driver Sizing : Max Power (SO to EOC) w/o SF	
Maximum suction pressure	: 0.0 kPa.g		
Liquid			
Liquid type	: Other		
Liquid description	: water		
Temperature	: 30 °C		
Specific gravity / Viscosity	: 1.000 / 1.0 cP		

Performance			
Hydraulic power	: 155 kW	Impeller diameter	
Pump speed	: 1165 rpm	Rated	: 442.8 mm
Efficiency (CE=1.00)	: 84.2 %	Maximum	: 449.1 mm
NPSH required (NPSHr)	: 4.7 m	Minimum	: 400.0 mm
Rated power	: 184 kW	Suction specific speed	: 11520 US units
Maximum power	: 191 kW	Minimum continuous flow	: 522.4 m3/h
Driver power	: 300 hp / 224 kW	Maximum head @ rated dia	: 78.5 m
Casing working pressure	: 769.1 kPa.g	Flow at BEP	: 1450.7 m3/h
(based on shut off @ cut dia)		Flow as % of BEP	: 90.8 %
Maximum allowable	: 769.1 kPa.g	Efficiency at normal flow	: -
Bowl & column hydrotest	: 951.4 kPa.g	Impeller dia ratio (rated/max)	: 98.6 %
Minimum submergence	: 1168.40 mm	Head rise to shut off	: 80.7 %
Pump thrust at rated flow	: 33347.1 N	Total head ratio (rated/max)	: 92.7 %



Customer	: Votorantim Metals	Pump / Stages	: 22ENL / 2
Customer reference	: 15339-46040	Based on curve no.	: EC-2087
Item number	: X-2003/04/05/06.4610	Vendor reference	: 4424-70019
Service	: Cooling water pumps	Date	: August 27, 2007
Construction		Driver Information	
Bowl construction / lined	: Flanged / Unlined bowls	Manufacturer	: Flowserve Choice
Impeller type	: Enclosed	Power / SF (Req' / Act)	: 300 hp / 224 kW 1.15 / 1.15
Impeller fastening	: Keyed	Vertical shaft type	: Hollow
Suction strainer	: Basket	Hollow shaft coupling	
Column construction	: Flanged	Driver Type	: Electric motor
Column flange spec'n	: Taneytown Specification	Frame size / Base dia	: -
Column dia. (nominal)	: 406.40 mm	Enclosure	: TEFC
Column pipe length	: 0.25 m	Duty type	
Column section length	: 3048.00 mm	Efficiency type	
Lineshaft brg spacing	: 3048.00 mm	Hazardous area class	: -
Lineshaft diameter	: 49.28 mm	Explosion T rating	: -
Lineshaft coupling type	: Threaded coupling	Volts / Phase / Hz	: 4160 / 3 / 60
Lineshaft bearings, qty	: 1	Amps-full load/locked rotor	: - / -
Lineshaft construction	: Open	Motor starting	: Direct on line (DOL)
Lineshaft lubrication	: Pumpage	Insulation	: -
Enclosing tube diameter	: N/A	Temperature rise	: -
Disch size/rating/face	: 16 inch / 150# ANSI / FF	Bearings / Lubrication	: - / -
Pump/driver coupling	: -1	Motor mounted by	: Customer
HF - Fab'd / Above grade Dech / Square base		Thrust rating down/up	: - / -
Materials		Seal Information	
Bowl	: Cast Iron (A48 CL30)	Arrangement	: Packed Box
Impeller	: Bronze (B148 C95200)	Size	: -
Bowl bearing	: Bronze (C64400)	Manufacturer / Type	: - / -
Bowl shaft	: 416SS (A582 Gr 416)	Material code (Manf/API)	: Graphite/berglass / -
Bowl wear ring	: Tin bronze (C90300)	Gland material	: Cast iron
Impeller wear ring	: None supplied	Auxiliary seal device	: -
Suction strainer		Seal flush plan	: None
Column	: -	Seal flush construction	: -
Lineshaft	: Carbon steel	Paint and Package	
Enclosing tube		Pump paint	: -
Bearing retainer		Support plate paint	: -
Lineshaft bearing	: Rubber (Buna-N)	Shipment type	: -
Lineshaft sleeve		Additional Information	
Discharge head	: Steel A53 Type E GrB	Pit / sump depth	: 1.90 m
Head shaft		Pump length (TPL) surface to brg hub/strainer	: 1.78 m
Support plate	: Carbon steel (A36)	Available well diameter	: 2540.00 mm
Weights (Approx.)		Max dia below mtg surface	: 698.50 mm
Complete pump	: -		
Mounting plate	: -		
Driver(net)	: -		
Testing			
Hydrostatic test	: None		
Performance test	: Non witnessed		
NPSH test	: None		
Notes			

Project No.	155339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equip. No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 1 of 5			
Equipment Name:	Vertical Cooling Water Pumps	PIC No.	46040
No. Required:	4	Area:	93
Reference Specification:	SP-40-4632		
Service:	Cooling Water Circulation		

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Operating Conditions				
Location (Indoors/Outdoors)	A	Outdoors	Outdoors	Outdoors
Ambient Temperature (°C)				
- Minimum	A	8		
- Maximum	A	30		
Relative Humidity (%)	A	87		
Noise Level Allowable per 8 hr shift (dB-Lex)	A	85		
Noise Level Allowable (dB)	A	83		
Operation (Continuous/Intermittent)	A	Continuous		
- Days per year	A	365		
- Hours per day	A	24		
Minimum Availability (%)	A	95		
Environment - Toxic	A	No		
- Corrosive	A	Yes		
- Flammable	A	No		
Design Capacity Per Pump (m³/h)	1	1317		
Total Dynamic Head (m)	A	42.5		
NPS Available (m)	A	11		
Pit / Pump Depth (m)	A	2.416		
Unit (metric/imperial)	A	Metric		

Solution Characteristics				
Name of Solution	A	Cooling Water		
Specific Gravity	A	1.00		
Solids Content (mg/L)	A	10		
Viscosity (cP)		1		
pH	A	6.5 - 7.5		
Total Hardness (mg/L CaCO ₃)	A	< 550		
Operating Temp (°C)	A	20 - 40		
Min/Max. Design Temp (°C)	A	5 - 40		
Operating Flow Rate (m³/h)	A	1230		
Design Flow Rate (m³/h)	0	1317		

Water Analysis				
	A	Cl < 50 mg/L, Residual Cl < 0.1 mg/L, Cu < 0.1 mg/L, Fe < 0.25 mg/L, K < 10 mg/L, Mg < 20 mg/L, Zn < 10 mg/L, Na < 25 mg/L		

Date	02-Ago-07	30-May-08	11-Ago-08		
By	E. Muñante	J. Arias	J. Arias		
Checked	F. Cuya	F. Cuya	F. Cuya		
Revised	A	B	0		

Project No.	155339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equip No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 2 of 5

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Pump				
Manufacturer	* A			
Model Number	* A			
Size	* A			
Pump Type	* A	Vertical		
Pump Length - L (mm)	* 0	2314 ⁽¹⁾		
Submergence Required - S (mm)	* 0	1168.4 ⁽¹⁾		
Pump Nominal Speed (RPM)	* A			
Efficiency (%)	* A			
Flow, Best Efficiency Point BEP (m ³ /h)	* B			
BHP (HP)	* A			
Number of stages	* A			
Wear & Depreciation Allowance (mm)	* A			
Inlet				
-Diameter (mm)	* A			
-Flange specification	* A	ANSI B16		
-Suct. static head min/max (m)	* A			
-NPSH required (m)	* A			
Outlet				
-Diameter (mm)	* A			
-Flange specification	* A	ANSI B16		
Materials of Construction				
Wet end components	* A			
Impeller				
-Material	* A	Bronze SAE 40		
-Type	* A			
-Diameter (mm)	* A			
-Hardness (BHN)	* A			
-Tip Speed (m/s)	* A			
-Max. Allow tip speed (m/s)	* A			
-Min. Allow. Flow (m ³ /h)	* A			
Bowl				
-Material	* A	ASTM A278-30		
-Liner material	* A	None		
-Hardness (BHN)	* A			
Shaft	* A	ASTM A276-416		
Discharge head	* A	ASTM A36 / A53		
Column	* A			
Suction strainer	* A			
Wetted Bolts	* A			
Wetted Nuts	* A			
Seal Type	* A	Gland packing		
Seal Water Flow (m ³ /h)	* A			
Date	02-Ago-07	30-May-08	11-Ago-08	
By	E. Muñante	J. Arias	J. Arias	
Checked	F. Cuya	F Cuya	F Cuya	
Rev.	A	B	0	

Project No. 155339
 Document No. DS-40-4610-X2003
 Equip No. X-2003/2004/2005/2006.4610

**VERTICAL COOLING
 WATER PUMPS**



Sheet 3 of 5

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Motor				
Manufacturer	A	WEG		
Manufacture Country	* A			
Type	A	Induction		
Model and or catalog number	* A			
Standard	A	IEEE 841		
Motor Shaft	A	Hollow shaft		
Power (KW)	* B			
Voltage (V)	A	4160		
Frequency (hz)	A	60		
Phases (#)	A	3		
Full load current (A)	* A			
Speed (RPM)	A	1200		
Service Factor	A	1.15		
Frame size	* A			
Terminal box	A	Over Sized		
Accessories conduit box	A	Seperated		
Enclosure type and rating	A	TEFC, IP65		
Max VAR allowed for power factor correction	* A			
Efficiency	A	Premium		
Insulation Class	A	F		
Vertical Design	* A			
Torque				
-Full load (N·m)	* A			
-Pull-up (%)	* A			
-Breakdown (%)	* A			
-Locked rotor (%)	* A			
Bearing Rated Fatigue Life	A	L ₁₀		
Bearing Protection	A	Impro/Seal, both ends		
Number of starts	* A			
Motor start capability	A	Full voltage across the line &		
Accessories				
Winding Temperature Monitoring	A	RTD, 6 - 2 per phase		
Bearing Temperature Monitoring	A	RTD, 2		
Bearing Vibration Monitoring	A	Transmitter, 2		
Space Heaters	A	Required		
Surge Arresters	B	Required (For MV motor)		
Reference Specification	A	SP-60-4326		

Date	02-Ago-07	30-May-08	11-Ago-08	
By	E. Muñante	J. Arias	J. Arias	
Checked	F. Cuya	F Cuya	F Cuya	
Revised	A	B	0	

Project No.	155339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equip No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 4 of 5

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Bearings				
Inboard				
-Manufacturer	*	A		
-Type	*	A		
-Model Number	*	A		
Outboard				
-Manufacturer	*	A		
-Type	*	A		
-Model Number	*	A		

Coupling				
Manufacturer	*	A		
Type	*	A	Direct	
Material	*	A		
Safety Factor	*	A		

Baseplate				
Material		A	Carbon Steel	
Maximum HP Motor	*	A		
Shaft OD under the sleeve (mm)	*	A		
Length of impeller overhang (mm)	*	A		

Weight				
Bare pump (kg)	*	A		
Motor (kg)	*	A		
Baseplate (kg)	*	A		
Pump complete w/ drive component (kg)	*	A		

Surface Preparation and Finish				
By VENDOR (Yes/No)		A	Yes	
Specification SP-30-4304 Req'd (Y/N)		A	No	
Surface Preparation		A	SSPC 6	
System		A	mfg Standard	
Primer Type	*	A		
Primer Dry Film Thickness (mm)	*	A		
Finish Type	*	A		
Finish Dry Film Thickness (mm)	*	A		

Comments				Rev
All items with * shall be filled in by the VENDOR				A
Pumps using expellers shall have expeller curves included with the quote.				A
(1) See Dimentions in Figure N ^o 1 on Page 5				

Date	02-Ago-07	30-May-08	11-Ago-08	
By	E. Muñante	J. Arias	J. Arias	
Checked	F. Cuya	F Cuya	F Cuya	
Rev.	A	B	0	

Data sheet 5 of 5	Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
-------------------	--------------------	------------	------------------	----------------	------------------

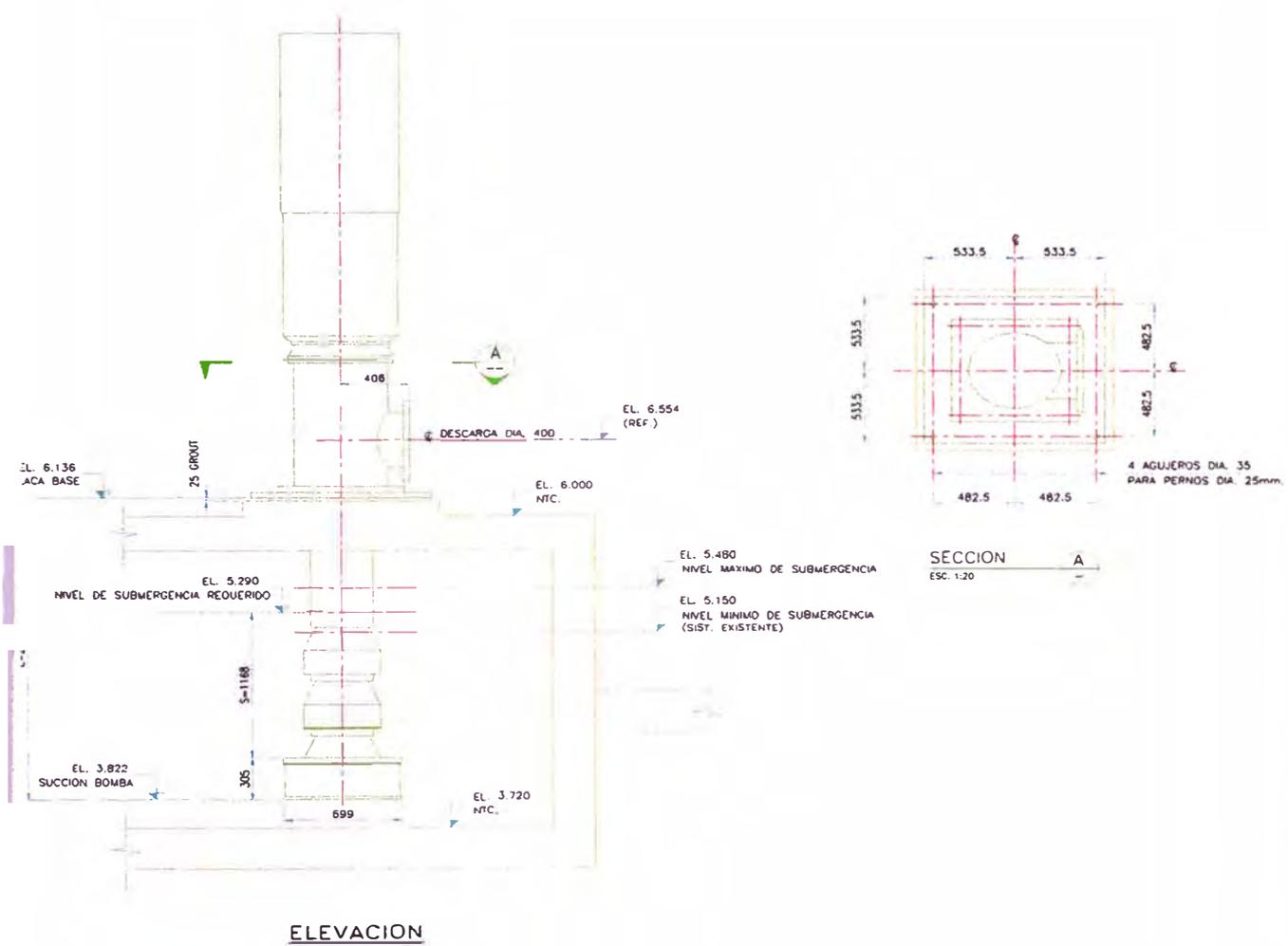


Figure N° 1

02-Ago-07	30-May-08	11-Ago-08	
E. Muñante	J. Arias	J. Arias	
F. Cuya	F Cuya	F Cuya	
A	B	0	

DOCUMENT REVIEW AND APPROVAL

The document revision number is indicated below. Please replace all revised pages of this document and destroy the superseded copies.

PROYECT:	320K	TE - 46040	REV. 0
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

ISSUED FOR	REV Nº	ORIGIN	DATE		ISSUED PAGES/ SECTIONS	INITIAL
			OUT	IN		
Approval	A	NM	17-Oct-07			
Purchase	B	JA	04-Jul-08			
Purchase	0	JA	22-Oct-08			

AMEC APPROVAL

Engineering Manager: _____

Date: _____

Engineer Coordinator: _____

Date: _____

Discipline Coordinator: _____

Date: _____

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 0
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

INDEX

1.0 EXECUTIVE SUMMARY	3
2.0 DESCRIPTION AND SUPPLY SCOPE	3
3.0 EVALUATION METHOD	4
4.0 TECHNICAL EVALUATION	4
5.0 RECOMMENDATION	5
6.0 PURCHASE SCOPE BY SUPPLY	5

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 0
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

1.0 EXECUTIVE SUMMARY

- This technical evaluation is for the new Water Cooling Vertical Pumps of Area 93.
- ITT, Wortec and Weir-Vulco Peru were requested to provide quotations.
- Wortec is technically acceptable and is the recommended vendor.

2.0 DESCRIPTION AND SUPPLY SCOPE

The Water Cooling Vertical Pumps will be used in the Area 93 for the cooling system. The package includes the following items:

- Design, supply, fabrication and delivery to site of each Vertical Turbine Pump and all required ancillaries (pumps with several stages if required).
- Electrical motors (vertical mounting).
- Drive couplings.
- Safety guards.
- Discharge heads.
- Suction strainers.
- Ratchets for non-reversal.
- Low oil level switch (if required).
- Design, location, type (ASTM), diameter for anchorage bolts.
- General foundation layout, including static and dynamic loads.
- Submittals according to the Bidder's Drawing & Data Commitment Sheet.
- All non-destructive testing and documentation.
- Instruction Manual for all equipment.
- Bill of material (BOM) breakdown indicating model and serial numbers for all subcontracted components.
- Recommended spare parts for two years of operation.
- Drawing & Data Commitment Sheet.
- Special tools required for field erection and maintenance.

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 0
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

- Recommended maintenance schedule for all parts and components.

3.0 EVALUATION METHOD

The evaluation was conducted by using the following information:

- Quotation ITT LMP348-2007PE REV (Date: 17-Jun-2008)
- Quotation Wortec No 4841-80028 (Date: 01-Jul-2008)
- Quotation Weir No 38954 (Date: 30-May-2008)

4.0 TECHNICAL EVALUATION

ITT GOULDS

ITT offers:

- 1 stage-vertical turbine pumps made of cast iron and bronze (Goulds pumps).
- High efficiency = 83.3%. Motor rated power = 300 HP.
- Impeller size is 93% of maximum size for the pump model.
- Performance curve is very steep.
- Typical sound level will be around 85 dBA at 1m.
- Motors quoted are WEG.
- Units of measure will be imperial.
- The submergence required is the highest= 1.73 m.
- NPSH required is the highest = 9.68 m.

Wortec

Wortec offers:

- 3 stage-vertical turbine pumps made of cast iron and bronze (Flowserve).
- Highest efficiency = 84.7%. Motor rated power = 300 HP.
- Impeller size is 93.7% of maximum size for the pump model.
- Performance curve is very steep.
- The submergence required is = 1.68 m.
- NPSH required is the lowest = 4.9 m.
- Typical sound level will be around 85 dBA at 1m.
- Units of measure will be imperial.
- Spec. SP-60-4032 is not considered.
- Motors quoted are GE not WEG.
- Motors will be rated IP55-not IP65.

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 0
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

Weir-Vulco

Weir offers:

- 1 stage-vertical turbine pumps made of cast iron and bronze (Floway)
- Efficiency = 80%. Motor rated power = 300HP.
- Performance curve is flat.
- The submergence required is 1.422 m.
- NPSH required is 6.82 m
- Motor will not be IEEE compliant.
- Impeller size is 99 % of maximum size for the pump model.
- Sound level will be around 92 dBA at 1m.
- Units of measure will be imperial.
- Motors will be rated IP54, not IP65.
- Inpro Seal on opposite drive end not provided.
- Motor will be rated 4000V not 4160V.
- Motors will be designed with NEMA MG1 std.
- Bearings will be open type and oil lubricated.

Note: Weir was the supplier for the 160k-water cooling pumps but this time they propose another pump model.

5.0 RECOMMENDATION

Wortec's proposal is the only one technically acceptable. Wortec is the recommend vendor because of their best efficiency, best submergence required, steep performance curve and lowest NPSH required.

6.0 PURCHASE SCOPE BY SUPPLY

- Design, supply, fabrication and delivery to site of Vertical Turbine Pumps.
- Electrical motors.
- Drive couplings.
- Safety guards.
- Discharge heads.
- Suction strainers.
- Design, location, type (ASTM), diameter for anchorage bolts.
- General foundation layout, including static and dynamic loads.

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 0
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

- All non-destructive testing and documentation.
- Instruction Manual for all equipment.
- Recommended spare parts for two years of operation.
- Drawing & Data Commitment Sheet.

VALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 0
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

APPENDIX A
Technical Evaluation Table

AMEC Peru S.A.



Project Nº:	155339	Equipment Description:	Water Cooling Vertical Pumps	Nº Document:	TE-46040
Name Project:	Project 320K	TAG Nº:	X2003.4160, X2004.4160, X2005.4160, X2006.4610	Prepared by:	J. Arias
Client:	Votorantim Metals – Cajamarquilla S.A.	RFQ Nº:	RP-46040	Review by:	F. Cuya
				Rev:	0
				Date:	22-Oct-08

**TECHNICAL EVALUATION TABLE
WATER COOLING VERTICAL PUMPS**

Item	DESCRIPTION	REQUESTED	Meet	OFFERED ITT	Meet	OFFERED WORTEC	Meet	OFFERED WEIR VULCO	
1. SUMMARY									
	Vendor			ITT Goulds		Wortec		Weir Vulco	
	Country			Perú		Perú		Perú	
	Address			Av. Canaval y moreyra 654 piso6San isidroLima		Las Begonias 475 Of.#320 San Isidro Lima		Av. Argentina #1969 Lima	
	Phone/Fax			(511)-475-6910		(511)-616-5050		(511) 315-2000	
	Date of Quotation			17-Jun-08		01-Jul-08		30-May-08	
	Quantity			4		4		4	
	Design Capacity (m3/h)			1317		1317		1317	
	TDH (m)			42.50		42.50		42.50	
	Inlet Water temperature (°C)			40		40		40	
	Power (KW)			300 HP		300 HP		300 HP	
	Total Weight kgs								
2. EQUIPMENT TECHNICAL DATA									
2.1 Pump									
	Manufacturer		Y	GOULDS PUMPS	Y	FLOWERVE	Y	WEIR FLOWAY	
	Model Number		Y	VIT-FF 20EHC	Y	22EPM - 3 stage	Y	19FKN 1770	
	Pump Type	Vertical	Y	Vertical	Y	Vertical	Y	Vertical	
	Pump Length		N	2340 mm	Y	2239 mm	Y	1822	
	Pump Nominal Speed (RPM)		Y	1800	Y	1200	Y	1800	
	Efficiency (%)		Y	83.3	Y	84.7	Y	79.48	
	Flow, Best Efficiency Point BEP (m³/h)		Y	1,416	Y	1,356	Y	1,571	
	BHP (HP)		Y	245.1	Y	248	Y	-	
	Number of stages		Y	1	Y	3	Y	1	
				9.68	Y	4.90	Y	6.82	

Project Nº:	155339	Equipment Description:	Water Cooling Vertical Pumps	Nº Document:	16-0039
Name Project:	Project 320K	TAG Nº:	X2003.4160, X2004.4160, X2005.4160, X2006.4610	Prepared by:	J. Arias
Client:	Votorantim Metals – Cajamarquilla S.A.	RFQ Nº:	RP-46040	Review by:	F. Cuya
				Rev:	0
				Date:	22-Oct-08

**TECHNICAL EVALUATION TABLE
WATER COOLING VERTICAL PUMPS**

Item	DESCRIPTION	REQUESTED	Meet	OFFERED ITT	Meet	OFFERED WORTEC	Meet	OFFERED WEIR VULCO		
	Submergence required (m)		N	1730	Y	1680	Y	1422.2		
	2.2 Materials of Construction									
	Impeller									
	-Material	Bronze SAE 40	Y	Bronze	Y	Bronze B148	Y	Bronze B148		
	-Diameter (mm)		Y	310	Y	375.9	Y	308		
	-Type		Y	Enclosed	Y	Enclosed		Enclosed		
	-Min. Allow. Flow (m ³ /h)		Y	644	Y	941.4	Y	-		
	Bowl Material	ASTM A278-30	Y	Cast iron	Y	Cast iron A48	Y	Cast Iron		
	Shaft	ASTM A276-416	Y	416SS	Y	416SS	Y	416SS		
	Discharge head	ASTM A36 / A53	Y	Carbon steel	Y	Carbon steel	Y	Steel		
	Column		Y	Carbon steel	Y	Carbon steel	Y	ASTM A53 Gr. B		
	Suction strainer		Y	Galvanized steel	Y	Galvanized steel	Y	Galvanized steel		
	Seal Type	Gland packing	Y	Packing	Y	Gland packing	Y	Gland packing		
	2.3 Motor									
	Manufacturer	WEG	Y	WEG	Y	GE	Y	USEM		
	Manufacture Country		Y	Brazil	Y	USA		-		
	Type	Induction	Y	Induction	Y	Induction	Y	Induction		
	Standard	IEEE 841	Y	IEEE 841	Y	IEEE 841	Y	IEEE 841		
	Motor Shaft	Hollow shaft	N	Solid Shaft	Y	Hollow shaft	Y	Hollow shaft		
	Power (HP)		Y	300	Y	300	Y	300		
	Voltage (V)	4160	N	4000	Y	4160	N	4000		
	Frequency (hz)	60	Y	60	Y	60	Y	60		

Project Nº:	155339	Equipment Description:	Water Cooling Vertical Pumps	Nº Document:	TE-46040
Name Project:	Project 320K	TAG Nº:	X2003.4160, X2004.4160, X2005.4160, X2006.4610	Prepared by:	J. Arias
Client:	Votorantim Metals – Cajamarquilla S.A.	RFQ Nº:	RP-46040	Review by:	F. Cuya
				Rev:	0
				Date:	22-Oct-08

TECHNICAL EVALUATION TABLE
WATER COOLING VERTICAL PUMPS

Item	DESCRIPTION	REQUESTED	Meet	OFFERED	Meet	OFFERED	Meet	OFFERED		
				ITT		WORTEC		WEIR VULCO		
	Phases (#)	3	Y	3	Y	3	Y	3		
	Speed (RPM)	1200	Y	1800	Y	1200	Y	1800		
	Service Factor	1.15	Y	1.15	Y	1.15	Y	1.15		
	Frame size		Y	HGF355	Y	5B09		Not indicated		
	Terminal box	Over Sized	Y	Over Sized	Y	Over Sized		Not indicated		
	Enclosure type and rating	TEFC, IP65	Y	TEFC, IP65	Y	TEFC, IP55	Y	TEFC, IP54		
	Efficiency	Premium	Y	Premium	Y	Premium	Y	Premium		
	Insulation Class	F	Y	F	Y	F		Not indicated		
	Bearing Protection	Impro Seal, b.e.	-	-	-	-	Y	No		
	Accessories							Not indicated		
	Winding Temperature Monitoring	RTD,6-2 per phase	Y	Yes	Y	RTD,6-2 per phase		Not indicated		
	Bearing Temperature Monitoring	RTD, 2	Y	-	Y	RTD, 2		Not indicated		
	Bearing Vibration Monitoring	Transmitter, 2	Y	Yes	Y	Transmitter, 2		Not indicated		
	Space Heaters	Required	Y	120V	Y	Yes	Y	230V		
	Surge arrester	Required	Y	-	Y	Yes		Not indicated		
	Reference Specification	SP-60-4326	Y	Yes		-		Not indicated		
	2.4 Baseplate									
	Material	Carbon steel	Y	Carbon steel	Y	Steel	Y	Steel		
	Maximum HP Motor			Not indicated	Y	279		Not indicated		
	Shaft OD under the sleeve (mm)			Not indicated	Y	49.3		Not indicated		

Project Nº:	155339	Equipment Description:	Water Cooling Vertical Pumps	Nº Document:	TE-46040
Name Project:	Project 320K	TAG Nº:	X2003.4160, X2004. 4160,X2005.4160, X2006.4610	Prepared by:	J. Arias
Client:	Votorantim Metais – Cajamarquilla S.A.	RFQ Nº:	RP-46040	Review by:	F. Cuya
				Rev:	0
				Date:	22-Oct-08

**TECHNICAL EVALUATION TABLE
WATER COOLING VERTICAL PUMPS**

Item	DESCRIPTION	REQUESTED	Meet	OFFERED	Meet	OFFERED	Meet	OFFERED	
				ITT		WORTEC		WEIR VULCO	
	Pump complete w/ drive component (kg)		Y	2,159		Not indicated	Y	Not indicated	
	2.6 Surface Preparation and Finish								
	By VENDOR (Yes/No)	Yes	Y	Yes	Y	Yes		Not indicated	
	Specification SP-30-4304 Req'd (Y/N)	No	Y	No	Y	No		Not indicated	
	Surface Preparation	SSPC 6		Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard	
	System	mfg Standard	Y	Vendor standard		-	Y	Vendor standard	
	Primer Type		Y	Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard	
	Primer Dry Film Thickness (mm)		Y	Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard	
	Finish Type		Y	Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard	
	Finish Dry Film Thickness (mm)		Y	Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard	

Project No.	155339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equipment No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 1 of 5			
Equipment Name:	Vertical Cooling Water Pumps	PIC No.	46040
Units Required:	4	Area:	93
Reference Specification:	SP-40-4632		
Service:	Cooling Water Circulation		

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Operating Conditions				
Location (Indoors/Outdoors)	A	Outdoors	Outdoors	Outdoors
Ambient Temperature (°C)				
-Minimum	A	8		
-Maximum	A	30		
Relative Humidity (%)	A	87		
Noise Level Allowable per 8 hr shift (dB-Lex)	A	85		
Noise Level Allowable (dB)	A	83		
Operation (Continuous/Intermittent)	A	Continuous		
-Days per year	A	365		
-Hours per day	A	24		
Minimum Availability (%)	A	95		
Environment -Toxic	A	No		
-Corrosive	A	Yes		
-Flammable	A	No		
Design Capacity Per Pump (m ³ /h)	1	1370		
Total Dynamic Head (m)	A	42.5		
NPSH Available (m)	A	11		
Pit / Sump Depth (m)	A	2.416		
Units Metric/imperial)	A	Metric		

Solution Characteristics				
Name of Solution	A	Cooling Water		
S.G. of Solution	A	1.00		
Solids Content (mg/L)	A	10		
Viscosity (cP)		1		
pH	A	6.5 - 7.5		
Total Hardness (mg/L CaCO ₃)	A	< 550		
Operating Temp (°C)	A	20 - 40		
Min./Max. Design Temp (°C)	A	5 - 40		
Operating Flow Rate (m ³ /h)	A	1230		
Design Flow Rate (m ³ /h)	1	1370		

Water Analysis				
	A	Cl < 50 mg/L, Residual Cl < 0.1 mg/L, Cu < 0.1 mg/L, Fe < 0.25 mg/L, K < 10 mg/L, Mg < 20 mg/L, Zn < 10 mg/L, Na < 25 mg/L		

Date	02-Ago-07	30-May-07	11-Ago-07	19-Sep-08
By	E. Muñante	J. Arias	J. Arias	J. Arias
Checked	F. Cuya	F Cuya	F Cuya	J. Guzmán
Rev.	A	B	0	1

Project No.	155339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equip No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 2 of 5

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Pump				
Manufacturer	* A			
Model Number	* A			
Size	* A			
Pump Type	* A	Vertical		
Pump Length - L (mm)	* 0	2314 ⁽¹⁾		
Submergence Required - S (mm)	* 0	1168.4 ⁽¹⁾		
Pump Nominal Speed (RPM)	* A			
Efficiency (%)	* A			
Flow, Best Efficiency Point BEP (m ³ /h)	* B			
BHP (HP)	* A			
Number of stages	* A			
Wear & Depreciation Allowance (mm)	* A			
Inlet				
-Diameter (mm)	* A			
-Flange specification	* A	ANSI B16		
-Suct. static head min/max (m)	* A			
-NPSH required (m)	* A			
Outlet				
-Diameter (mm)	* A			
-Flange specification	* A	ANSI B16		
Materials of Construction				
Wet end components	* A			
Impeller				
-Material	* A	Bronze SAE 40		
-Type	* A			
-Diameter (mm)	* A			
-Hardness (BHN)	* A			
-Tip Speed (m/s)	* A			
-Max. Allow tip speed (m/s)	* A			
-Min. Allow. Flow (m ³ /h)	* A			
Bowl				
-Material	* A	ASTM A278-30		
-Liner material	* A	None		
-Hardness (BHN)	* A			
Shaft	* A	ASTM A276-416		
Discharge head	* A	ASTM A36 / A53		
Column	* A			
Suction strainer	* A			
Wetted Bolts	* A			
Wetted Nuts	* A			
Seal Type	* A	Gland packing		
Seal Water Flow (m ³ /h)	* A			
Date	02-Ago-07	30-May-07	11-Ago-07	19-Sep-08
By	E. Muñante	J. Arias	J. Arias	J. Arias
Checked	F. Cuya	F Cuya	F Cuya	J. Guzmán
Rev.	A	B	0	1

Project No. 155339
 Occurrence No. DS-40-4610-X2003
 Equipment No. X-2003/2004/2005/2006.4610

**VERTICAL COOLING
 WATER PUMPS**



Sheet 3 of 5

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Motor	A	WEG		
Manufacturer	* A			
Manufacturer Country	A			
Type	A	Induction		
Model and or catalog number	* A			
Standard	A	IEEE 841		
Motor Shaft	A	Hollow shaft		
Power (KW)	* B			
Voltage (V)	A	4160		
Frequency (hz)	A	60		
Phase (#)	A	3		
Full load current (A)	* A			
Speed (RPM)	A	1200		
Service Factor	A	1.15		
Frame size	* A			
Terminal box	A	Over Sized		
Accessories conduit box	A	Separated		
Enclosure type and rating	A	TEFC, IP65		
Max KVAR allowed for power factor correction	* A			
Efficiency	A	Premium		
Insulation Class	A	F		
Frame design	* A			
Motor Torque				
Full load (N·m)	* A			
Pull-up (%)	* A			
Breakdown (%)	* A			
Locked rotor (%)	* A			
Rated Fatigue Life	A	L ₁₀		
Protection	A	Impro/Seal, both ends		
Number of starts	* A			
Motor start capability	A	Full voltage across the line &		
Accessories				
Winding Temperature Monitoring	A	RTD, 6 - 2 per phase		
Bearing Temperature Monitoring	A	RTD, 2		
Bearing Vibration Monitoring	A	Transmitter, 2		
Space Heaters	A	Required		
Surge Arresters	B	Required (For MV motor)		
Reference Specification	A	SP-60-4326		

Date	02-Ago-07	30-May-07	11-Ago-07	19-Sep-08
By	E. Muñante	J. Arias	J. Arias	J. Arias
Checked	F. Cuya	F. Cuya	F. Cuya	J. Guzmán
Rev.	A	B	0	1

Project No.	155339	VERTICAL COOLING WATER PUMPS	
Document No.	DS-40-4610-X2003		
Equip No.	X-2003/2004/2005/2006.4610		

Data sheet 4 of 5

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
Bearings				
Inboard				
-Manufacturer *	A			
-Type *	A			
-Model Number *	A			
Outboard				
-Manufacturer *	A			
-Type *	A			
-Model Number *	A			

Coupling				
Manufacturer *	A			
Type *	A	Direct		
Material *	A			
Safety Factor *	A			

Baseplate				
Material	A	Carbon Steel		
Maximum HP Motor *	A			
Shaft OD under the sleeve (mm) *	A			
Length of impeller overhang (mm) *	A			

Weight				
Bare pump (kg) *	A			
Motor (kg) *	A			
Baseplate (kg) *	A			
Pump complete w/ drive component (kg) *	A			

Surface Preparation and Finish				
By VENDOR (Yes/No)	A	Yes		
Specification SP-30-4304 Req'd (Y/N)	A	No		
Surface Preparation	A	SSPC 6		
System	A	mfg Standard		
Primer Type *	A			
Primer Dry Film Thickness (mm) *	A			
Finish Type *	A			
Finish Dry Film Thickness (mm) *	A			

Comments	Rev
All items with * shall be filled in by the VENDOR	A
Pumps using expellers shall have expeller curves included with the quote.	A
(1) See Dimentions in Figure N° 1 on Page 5	

Date	02-Ago-07	30-May-07	11-Ago-07	19-Sep-08	
By	E. Muñante	J. Arias	J. Arias	J. Arias	
Checked	F. Cuya	F Cuya	F Cuya	J. Guzmán	
Rev.	A	B	0	1	

Project No. 155339
 Document No. DS-40-4610-X2003
 Equipment No. X-2003/2004/2005/2006.4610

VERTICAL COOLING WATER PUMPS



Sheet 5 of 5

Description	Rev	Requested	Offered	Purchased
-------------	-----	-----------	---------	-----------

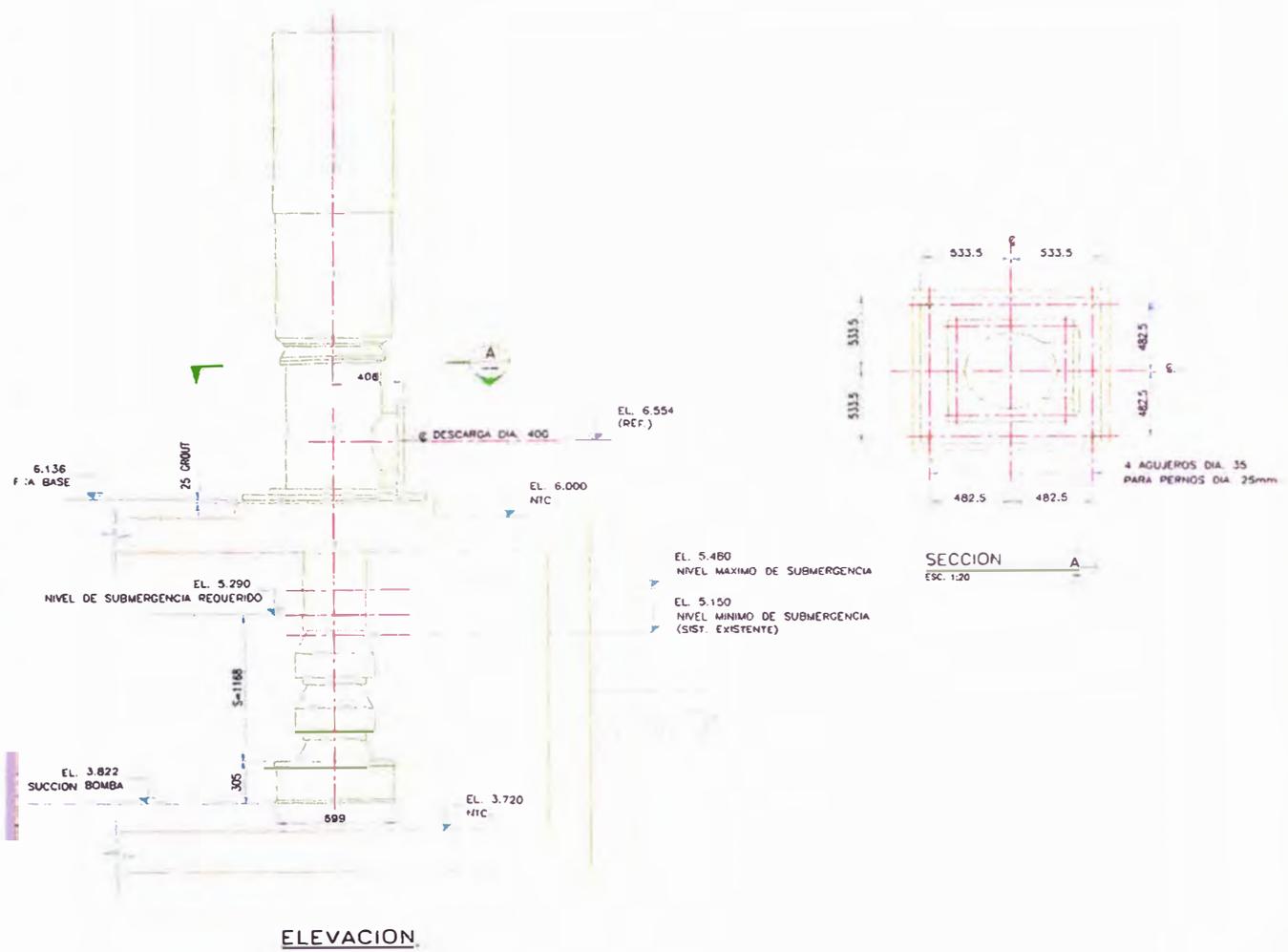


Figure N° 1

	02-Ago-07	30-May-07	11-Ago-07	19-Sep-08	
	E. Muñante	J. Arias	J. Arias	J. Arias	
	F. Cuya	F. Cuya	F. Cuya	J. Guzmán	
	A	B	0	1	

DOCUMENT REVIEW AND APPROVAL

The document revision number is indicated below. Please replace all revised pages of this document and destroy the superseded copies.

PROYECT:	320K	TE - 46040	REV. 1
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

ISSUED FOR	REV Nº	ORIGIN	DATE		ISSUED PAGES/ SECTIONS	INITIAL
			OUT	IN		
Approval	A	NM	17-Oct-07			
Purchase	B	JA	04-Jul-08			
Purchase	0	JA	22-Oct-08			
Purchase	1	JA	29-Feb-09			

	<p>AMEC APPROVAL</p> <p>Engineering Manager: _____</p> <p>Date: _____</p> <p>Engineer Coordinator: _____</p> <p>Date: _____</p> <p>Discipline Coordinator: _____</p> <p>Date: _____</p>
--	--

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 1
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

INDEX

1.0	EXECUTIVE SUMMARY	3
2.0	DESCRIPTION AND SUPPLY SCOPE	3
3.0	EVALUATION METHOD	4
4.0	TECHNICAL EVALUATION	4
5.0	RECOMMENDATION	5
6.0	PURCHASE SCOPE BY SUPPLY	5

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 1
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

EXECUTIVE SUMMARY

- This technical evaluation is for the new Water Cooling Vertical Pumps of Area 93.
- ITT, Wortec and Weir-Vulco Peru were requested to provide quotations.
- Wortec is technically acceptable and is the recommended vendor.

DESCRIPTION AND SUPPLY SCOPE

The Water Cooling Vertical Pumps will be used in the Area 93 for the cooling system. The package includes the following items:

- Design, supply, fabrication and delivery to site of each Vertical Turbine Pump and all required ancillaries (pumps with several stages if required).
- Electrical motors (vertical mounting).
- Drive couplings.
- Safety guards.
- Discharge heads.
- Suction strainers.
- Ratchets for non-reversal.
- Low oil level switch (if required).
- Design, location, type (ASTM), diameter for anchorage bolts.
- General foundation layout, including static and dynamic loads.
- Submittals according to the Bidder's Drawing & Data Commitment Sheet.
- All non-destructive testing and documentation.
- Instruction Manual for all equipment.
- Bill of material (BOM) breakdown indicating model and serial numbers for all subcontracted components.
- Recommended spare parts for two years of operation.
- Drawing & Data Commitment Sheet.
- Special tools required for field erection and maintenance.

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 1
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

- Recommended maintenance schedule for all parts and components.

3.0 EVALUATION METHOD

The evaluation was conducted by using the following information:

- Quotation ITT LMP348-2007PE REV (Date: 17-Jun-2008)
- Quotation Wortec No 4841-80028 (Date: 01-Jul-2008)
- Quotation Weir No 38954 (Date: 30-May-2008)

4.0 TECHNICAL EVALUATION

ITT GOULDS

ITT offers:

- 1 stage-vertical turbine pumps made of cast iron and bronze (Goulds pumps).
- High efficiency = 83.3%. Motor rated power = 300 HP.
- Impeller size is 93% of maximum size for the pump model.
- Performance curve is very steep.
- Typical sound level will be around 85 dBA at 1m.
- Motors quoted are WEG.

ITT exceptions:

- Units of measure will be imperial.
- The submergence required is the highest= 1.73 m.
- NPSH required is the highest = 9.68 m.

Wortec

Wortec offers:

- 3 stage-vertical turbine pumps made of cast iron and bronze (Flowserve).
- Highest efficiency = 84.7%. Motor rated power = 300 HP.
- Impeller size is 93.7% of maximum size for the pump model.
- Performance curve is very steep.
- The submergence required is = 1.68 m.
- NPSH required is the lowest = 4.9 m.
- Typical sound level will be around 85 dBA at 1m.

Wortec exceptions:

- Units of measure will be imperial.
- Spec. SP-60-4032 is not considered.
- Motors quoted are GE not WEG.
- Motors will be rated IP55-not IP65.

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 1
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

Weir-Vulco**Weir offers:**

- 1 stage-vertical turbine pumps made of cast iron and bronze (Floway)
- Efficiency = 80%. Motor rated power = 300HP.
- Performance curve is flat.
- The submergence required is 1.422 m.
- NPSH required is 6.82 m

Weir was the supplier for the 160K water cooling pumps. This time propose another pump model.

Weir exceptions:

- Motor will not be IEEE compliant.
- Impeller size is 99 % of maximum size for the pump model.
- Sound level will be around 92 dBA at 1m.
- Units of measure will be imperial.
- Motors will be rated IP54, not IP65.
- Inpro Seal on opposite drive end not provided.
- Motor will be rated 4000V not 4160V.
- Motors will be designed with NEMA MG1 std.
- Bearings will be open type and oil lubricated.

Note: Weir was the supplier for the 160k-water cooling pumps but this time they propose another pump model.

3.0 RECOMMENDATION

Wortec's proposal is the only one technically acceptable. Wortec is the recommend vendor because of their best efficienc, steep performance curve and lowest NPSH required.

3.0 PURCHASE SCOPE BY SUPPLY

- Design, supply, fabrication and delivery to site of Vertical Turbine Pumps.
- Electrical motors.

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 1
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metais - Cajamarquilla S.A.		

- Drive couplings.
- Safety guards.
- Discharge heads.
- Suction strainers.
 - Design, location, type (ASTM), diameter for anchorage bolts.
 - General foundation layout, including static and dynamic loads.
 - All non-destructive testing and documentation.
 - Instruction Manual for all equipment.
 - Recommended spare parts for two years of operation.
- Drawing & Data Commitment Sheet.

EVALUACIÓN TÉCNICA

PROJECT:	320K	TE-46040	REV. 1
	Nº 155339	TECHNICAL EVALUATION WATER COOLING VERTICAL PUMPS	
CLIENT:	Votorantim Metals - Cajamarquilla S.A.		

ATTACHMENT A: Technical Evaluation Tables

Project Nº:	155339	Equipment Description:	Water Cooling Vertical Pumps	Nº Document:	TE-46040
Name Project:	Project 320K	TAG Nº:	X2003.4160, X2004.4160, X2005.4160, X2006.4610	Prepared by:	J. Arias/
Client:	Votorantim Metais – Cajamarquilla S.A.	RFQ Nº:	RP-46040	Review by:	J. Guzmán
				Rev:	1
				Date:	29-02-09

**TECHNICAL EVALUATION TABLE
WATER COOLING VERTICAL PUMPS**

Item	DESCRIPTION	REQUESTED	Meet	OFFERED ITT	Meet	OFFERED WORTEC	Meet	OFFERED WEIR VULCO	
1. SUMMARY									
	Vendor			ITT Goulds		Wortec		Weir Vulco	
	Country			Perú		Perú		Perú	
	Address			Av. Canaval y moreyra 654 piso6San isidroLima		Las Begonias 475 Of.#320 San Isidro Lima		Av. Argentina #1969 Lima	
	Phone/Fax			(511)-475-6910		(511)-616-5050		(511) 315-2000	
	Date of Quotation			17-Jun-08		17-Jun-08		29-May-08	
	Quantity			4		4		4	
	Design Capacity (m3/h) (See note 1)			1370		1370		1370	
	TDH (m)			42.50		42.50		42.50	
	Inlet Water temperature (°C)			40		40		40	
	Power (KW)			300 HP		300 HP		300 HP	
	Total Weight kgs								
2. EQUIPMENT TECHNICAL DATA									
2.1 Pump									
	Manufacturer		Y	GOULDS PUMPS	Y	FLOWERVE	Y	WEIR FLOWAY	
	Model Number		Y	VIT-FF 20EHC	Y	22EPM - 3 stage	Y	19FKN 1770	
	Pump Type	Vertical	Y	Vertical	Y	Vertical	Y	Vertical	
	Pump Length		N	2340 mm	Y	2239 mm	Y	1822	
	Pump Nominal Speed (RPM)		Y	1800	Y	1185	Y	1800	
	Efficiency (%)		Y	83.3	Y	84.7	Y	79.48	
	Flow, Best Efficiency Point BEP (m³/h)		Y	1,416	Y	1,356	Y	1,571	
	BHP (HP)		Y	245.1	Y	248		-	
	Number of stages		Y	1	Y	3	Y	1	
	-NPSH required (m)			9.68	Y	4.90	Y	6.82	

Project Nº:	155339	Equipment Description:	Water Cooling Vertical Pumps	Nº Document:	TE-46040
Name Project:	Project 320K	TAG Nº:	X2003.4160, X2004.4160, X2005.4160, X2006.4610	Prepared by:	J. Arias/
Client:	Votorantim Metais – Cajamarquilla S.A.	RFQ Nº:	RP-46040	Review by:	J. Guzmán
				Rev:	1

Project Nº: 155339	Equipment description: Water Cooling Vertical Pumps	Prepared by: J. Arias/
Name Project: Project 320K	TAG Nº: X2003.4160, X2004.4160, X2005.4160, X2006.4610	Review by: J. Guzmán
Client: Votorantim Metals – Cajamarquilla S.A.	RFQ Nº: RP-46040	Rev: 1
		Date: 29-02-09

**TECHNICAL EVALUATION TABLE
WATER COOLING VERTICAL PUMPS**

Item	DESCRIPTION	REQUESTED	Meet	OFFERED ITT	Meet	OFFERED WORTEC	Meet	OFFERED WEIR VULCO
	Submergence required (m)		N	1730	Y	1680	Y	1422.2
	2.2 Materials of Construction							
	Impeller							
	-Material	Bronze SAE 40	Y	Bronze	Y	Bronze B148	Y	Bronze B148
	-Diameter (mm)		Y	310	Y	375.9	Y	308
	-Type		Y	Enclosed	Y	Enclosed		Enclosed
	-Min. Allow. Flow (m ³ /h)		Y	644	Y	941.4	Y	-
	Bowl Material	ASTM A278-30	Y	Cast iron	Y	Cast Iron A48	Y	Cast Iron
	Shaft	ASTM A276-416	Y	416SS	Y	416SS	Y	416SS
	Discharge head	ASTM A36 / A53	Y	Carbon steel	Y	Carbon steel	Y	Steel
	Column		Y	Carbon steel	Y	Carbon steel	Y	ASTM A53 Gr. B
	Suction strainer		Y	Galvanized steel	Y	Galvanized steel	Y	Galvanized steel
	Seal Type	Gland packing	Y	Packing	Y	Gland packing	Y	Gland packing
	2.3 Motor							
	Manufacturer	WEG	Y	WEG	Y	GE	Y	USEM
	Manufacture Country		Y	Brazil	Y	USA		-
	Type	Induction	Y	Induction	Y	Induction	Y	Induction
	Standard	IEEE 841	Y	IEEE 841	Y	IEEE 841	Y	IEEE 841
	Motor Shaft	Hollow shaft	N	Solid Shaft	Y	Hollow shaft	Y	Hollow shaft
	Power (HP)		Y	300	Y	300	Y	300
	Voltage (V)	4160	N	4000	Y	4160	N	4000
	Frequency (hz)	60	Y	60	Y	60	Y	60

Project Nº:	155339	Equipment Description:	Water Cooling Vertical Pumps	Nº Document:	TE-46040
Name Project:	Project 320K	TAG Nº:	X2003.4160, X2004.4160, X2005.4160, X2006.4610	Prepared by:	J. Arias/
Client:	Votorantim Metais – Cajamarquilla S.A.	RFQ Nº:	RP-46040	Review by:	J. Guzmán
				Rev:	1
				Date:	29-02-09

**TECHNICAL EVALUATION TABLE
WATER COOLING VERTICAL PUMPS**

Item	DESCRIPTION	REQUESTED	Meet	OFFERED ITT	Meet	OFFERED WORTEC	Meet	OFFERED WEIR VULCO
	Phases (#)	3	Y	3	Y	3	Y	3
	Speed (RPM)	1200	Y	1800	Y	1200	Y	1800
	Service Factor	1.15	Y	1.15	Y	1.15	Y	1.15
	Frame size		Y	HGF355	Y	5B09		Not indicated
	Terminal box	Over Sized	Y	Over Sized	Y	Over Sized		Not indicated
	Enclosure type and rating	TEFC, IP65	Y	TEFC, IP65	Y	TEFC, IP55	Y	TEFC, IP54
	Efficiency	Premium	Y	Premium	Y	Premium	Y	Premium
	Insulation Class	F	Y	F	Y	F		Not indicated
	Bearing Protection	Impro Seal, b.e.	-	-	-	-	Y	No
	Accessories							Not indicated
	Winding Temperature Monitoring	RTD,6-2 per phase	Y	Yes	Y	RTD,6-2 per phase		Not indicated
	Bearing Temperature Monitoring	RTD, 2	Y	-	Y	RTD, 2		Not indicated
	Bearing Vibration Monitoring	Transmitter, 2	Y	Yes	Y	Transmitter, 2		Not indicated
	Space Heaters	Required	Y	120V	Y	Yes	Y	230V
	Surge arrester	Required	Y	-	Y	Yes		Not indicated
	Reference Specification	SP-60-4326	Y	Yes		-		Not indicated
	2.4 Baseplate							
	Material	Carbon steel	Y	Carbon steel	Y	Steel	Y	Steel
	Maximum HP Motor			Not indicated	Y	279		Not indicated
	Shaft OD under the sleeve (mm)			Not indicated	Y	49.3		Not indicated
	2.5 Weight							

Project Nº:	155339	Equipment Description:	Water Cooling Vertical Pumps	Nº Document:	TE-46040
Name Project:	Project 320K	TAG Nº:	X2003.4160, X2004.4160, X2005.4160, X2006.4610	Prepared by:	J. Arias/
Client:	Votorantim Metais – Cajamarquilla S.A.	RFQ Nº:	RP-46040	Review by:	J. Guzmán
				Rev:	1

Project Nº:	<u>153339</u>	TAG Nº:	<u>X2003.4160, X2004.4160, X2005.4160, X2006.4610</u>	Prepared by:	<u>J. Arias/</u>
Name Project:	<u>Project 320K</u>	Client:	<u>Votorantim Metals – Cajamarquilla S.A.</u>	Review by:	<u>J. Guzmán</u>
		RFQ Nº:	<u>RP-46040</u>	Rev:	<u>1</u>
				Date:	<u>29-02-09</u>

**TECHNICAL EVALUATION TABLE
WATER COOLING VERTICAL PUMPS**

Item	DESCRIPTION	REQUESTED	Meet	OFFERED ITT	Meet	OFFERED WORTEC	Meet	OFFERED WEIR VULCO
	Pump complete w/ drive component (kg)		Y	2,159		Not indicated	Y	Not indicated
	2.6 Surface Preparation and Finish							
	By VENDOR (Yes/No)	Yes	Y	Yes	Y	Yes		Not indicated
	Specification SP-30-4304 Req'd (Y/N)	No	Y	No	Y	No		Not indicated
	Surface Preparation	SSPC 6		Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard
	System	mfg Standard	Y	Vendor standard		-	Y	Vendor standard
	Primer Type		Y	Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard
	Primer Dry Film Thickness (mm)		Y	Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard
	Finish Type		Y	Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard
	Finish Dry Film Thickness (mm)		Y	Vendor standard	Y	Flowserve standard	Y	Vendor standard

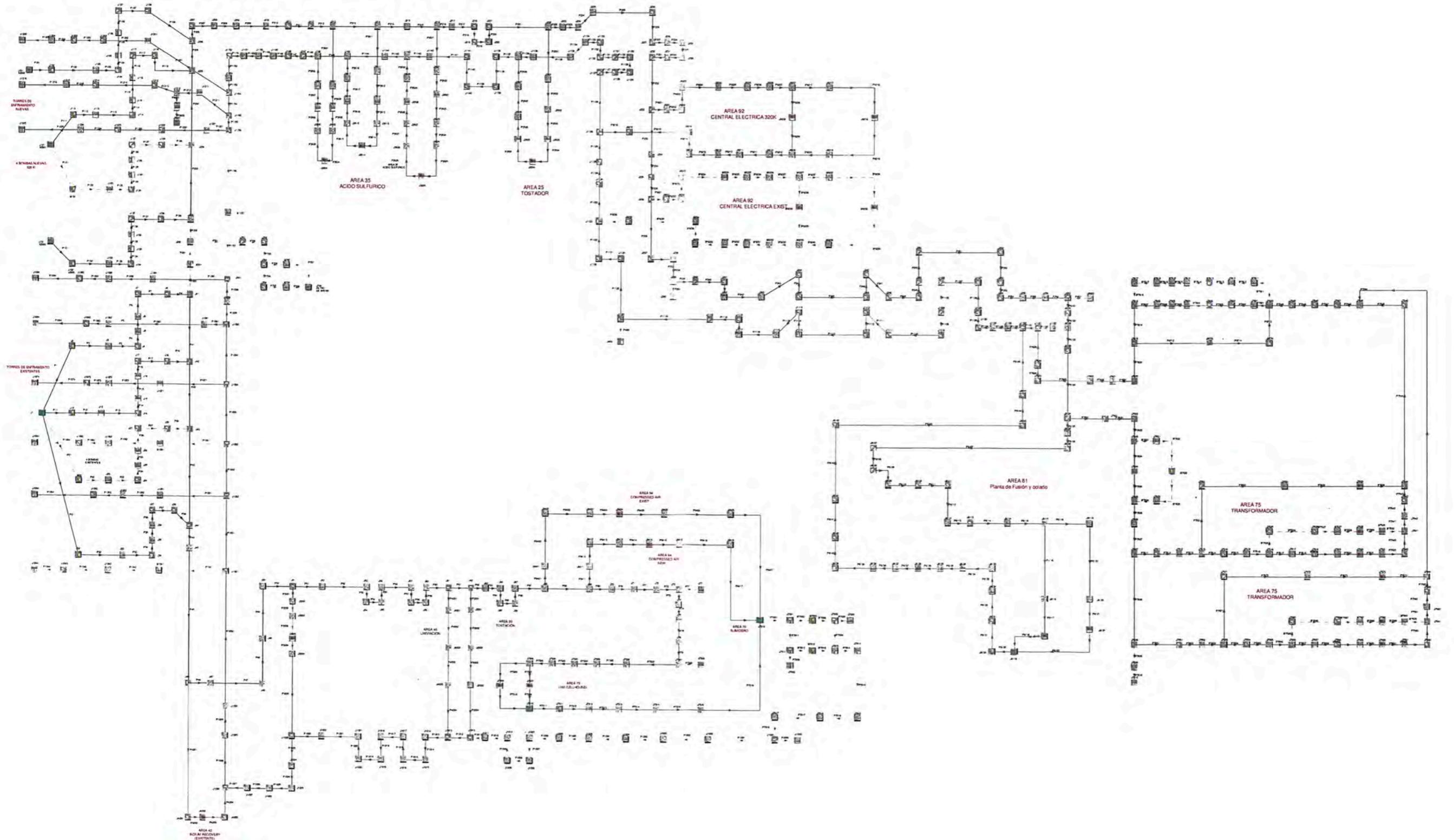
Note 1: Flow changed to 1370 m3/h, according with PFD 93-01-4002 Rev 3

PROJECT:	Informe de suficiencia	93-50-4650	REV. 0
	Cod 19790167K	AFT Fathom Model- Cálculo Hidráulico Sistema de agua de enfriamiento - Diagrama hidráulico	
CLIENT:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		

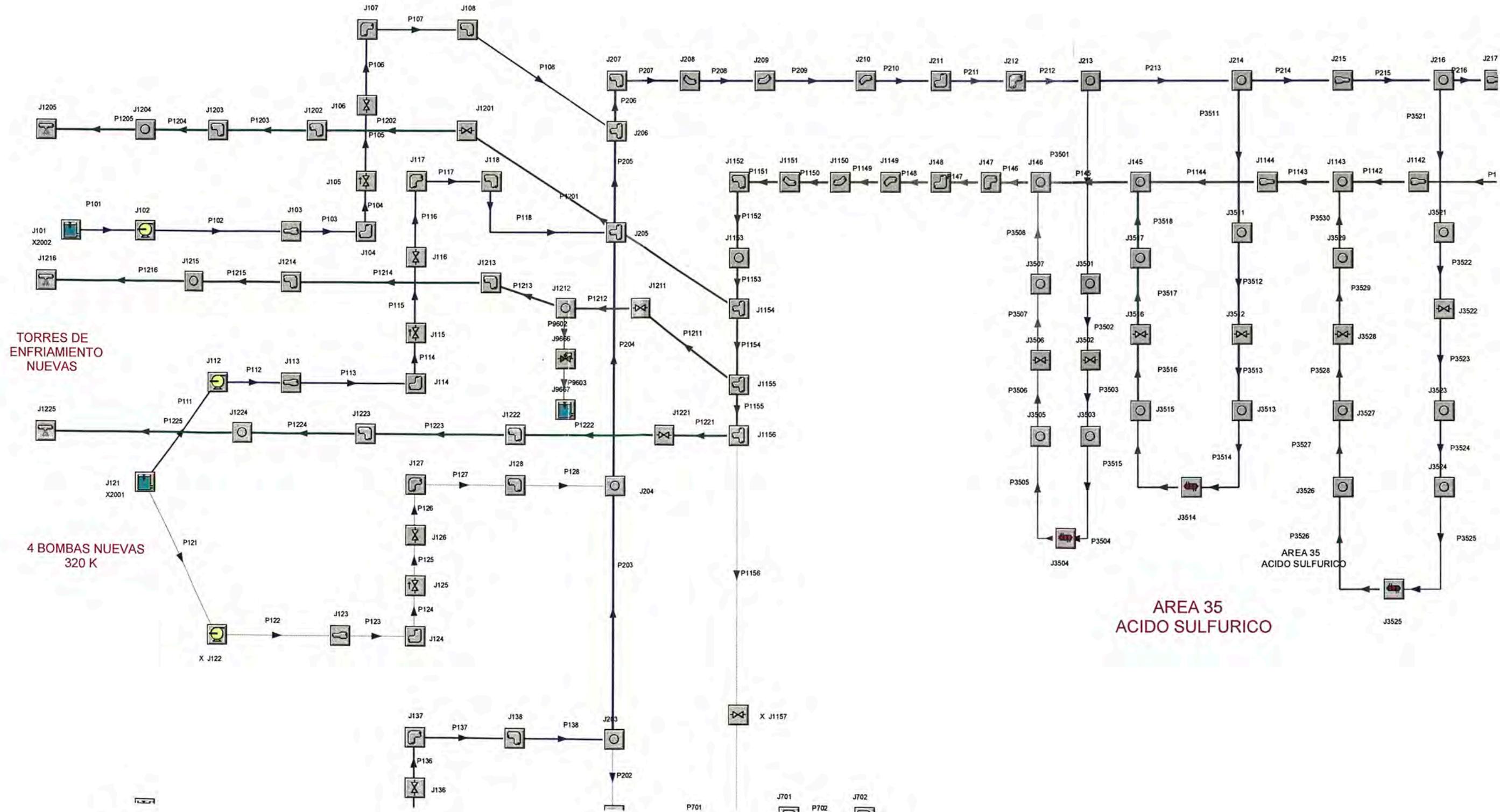
ISSUED FOR	REV No.	ORIGIN	DATE		ISSUED		INITIAL
			OUT	IN	PAGES/SECTIONS		
Review	A	JG	13-Jul-12		2		
Approval	B	JG	04-Ago-12		2		
Informe	0	JG	25-Set-12		2		

<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
-------------	-------------------------------

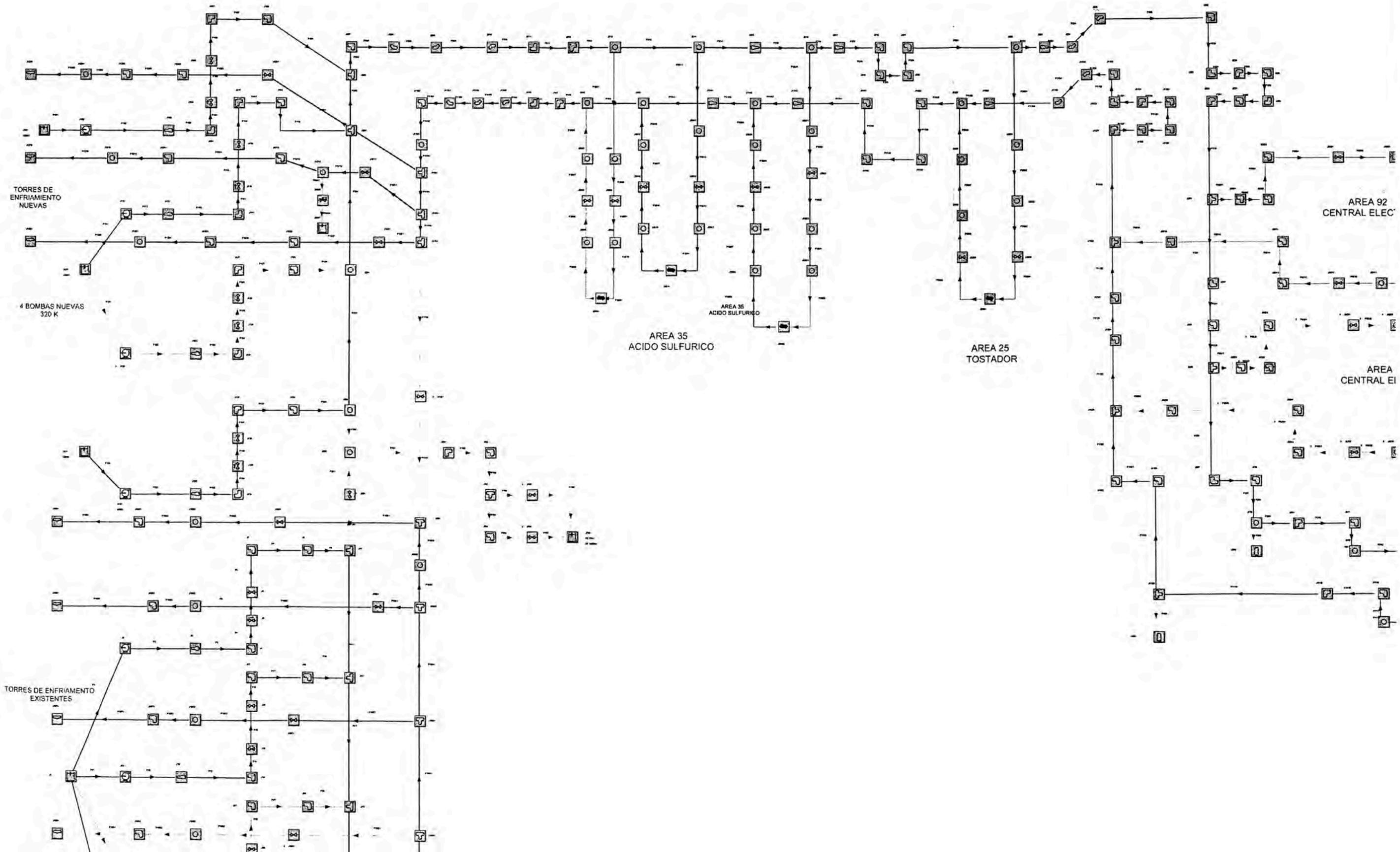
DISTRIBUCION DE AGUA DE ENFRIAMIENTO 320K - VOTORANTIM

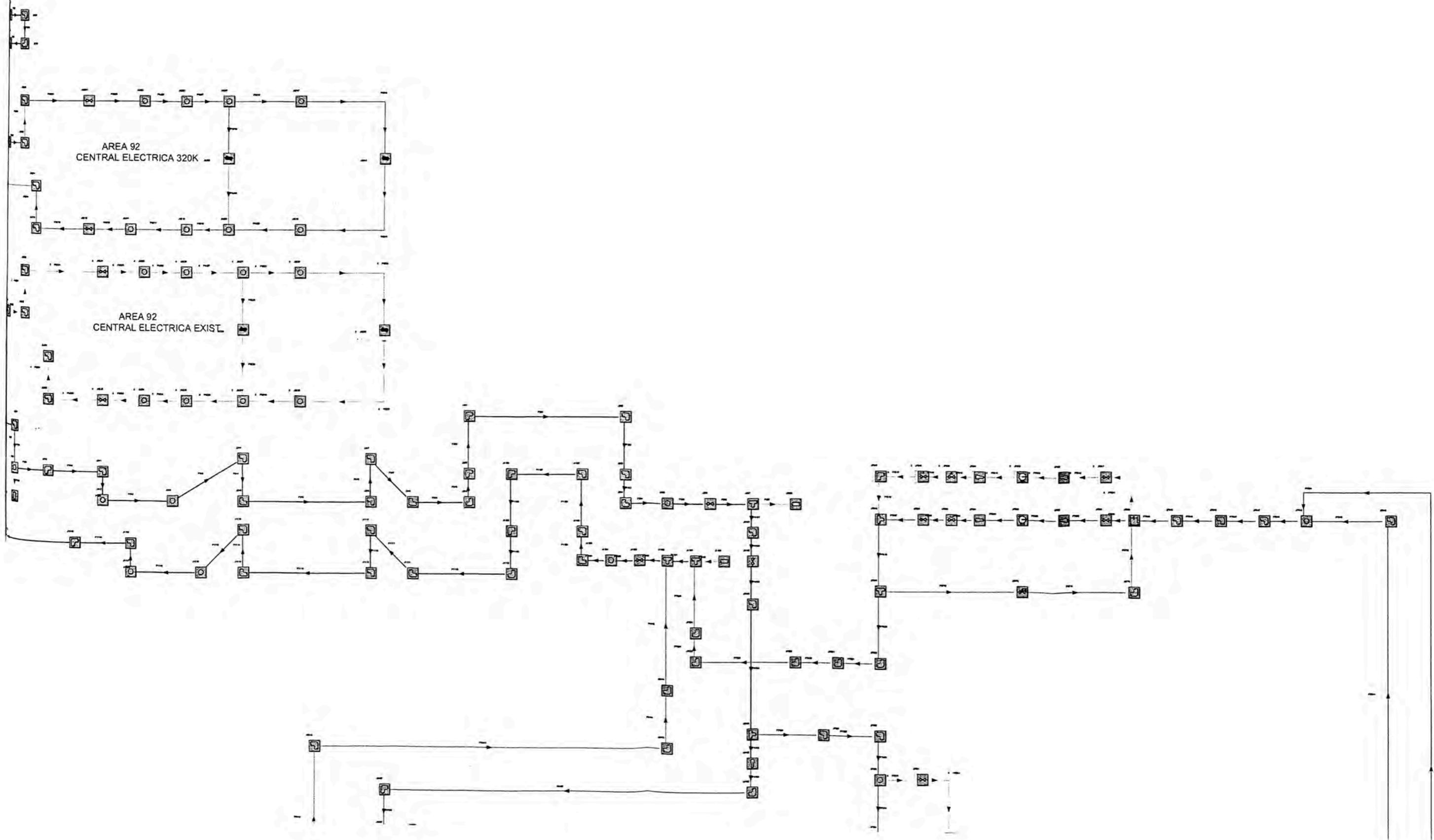


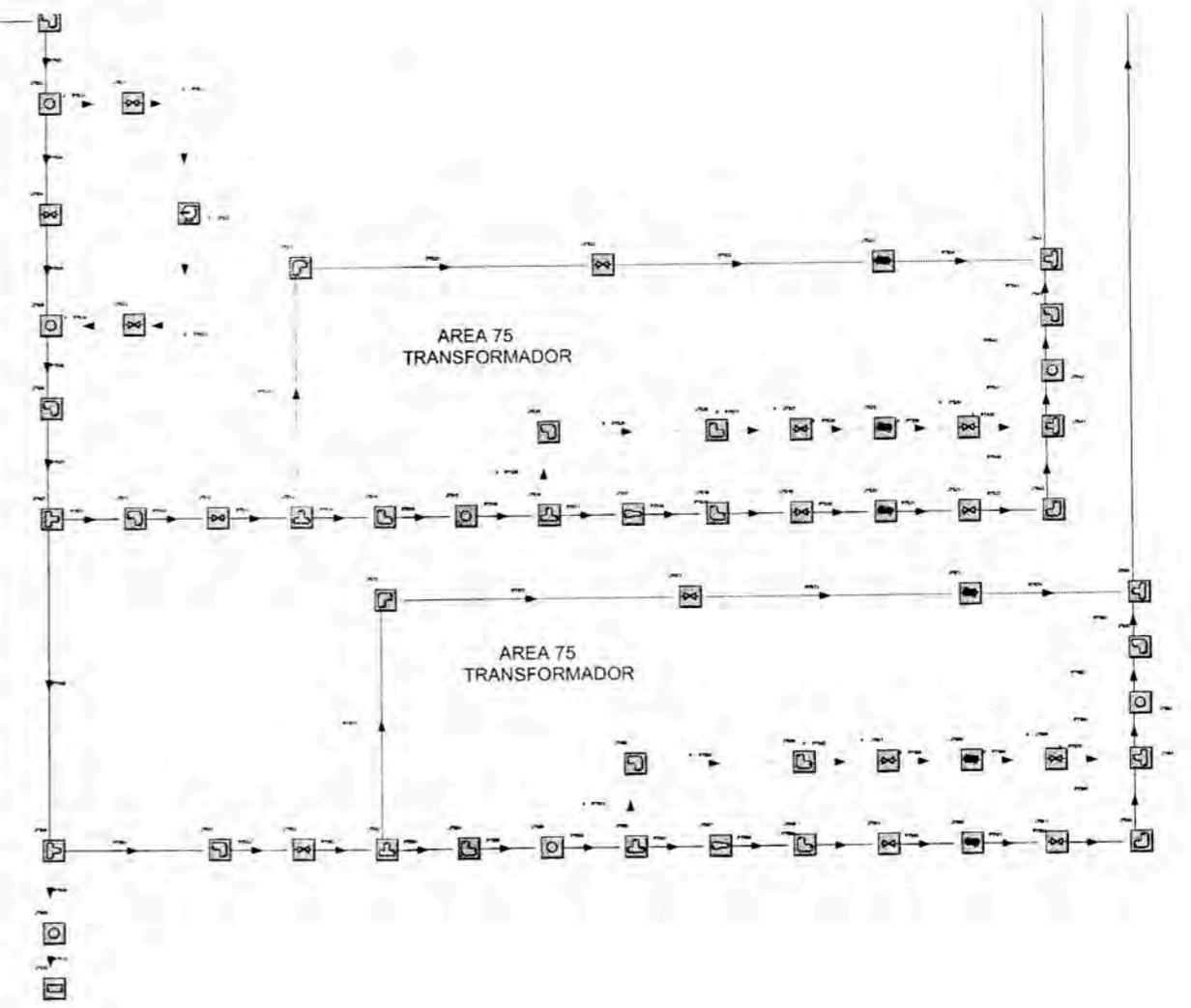
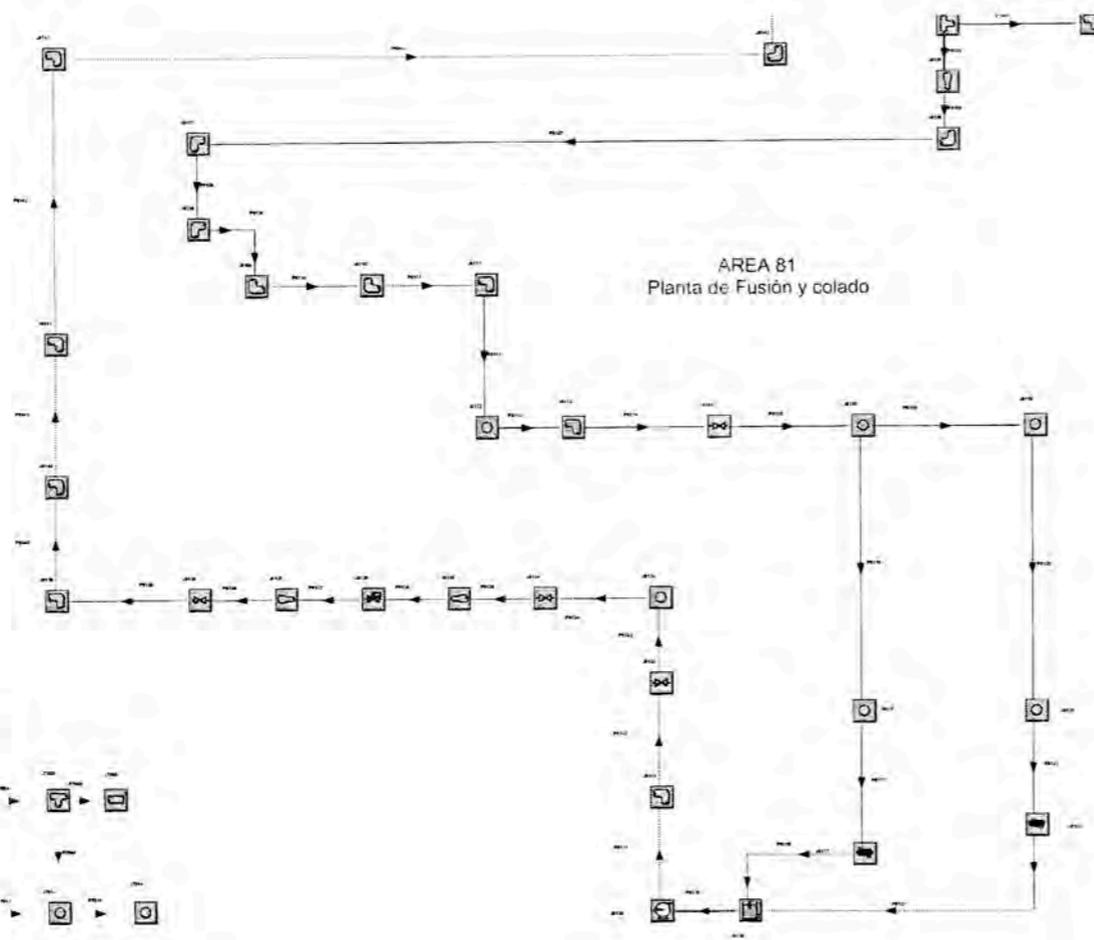
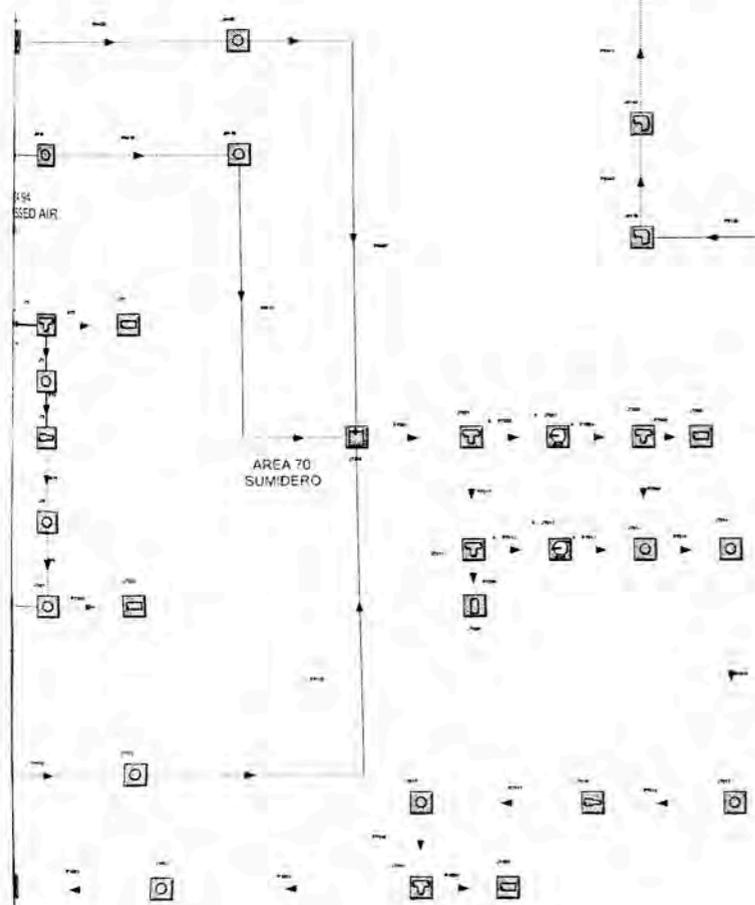
DISTRIBUCION DE AGUA DE ENFRIAMIENTO 320K - VOTORANTIM

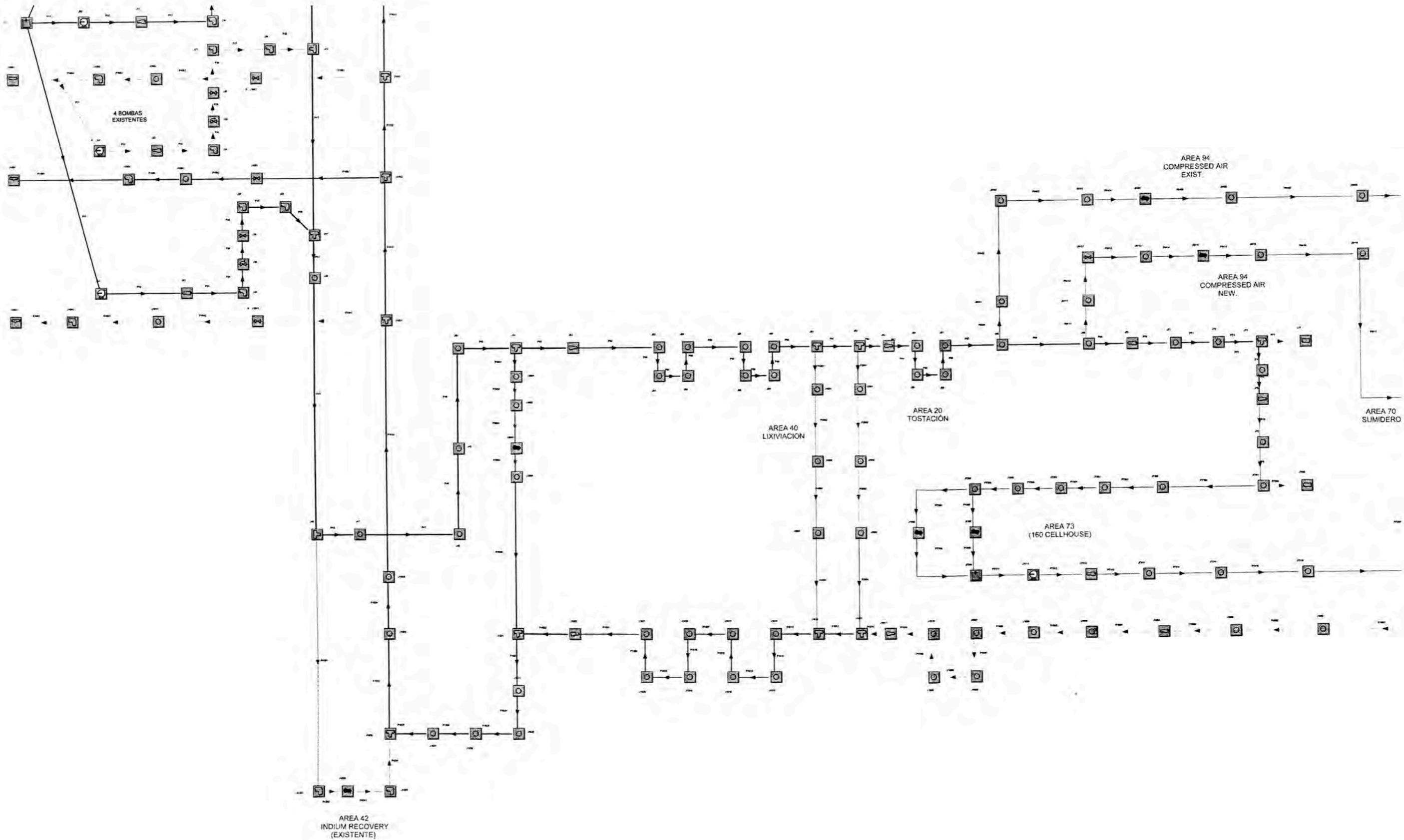


DISTRIBUCION DE AGUA DE ENFRIAMIENTO 320K - VOTORANTIM









4 BOMBAS EXISTENTES

AREA 94 COMPRESSED AIR EXIST.

AREA 94 COMPRESSED AIR NEW.

AREA 40 LIXIVIACION

AREA 20 TOSTACION

AREA 73 (160 CELLHOUSE)

AREA 70 SUMIDERO

AREA 42 INDIUM RECOVERY (EXISTENTE)

PROJECT:	Informe de suficiencia	RE-50-4601	REV. 0
	Cod 19790167K	AFT Fathom Model- Cálculo Hidráulico Sistema de agua de enfriamiento - Resultados	
CLIENT:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		

ISSUED FOR	REV No.	ORIGIN	DATE		ISSUED PAGES/SECTIONS	INITIAL
			OUT	IN		
Review	A	JG	13-Jul-12		17	
Approval	B	JG	04-Ago-12		17	
Informe	0	JG	25-Set-12		17	

<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
-------------	-------------------------------

AFT Fathom Model

General

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 25/09/2012 03:49:33 p.m.

Application version: AFT Fathom Version 7.0 Viewer (2011.02.02)

Input File: C:\Documents and Settings\jose.guzman\My Documents\UNI Actualizacion\Elaboracion de Informe de suficiencia\INFORME DE SUSTENTACION\Información General para Informe de sustentación\Fathom area 93\Sistema de agua de enfriamiento.fth

Scenario: Base Scenario

Output File: C:\Documents and Settings\jose.guzman\My Documents\UNI Actualizacion\Elaboracion de Informe de suficiencia\INFORME DE SUSTENTACION\Información General para Informe de sustentación\Fathom area 93\Sistema de agua de enfriamiento_10.out

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: Water at 1 atm

Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F

Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F

Temperature= 27 deg. C

Density= 0.99749 S.G. water

Viscosity= 0.8468 centipoise

Vapor Pressure= 0.52017 psia

Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 9.76 m H2O std.

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 8,709 m3/hr

Total Outflow= 8,709 m3/hr

Maximum Static Pressure is 5.4 barG at Pipe 46 Outlet

Minimum Static Pressure is -0.77 barG at Pipe 9416 Outlet

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m3/hr)	Number of Pumps	dH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (m3/hr)
102	x2006	1,375	1	42.4	84	100	252.66	1,370
112	x2005	1,375	1	42.4	84	100	252.62	1,370
X122	x2004	0	1	N/A	N/A	0	N/A	N/A
132	x2003	1,375	1	42.4	84	100	252.67	1,370
X7002	Pump	0	1	N/A	N/A	0	N/A	N/A
X7012	Pump	0	1	N/A	N/A	0	N/A	N/A
7311	Pump	65	1	2.4	100	N/A	0.57	N/A
7603	G2267	244	1	23.6	72	100	29.00	200
X7613	G2268	0	1	N/A	N/A	0	N/A	N/A
X7632	Booster Pump	0	1	N/A	N/A	0	N/A	N/A
8130	Pump	328	1	52.0	70	100	89.22	500

AFT Fathom Model

Jct	% of BEP (Percent)	NPSHA (meters)	NPSHR (meters)
102	100	10.7	5.0
112	100	10.7	4.9
X122	N/A	N/A	N/A
132	100	10.8	5.0
X7002	N/A	N/A	N/A
X7012	N/A	N/A	N/A
7311	N/A	9.3	N/A
7603	122	9.3	4.0
X7613	N/A	N/A	N/A
X7632	N/A	N/A	N/A
8130	66	10.3	3.7

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (kg/hr)	dP Stag. (MPa)	dH (meters)	P Inlet Static (barG)	Cv	K
6	Valve	REGULAR	1,522	1,517,295	0.000494	0.0506	5.017	26,816	0.17
16	Valve	REGULAR	1,522	1,517,331	0.000494	0.0506	5.016	26,816	0.17
26	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	5.018	N/A	N/A
36	Valve	REGULAR	1,523	1,518,249	0.000495	0.0506	5.013	26,816	0.17
106	Valve	REGULAR	1,375	1,370,624	0.000712	0.0728	3.720	20,186	0.30
116	Valve	REGULAR	1,375	1,369,968	0.000711	0.0727	3.722	20,186	0.30
126	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	3.723	N/A	N/A
136	Valve	REGULAR	1,375	1,370,770	0.000712	0.0728	3.722	20,186	0.30
X201	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	5.263	N/A	N/A
256	Valve	REGULAR	474	472,447	0.000571	0.0585	3.577	7,766	0.46
X705	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	4.047	N/A	N/A
X707	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	3.961	N/A	N/A
X1041	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	0.974	N/A	N/A
1051	Valve	REGULAR	974	971,002	0.000982	0.1005	0.944	12,172	0.33
X1061	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	0.955	N/A	N/A
1071	Valve	REGULAR	1,014	1,010,575	0.001064	0.1089	0.923	12,172	0.33
1081	Valve	REGULAR	949	946,145	0.000933	0.0954	0.926	12,172	0.33
1091	Valve	REGULAR	1,331	1,326,254	0.001066	0.1090	0.935	15,962	0.31
1103	Valve	REGULAR	473	471,658	0.000569	0.0583	1.493	7,766	0.46
X1157	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	1.127	N/A	N/A
1201	Valve	REGULAR	1,342	1,337,905	0.000319	0.0326	1.055	29,447	0.30
1211	Valve	REGULAR	1,407	1,402,056	0.000350	0.0358	1.052	29,447	0.30
1221	Valve	REGULAR	1,375	1,370,614	0.000334	0.0342	1.051	29,447	0.30
2503	Valve	REGULAR	250	249,049	0.000236	0.0241	3.522	6,370	0.46
2505	Valve	REGULAR	250	249,049	0.001671	0.1710	1.020	2,394	0.63
3502	Valve	REGULAR	44	43,725	0.000964	0.0986	3.672	553	0.76
3506	Valve	REGULAR	44	43,725	0.000964	0.0986	1.130	553	0.76
3512	Valve	REGULAR	2,350	2,341,976	0.000976	0.0999	3.195	29,447	0.30
3516	Valve	REGULAR	2,350	2,341,976	0.000976	0.0999	0.679	29,447	0.30

AFT Fathom Model

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (kg/hr)	dP Stag. (MPa)	dH (meters)	P Inlet Static (barG)	Cv	K
3522	Valve	REGULAR	960	957,046	0.000954	0.0976	2.952	12,172	0.33
3528	Valve	REGULAR	960	957,046	0.000954	0.0976	0.486	12,172	0.33
7504	Valve	REGULAR	146	145,387	0.000063	0.0065	3.630	6,698	0.20
7512	Valve	REGULAR	72	71,729	0.000079	0.0081	3.385	3,172	0.12
7519	Valve	REGULAR	43	43,190	0.000316	0.0323	3.678	955	0.17
7521	Valve	REGULAR	43	43,190	0.001451	0.1485	2.456	445	0.78
X7527	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
X7529	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
7532	Valve	REGULAR	29	28,539	0.000271	0.0277	3.471	681	0.17
7552	Valve	REGULAR	74	73,658	0.000083	0.0085	3.383	3,172	0.12
7559	Valve	REGULAR	45	44,351	0.000333	0.0341	3.676	955	0.17
7561	Valve	REGULAR	45	44,351	0.001530	0.1566	2.387	445	0.78
X7567	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
X7569	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
7572	Valve	REGULAR	29	29,307	0.000286	0.0292	3.468	681	0.17
7601	Valve	REGULAR	244	243,427	0.001596	0.1633	-0.011	2,394	0.63
7606	Valve	REGULAR	244	243,427	0.008863	0.9068	1.786	1,016	3.50
X7611	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
X7616	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
7631	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
7633	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8102	Valve	REGULAR	474	472,447	0.000251	0.0257	3.630	11,713	0.20
8114	Valve	REGULAR	328	327,061	0.179190	18.3339	2.866	283	112.00
8132	Valve	REGULAR	328	326,899	0.000900	0.0921	4.823	4,281	0.49
8134	Valve	REGULAR	328	326,899	0.000900	0.0921	4.746	4,281	0.49
8138	Valve	REGULAR	328	326,899	0.000900	0.0921	2.091	4,281	0.49
9204	Valve	REGULAR	47	47,122	0.001119	0.1145	3.296	553	0.76
9212	Valve	REGULAR	47	47,122	0.001119	0.1145	1.351	553	0.76
X9224	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
X9232	Valve	REGULAR	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
9412	Valve	REGULAR	86	86,121	0.102642	10.5018	4.468	106	108.00
8136	Control Valve	FCV	328	326,899	0.264163	27.0278	4.711	233	66.52
9666	Control Valve	FCV	20	19,933	0.083500	8.5433	0.962	25	25.44
9775	Control Valve	FCV	99	98,668	0.150397	15.3878	1.539	93	26.92
5	Check Valve	CHECK	1,522	1,517,295	0.008721	0.8922	5.173	6,383	3.00
15	Check Valve	CHECK	1,522	1,517,331	0.008721	0.8923	5.173	6,383	3.00
25	Check Valve	CHECK	0	0	N/A	N/A	5.087	N/A	N/A
35	Check Valve	CHECK	1,523	1,518,249	0.008732	0.8934	5.169	6,383	3.00
105	Check Valve	CHECK	1,375	1,370,624	0.007116	0.7281	3.916	6,383	3.00
115	Check Valve	CHECK	1,375	1,369,968	0.007109	0.7274	3.918	6,383	3.00
125	Check Valve	CHECK	0	0	N/A	N/A	3.848	N/A	N/A
135	Check Valve	CHECK	1,375	1,370,770	0.007118	0.7282	3.919	6,383	3.00
7605	Check Valve	CHECK	244	243,427	0.020258	2.0727	2.015	672	8.00
X7615	Check Valve	CHECK	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

AFT Fathom Model

Jct	Valve State
6	Open
16	Open
26	Open
36	Open
106	Open
116	Open
126	Open
136	Open
X201	Closed By User
256	Open
X705	Closed By User
X707	Closed By User
X1041	Closed By User
1051	Open
X1061	Closed By User
1071	Open
1081	Open
1091	Open
1103	Open
X1157	Closed By User
1201	Open
1211	Open
1221	Open
2503	Open
2505	Open
3502	Open
3506	Open
3512	Open
3516	Open
3522	Open
3528	Open
7504	Open
7512	Open
7519	Open
7521	Open
X7527	Closed By User
X7529	Closed By User
7532	Open
7552	Open
7559	Open
7561	Open
X7567	Closed By User
X7569	Closed By User
7572	Open
7601	Open
7606	Open

AFT Fathom Model

Jct	Valve State
X7611	Closed By User
X7616	Closed By User
7631	Open
7633	Open
8102	Open
8114	Open
8132	Open
8134	Open
8138	Open
9204	Open
9212	Open
X9224	Closed By User
X9232	Closed By User
9412	Open
8136	Open
9666	Open
9775	Open
5	Open
15	Open
25	Open
35	Open
105	Open
115	Open
125	Open
135	Open
7605	Open
X7615	Closed by User

Heat Exchanger Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (kg/hr)	dP (MPa)	dH (meters)	dT Loss (deg. C)	Heat Rate In (kW)	T Inlet (deg. C)	T Outlet (deg. C)
2504	Heat Exchanger	250	249,049	0.2236	22.87	N/A	N/A	27	27
3003	Heat Exchanger	3,890	3,876,651	0.0047	0.48	N/A	N/A	27	27
3504	Heat Exchanger	44	43,725	0.0976	9.99	N/A	N/A	27	27
3514	Heat Exchanger	2,350	2,341,976	0.1621	16.59	N/A	N/A	27	27
3525	Heat Exchanger	960	957,046	0.1007	10.30	N/A	N/A	27	27
4202	Heat Exchanger	103	102,548	0.3258	33.33	N/A	N/A	27	27
7307	Heat Exchanger	33	33,275	0.4334	44.34	N/A	N/A	27	27
7309	Heat Exchanger	41	41,002	0.4649	47.56	N/A	N/A	27	27
7520	Heat Exchanger	43	43,190	0.1211	12.39	N/A	N/A	27	27
7528	Heat Exchanger	0	0	0.0000	0.00	N/A	N/A	27	27
7533	Heat Exchanger	29	28,539	0.1247	12.76	N/A	N/A	27	27
7560	Heat Exchanger	45	44,351	0.1277	13.07	N/A	N/A	27	27
7568	Heat Exchanger	0	0	0.0000	0.00	N/A	N/A	27	27

AFT Fathom Model

Jct	Name	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (kg/hr)	dP (MPa)	dH (meters)	dT Loss (deg. C)	Heat Rate In (kW)	T Inlet (deg. C)	T Outlet (deg. C)
7573	Heat Exchanger	29	29,307	0.1315	13.46	N/A	N/A	27	27
8117	Heat Exchanger	156	155,409	0.0161	1.65	N/A	N/A	27	27
8121	Heat Exchanger	172	171,652	0.0197	2.02	N/A	N/A	27	27
9208	Heat Exchanger	24	23,740	0.1617	16.55	N/A	N/A	27	27
9218	Heat Exchanger	23	23,382	0.1569	16.05	N/A	N/A	27	27
9228	Heat Exchanger	0	0	0.0000	0.00	N/A	N/A	27	27
9238	Heat Exchanger	0	0	0.0000	0.00	N/A	N/A	27	27
9404	Heat Exchanger	139	138,502	0.4342	44.43	N/A	N/A	27	27
9414	Heat Exchanger	86	86,121	0.3506	35.87	N/A	N/A	27	27

Jct	T 2nd Inlet (deg. C)	T 2nd Outlet (deg. C)
2504	N/A	N/A
3003	N/A	N/A
3504	N/A	N/A
3514	N/A	N/A
3525	N/A	N/A
4202	N/A	N/A
7307	N/A	N/A
7309	N/A	N/A
7520	N/A	N/A
7528	N/A	N/A
7533	N/A	N/A
7560	N/A	N/A
7568	N/A	N/A
7573	N/A	N/A
8117	N/A	N/A
8121	N/A	N/A
9208	N/A	N/A
9218	N/A	N/A
9228	N/A	N/A
9238	N/A	N/A
9404	N/A	N/A
9414	N/A	N/A

Reservoir Summary

Jct	Name	Type	Liq. Height (meters)	Liq. Elevation (meters)	Surface Pressure (barG)	Liquid Volume (meters3)	Liquid Mass (kg)	Net Vol. Flow (m3/hr)
1	Reservoir	Infinite	N/A	5.5	0.056	N/A	N/A	-4,568
101	X2002	Infinite	N/A	5.3	0.013	N/A	N/A	-1,375
121	X2001	Infinite	N/A	5.3	0.013	N/A	N/A	-1,375
131	X2000	Infinite	N/A	5.4	0.013	N/A	N/A	-1,375
706	FILTRO DE ARENA	Infinite	N/A	6.3	0.013	N/A	N/A	0

AFT Fathom Model

Jct	Name	Type	Liq. Height (meters)	Liq. Elevation (meters)	Surface Pressure (barG)	Liquid Volume (meters ³)	Liquid Mass (kg)	Net Vol. Flow (m ³ /hr)
7310	Reservoir	Infinite	N/A	3.5	0.026	N/A	N/A	0
7316	Reservoir	Infinite	N/A	3.0	0.013	N/A	N/A	290
7600	Reservoir	Infinite	N/A	3.8	0.013	N/A	N/A	0
8118	H2006	Infinite	N/A	2.1	0.013	N/A	N/A	0
9667	Reservoir	Infinite	N/A	5.0	0.000	N/A	N/A	20

Jct	Net Mass Flow (kg/hr)
1	-4,552,874
101	-1,370,624
121	-1,369,968
131	-1,370,770
706	0
7310	0
7316	289,405
7600	0
8118	0
9667	19,933

Pipe Output Table

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (m ³ /hr)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (barG)	P Static Min (barG)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Total (MPa)
2	Pipe	1,522	4.75	5.2280	5.20728	6.5	6.6	0.0020719
12	Pipe	1,522	4.75	5.2200	5.20713	6.6	6.6	0.0012901
22	Pipe	0	0.00	5.1973	5.18951	6.5	6.6	0.0007819
32	Pipe	1,523	4.76	5.2241	5.20338	6.5	6.6	0.0020735
45	Pipe	4,568	2.56	5.2208	5.20562	5.8	5.8	0.0015138
73	Pipe	75	0.28	5.0184	4.90093	4.0	5.2	0.0117499
74	Pipe	75	0.28	4.9009	4.83064	5.2	5.9	0.0070290
75	Pipe	75	0.41	4.8302	4.82906	5.9	5.9	0.0001125
102	Pipe	1,375	3.24	3.9788	3.97819	6.6	6.6	0.0000621
112	Pipe	1,375	3.24	3.9806	3.97995	6.6	6.6	0.0000621
122	Pipe	0	0.00	3.9301	3.93012	6.6	6.6	0.0000000
132	Pipe	1,375	3.24	3.9813	3.98073	6.6	6.6	0.0000621
207	Pipe	4,125	2.32	4.1448	4.04946	5.0	4.0	-0.0095338
245	Pipe	474	1.48	4.0017	3.98689	2.6	2.6	0.0014846
246	Pipe	474	1.48	3.9325	3.72122	3.1	5.2	0.0211299
247	Pipe	474	1.48	3.6668	3.65955	5.7	5.7	0.0007289
248	Pipe	474	1.48	3.6573	3.63551	5.7	5.7	0.0021750
249	Pipe	474	1.48	3.5811	3.53985	6.3	6.6	0.0041289
250	Pipe	474	1.48	3.4855	3.47731	7.2	7.2	0.0008159
251	Pipe	474	1.48	3.4750	3.47171	7.2	7.2	0.0003316
252	Pipe	474	1.48	3.4694	3.46616	7.2	7.2	0.0003262

AFT Fathom Model

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (barG)	P Static Min (barG)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Total (MPa)
253	Pipe	474	1.48	3.5458	3.51597	6.6	6.3	-0.0029864
254	Pipe	474	1.48	3.5956	3.58042	5.7	5.7	0.0015222
255	Pipe	474	1.48	3.5804	3.57710	5.7	5.7	0.0003316
256	Pipe	474	1.48	3.5714	3.56796	5.7	5.7	0.0003425
257	Pipe	0	0.00	3.5789	3.57888	5.7	5.7	0.0000000
1030	Pipe	4,268	2.40	1.0160	0.97624	5.5	5.9	0.0039710
1100	Pipe	0	0.00	1.5074	1.50741	5.7	5.7	0.0000000
1101	Pipe	145	0.45	1.5064	1.50635	5.7	5.7	0.0000030
1102	Pipe	473	1.48	1.4965	1.49308	5.7	5.7	0.0003414
1103	Pipe	473	1.48	1.4874	1.48408	5.7	5.7	0.0003306
1104	Pipe	473	1.48	1.4841	1.46891	5.7	5.7	0.0015174
1105	Pipe	473	1.48	1.4145	1.37327	6.3	6.6	0.0041270
1106	Pipe	473	1.48	1.3189	1.31564	7.2	7.2	0.0003252
1107	Pipe	473	1.48	1.3134	1.31006	7.2	7.2	0.0003306
1108	Pipe	473	1.48	1.3078	1.29965	7.2	7.2	0.0008132
1109	Pipe	473	1.48	1.3793	1.34947	6.6	6.3	-0.0029883
1110	Pipe	473	1.48	1.4292	1.40749	5.7	5.7	0.0021680
1111	Pipe	473	1.48	1.4052	1.39794	5.7	5.7	0.0007265
1112	Pipe	473	1.48	1.6458	1.44776	5.2	3.1	-0.0198047
1113	Pipe	473	1.48	1.6956	1.68083	2.6	2.6	0.0014798
1151	Pipe	4,124	2.32	1.2912	1.19463	4.0	5.0	0.0096618
2001	Pipe	202	1.74	4.4072	4.21710	12.5	9.0	-0.0190079
2004	Pipe	202	1.74	0.9064	0.55750	9.0	12.5	0.0348863
2501	Pipe	250	0.95	2.8114	2.80872	15.9	15.9	0.0002686
2508	Pipe	250	0.95	0.2811	0.16238	17.2	15.9	-0.0118713
3001	Pipe	3,890	2.18	4.2610	3.91868	12.9	16.2	0.0342350
3003	Pipe	3,890	3.94	4.9523	1.33827	5.0	5.0	0.3614036
3005	Pipe	3,890	2.18	0.4934	0.24166	16.2	12.9	-0.0251766
3501	Pipe	44	1.48	2.8593	2.84945	15.9	15.9	0.0009896
3508	Pipe	44	1.48	0.2386	0.21472	15.9	15.9	0.0023901
3511	Pipe	2,350	2.38	2.8276	2.81460	15.9	15.9	0.0012961
3518	Pipe	2,350	2.38	0.2118	0.01480	18.3	15.9	-0.0197029
3521	Pipe	960	2.26	2.8133	2.79924	15.9	15.9	0.0014039
3530	Pipe	960	2.26	0.2373	0.15874	17.2	15.9	-0.0078555
4001	Pipe	74	1.10	4.2339	3.82532	12.5	16.0	0.0408608
4004	Pipe	74	1.10	0.5650	0.22697	16.0	12.5	-0.0337997
4201	Pipe	103	1.53	5.2267	5.01104	5.8	5.0	0.0215636
4204	Pipe	103	1.53	1.3864	1.00454	5.0	5.8	0.0381829
X7003	Pipe	0	0.00	1.5010	1.50103	3.0	3.0	0.0000000
7015	Pipe	0	0.00	1.2176	1.15895	6.5	5.9	-0.0058642
7016	Pipe	0	0.00	1.2176	1.21759	5.9	5.9	0.0000000
7017	Pipe	0	0.00	1.2860	1.21759	5.9	5.2	-0.0068416
7018	Pipe	0	0.00	1.4033	1.28600	5.2	4.0	-0.0117285
7300	Pipe	0	0.00	4.7872	4.78719	6.3	6.3	0.0000000
7311	Pipe	65	2.20	0.0017	-0.00078	3.5	3.5	0.0002448
7312	Pipe	65	3.79	0.1262	-0.04617	4.1	4.8	0.0172362

AFT Fathom Model

Pipe	Name	Vol. Flow Rate (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	P Static Max (barG)	P Static Min (barG)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Total (MPa)
7313	Pipe	65	0.97	-0.0237	-0.12586	5.0	5.9	0.0102145
7501	Pipe	146	0.80	3.7616	3.76131	3.6	3.6	0.0000284
7502	Pipe	146	0.80	3.7606	3.63774	3.6	4.8	0.0122860
7503	Pipe	146	0.80	3.6370	3.63348	4.8	4.8	0.0003549
7504	Pipe	146	0.80	3.6335	3.62993	4.8	4.8	0.0003549
7505	Pipe	146	0.80	3.6293	3.62787	4.8	4.8	0.0001422
7506	Pipe	146	0.80	3.6279	3.18506	4.8	9.3	0.0442814
7507	Pipe	146	0.80	3.1471	3.14533	9.7	9.7	0.0001780
7508	Pipe	74	0.40	3.1477	3.14697	9.7	9.7	0.0000712
7509	Pipe	0	0.00	3.1478	3.14778	9.7	9.7	0.0000000
7510	Pipe	0	0.00	3.1478	3.14778	9.7	9.7	0.0000000
7511	Pipe	72	1.07	3.2100	3.14276	9.7	9.0	-0.0067265
7512	Pipe	72	1.07	3.3845	3.23073	8.8	7.2	-0.0153818
7513	Pipe	72	1.07	3.4446	3.40976	6.9	6.6	-0.0034881
7514	Pipe	43	0.65	3.4754	3.44829	6.6	6.3	-0.0027062
7515	Pipe	43	0.65	3.5774	3.51151	5.9	5.2	-0.0065897
7516	Pipe	43	0.83	3.6593	3.57604	5.2	4.4	-0.0083217
7517	Pipe	43	0.83	3.6883	3.65926	4.4	4.1	-0.0029073
7518	Pipe	43	1.80	3.6877	3.67212	3.9	4.1	0.0015562
7519	Pipe	43	1.80	3.6823	3.67844	3.9	3.9	0.0003827
7520	Pipe	43	1.80	3.6753	3.67145	3.9	3.9	0.0003827
7521	Pipe	43	1.80	2.4603	2.45648	3.9	3.9	0.0003827
7522	Pipe	43	1.80	2.4420	2.43813	3.9	3.9	0.0003827
X7525	Pipe	0	0.00	3.6627	3.66270	4.4	4.4	0.0000000
X7526	Pipe	0	0.00	No Solution	No Solution	4.0	4.1	0.0008796
X7527	Pipe	0	0.00	No Solution	No Solution	3.9	3.9	0.0000000
X7528	Pipe	0	0.00	No Solution	No Solution	3.9	3.9	0.0000000
X7529	Pipe	0	0.00	No Solution	No Solution	3.9	3.9	0.0000000
X7530	Pipe	0	0.00	2.3985	2.39850	3.9	4.4	0.0049357
7531	Pipe	29	1.67	3.4365	3.43449	6.6	6.6	0.0002017
7532	Pipe	29	1.67	3.4705	3.44222	6.4	6.1	-0.0028282
7533	Pipe	29	1.67	3.4877	3.47588	5.9	6.0	0.0011852
7534	Pipe	29	1.67	2.2284	2.16787	6.0	6.5	0.0060572
7540	Pipe	43	1.80	2.4190	2.38235	4.1	4.4	0.0036610
7541	Pipe	43	1.80	2.3823	2.29523	4.4	5.3	0.0087120
7542	Pipe	43	1.47	2.3007	2.28384	5.3	5.4	0.0016835
7543	Pipe	43	1.47	2.2662	2.17103	5.6	6.5	0.0095223
7544	Pipe	72	2.43	2.1522	1.82438	6.5	9.5	0.0327823
7545	Pipe	72	2.43	1.8017	1.73735	9.6	9.6	0.0064301
7546	Pipe	146	4.93	1.6456	1.62728	9.6	7.7	0.0018298
7547	Pipe	146	4.93	1.6055	1.03209	7.6	7.2	0.0573374
7548	Pipe	146	4.93	1.0136	-0.07389	7.1	5.9	0.1087490
7549	Pipe	146	4.93	-0.0924	-0.10840	5.7	5.1	0.0016030
7551	Pipe	74	1.10	3.2090	3.14173	9.7	9.0	-0.0067226
7552	Pipe	74	1.10	3.3833	3.22959	8.8	7.2	-0.0153716
7553	Pipe	74	1.10	3.4433	3.40847	6.9	6.6	-0.0034866

AFT Fathom Model

Pipe	dH (meters)	P Static In (barG)	P Static Out (barG)
2	0.13199	5.2280	5.20728
12	0.13199	5.2200	5.20713
22	0.00000	5.1973	5.18951
32	0.13215	5.2241	5.20338
45	0.15489	5.2208	5.20562
73	0.00219	5.0184	4.90093
74	0.01917	4.9009	4.83064
75	0.01151	4.8302	4.82906
102	0.00636	3.9788	3.97819
112	0.00635	3.9806	3.97995
122	0.00000	3.9301	3.93012
132	0.00636	3.9813	3.98073
207	0.00655	4.0495	4.14480
245	0.15189	4.0017	3.98689
246	0.06790	3.9325	3.72122
247	0.07458	3.6668	3.65955
248	0.22254	3.6573	3.63551
249	0.05845	3.5811	3.53985
250	0.08348	3.4855	3.47731
251	0.03393	3.4750	3.47171
252	0.03337	3.4694	3.46616
253	0.05845	3.5160	3.54583
254	0.15575	3.5956	3.58042
255	0.03393	3.5804	3.57710
256	0.03504	3.5714	3.56796
257	0.00000	3.5789	3.57888
1030	0.04029	1.0160	0.97624
1100	0.00000	1.5074	1.50741
1101	0.00031	1.5064	1.50635
1102	0.03493	1.4965	1.49308
1103	0.03382	1.4874	1.48408
1104	0.15525	1.4841	1.46891
1105	0.05825	1.4145	1.37327
1106	0.03327	1.3189	1.31564
1107	0.03382	1.3134	1.31006
1108	0.08320	1.3078	1.29965
1109	0.05825	1.3495	1.37935
1110	0.22182	1.4292	1.40749
1111	0.07433	1.4052	1.39794
1112	0.06768	1.4478	1.64581
1113	0.15140	1.6956	1.68083
1151	0.00655	1.2912	1.19463
2001	1.55521	4.2171	4.40718
2004	0.06939	0.9064	0.55750
2501	0.02749	2.8114	2.80872
2508	0.08539	0.1624	0.28109

AFT Fathom Model

Pipe	dH (meters)	P Static In (barG)	P Static Out (barG)
3001	0.14276	4.2610	3.91868
3003	36.97701	4.9523	1.33827
3005	0.78406	0.2417	0.49342
3501	0.10125	2.8593	2.84945
3508	0.24454	0.2386	0.21472
3511	0.13261	2.8276	2.81460
3518	0.38410	0.0148	0.21183
3521	0.14364	2.8133	2.79924
3530	0.49627	0.1587	0.23729
4001	0.68067	4.2339	3.82532
4004	0.04178	0.2270	0.56497
4201	3.05628	5.2267	5.01104
4204	3.05668	1.3864	1.00454
X7003	0.00000	No Solution	1.50103
7015	0.00000	1.1589	1.21759
7016	0.00000	1.2176	1.21759
7017	0.00000	1.2176	1.28600
7018	0.00000	1.2860	1.40329
7300	0.00000	4.7872	4.78719
7311	0.02505	0.0017	-0.00078
7312	1.07352	0.1262	-0.04617
7313	0.07510	-0.0237	-0.12586
7501	0.00290	3.7616	3.76131
7502	0.04604	3.7606	3.63774
7503	0.03631	3.6370	3.63348
7504	0.03631	3.6335	3.62993
7505	0.01455	3.6293	3.62787
7506	0.02665	3.6279	3.18506
7507	0.01821	3.1471	3.14533
7508	0.00728	3.1477	3.14697
7509	0.00000	3.1478	3.14778
7510	0.00000	3.1478	3.14778
7511	0.00778	3.1428	3.21002
7512	0.02022	3.2307	3.38455
7513	0.00311	3.4098	3.44464
7514	0.00211	3.4483	3.47535
7515	0.01478	3.5115	3.57740
7516	0.00457	3.5760	3.65926
7517	0.00254	3.6593	3.68833
7518	0.00522	3.6877	3.67212
7519	0.03916	3.6823	3.67844
7520	0.03916	3.6753	3.67145
7521	0.03916	2.4603	2.45648
7522	0.03916	2.4420	2.43813
X7525	0.00000	3.6627	No Solution
X7526	0.00000	No Solution	No Solution

AFT Fathom Model

Pipe	dH (meters)	P Static In (barG)	P Static Out (barG)
X7527	0.00000	No Solution	No Solution
X7528	0.00000	No Solution	No Solution
X7529	0.00000	No Solution	No Solution
X7530	0.00000	No Solution	2.39850
7531	0.02063	3.4365	3.43449
7532	0.02063	3.4422	3.47050
7533	0.04127	3.4877	3.47588
7534	0.11974	2.2284	2.16787
7540	0.01958	2.4190	2.38235
7541	0.02937	2.3823	2.29523
7542	0.00925	2.3007	2.28384
7543	0.07427	2.2662	2.17103
7544	0.38712	2.1522	1.82438
7545	0.65789	1.8017	1.73735
7546	2.06421	1.6456	1.62728
7547	6.28848	1.6055	1.03209
7548	12.31866	1.0136	-0.07389
7549	0.81901	-0.0924	-0.10840
7551	0.00817	3.1417	3.20896
7552	0.02125	3.2296	3.38331
7553	0.00327	3.4085	3.44334
7554	0.00222	3.4472	3.47424
7555	0.01554	3.5104	3.57619
7556	0.00479	3.5748	3.65795
7557	0.00266	3.6580	3.68701
7558	0.00548	3.6855	3.66992
7559	0.04109	3.6798	3.67581
7560	0.04109	3.6725	3.66846
7561	0.04109	2.3913	2.38727
7562	0.04109	2.3720	2.36795
X7565	0.00000	3.6616	No Solution
X7566	0.00000	No Solution	No Solution
X7567	0.00000	No Solution	No Solution
X7568	0.00000	No Solution	No Solution
X7569	0.00000	No Solution	No Solution
X7570	0.00000	No Solution	2.32885
7571	0.02170	3.4348	3.43265
7572	0.02170	3.4402	3.46833
7573	0.04340	3.4854	3.42449
7574	0.12603	2.1091	2.09186
7580	0.02054	2.3485	2.31183
7581	0.03082	2.3118	2.22456
7582	0.00973	2.2303	2.21342
7583	0.07817	2.1957	2.09519
7584	0.40758	2.0753	1.73574
7601	0.01436	-0.0091	-0.01053

AFT Fathom Model

Pipe	dH (meters)	P Static In (barG)	P Static Out (barG)
7602	0.03037	-0.0265	-0.02946
7603	0.00805	-0.0793	-0.08005
7604	0.06584	1.9222	1.91520
7605	0.00200	2.0159	2.01536
7606	0.00600	1.8035	1.78551
7607	0.01000	1.6682	1.62719
X7611	0.00000	0.0129	No Solution
X7612	0.00000	No Solution	No Solution
X7613	0.00000	No Solution	No Solution
X7614	0.00000	No Solution	No Solution
X7615	0.00000	No Solution	No Solution
X7616	0.00000	No Solution	No Solution
X7617	0.00000	No Solution	No Solution
X7618	0.00000	No Solution	1.64921
7619	0.02602	1.6272	1.62465
7620	0.03507	1.6389	1.48582
7621	0.44061	1.4547	1.56766
7622	0.10721	1.5952	1.71288
7623	0.11031	1.7404	1.86337
7624	0.13695	1.8909	1.46921
7625	0.03284	1.4381	1.49962
X7631	0.00000	3.6366	No Solution
X7632	0.00000	No Solution	No Solution
X7633	0.00000	No Solution	No Solution
X7634	0.00000	No Solution	3.63103
8101	0.03046	3.5680	3.49364
8102	0.00834	3.5434	3.63001
8103	0.10237	3.6276	3.86780
8104	0.03262	3.9173	3.75384
8105	0.00458	3.7595	3.73171
8106	0.08167	3.6876	3.44436
8107	0.47247	3.3894	3.34326
8108	0.99215	3.3397	3.39282
8109	0.56655	3.3526	3.15371
8110	0.18807	3.1501	3.45533
8111	0.19367	3.4890	3.60013
8112	0.19367	3.6338	3.10611
8140	0.59252	1.3236	1.62002
8141	0.94645	1.6531	1.74021
8142	1.55755	1.7733	1.47140
8143	0.43217	1.4311	1.86147
8144	0.21587	1.8945	1.46976
8145	0.05586	1.4295	1.49139
9201	0.05457	2.7675	2.65171
9208	0.14427	3.6685	3.49410
9209	0.14500	1.8769	2.02301

AFT Fathom Model

Pipe	dH (meters)	P Static In (barG)	P Static Out (barG)
9216	0.05476	0.2040	0.30909
9218	0.40285	3.6584	3.23496
9219	0.15448	1.6663	2.03430
9221	0.00000	2.5838	2.49180
X9228	0.00000	No Solution	No Solution
X9229	0.00000	No Solution	No Solution
9236	0.00000	0.0395	0.13143
X9238	0.00000	No Solution	No Solution
X9239	0.00000	No Solution	No Solution
9401	0.44185	4.1392	3.68551
9407	5.19658	-0.6734	-0.00848
9411	0.83434	4.1353	3.64329
9417	2.08338	-0.7691	0.00463
9602	0.29519	0.9906	0.96180
9603	1.53308	0.1268	-0.03282
9712	0.52816	1.5908	1.53918
9713	0.33655	-0.0741	-0.04297
9714	0.52816	0.0352	-0.04417

Pump Table

Pump	Name	P Static In (barG)	P Static Out (barG)	P Stag. In (barG)	P Stag. Out (barG)	Vol. Flow Rate Thru Jct (m3/hr)
102	x2006	0.10611	3.979	0.1267	4.0312	1,375
112	x2005	0.10613	3.981	0.1267	4.0329	1,375
X122	x2004	0.12705	3.930	0.1271	3.9301	0
132	x2003	0.10904	3.981	0.1297	4.0337	1,375
X7002	Pump	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0
X7012	Pump	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0
7311	Pump	-0.00078	0.126	0.0233	0.1976	65
7603	G2267	-0.08005	1.922	-0.0140	2.2623	244
X7613	G2268	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0
X7632	Booster Pump	No Solution	No Solution	No Solution	No Solution	0
8130	Pump	0.07395	4.875	0.0817	4.8912	328

Pump	Mass Flow Rate Thru Jct (kg/hr)	Loss Factor (K)
102	1,370,624	0.0000
112	1,369,968	0.0000
X122	0	0.0000
132	1,370,770	0.0000
X7002	0	0.0000
X7012	0	0.0000
7311	64,782	0.0000

AFT Fathom Model

Pump	Mass Flow Rate Thru Jct (kg/hr)	Loss Factor (K)
7603	243,427	0.0000
X7613	0	0.0000
X7632	0	0.0000
8130	326,899	0.0000