

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



TESIS

**“METODOLOGIA DEL DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN
TANQUE EMPERNADO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA, EN
LA PLANTA CONCENTRADORA DE LA U. M. DE TOQUEPALA -
TACNA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO**

JAIME ROBERTO VERA NORIEGA

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jaime Roberto Vera Noriega", is placed to the right of the author's name.

Callao, 2021

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DE JURADO

Dr. Juan Manuel Palomino Correa	Presidente
Dr. Nelson Alberto Díaz Leiva	Secretario
Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez	Miembro
Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán	Asesor

DEDICATORIA

Dedico este título a mi esposa Clara por su incansable apoyo y compañerismo, a mis hijos, a mis padres que desde el cielo han orado para que esta titulación sea una realidad, a mis amigos; por su constante soporte dándome ánimo y sostén para lograr las metas que me propuse.

AGRADECIMIENTO

En primer término, quiero agradecer a Dios por haberme permitido culminar mis estudios con salud, a mi asesor al Dr. Félix Guerrero Roldán por ser un guía incansable para lograr estructurar mi tesis con sus consejos, experiencia y perseverancia; a la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO mediante los profesores quienes transmitieron sus conocimientos académicos los cuales me sirvieron para formarme como un verdadero profesional. A los profesores en el II taller de tesis 2021, Mg. Teresa Gonzales Moncada, Dr. Ciro Espinoza Montes, Mg. Carlos Díaz Cabrera, a nuestro coordinador de tesis Mg. Jorge Ilquimiche Melly; ya que sin su aporte no se hubiera podido conseguir los resultados obtenidos.

INDICE DE CONTENIDO	PÁG
INTRODUCCION.....	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2 Formulación de problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 Limitantes de la investigación.....	16
1.4.1 Limitante espacial.....	16
1.4.2 Limitante teórico.....	16
1.4.3 Limitante temporal.....	17
II. MARCO TEORICO.....	18
2.1 Antecedentes del estudio.....	18
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	18
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	21
2.2 Bases teóricas.....	22
2.2.1 Metodología del diseño.....	22
2.2.2 Definición de tanques.....	26
2.2.3 Tipos de tanques.....	26
2.2.4 Partes de un tanque atmosférico.....	33
2.3 Bases conceptuales.....	35
2.3.1 Tanques de almacenamiento de agua para protección contra incendios.....	35
2.3.2 Tanques de acero atornillado.....	35
2.4 Definición de términos básicos.....	36
III. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	40
3.1 Hipótesis.....	40
3.1.1 Hipótesis general.....	40
3.1.2 Hipótesis específicas.....	40
3.2 Definición conceptual de las variables.....	40

3.2.1	Variable independiente.....	40
3.2.2	Variable dependiente.....	40
3.3	Operacionalización de las variables	41
IV.	DISEÑO METODOLOGICO.....	42
4.1	Tipo y diseño de investigación	42
4.2	Método de investigación.....	42
4.3	Población y muestra.....	91
4.4	Lugar de estudio.....	91
4.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información ...	91
4.6	Análisis y procesamiento de datos	92
V.	RESULTADOS	99
5.1	Resultados descriptivos.....	99
5.2	Resultados inferenciales	99
5.3	Otro tipo de resultados estadísticos, de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis.....	99
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	100
6.1	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados. 100	
6.2	Contrastación de los resultados con otros estudios similares.	100
6.3	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes (el autor de la investigación se responsabiliza por la información emitida en el informe).	101
	CONCLUSIONES	102
	RECOMENDACIONES.....	103
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	104
	ANEXO	105
	Matriz de consistencia	105
	Planos	106
	Pistola Huck Modelo 246	116
	Hoja técnica de la pistola Huck Modelo 246	117
	Hoja técnica del tanque empernado	118
	Reportes diarios de trabajo.....	119
	Protocolos de calidad	126

ÍNDICE DE TABLAS DE CONTENIDO

Tabla N°1 Operacionalización de variables.....	41
Tabla N° 2 Registro de llenado de agua en tanque empernado	86
Tabla N° 3 Registro de tiempos reales de actividades	88
Tabla N° 4 Registro de eficiencia de cada actividad.....	89
Tabla N° 5 Registro de tiempos de actividades.....	90
Tabla N° 6 Registro de cálculo de eficiencia de cada actividad.....	93
Tabla N° 7 Matriz de datos.....	94
Tabla N° 8 Cronograma Programado.....	95
Tabla N° 9 Cronograma real	95
Tabla N° 10 Presupuesto programado	96
Tabla N° 11 Presupuesto real	96
Tabla N° 12 Matriz de consistencia.....	105
Tabla N° 13 Hoja técnica del tanque empernado	118
Tabla N° 14 Registro de reporte diario “Carguío y Traslado de planchas de fondo”.....	119
Tabla N° 15 Registro de reporte diario “Torqueo de pernos de planchas de fondo”.....	120
Tabla N° 16 Registro de reporte diario “Armado de estructuras de techo tipo Domo”	121
Tabla N° 17 Registro de reporte diario “Unión de planchas del 1er anillo de casco de tanque”	122
Tabla N° 18 Registro de reporte diario “Torqueo de pernos de planchas de casco 6to anillo”	123
Tabla N° 19 Registro de reporte diario “Instalación, sellado y torqueo de pernos de boquillas”.....	124
Tabla N° 20 Registro de reporte diario “Pruebas de hermeticidad y asentamiento”	125
Tabla N° 21 Protocolo de colocación de planchas 1/2	126
Tabla N° 22 Protocolo de colocación de planchas 2/3	127
Tabla N° 23 Protocolo de colocación de planchas 3/4	128
Tabla N° 24 Protocolo de colocación de planchas 4/5	129

Tabla N° 25 Protocolo de colocación de pernos 1	130
Tabla N° 26 Protocolo de colocación de pernos 2.....	131
Tabla N° 27 Protocolo de montaje de domo.....	132
Tabla N° 28 Protocolo de colocación de accesorios del domo	133
Tabla N° 29 Protocolo de instalación de escalera y plataforma.....	134
Tabla N° 30 Protocolo de limpieza de tanque	135
Tabla N° 31 Protocolo de asentamiento de tanque	136
Tabla N° 32 Protocolo de verticalidad de tanque	137
Tabla N° 33 Protocolo de llenado de tanque	138

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1 Correlación de Pearson	97
Gráfico N° 2 Diagrama de dispersión de eficiencia por metodología	97
Gráfico N° 3 Plano CST N°1	106
Gráfico N° 4 Plano CST N°2	107
Gráfico N° 5 Plano CST N°4	108
Gráfico N° 6 Plano CST N°5	109
Gráfico N° 7 Plano SPCC N°1	110
Gráfico N° 8 Plano SPCC N°2	111
Gráfico N° 9 Plano SPCC N°4	112
Gráfico N° 10 Plano SPCC N°3.....	113
Gráfico N° 11 Plano SPCC N°5.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Clasificación de recipientes a presión.	27
Figura N°2 Tanque enterrado	29
Figura N°3 Tanque semienterrado	30
Figura N°4 Tanque Elevado.	31
Figura N°5 Tanque de almacenamiento empernado	34
Figura N°6 Componentes de un sistema.....	43
Figura N°7 Hoja técnica sikaflex 1A	115
Figura N°8 Pistola Huck	116
Figura N°9 Especificaciones técnicas de Pistola Huck.....	117

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen N°1 Carguío y traslado de planchas de fibra de vidrio	44
Imagen N°2 Carguío y traslado de planchas metálicas	44
Imagen N°3 Distribución de planchas de fondo.....	45
Imagen N°4 Instalación de anillo de rigidez inferior	46
Imagen N°5 Unión de planchas de fondo.....	47
Imagen N°6 Sellado con elastomérico Sikaflex 1A a las planchas de fondo	47
Imagen N° 7 Torqueo de pernos de pancha de fondo.....	48
Imagen N°8 Traslado de estructuras de aluminio del techo tipo domo	48
Imagen N°9 Instalación de columnas de izaje del techo tipo domo	49
Imagen N°10 Armado de estructuras de techo tipo domo	50
Imagen N°11 Remachado de pernos de aluminio con Pistola HUCK.....	50
Imagen N°12 Carguío y traslado de planchas de casco 2do anillo.....	51
Imagen N°13 Distribución de planchas de casco	52
Imagen N°14 Uniones empernadas de planchas de casco	52
Imagen N°15 Sellado de uniones empernadas de planchas de casco	53
Imagen N°16 Torqueo de pernos de planchas de casco 2do anillo.....	53
Imagen N°17 Carguío y traslado de planchas de casco 1er anillo	54
Imagen N°18 Distribución de planchas de casco	55
Imagen N°19 Unión de planchas de casco	56
Imagen N°20 Torqueo de pernos en unión de planchas de casco	56
Imagen N°21 Izaje de estructuras en techo tipo domo	57
Imagen N°22 Instalación y unión de soporte de fijación del techo domo.....	58
Imagen N°23 Instalación de planchas de aluminio en techo tipo domo.....	59
Imagen N°24 Empernado y remachado de pernos de planchas de techo domo.....	59
Imagen N°25 Retiro de columnas de izaje.	60
Imagen N°26 Carguío y traslado de planchas de casco 3er anillo.	61
Imagen N°27 Distribución de planchas del casco 3er anillo.	62
Imagen N°28 Uniones empernadas en anillo de casco.	63
Imagen N°29 Torqueo de uniones empernadas en anillo de casco.	64

Imagen N°30 Carguío y traslado de planchas de casco 4to anillo.....	65
Imagen N°31 Distribución de planchas en anillo de casco.	66
Imagen N°32 Ajuste y sellado de uniones empernadas en anillo de casco.	67
Imagen N°33 Torqueo de planchas de casco 4to anillo.	68
Imagen N°34 Carguío y traslado de planchas de casco 5to anillo.....	69
Imagen N°35 Distribución de planchas del 5to anillo.....	70
Imagen N°36 Unión empernada de planchas del 5to anillo.	71
Imagen N°37 Torqueo de planchas de casco 5to anillo.	72
Imagen N°38 Carguío y traslado de planchas de casco 6to anillo.....	73
Imagen N°39 Distribución de planchas del 6to anillo.....	74
Imagen N°40 Unión empernada de planchas del 6to anillo.	75
Imagen N°41 Torqueo de planchas de casco 6to anillo.	76
Imagen N°42 Carguío y traslado de planchas de casco 7mo anillo.....	77
Imagen N°43 Distribución de planchas del 7to anillo.....	78
Imagen N°44 Unión empernada de planchas del 7to anillo.	79
Imagen N°45 Torqueo de planchas de casco 7mo anillo.	80
Imagen N°46 Carguío y traslado de planchas de casco 8vo anillo.	81
Imagen N°47 Distribución de planchas para el 8vo anillo.....	82
Imagen N°48 Unión empernada de planchas para el 8vo anillo.	83
Imagen N°49 Torqueo de pernos de planchas del 8vo anillo.	84
Imagen N°50 Montaje de boquilla empernada de 30".	85
Imagen N°51 Montaje de escalera galvanizada	85
Imagen N°52 Llenado de tanque con bomba	87

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo desarrollar una metodología de diseño de la construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna., siendo el marco teórico sostenido en la autoría de Nigel Cross (2004) Gonza, (2014) y Avalos, (1997) así como también Mejía C. (2007) García, García y Cabello (2017) Mokate (2001), en consideración respectiva a las variables de estudio.

El tipo de investigación es tecnológica, de nivel aplicada, cuyo propósito es diseñar tecnologías de aplicación inmediata en la solución de los problemas de la sociedad, buscando eficiencia y productividad. La investigación se desarrolló en 4 etapas fundamentales: Elaboración de la secuencia de actividades (metodología), medición de tiempos obtenidos de cada actividad, evaluación de la eficiencia de cada actividad y ahorro de tiempo total.

El resultado de implementar esta nueva metodología sirvió para mejorar la eficiencia en un 16%, la cual fue resultado de la disminución del tiempo de construcción del tanque empernado de 90 días a 76 días, y como consecuencia se produjo la reducción de costos de US\$ 120,089.92 con respecto al presupuesto inicial. La elaboración de esta nueva metodología servirá para futuros proyectos de este tipo de tanques, proporcionando los procedimientos, las secuencias de actividades y detalles a seguir, logrando beneficios en tiempo y costo.

Palabras claves: eficiencia, metodología, tanque, tiempo y costo.

ABSTRAC

The present study aimed to develop a design methodology for the construction of a bolted tank to improve the efficiency in the concentrator plant of the UM de Toquepala - Tacna, being the theoretical framework supported by the authorship of Nigel Cross (2004) Gonza, (2014) and Avalos, (1997) as well as Mejía C. (2007) García, García and Cabello (2017) Mokate (2001), in respective consideration of the study variables

The type of research is technological, applied level, whose purpose is to design technologies for immediate application in solving society's problems, seeking efficiency and productivity. The research was developed in 4 fundamental stages: Elaboration of the sequence of activities (methodology), measurement of times obtained from each activity, evaluation of the efficiency of each activity and total time savings

The result of implementing this new methodology served to improve efficiency by 16%, which was the result of the reduction in the construction time of the bolted tank from 90 days to 76 days, and as a consequence there was a cost reduction of US \$ 120,089.92 with respect to the initial budget.

The elaboration of this new methodology will serve for future projects of this type of tanks, providing the procedures, the sequences of activities and details to follow, achieving benefits in time and cost.

Keywords: efficiency, methodology, tank, time and cost.

INTRODUCCION

La mina Toquepala ubicada en el departamento de Tacna, cuenta con 02 tanques de tipo soldados para el almacenamiento de Agua Fresca de 5800 m³, los cuales tienen más de cincuenta años de operación. La minera tiene problemas con los tanques soldados con periodos continuos de mantenimiento; además de poner en riesgo la sostenibilidad de los mismos por haber perdido espesores en sus paredes, techos y fondos debido a las corrosiones por el tiempo de vida, por lo que se puso fuera de servicio el tanque de almacenamiento de Agua Fresca TK-F2 por esta razón se considera sustituirlo por un tanque empernado, ya que estos tienen ventajas en rapidez de montaje, menor costo de construcción y mayor tiempo de vida con respecto a los tanques soldados. La empresa Southern Perú Copper Corporation convocó a una licitación para construir un tanque empernado, suministrando todos los materiales componentes del tanque, y solo la empresa J.R. VERSAC realizaría la construcción (montaje) del tanque antes mencionado. Es importante remarcar que la mina, dentro de su plan de modernización contempla el proyecto por las ventajas en rapidez de montaje, menor costo de construcción mayor tiempo de vida con respecto a los tanques soldados

Así también cada proceso productivo u operación de los minerales, principalmente de cobre de la Mina Toquepala - Tacna de la compañía SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION, utiliza en mayor o menor medidas de volúmenes de agua para contribuir al desarrollo de sus procesos productivos y a los sistemas de procesos en su planta concentradora, protección contra incendio del área de molienda y línea de supresión de polvo del área de chancado

El objetivo principal es desarrollar una metodología de diseño de la construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala – Tacna.

Fue necesario elaborar una metodología ya que no se contaba con un procedimiento específico para este tipo de tanques, solo se contaba con procedimientos para tanques soldados, es por ello que se decidió elaborar esta

tesis para contribuir a los futuros proyectos que se puedan ejecutar siguiendo una secuencia de actividades, verificando ratios de montaje y utilizando los recursos en forma correcta, las cuales aseguran un tiempo menor con respecto a los tanques soldados., aprovechar la oportunidad de ejecutar la construcción de estos tipos de tanques empernados por primera vez en el país, logrando así que la empresa J.R. VERSAC sea competitiva dentro del mercado laboral.

La presente investigación consta de los siguientes capítulos:

En el Capítulo I se tiene el planteamiento del problema, donde se describe la realidad problemática, la formulación del problema, los objetivos, la justificación y los limitantes de la investigación.

En el Capítulo II se mencionan los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, las bases conceptuales y los términos básicos.

En el Capítulo III se plantean las hipótesis y las variables, se define conceptualmente tanto la variable independiente como la variable dependiente y se realiza la operacionalización de las mismas.

En el Capítulo IV se describe el diseño metodológico de la investigación, el tipo y diseño de investigación, método, lugar de estudio, técnicas e instrumentos y el análisis y procesamiento de datos.

En el Capítulo V se explican los resultados.

En el Capítulo VI se plantea la discusión de los resultados.

Asimismo, se adjuntan los siguientes documentos:

- Conclusiones
- Recomendaciones
- Referencias bibliográficas
- Matriz de consistencia
- Planos
- Pistola neumática huck modelo 246

- Hoja técnica pistola neumática huck modelo 246
- Hoja técnica tanque empernado
- Reportes diarios de trabajo
- Protocolos de calidad

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La mina Toquepala ubicada en el departamento de Tacna, cuenta con 02 tanques de tipo soldados para el almacenamiento de Agua Fresca de 5800 m³, los cuales tienen más de cincuenta años de operación. La minera tiene problemas con los tanques soldados con periodos continuos de mantenimiento; además de poner en riesgo la sostenibilidad de los mismos por haber perdido espesores en sus paredes, techos y fondos debido a las corrosiones por el tiempo de vida, por lo que se puso fuera de servicio el tanque de almacenamiento de Agua Fresca TK-F2 por esta razón consideró sustituirlo por un tanque empernado, ya que estos tienen ventajas en rapidez de montaje, menor costo de construcción y mayor tiempo de vida con respecto a los tanques soldados.

La empresa Southern Perú Copper Corporation convocó a una licitación para construir un tanque empernado, suministrando todos los materiales componentes del tanque, y solo la empresa J.R. VERSAC realizaría la construcción (montaje) del tanque antes mencionado.

Los tanques de almacenamiento sobre superficies existen desde hace cientos de años y han servido para almacenar una diversidad de productos que la sociedad ha requerido para su desarrollo. Las empresas norteamericanas Superior Tank Company y Tarsco Bolted Tank con sedes en California y Texas respectivamente, con más de 30 años en el mercado, inician estos nuevos diseños con tecnología moderna para la construcción de tanques empernados. Es de mucha importancia que la construcción del tanque mencionado sea ejecutada correctamente mediante el cumplimiento de especificaciones técnicas, revisión de planos de ingeniería, de detalle, manuales de instalación, verificación de los trabajos, elaboración de registros y protocolos de manera que asegure el almacenamiento y su posterior puesta en operación garantizando el suministro de agua hacia las unidades de servicio en la planta concentradora. La elaboración de esta nueva metodología servirá para futuros proyectos de

este tipo de tanques, proporcionando los procedimientos, las secuencias de actividades y detalles a seguir, logrando beneficios en tiempo y costo.

1.2 Formulación de problema

1.2.1 Problema general

- ¿De qué manera se podrá desarrollar una metodología del diseño de construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera se podrá desarrollar una metodología de diseño de construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia en los tiempos, en la planta concentradora, U. M. de Toquepala -Tacna?
- ¿De qué manera se podrá desarrollar una metodología de diseño de construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia en los costos, en la planta concentradora, U. M. de Toquepala -Tacna?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Desarrollar una metodología de diseño de la construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna.

1.3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar una metodología de diseño de construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia en los tiempos, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala –Tacna.
- Desarrollar una metodología de diseño de construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia en los costos, en la planta concentradora, U. M. de Toquepala –Tacna.

1.4 Limitantes de la investigación

1.4.1 Limitante espacial

La investigación se desarrolló en la mina Toquepala; es un centro minero al Sur del Perú. Su ubicación se encuentra en el distrito de Ilabaya, provincia de Jorge Basadre departamento de Tacna-Perú. El estudio se desplegó en el área del patio de tanques donde se construyó el Tanque Empernado para almacenamiento de agua que abastece a la Planta concentradora, área de chancado, sistema contra incendio y campamento. El estudio esta direccionado únicamente en la metodología del diseño de la construcción del tanque empernado en el área del patio de tanques para almacenar agua que abastece a la planta concentradora y con ello mejorar asimismo la eficiencia de los procesos de la U.M. de Toquepala – Tacna, sin disminuir la significativa de su contenido en consideración a que el mercado nacional hay ausencia en los procedimientos a seguir

La investigación no se extenderá en áreas fuera de la cobertura del patio de tanques que almacenan agua para la planta concentradora de la U.M. de Toquepala - Tacna.

1.4.2 Limitante teórico

El tema que se aborda no tiene suficientes sustentos documentales teóricas y que la totalidad de la información se basó en los trabajos de campo y que, a través de nuestras técnicas y herramientas, se recopiló gran parte de la información de los sujetos informantes (Operarios y supervisores de campo) ya que esta representa una fuente directa, original, novedosa y pionera en nuestro país, esto por la falta de antecedentes del tanque empernado en cuanto a metodología de diseño.

Al respecto de la norma internacional vigente AWWA D-103 y el pliego de condiciones particulares que establece el solicitante, en este caso SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION limitan el desarrollo de la construcción del tanque empernado.

1.4.3 Limitante temporal

El periodo de tiempo otorgado por SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION para experimentos y redacción de la investigación (90 días) y la recolección de la información de campo ha sido una de las limitantes que determino no haber podido aplicar todas las herramientas que tenía inicialmente se tenía pensado que en 3 meses se ha tenido que estructurar toda la tesis un tiempo demasiado limitado; así mismo la poca información recibida de parte de la minera Southern Perú contribuyo a que la investigación sea más tediosa y complicada.

El periodo de tiempo de la construcción del tanque empernado comprende una duración de 90 días a partir de la adjudicación de la obra. Asimismo, se tiene en cuenta que la empresa SOUTHERN PERÚ COPPER CORPORATION entregara oportunamente las planchas de fondo, techo, los accesorios, pernos que son las materias primas para la construcción del tanque.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes del estudio

Metodología

Ander (1982), "Es el conjunto de operaciones o actividades que, dentro de un proceso pre establecido, se realizan de manera sistemática para conocer y actuar sobre la realidad social" (p.126).

Hace referencia a los supuestos epistemológicos. Como todas las técnicas sociales, la metodología y práctica del Trabajo Social están configuradas por la integración y fusión de 4 componentes: el estudio de la realidad, la programación de actividades, la acción social y la evaluación de lo realizado. Es esencial en cada una de estas fases, la participación de la misma población, en tanto sea posible en cada circunstancia.

Método

Ander (1982), Existen cuatro métodos comportados en las metodologías de Trabajo Social y sus correspondientes técnicas en cuanto a los fines propuestos en los diferentes momentos o fases del proceso global de la praxis del Trabajo Social: Métodos y técnicas de investigación.

Métodos y técnicas de programación.

Métodos y técnicas de ejecución.

Métodos y técnicas de evaluación.

Lima (1983), Metodología se refiere al estudio de los métodos como objeto de conocimiento. Es la teoría de los métodos que ordena las operaciones cognoscitivas y prácticas, en la acción racional profesional.

Método

Lima (1983), Un método es un conjunto de procedimientos estructurados, formales, sistematizados, científicamente fundamentados, característicos de una profesión y/o de la investigación. Los métodos variarán según propósitos que se destinen y estrategia social que se imponga.

2.1.1 Antecedentes internacionales

Citación en publicación web:

Se realizará unos breves comentarios sobre las experiencias de las empresas norteamericanas Superior Tank Company y Tarsco Bolted Tank con sedes en California y Texas respectivamente, las cuales suministran ingeniería, construcción e instalación de tanques empernados, indicando sus beneficios en calidad, incrementando su tiempo de vida, así como su fácil reubicación y ampliación de su capacidad, originando un menor tiempo de instalación y ahorro económico, asegurando el suministro de agua hacia sus diferentes procesos, mediante su almacenamiento.

- SUPERIOR TANK COMPANY. ¿Cuánto cuesta un tanque de acero atornillado? Una de las primeras preguntas que nos hacen es "¿cuánto cuesta un tanque de acero atornillado"? Desafortunadamente, la respuesta es un poco compleja ya que el precio de un tanque atornillado se ve afectado por una variedad de factores. Los elementos incluyen la especificación de diseño del tanque de almacenamiento, los códigos de construcción locales relevantes, la calidad de las materias primas, el alcance del trabajo incluido en el contrato, la experiencia del fabricante y las habilidades / capacitación del equipo de instalación del tanque.

<https://superiortank.com/blog/2017/08/08/much-bolted-steel-tank-cost/#more-5248>. Consultada en 13 de noviembre de 2021.

- SUPERIOR TANK COMPANY. SCTI instala tanque de acero atornillado para protección contra incendios. A finales de 2014, Kiewit Construction adjudicó a Superior Tank Company Inc. el contrato para fabricar e instalar un tanque de almacenamiento de agua como parte de un gran centro de operaciones ferroviarias. La instalación es parte del proyecto Metro Gold Line Foothill Extension de \$ 486,000,000 ubicado en el sur de California e incluye 11.5 millas de vías de tren ligero, así como una instalación de operaciones y mantenimiento. El tanque de acero atornillado es parte de la serie Sentinel de tanques de protección contra incendios fabricados por Superior Tank Company Inc. El tanque de acero Sentinel para el proyecto fue diseñado para los requisitos específicos del proyecto y fue diseñado para almacenar 600,000 galones de agua para protección contra incendios. El tanque cumple con los estándares

AWWA D103 y los códigos de construcción locales aplicables. Además, el tanque incluye características especiales y cumple con las normas NFPA 22 para garantizar que el tanque funcione correctamente para la extinción de incendios. Como el tanque se considera esencial para la recuperación posterior al terremoto y es esencial para la vida, la salud y la seguridad del público, incluida la extinción de incendios posterior al terremoto, el tanque fue diseñado según los estándares del Grupo de Uso Sísmico III y Categoría de Riesgo IV. Este Grupo de Uso Sísmico es el más estricto y requiere que las cargas de diseño sísmico se incrementen en un 50%.

El recubrimiento en polvo exterior de este tanque Sentinel es de un color personalizado para combinar con las otras estructuras en el sitio, Superior Tank Company Inc. fabrica tanques en una amplia variedad de colores estándar y personalizados. El recubrimiento en polvo de alto brillo se aplicó en la fábrica utilizando equipo especializado y está expresamente formulado para una máxima resistencia a los rayos UV. Para una resistencia excepcional a la corrosión, se utilizaron tuercas y pernos encapsulados en todo el tanque.

El tanque de acero fue instalado por el equipo de campo de Superior Tank y el montaje tomó solo doce días. Como otros elementos del proyecto estaban ocurriendo simultáneamente, Superior Tank tuvo que coordinar la instalación del tanque Sentinel con el contratista general para eliminar los conflictos de programación. Como solo se requirió un trabajo de ensamblaje básico en el sitio de trabajo, se minimizó el tráfico local y las interrupciones del sitio.

<https://superiortank.com/news/page/5/>. Consultada el 13 de noviembre de 2021.

- **TARSCO BOLTED TANK.** Tanques de almacenamiento de agua para protección contra Incendios.

Los tanques de protección contra incendios tienen una gran demanda debido al aumento de las regulaciones y requerimientos de las industrias de seguros. Tarsco Bolted Tank lidera el campo de construcción de tanques de almacenamiento de agua para la protección contra incendios. Se creó tanques individualmente diseñados para servir como reservorios especializados y configuraciones de suministro de agua para aplicaciones comerciales, industriales y municipales. Un tanque de protección contra incendios es

fabricado con Tarsco Bolted Tank puede ser diseñado según los estándares de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA-22), Factory Mutual (FM) y la Asociación Norteamericana de Obras Sanitarias (AWWA).

Tanques de Acero Atornillado

Los tanques de acero atornillado recubiertos en fábrica proveen una solución económica y duradera para el almacenamiento de agua para protección contra incendios. Tarsco Bolted Tank suministra una variedad de tanques aprobados por Factory Mutual (FM) además de una selección de variados tamaños que cumple con los requisitos de NFPA-22. El diseño modular atornillado hace que sea posible la rápida y fácil instalación en una variedad de condiciones climáticas y no requiere soldadura o revestimiento sobre el terreno. Los tanques de protección contra incendios de Tarsco Bolted Tank pueden ser instalados en área techada de ser necesario. Accesorios comunes como aislamiento de tanque, escaleras, indicadores de nivel, puertos de acceso, plataformas o pasarelas también pueden ser proporcionados.

<https://www.tfwarren.com/sp/tarsco-sp/aplicaciones/tanques-almacenamiento-agua-proteccion-incendios>. Consultada el día 13 de noviembre del 2021.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Se realizará unos comentarios sobre los aspectos y criterios que apoyaron en la elaboración de la tesis, cuyo propósito tuvo la programación de actividades en la construcción, pruebas y puesta en operación de un tanque empernado para almacenamiento de agua.

- De la Cruz (2017). Trabajo de Suficiencia profesional “Montaje Electromecánico y puesta en operación de un tanque empernado para el almacenamiento de 5800 m³ de agua Planta Concentrado Mina Toquepala - Tacna - Perú”. Universidad Nacional del Callao.

Este trabajo de suficiencia profesional tuvo como objetivo la descripción de las actividades que se realizó en la construcción de un tanque empernado para almacenamiento de agua, de acuerdo a los manuales, especificaciones técnicas y recomendaciones del fabricante de manera que garantice su integridad y calidad. Se concluye que con los registros y protocolos elaborados y aprobados se garantiza que el montaje mecánico y eléctrico del tanque empernado de

almacenamiento está conforme para su puesta en operación con el fin de suministrar 5800 m³ de agua hacia la planta concentradora de la Mina Toquepala.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Metodología del diseño

Nigel Cross define metodología de diseño como "el estudio de los principios, prácticas y procedimientos de diseño en un sentido amplio. Su objetivo central está relacionado con el cómo diseñar, e incluye el estudio de cómo los diseñadores trabajan y piensan; el establecimiento de estructuras apropiadas para el proceso de diseño; el desarrollo y aplicación de nuevos métodos, técnicas y procedimientos de diseño; y la reflexión sobre la naturaleza y extensión del conocimiento del diseño y su aplicación a problemas de diseño" (Lloyd, 2004)

Yao (2016) expresa al desarrollo de nuevos productos como un factor relevante para el éxito en el mercado y el diseño como una fase muy importante dentro del proceso de desarrollo de nuevos productos. El diseño es considerado en la literatura como un proceso y como un resultado. Desde el punto de vista del resultado del proceso de desarrollo de productos, el diseño determina la apariencia del producto. En cambio, el proceso no solo se limita a definir las características del producto final si no que considera el desempeño del producto. El diseño, por lo tanto, contribuye a la creación y desarrollo de significados, a la determinación de características, propiedades y funcionalidad de los nuevos productos y servicios. (Roper, Micheli, Love et al., 2015)

Howard (2008) afirma que la creatividad es parte integral del proceso de metodologías de diseño de producto. Sin creatividad en el diseño no se logra generar innovación, que es donde son aplicadas las ideas, para esto se debe tener una comprensión completa de los procesos que conducen a productos creativos, sin embargo, hasta el momento no existe un método que conduzca a un diseño de producto creativo.

En el Documento de Cátedra elaborado por la Mg. Arq. Nora E. de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina señala que son procedimientos específicos

para resolver un problema de diseño. No es una receta ni un conjunto de instrucciones mecánicas infalibles. Es un Instrumento o Herramienta flexible. Puede decirse que es “como” resuelvo determinado problema o situación de diseño. Los métodos de diseño pueden considerarse en general como todo modo de trabajo para elaborar un diseño. Como concepto más amplio, puede decirse que: son todos y cada uno de los procedimientos, técnicas, herramientas, instrumentos que ayudan a lograr un diseño determinado y a su vez, son las distintas clases de actividades que el diseñador utiliza y combina entre sí en un proceso general de diseño

Finalmente, en la secuencialidad de conceptos y apreciaciones O. Olea, señala que la interrogante que muchos se hacen es si puede establecerse un orden o estructurar metodológicamente una guía para el diseñador en su tarea, en consideración a que la labor es altamente “creativa” y se vincula con procesos intuitivos, considerar su utilidad se sostiene que el punto de partida que señala el horizonte para “organizar” el proceso de diseño y fundamenta la operatividad de los métodos. Tiene atributos integrales en el proceso de diseño y contiene métodos específicos para cada etapa de su desarrollo. Se constituye en una guía para ordenar y reflexionar sobre el proceso, determinando la secuencia de las acciones (cuando), el contenido (qué), y los procedimientos específicos (cómo). Es decir, la metodología abarca todo: la estrategia, el proceso, el método.

Ahora bien, realizadas las comparaciones de definiciones y conceptos es necesario precisar o dar respuesta a cómo hacerlo: Nigel Cross sostiene que para desarrollar una metodología de diseño en tecnología o productos de ingeniería se debe considerar:

- **Modelo de construcción descriptivo sencillo**

Para el proceso de diseño, basado en las actividades esenciales que realiza el diseñador. El punto culminante del proceso es la comunicación de un diseño, listo para su fabricación. Previamente a esto, la propuesta de diseño se somete a una evaluación comparándola con las metas, las restricciones y los criterios del planteamiento del diseño. La propuesta misma surge de la generación de un concepto por parte del diseñador, generalmente después de alguna

exploración inicial del espacio del problema definido. Al colocar estos 4 tipos de actividades en su secuencia natural, se tiene un modelo sencillo de 4 etapas del proceso de diseño: exploración, generación, evaluación, comunicación. Cross señala asimismo que se debe considerar los medios utilizados para transformar los recursos en productos construidos.

Son considerados entonces parte del proceso de construcción requerido para llevar a cabo una cierta operación (Tatum, 1988). Instalar Tanques de Almacenamiento de Líquidos de CTT. Manual de instalación de Tanques de almacenamiento de líquido, Columbia Tank rev 10/04.

Es esa línea que se requiere tener la programación y el cronograma de actividades.

Establecimiento de estructuras

En ingeniería se debe considerar la siguiente secuencia:

Estructuración.

Esta etapa define el sistema o sistemas estructurales que, de manera global, darán a la construcción resistencia y rigidez para que responda satisfactoriamente ante las acciones, Según el estudio presentado se atiende el montaje del tanque

Análisis

En el que básicamente, agrupa las tareas necesarias para evaluar la respuesta de la estructura ante las acciones que puedan preverse, deben estimarse las magnitudes y distribuciones de las acciones y aplicarlas a un modelo (generalmente analítico) a fin de determinar su respuesta (deformación) y la distribución de fuerzas entre los distintos elementos que conforman la estructura a las que previsiblemente, pueda someterse y finalmente. La evidencia en ingeniería es el plan de trabajo

Dimensionamiento

Aquí se seleccionan las dimensiones y características de todos los elementos de la estructura a fin de que ésta responda con seguridad (y funcionalidad) a las acciones predeterminadas, sin lugar a dudas son las especificaciones técnicas

“Describe que los tanques son estructuras de diversos materiales, por lo general de forma cilíndrica, que son usadas para preservar líquidos o gases a presión ambiente, por lo que, en ciertos medios técnicos, se les da el calificativo de tanques de almacenamiento atmosféricos”. (Gonza, 2014). Por ser la tecnología que forma parte de esta investigación.

Propósitos y Características de los Métodos de Diseño

En el Documento de Cátedra elaborado por la Mg. Arq. Nora E. de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina estos métodos tienen 2 propósitos básicos, que se advierten también como características comunes a todos ellos:

Formalización de los procedimientos de diseño

Permite prevenir la omisión de algún procedimiento, evitar “el pasar por alto “y sobre todo mitigar lo cuantitativo y cualitativo de los errores que sucede en el desarrollo de prácticas empíricas o el ejercicio de métodos informales. La intuición no tiene espacio y se oficializan técnicas y actividades esenciales

Exteriorización del pensamiento del diseñador

La difusión de lo nuevo, esta característica se refiere a que todos los métodos tienen el propósito de aportar a la ciencia, por lo tanto, no se maneja en el ocultar lo logrado, apertura, difusión, publicación, transmisión y hasta manejo de lo propuesto. Los modos de mayor frecuencia para exteriorizar el proceso pueden referirse a manuales, guías, instructivos o protocolos, incluso gráficas y diagramas que muestren los pensamientos y procesos mentales del diseñador, es acceder a lo que está pasando y puedan contribuir con sus aportes en el proceso de diseño.

Análisis de los métodos de diseño

Para analizar los métodos se dinamizan dos enfoques: El primero es realizar un análisis de la forma o el modo en que el diseñador actúa y desarrolla los procedimientos del proceso de diseño o el tipo de pensamiento dominante, mientras que el segundo es a la utilidad de los métodos para afrontar el diseño como un proceso conformado por etapas.

2.2.2 Definición de tanques

Gonza, (2014) “Describe que los tanques son estructuras de diversos materiales, por lo general de forma cilíndrica, que son usadas para preservar líquidos o gases a presión ambiente, por lo que, en ciertos medios técnicos, se les da el calificativo de tanques de almacenamiento atmosféricos”.

Onofre, (2014) “Los tanques son estructuras cuya función primordial es almacenar algún líquido. De acuerdo con su posición relativa al terreno, este tipo de depósitos pueden clasificarse como enterrados, superficiales y elevados”.

Antonio, (2015) “Un recipiente de presión o depósito bajo presión es un contenedor diseñado para contener fluidos (gases o líquidos) a presiones mucho mayores que la presión ambiental ya sea presión interna o presión externa”.

Jiménez, (2012) “Un tanque de almacenamiento cilíndrico vertical es un depósito que contiene presiones internas y externas, cuyas funciones de operación estén dentro de más o menos unas cuantas libras por pie cuadrado de presión atmosférica, generalmente está cerca de los 14 kg/cm²”.

Jimenez, (2012). “La principal función de los tanques es contener una reserva suficiente de algún producto como agua o petrolífero para su uso posterior y/o comercialización. Y sirve ya sea como un depósito inicial, intermedio o final del proceso por donde circula el fluido”.

2.2.3 Tipos de tanques

Guillermo, (2008) “Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización”.

Los tanques de almacenamiento se clasifican en:

- Cilíndricos Horizontales.
- Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Guillermo, (2008) “Los tanques Cilíndricos Horizontales, generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión”.

“Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños. Los tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas”.

Estos tipos de tanques se clasifican en:

- De techo Fijo.
- De techo Flotante.
- Sin techo.

“Según (Jiménez, 2012) Indica que se puede clasificar en Tanques de almacenamiento y en Tanques de proceso. Los recipientes de almacenamiento son llamados tanques o depósitos, cuya función principal se usan para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior”.

Figura N° 1 Clasificación de recipientes a presión.



“Por su forma los podemos dividir en recipientes cilíndricos y en recipientes esféricos.” (Jimenez, 2012)

Los recipientes cilíndricos generalmente son divididos en dos tipos: tanques Cilíndricos Horizontales y en tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Los Tanques cilíndricos horizontales

Generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión. Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños, (Guillermo, 2008).

Los Tanques cilíndricos verticales de fondo plano

Nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas, (Guillermo, 2008).

Jiménez, (2012) “Los recipientes esféricos se utilizan generalmente como tanques de almacenamientos y se recomiendan para almacenar grandes volúmenes de fluidos a altas presiones. Puesto que la forma esférica es la forma natural que toman los cuerpos al ser sometidos a presión, esta sería la forma más idónea para almacenar fluidos a presión, sin embargo, la fabricación de este tipo de recipientes es mucho más costosa en comparación con los recipientes cilíndricos. Este tipo de tanques generalmente en la industria del petróleo es utilizado para productos gaseosos, como amoníaco, gas butano, isopropanos, etc., entre otros. Debido a su forma la presión se distribuye excelentemente en todo su interior”.

“La clasificación de los tanques se distribuye en:

Onofre, (2014). Los Tanques superficiales se construyen directamente apoyados sobre la superficie del suelo. Por lo general, se utilizan este tipo de tanques, cuando el terreno sobre el que se va a desplantar tiene la capacidad necesaria para soportar las cargas impuestas, sin sufrir deformaciones importantes. Resulta conveniente, en caso necesario, disponer de cierta altura para la descarga del líquido, a fin de disponer de una carga de presión hidrostática adecuada”

Gonza, (2014) “Los tanques superficiales tienen la ventaja de que su mantenimiento es más sencillo de efectuar, también es más sencilla la instalación, operación y mantenimiento de las tuberías de entrada y de salida”.

Tanques enterrados y semienterrados

Gonza, (2014) “Los tanques enterrados se construyen totalmente bajo la superficie del terreno. Se emplean cuando el terreno de desplante es adecuado para el funcionamiento hidráulico de la red de distribución y cuando es necesario excavar hasta encontrar un estrato de soporte más resistente”.

Gonza, (2014) “Tienen la ventaja de conservar el agua a resguardo de las grandes variaciones de temperatura; no alteran el paisaje y sus cubiertas pueden utilizarse para las más diversas funciones, tales como: áreas verdes, canchas de Juego para básquetbol, tenis, etc.; e incluso como helipuertos”.

Gonza, (2014) “Sus inconvenientes son el tener que efectuar excavaciones costosas, la dificultad de observar y mantener las instalaciones de conexión del abastecimiento y la red de distribución, así como, la dificultad para descubrir las posibles filtraciones y fugas del líquido.

Figura N°2 Tanque enterrado



Fuente: <https://www.apc-industries.com/aforo-tanques-3d.html>

Por otro lado, en los tanques semienterrados, una porción de la construcción se encuentra bajo el nivel del terreno y otra parte sobre éste, como se muestra en la figura N°3.

Figura N°3 Tanque semienterrado



Fuente:

<http://www.aguasdesiguatepeque.com/Tanques%20de%20almacenamiento.html>

“La construcción de este tipo de depósito está definida por razones de topografía o cuando el costo de la excavación es alto, debido a que ésta no se justifica por su localización desventajosa o por razones de geotecnia. De no observarse ambos factores, el resultado final sería el costo elevado de la construcción. Por otra parte, permiten un acceso a las instalaciones más fácilmente que el de los depósitos totalmente enterrados”. (Gonza, (2014).

Tanques elevados

Gonza, (2014) “Los tanques elevados se emplean cuando se necesita altura para darle presión al agua y lograr su distribución. Son de diferentes tamaños dependiendo del volumen que almacenarán y esto condicionará su forma. En la figura N°4 se muestra un ejemplo de tanque elevado”.

Figura N°4 Tanque Elevado.



Fuente: <http://proyectoexecutivomendieta.blogspot.com/2017/10/desarrollo-del-proyecto-estructural.html>

Tanques cilíndricos verticales

Gonza, (2014) “Como se mencionó anteriormente un tanque de almacenamiento cilíndrico vertical es un depósito que contiene presiones internas y externas, cuyas funciones de operación estén dentro de más o menos unas cuantas libras por pie cuadrado de presión atmosférica, generalmente está cerca de los 14 kg/cm²”.

Gonza, (2014) “La principal función de estos tanques es contener una reserva suficiente de algún producto petrolífero para su uso posterior y/o comercialización”.

Gonza, (2014) “Y sirve ya sea como un depósito inicial, intermedio o final del proceso por donde circula el fluido, estos tanques son los más utilizados en los complejos petroquímicos debido a su facilidad de construcción, así como se pueden almacenar grandes barriles de capacidad y el costo de construcción y reparación es bajo comparado con los otros tanques de almacenamiento”.

Clasificación de los tanques de almacenamiento cilíndricos verticales

Gonza, (2014) “Existen una variedad de tanques de almacenamientos y son llamados de acuerdo al tipo de techo y material con las cuales con el cual

son diseñados, dentro de esta diversidad se pueden mencionar los siguientes tanques más importantes y que generalmente son los más construidos”:

- a) Tanques Elevados.
- b) Tanques abiertos.
- c) Tanques a presión.

Tanques elevados

Gonza, (2014) “Este tipo de depósitos pueden proporcionar un flujo elevado, según las necesidades de la población, siempre y cuando la capacidad de bombeo no sea superior a la de flujo promedio del sistema, este tipo de tanques no necesitan bombas para poder llegar el fluido a su destino. Debido a la presión que se obtiene por su altura sobre el nivel de terreno, generalmente es usado para distribución de agua potable en las comunidades, ya que sirve como medio de depósito y distribución hacia un determinado lugar”.

Tanques abiertos

Gonza, (2014) “Estos tipos de depósitos se emplean para almacenar materiales que no son susceptibles de daños por agentes atmosféricos, como agua, vientos, clima o contaminación atmosférica. Generalmente este tipo de tanques almacena fluidos como: el agua pura, el agua residual, agua para contra incendios, etc.”.

Tanques a presión.

Gonza, (2014) “Los tanques a presión presentan techos con cúpulas escalonadas y son denominados así, debido a que sus presiones son internas o manométricas, este tipo de tanque se debe tener mucho cuidado cuando se diseñe, ya que las fuerzas hidrostáticas que presenta en su interior en ocasiones impactan en el techo y estas se transmiten al cuerpo, provocando un colapso de la estructura. Por lo tanto, este tipo de tanques deberá tener un espesor idóneo en el cuerpo que lo conforma, para resistir las fuerzas, si no es así la fuerza ascendente que actúa sobre el cuerpo del tanque, originaría una catástrofe. Por eso para evitar este tipo de problemas, debe contar con una buena cimentación y un sistema de anclas para que no se colapse y provoque daño alguno”.

2.2.4 Partes de un tanque atmosférico

Avalos, (1997) están “Debido a la gran variedad de tanques de almacenamiento para productos derivados de hidrocarburos, así como para petróleo crudo, se debe limitar un análisis de los tanques que cubren las necesidades básicas de la industria petrolera en Ecuador como son los tanques cilíndricos verticales que operan a presión atmosférica, con techos cónicos o flotantes”.

Avalos, (1997) “Según los requerimientos del caso. Los tanques de almacenamiento equipados con accesorios estandarizados para su normal funcionamiento, teniendo, además, equipos suplementarios para condiciones especiales”.

A continuación, se describe los accesorios más necesarios:

“**Ventilas o válvulas de venteo.** El tanque está provisto de ventilas, sean simples o automáticas, estas permiten la salida del aire cuando el tanque comienza a llenarse cerrándose el momento en que el fluido alcanza un determinado nivel”. (AWWA D103-97)

“**Entradas de hombre (manholes).** Permiten la entrada del hombre para la inspección o limpieza, debiendo permanecer cerradas en operación normal. Los manholes se diseñan en base a la norma AWWA D103-97.

“**Disco central y columna central.** El tanque está compuesto por un disco central y una columna central. Sobre el disco, se apoyan las correas y este disco se encuentra diseñado para soportar las cargas que generan las correas. Mientras que la función de la columna central, está diseñada para soportar la carga muerta de los elementos más una carga uniforme, esta carga no menor a 1,2 kPa. (25 lbf / ft²) en un área proyectada. Las columnas, no deben ser consideradas elementos esbeltos y deben ser diseñados en base a la norma AWWA D103-97.

“**Boca de sondeo (manholes de techo).** Facilita el mantenimiento, la medición manual de nivel y temperatura, y la extracción de muestras”. (AWWA D103-97)

“**Base de hormigón.** Se construye un aro perimetral de hormigón sobre el que, se debe apoyar el tanque para evitar hundimiento en el terreno y corrosión de la chapa”. (AWWA D103-97)

“**Servomecanismos.** Es un mecanismo o palpador mecánico que sigue el nivel de líquido precisión de 1 mm aproximadamente”. (AWWA D103-97)

“**Drenajes.** En este tipo de tanques los únicos drenajes se encuentran localizados en el cuerpo con su respectivo sumidero en el fondo del tanque. Su construcción se debe a que, debe evacuarse de alguna manera el agua depositada sobre el techo de un tanque y evitar así, que se generen esfuerzos en el techo del mismo. Los sumideros pueden ser tipo sifón, mangueras flexibles o hacia un drenaje abierto o cerrado”. (AWWA D103-97).

“**Techo.** El techo constituye una estructura de soporte que está diseñada para soportar una carga muerta más de una carga uniforme equivalente a 1,2 kPa (25lb/ ft²) en un área proyectada, las láminas del techo tienen un espesor mínimo de 5 mm (3/16 in.).

El techo de un tanque está compuesto por un disco circular, cartelas, correas, láminas, los venteos y el manhole de techo”. (AWWA D103-97)

Columnas exteriores. Estas columnas son elementos que son diseñados a fuerza axial compresiva y el espesor de cualquier elemento estructural no debe ser menor a 6 mm (0,250 pulg).

“**Anillos de soporte.** Son rigidizadores de la estructura del tanque; permiten que este conserve su forma con el transcurso del tiempo”. (AWWA D103-97).

Figura N°5 Tanque de almacenamiento emperrado



Fuente: <https://superiortank.com/news/page/5/>

“Plataformas, pasadizos y escalinatas. Permiten el acceso a la parte superior o techo del tanque para funciones de limpieza, mantenimiento o inspección. Para ciertas ocasiones se utilizan escaleras verticales para el acceso y en el caso de las plataformas éstas se utilizan más en tanques de techo flotante”. (AWWA D103-97)

“Oreja de izaje. Permiten el levantamiento del tanque para desplazamiento o montajes, para posicionarlo en la ubicación deseada, estas son diseñadas de acuerdo a la normativa vigente y aprobada por el ingeniero supervisor de montaje para la fabricación y soldeo de los puntos de izaje”. (AWWA D103-97)

“Cartelas. Son los elementos de conexión entre las correas exteriores de estructura y el cuerpo o pared del tanque, estas son placas diseñadas para soportar las cargas. (AWWA D103-97).

2.3 Bases conceptuales

2.3.1 Tanques de almacenamiento de agua para protección contra incendios

Los tanques de protección contra incendios tienen una gran demanda debido al aumento de las regulaciones y requerimientos de las industrias de seguros. Tarsco Bolted Tank lidera el campo de construcción de tanques de almacenamiento de agua para la protección contra incendios. Se crea tanques individualmente diseñados para servir como reservorios especializados y configuraciones de suministro de agua para aplicaciones comerciales, industriales y municipales. Un tanque de protección contra incendios es fabricado con Tarsco Bolted Tank puede ser diseñado según los estándares de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA-22), Factory Mutual (FM) y la Asociación Norteamericana de Obras Sanitarias (AWWA).

Fuente: <https://www.tfwarren.com/sp/tarsco-sp/aplicaciones/tanques-almacenamiento-agua-proteccion-incendios>.

2.3.2 Tanques de acero atornillado

Los tanques de acero atornillado recubiertos en fábrica proveen una solución económica y duradera para el almacenamiento de agua para protección contra

incendios. Tarsco Bolted Tank suministra una variedad de tanques aprobados por Factory Mutual (FM) además de una selección de variados tamaños que cumple con los requisitos de NFPA-22. El diseño modular atornillado hace que sea posible la rápida y fácil instalación en una variedad de condiciones climáticas y no requiere soldadura o revestimiento sobre el terreno. Los tanques de protección contra incendios de Tarsco Bolted Tank pueden ser instalados en área techada de ser necesario. Accesorios comunes como aislamiento de tanque, escaleras, indicadores de nivel, puertos de acceso, plataformas o pasarelas también pueden ser proporcionados.

Fuente: <https://www.tfwarren.com/sp/tarsco-sp/aplicaciones/tanques-almacenamiento-agua-proteccion-incendios>.

2.4 Definición de términos básicos

- **Cliente:** Organización que compra el tanque empernado en adelante Southern Perú Copper Co. (SPCC), además cumple la función de supervisión del proyecto.
- **Constructor:** La parte que suministra la mano de obra y los materiales para el montaje del tanque en adelante (VER SAC).
- **Fabricante:** La parte que manufactura, fabrica o produce materiales del tanque empernado en adelante (CST Industries). En este caso las planchas del casco y techo domo del tanque de agua.
- **Procedimiento:** Descripción de actividades, pautas y mecanismos que controlan parámetros y estándares en el desarrollo de una actividad.
- **Instructivas:** Manera específica de realizar una determinada actividad, charlas previas antes de realizar una labor.
- **Paneles:** planchas o chapas metálicas prefabricadas en fábrica de acuerdo a su dimensión y espesor que conforma el casco y fondo del tanque.
- **Fiber board:** Son paneles ligeros cuyo recubrimiento es de imprimación asfáltico, cuya función es para protección contra corrosión, humedad, etc. entre base de relleno y paneles metálicos del fondo del tanque.

- **Uniones o juntas atornilladas:** Conjunto de pernos traslapados entre paneles metálicos, sea en posición vertical y horizontal, el cual incluye en el fondo, casco, techo y boquillas contenidas en el tanque empernado.
- **Selladores elásticos:** Material elástico o sustancia química que cumple con propiedades de adherencia, resistencia a temperatura, intemperismo (resistente al endurecimiento), resistencia química, entre otros aspectos según especificación técnica.
- **Pre-curado de sellante:** Corresponde al secado por un tiempo entre 1 -4 horas, de acuerdo a las especificaciones o ficha técnica.
- **Curado de sellante:** Tiempo de maduración del Sellador elástico para cumplir sus propiedades, de acuerdo a sus especificaciones técnicas.
- **Tanque deposito:** Cuerpo cilíndrico de fondo plano que tiene una altura de cuerpo igual o menor a su diámetro utilizado para almacenar agua.
- **Tanque empernado:** También llamado tanque atornillado conteniendo un sellado polimérico en cada unión atornillada.
- **Perno:** Es una pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, cuya superficie es roscada, normalmente hecha de acero o hierro.
- **Pernos huck:** Es un perno o vástago de fijación con ranuras y un anillo llamado collarín. Este perno es el de tipo remache con cabeza.
- **Capped Silo Bolt (pernos de silo tapado):** Es un perno de rosca con cabeza plana, en donde los extremos son encapsulados y con protector plástico. Por lo general en estos tipos de pernos es utilizado en tanque de almacenamiento para tratamiento de agua.
- **Casco:** Cuerpo cilíndrico del tanque empernado el cual está conformado por anillos o virolas.
- **Llenado:** Proceso mediante el cual ingresa una sustancia o elemento de un lugar a otro, para fines de pruebas se usará como líquido el agua.
- **Recubrimientos epoxico:** Es un producto de dos componentes que consta de una parte de resina epoxi y un endurecedor. Proporciona una superficie muy dura y resistente, aportando mayor resistencia a la abrasión y productos químicos.

- **Válvula:** Es un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza movable
- **Válvula mariposa:** Es un dispositivo para interrumpir o regular el flujo de un fluido en un conducto, aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa, denominada «mariposa», que gira sobre su eje.
Distinguimos dos tipos de válvulas de mariposa sin bridas de conexión propias: válvulas de mariposa tipo Wafer y válvulas de mariposa tipo Lug.
El estilo de wafer es el más común y más económico, así también existen las válvulas de doble brida.
- **Pruebas hidrostáticas:** Es la aplicación de una presión a un equipo, recipiente o tubería con el fin de verificar la hermeticidad de los accesorios bridados, soldaduras o empernados utilizando como elemento principal agua o en su defecto fluido no corrosivo.
- **Medición de nivel:** Es la determinación de la posición de la interface entre dos medios.
- **Regleta metálica de medición:** Es un dispositivo que muestra el nivel del líquido que contiene un recipiente y el cual esta expresado en ft.
- **El Sensor de nivel:** Es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.
- **Techo tipo domo geodésico:** Recubrimiento de estructura liviana (aluminio) que descansa sobre la parte superior del tanque.
- **Montaje:** Proceso mediante el cual se emplaza cada pieza en su posición definitiva dentro de una estructura.
- **Equipos y herramienta de izaje:** Son todos los artefactos tales como Winches, polipastos, Tecles de cadena, Tecles de cables, poleas, etc. Para trabajos de izaje.
- **Pre comisionado:** Conjunto de actividades de inspección y ensayos estáticos, sin energía y/o fluidos de proceso, efectuadas luego de finalizar el completamiento mecánico.
- **Puesta en operación:** Es el conjunto de actividades que aseguran el correcto arranque de las instalaciones, la integridad de las mismas y el ajuste de sus componentes.

- **Eficiencia.** - Andrade (2005), define la eficiencia como la "expresión que se emplea para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos".
- **Ahorro de tiempo.** - Se refiere a evitar un mayor consumo de tiempo. Es decir, se ahorra tiempo en la medida que se reduce (consume menos) el tiempo del previsto o el considerado en la construcción del tanque.
- **Ahorro económico.** - Es la porción de las rentas que el individuo decide no destinar a su consumo. Es decir, el ahorro es el porcentaje de los ingresos que la persona no gasta.
- **Diseño metodológico.** - Bernal (2000), conjunto de procedimientos para dar respuesta a la pregunta de investigación y comprobar la hipótesis. Plan o estrategia concebida para dar respuesta al problema y alcanzar los objetivos de investigación.
- **Volumen.** - Se entiende por volumen a una magnitud métrica, euclidiana y de tipo escalar, que se puede definir como la extensión de un objeto en sus tres dimensiones. Todos los cuerpos físicos ocupan un espacio que varía según sus proporciones y la medida de dicho espacio es el volumen.

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

- El desarrollo de una metodología de diseño en la construcción de un tanque empernado mejora la eficiencia, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna.

3.1.2 Hipótesis específicas

- El desarrollo de una metodología de diseño en la construcción de un tanque empernado mejora la eficiencia en los tiempos, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala –Tacna.
- El desarrollo de una metodología de diseño en la construcción de un tanque empernado mejora la eficiencia en los costos, en la planta concentradora, U. M. de Toquepala –Tacna

3.2 Definición conceptual de las variables

3.2.1 Variable independiente

Metodología

Bernal (2000), conjunto de procedimientos para dar respuesta a la pregunta de investigación y comprobar la hipótesis. Plan o estrategia concebida para dar respuesta al problema y alcanzar los objetivos de investigación.

3.2.2 Variable dependiente

Eficiencia

Andrade (2005), define la eficiencia como la "expresión que se emplea para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos".

3.3 Operacionalización de las variables

Tabla N°1 Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA / INSTRUMENTO
Metodología	Modelo de construcción	Actividades desarrolladas	Juicio de Expertos / Diagrama de Gantt. - indicando las actividades relacionadas con el desarrollo de la construcción del tanque.
	Establecimiento de estructuras del tanque	Montaje del tanque Plan de trabajo Especificaciones técnicas	Dossier de calidad. - Indicando la cantidad y el tipo de registros y protocolos que se van a generar dentro del proceso constructivo respetando las normas y estándares.
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA / INSTRUMENTO
Eficiencia	Ahorro de tiempo	Días	Cálculo del ahorro de tiempo. - Restar los días del Cronograma programado con los días del cronograma real.
	Ahorro en costos	Ahorro económico	Cálculo del ahorro económico. - Restar los costos del presupuesto programado con los costos del presupuesto real.

IV. DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo y diseño de investigación

Espinoza Montes (2014) define dos tipos de investigación: básica y tecnológica. Respecto a la investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que benefician a la sociedad. Sus niveles son la experimentación y la aplicación.

El tipo de investigación de esta tesis es tecnológica, ya que buscamos innovación para crear una metodología que nos ayude a mejorar los tiempos de construcción de un tanque empernado. El nivel de investigación es aplicada, cuyo propósito es diseñar tecnologías de aplicación inmediata en la solución de los problemas de la sociedad, buscando eficiencia y productividad.

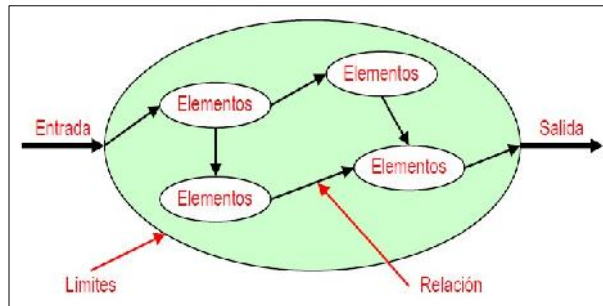
Referente al diseño de la investigación, Espinoza Montes (2014) indica que es una organización esquematizada para relacionar y controlar las variables de investigación. También refiere que un diseño de aplicación es aquel que sirve para evaluar la conversión de un modelo a objeto. Se requieren dos equipos, uno experimental OE y otro de control OC. El objeto experimental es diseñado y construido, mientras que el objeto de control es uno existente al cual se quiere superar en eficiencia o productividad. Los objetos se evalúan en funcionamiento mediante la variable dependiente. El comparativo entre las pruebas indica si existió o no mejora de la eficiencia o productividad en el objeto diseñado.

La investigación presentada es de diseño aplicado, ya que se tienen similares características a las mencionadas por el autor Espinoza Montes.

4.2 Método de investigación

Espinoza Montes (2014) menciona el método de investigación sistémico, cuyo enfoque enfrenta el problema en su complejidad a través de un pensamiento basado en la totalidad, en el estudio de la relación entre las partes y de las propiedades emergentes resultantes. Y también se refiere al objeto de la investigación, es decir existen entradas y salidas del sistema, tal como el autor esquematiza en la siguiente figura:

Figura N°6 Componentes de un sistema



Fuente: Metodología de la investigación científica, Espinoza Montes,

2014. En este trabajo de investigación se abordará el enfoque sistémico

descrito por

Espinoza Montes (2014) por las similitudes que presenta su definición con las variables de la investigación.

El método para esta presente tesis se desarrolló en 4 etapas fundamentales:

Etapas 1: Elaboración de la secuencia de actividades (metodología). - En esta etapa se establecieron criterios para la elaboración de la metodología basada en la secuencia de actividades para la construcción de un tanque empernado.

Elaboración de la secuencia de actividades (Metodología)

1. Carguío y Traslado de Planchas de Fondo

Se retiraron las planchas que conforman el fondo desde el almacén de SPCC y se trasladaron al lugar de montaje. Se realizaron las siguientes subactividades:

- 1.1 Carguío de planchas de fibra de vidrio (Fiber Board).
- 1.2 Carguío de planchas de fondo de tanque empernado.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°1 Carguío y traslado de planchas de fibra de vidrio



Imagen N°2 Carguío y traslado de planchas metálicas



2. Distribución de planchas de Fondo

Se realizaron las siguientes subactividades:

- 2.1 Distribución de planchas de fondo.
- 2.2 Instalación de anillo de rigidez inferior.

2.1 Distribución de planchas de fondo

Se distribuyeron las planchas de fibra sobre el relleno de arena fina en el anillo de cimentación, luego sobre las planchas de fibra de vidrio se colocaron las planchas metálicas del fondo del tanque, distribuidas de acuerdo a los planos del fabricante. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°3 Distribución de planchas de fondo



2.2 Instalación de anillo de rigidez inferior

Se instalaron los ángulos de anillo de rigidez sobre la cimentación del tanque de acuerdo a planos de distribución del fabricante. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Juego de llaves mixtas
01 Juego de punzones
01 Pata de cabra metálica

Imagen N°4 Instalación de anillo de rigidez inferior



3. Unión de Planchas de fondo mediante pernos y sellado con silicona.

Después de distribuir las planchas de fondo de acuerdo a los planos entregados por el fabricante se unirán las planchas con pernos y en los traslapes se colocará un Sellador elastomérico Sikaflex 1A.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Atornillador inalámbrico
02 Pata de cabra metálica
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A

Imagen N°5 Unión de planchas de fondo



Imagen N°6 Sellado con elastomérico Sikaflex 1A a las planchas de fondo



4. Torqueo de pernos planchas de fondo.

Después de unir las planchas de fondo del tanque, se procedió a realizar el Torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

04 Torquímetros

Imagen N° 7 Torqueo de pernos de pancha de fondo



5. Carguío y Traslado de estructuras de aluminio del techo tipo domo.

Se trasladaron las estructuras de aluminio que soportan y conforman el techo tipo domo hasta el punto del fondo del tanque. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
05 Operarios montajistas
08 Oficiales montajistas
08 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
01 Camioneta 4x4
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°8 Traslado de estructuras de aluminio del techo tipo domo



6. Instalación de columnas de izaje del techo tipo domo.

Se colocaron estructuras para facilitar el izaje del techo tipo domo para el tanque empernado. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
05 Operarios montajista
08 Oficiales montajista
08 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
01 Trípode de izaje
02 Andamios homologados

Imagen N°9 Instalación de columnas de izaje del techo tipo domo



7. Armado de vigas de aluminio con placa de conexión desde el centro hacia afuera.

Se armaron las estructuras de techo para el tanque tipo domo utilizando un soporte tipo trípode de aproximadamente 3.5 metros de altura, fabricado con tubería de 4" SCH 40, sobre este soporte se colocaron Tecles, los cuales servirán para elevar las estructuras. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Pistola huck
02 Andamios homologados

Imagen N°10 Armado de estructuras de techo tipo domo



8. Remachado de pernos de aluminio con Pistola HUCK

Después del armado de las estructuras para el techo tipo Domo del tanque emperrado procedimos a emperrar y asegurar las uniones utilizando una Pistola HUCK, de tal manera que las estructuras queden fijas y selladas. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

02 Pistola huck
01 Andamio homologado

Imagen N°11 Remachado de pernos de aluminio con Pistola HUCK



9. Carguío y Traslado de Planchas de Casco 2do Anillo

Se trasladaron las planchas y se colocaron en el fondo del tanque para su posterior distribución de acuerdo a planos del fabricante. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°12 Carguío y traslado de planchas de casco 2do anillo



10. Distribución de planchas de Casco del 2do anillo

Se distribuyeron las planchas metálicas sobre el fondo del tanque de acuerdo a lo indicado en los planos del fabricante, se verificó los traslapes de 4" en cada una de las chapas, además se limpiaron las superficies con tinera y se alinearon todas las estructuras. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecle de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°13 Distribución de planchas de casco



11. Unión de Planchas de casco del 2do anillo mediante pernos y sellado con silicona

Después de alinear las planchas sobre el fondo del tanque, se procedió a unir las con pernos verificando siempre el traslape de 4 pulgadas y luego aplicar sellador elastomérico SIKAFLEX 1A.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A

Imagen N°14 Uniones empernadas de planchas de casco



Imagen N°15 Sellado de uniones empernadas de planchas de casco



12. Torqueo de pernos de planchas de casco 2do anillo

Después de realizar el reajuste de los pernos se procedió al torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos y luego se realizó el registro de estos en un protocolo de calidad. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

04 Torquímetros
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°16 Torqueo de pernos de planchas de casco 2do anillo



13. Carguío y Traslado de Planchas de Casco 1er Anillo

Se trasladaron las planchas y se colocaron sobre el fondo para su posterior distribución de acuerdo a planos del fabricante. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°17 Carguío y traslado de planchas de casco 1er anillo



14. Distribución de planchas de Casco del 1er anillo

Se distribuyeron las planchas metálicas sobre el fondo del tanque de acuerdo a lo indicado en los planos del fabricante, luego se limpiaron las superficies con tintera y se alinearon todas las estructuras. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecle de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°18 Distribución de planchas de casco



15. Unión de Planchas de casco del 1er anillo mediante pernos y sellado con silicona

Después de alinear las planchas sobre el 2do anillo del tanque, se procedió a unir las con pernos verificando siempre el traslape de 4 pulgadas y luego aplicar sellador elastomérico SIKAFLEX 1A.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecle de 5 tn
11 Andamios homologados
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A

Imagen N°19 Unión de planchas de casco



16. Torqueo de pernos de planchas de casco 1er anillo

Después de realizar el reajuste de los pernos se procedió al torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos y luego se realizó el registro de estos en un protocolo de calidad. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

04 Torquímetros
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°20 Torqueo de pernos en unión de planchas de casco



17. Izaje de techo domo sobre ángulo de rigidez del 1 anillo superior

Después de armar el techo tipo domo se colocaron elementos de izaje que consisten en 08 trípodes y 08 Tecles. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Andamios homologados

Imagen N°21 Izaje de estructuras en techo tipo domo



18. Instalación y unión de soporte de fijación del techo domo con el anillo de rigidez del 1er anillo superior

Se colocaron los 24 apoyos del techo sobre el anillo de rigidez del primer anillo, la conexión fue empernada, ejecutando un Torqueo de 40 lb-pie.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Pistola huck
01 Torquímetro
02 Andamios homologados

Imagen N°22 Instalación y unión de soporte de fijación del techo domo

**19. Instalación de planchas de aluminio para hermetizar el techo domo**

Después de fijar la estructura del techo tipo domo, se procedió a cerrar las estructuras con planchas triangulares de aluminio. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Pistola huck
02 Andamios homologados

Imagen N°23 Instalación de planchas de aluminio en techo tipo domo.



20. Empernado y remachado de pernos de planchas de techo domo

Después de montar las planchas de aluminio, estas se fijaron con pernos, los cuales se ajustaron con la Pistola neumática HUCK de acuerdo a lo recomendado por el fabricante, luego se sellaron las uniones con aditivo elastomérico SIKAFLEX 1^a, Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

02 Pistola huck
01 Andamio homologado

Imagen N°24 Empernado y remachado de pernos de planchas de techo domo



21. Retiro de columnas de izaje e instalación en la parte perimetral interior

Después de tener cerrado, fijado y sellado el techo se procedió a retirar las columnas de izaje, las cuales fueron nuevamente instaladas en el interior del tanque. Se utilizaron los siguientes recursos:

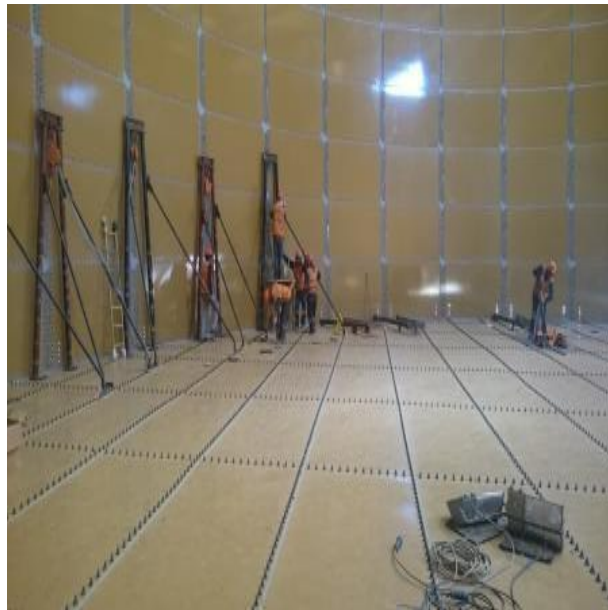
Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
05 Operarios montajista
08 Oficiales montajista
08 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn

Imagen N°25 Retiro de columnas de izaje.



22. Carguío y Traslado de Planchas de Casco 3er Anillo

Se trasladaron las planchas y se colocaron en el perímetro del tanque, previamente se realizó el izaje de los anillos con el techo conexas hasta alcanzar la altura necesaria para colocar las planchas del siguiente anillo. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°26 Carguío y traslado de planchas de casco 3er anillo.



23. Distribución de planchas de Casco del 3er anillo

Se distribuyeron las planchas metálicas sobre el fondo del tanque de acuerdo a lo indicado en los planos del fabricante, luego se limpiaron las superficies con tinera y se alinearon todas las estructuras. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecle de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°27 Distribución de planchas del casco 3er anillo.



24. Unión de Planchas de casco del 3er anillo mediante pernos y sellado con silicona

Después de alinear las planchas sobre el 2do anillo, se procedió a unir las con pernos verificando siempre el traslape de 4 pulgadas y luego aplicar Sellador elastomérico SIKAFLEX 1A.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A

Imagen N°28 Uniones empernadas en anillo de casco.



25. Torqueo de pernos de planchas de casco 3er anillo

Después de realizar el reajuste de los pernos se procedió al torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos y luego se realizó el registro de estos en un protocolo de calidad. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

04 Torquímetros
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°29 Torqueo de uniones empernadas en anillo de casco.



26. Carguío y Traslado de Planchas de Casco 4to Anillo

Se trasladaron las planchas y se colocaron sobre el fondo para su posterior distribución de acuerdo a planos del fabricante.

Se utilizaron los siguientes recursos:

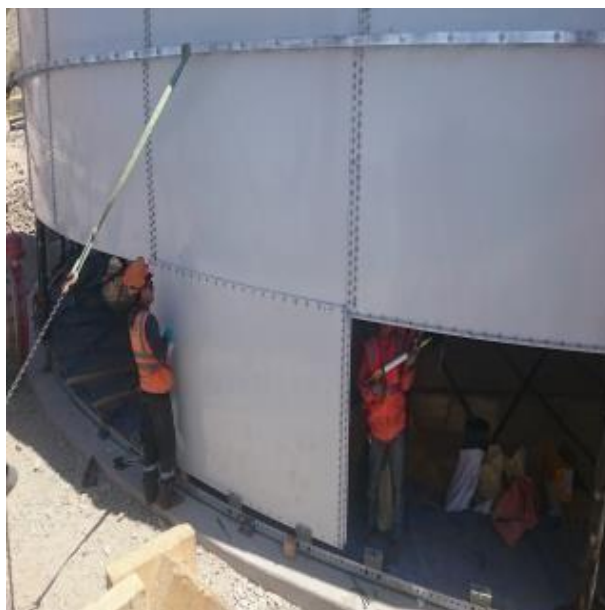
Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°30 Carguío y traslado de planchas de casco 4to anillo.



27. Distribución de planchas de Casco del 4to anillo

Se distribuyeron las planchas metálicas sobre el fondo del tanque de acuerdo a lo indicado en los planos del fabricante, luego se limpiaron las superficies con thinner y se alinearon todas las estructuras. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°31 Distribución de planchas en anillo de casco.



28. Unión de Planchas de casco del 4to anillo mediante pernos y sellado con silicona

Después de alinear las planchas sobre el 3er anillo del tanque, se procedió a unir las con pernos verificando siempre el traslape de 4 pulgadas y luego aplicar Sellador elastomérico SIKAFLEX 1A.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A

Imagen N°32 Ajuste y sellado de uniones emperradas en anillo de casco.



29. Torqueo de pernos de planchas de casco 4to anillo

Después de realizar el reajuste de los pernos se procedió al torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos y luego se realizó el registro de estos en un protocolo de calidad. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

04 Torquímetros
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°33 Torqueo de planchas de casco 4to anillo.



30. Carguío y Traslado de Planchas de Casco 5to Anillo

Se trasladaron las planchas y se colocaron sobre el fondo para su posterior distribución de acuerdo a planos del fabricante. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°34 Carguío y traslado de planchas de casco 5to anillo.



31. Distribución de planchas de Casco del 5to anillo

Se distribuyeron las planchas metálicas sobre el fondo del tanque de acuerdo a lo indicado en los planos del fabricante, luego se limpiaron las superficies con thinner y se alinearon todas las estructuras. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°35 Distribución de planchas del 5to anillo.



32. Unión de Planchas de casco del 5to anillo mediante pernos y sellado con silicona

Después de alinear las planchas sobre el 4to anillo del tanque, se procedió a unir las con pernos verificando siempre el traslape de 4 pulgadas y luego aplicar Sellador elastomérico SIKAFLEX 1A.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A

Imagen N°36 Unión empernada de planchas del 5to anillo.



33. Torqueo de pernos de planchas de casco 5to anillo

Después de realizar el preajuste de los pernos se procedió al torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos y luego se realizó el registro de estos en un protocolo de calidad. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

04 Torquímetros
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°37 Torqueo de planchas de casco 5to anillo.



34. Carguío y Traslado de Planchas de Casco 6to Anillo

Se trasladaron las planchas y se colocaron en el fondo del tanque para su posterior distribución de acuerdo a planos del fabricante. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°38 Carguío y traslado de planchas de casco 6to anillo.



35. Distribución de planchas de Casco del 6to anillo

Se distribuyeron las planchas metálicas sobre el fondo del tanque de acuerdo a lo indicado en los planos del fabricante, luego se limpiaron las superficies con thinner y se alinearon todas las estructuras. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°39 Distribución de planchas del 6to anillo.



36. Unión de Planchas de casco del 6to anillo mediante pernos y sellado con silicona

Después de alinear las planchas sobre el 5to anillo del tanque, se procedió a unir las con pernos verificando siempre el traslape de 4 pulgadas y luego aplicar Sellador elastomérico SIKAFLEX 1A.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A

Imagen N°40 Unión emperrada de planchas del 6to anillo.



37. **Torqueo de pernos de planchas de casco 6to anillo**

Después de realizar el preajuste de los pernos se procedió al torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos y luego se realizó el registro de estos en un protocolo de calidad. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

04 Torquímetros
12 Pórtico portatecle
12 Tecle de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°41 Torqueo de planchas de casco 6to anillo.



38. Carguío y Traslado de Planchas de Casco 7mo Anillo

Se trasladaron las planchas y se colocaron en el fondo del tanque para su posterior distribución de acuerdo a planos del fabricante. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°42 Carguío y traslado de planchas de casco 7mo anillo.



39. Distribución de planchas de Casco del 7mo anillo

Se distribuyeron las planchas metálicas sobre el fondo del tanque de acuerdo a lo indicado en los planos del fabricante, luego se limpiaron las superficies con thinner y se alinearon todas las estructuras. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°43 Distribución de planchas del 7to anillo.



40. Unión de Planchas de casco del 7mo anillo mediante pernos y sellado con silicona

Después de alinear las planchas sobre el 6to anillo del tanque, se procedió a unir las con pernos verificando siempre el traslape de 4 pulgadas y luego aplicar Sellador elastomérico SIKAFLEX 1A.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A

Imagen N°44 Unión empernada de planchas del 7to anillo.



41. Torqueo de pernos de planchas de casco 7mo anillo

Después de realizar el preajuste de los pernos se procedió al torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos y luego se realizó el registro de estos en un protocolo de calidad. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

04 Torquímetros
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°45 Torqueo de planchas de casco 7mo anillo.



42. Carguío y Traslado de Planchas de Casco 8avo Anillo

Se trasladaron las planchas y se colocaron en el fondo del tanque para su posterior distribución de acuerdo a planos del fabricante. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Eslingas de 2 tn
02 Mordazas verticales
02 Sogas de nylon de 1/2"

Imagen N°46 Carguío y traslado de planchas de casco 8vo anillo.



43. Distribución de planchas de Casco del 8avo anillo

Se distribuyeron las planchas metálicas sobre el fondo del tanque de acuerdo a lo indicado en los planos del fabricante, luego se limpiaron las superficies con thinner y se alinearon todas las estructuras. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°47 Distribución de planchas para el 8vo anillo.



44. Unión de Planchas de casco del 8avo anillo mediante pernos y sellado con silicona

Después de alinear las planchas sobre el 7mo anillo del tanque, se procedió a unir las con pernos verificando siempre el traslape de 4 pulgadas y luego aplicar Sellador elastomérico SIKAFLEX 1A.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajista
10 Oficiales montajista
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A

Imagen N°48 Unión emperrada de planchas para el 8vo anillo.



45. Torqueo de pernos de planchas de casco 8avo anillo

Después de realizar el preajuste de los pernos se procedió al torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos y luego se realizó el registro de estos en un protocolo de calidad. Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
10 Operarios montajistas
10 Oficiales montajistas
10 Ayudantes

Equipos y Herramientas

04 Torquímetros
12 Pórtico portatecle
12 Tecele de 5 tn
11 Andamios homologados

Imagen N°49 Torqueo de pernos de planchas del 8vo anillo.



46. Instalación, sellado y torqueo de pernos de boquillas

Se realizó el montaje de las boquillas, verificando la limpieza en las superficies y los traslapes de acuerdo a lo indicado por los planos del fabricante, luego se procedió al sellado con Sellador elastomérico SIKAFLEX 1A para posteriormente realizar el torqueo a 40 lb-pie de cada uno de los pernos. Finalmente se realizó el registro de estos en un protocolo de calidad.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
01 Operario rigger
02 Operarios montajistas
02 Oficiales montajista
02 Ayudantes

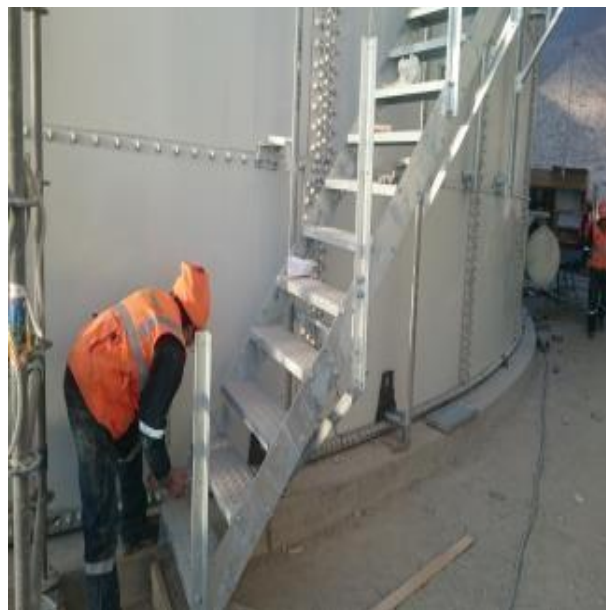
Equipos y Herramientas

01 Camión grúa de 6.7 tn
02 Pata de cabra metálica
01 Aplicador para sellador
01 Sellador elastomérico Sikaflex 1A
01 Torquímetro

Imagen N°50 Montaje de boquilla emperrada de 30”.



Imagen N°51 Montaje de escalera galvanizada



47. Pruebas hidrostáticas

Se verificaron que las válvulas sean herméticas al cierre y se procedió a apertura la válvula mariposa de 30" para ingreso de agua de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla N° 2 Registro de llenado de agua en tanque empernado

Ítem	Periodo (hr)	Descripción	Tiempo día de inspección (horas)	Altura Regleta (cm)	Altura nivel interior (cm)	N° vueltas Válvula ingreso 30"	Variación tiempo (hora) (A)	Variación altura real (cm) (B)	Rapidez de ascenso (cm/hr) (C=B/A)
1	Hasta las primera 18hrs	Tiempo 1	9.21	120	105	3.75			
2	24	Tiempo 2	16.00	250.00	235	3.125	1.00	17.00	17.00
3	29	Tiempo 3	21.00	307.00	292	3	1.00	10.00	10.00
4	40	Tiempo 4	8.00	362.00	347	2.75	1.00	5.00	5.00
5	48	Tiempo 5	16.00	426.00	411	2.875	1.00	8.00	8.00
6	53	Tiempo 6	21.00	466.00	451	2.875	1.00	8.00	8.00
7	64	Tiempo 7	8.00	521.00	506	2.8125	1.00	5.00	5.00
8	72	Tiempo 8	16.00	601.00	586	3.0625	1.00	10.00	10.00
9	92	Tiempo 9	12.00	761.00	746	2.9375	1.00	8.00	8.00
10	120	Tiempo 10	16.18	985.00	970	2.9375	1.00	8.00	8.00

La prueba se realizó durante 120 horas continuas (5 días), controlando el nivel o la altura con la regleta de nivel adosada en el casco del tanque. Con el equipo de topografía se verificaron los parámetros de asentamiento, verticalidad y redondez del tanque, quedando todo conforme a satisfacción del cliente.

El tanque ha sido diseñado para trabajar hasta un nivel de agua de 9.80 metros, que equivalen a 5,800.00 m³, pero actualmente solo opera hasta un nivel máximo de 7.65 metros, debido a que se conecta con otro tanque mediante vasos comunicantes y el nivel máximo del otro tanque es precisamente 7.65 metros.

Se utilizaron los siguientes recursos:

Personal

01 Capataz montajista
02 Operarios montajistas
02 Oficiales montajistas
02 Ayudantes

Equipos y Herramientas

01 Bomba para llenado de agua
01 Manguera de 6"
01 Tablero eléctrico

Imagen N°52 Llenado de tanque con bomba



Etapa 2: Medición de tiempos obtenidos de cada actividad. - En esta etapa se realizó la medición de tiempos reales de cada actividad de las cuales conllevó a la construcción de un tanque empernado.

Tabla N° 3 Registro de tiempos reales de actividades

Item	Actividades	Tiempo real (días)
1	Carguío y Traslado de Planchas de Fondo	1.46
2	Distribución de planchas de Fondo	1.50
3	Unión de Planchas de fondo mediante pernos y sellado con silicona	2.35
4	Torqueo de pernos planchas de fondo	3.14
5	Carguío y Traslado de estructuras de aluminio del domo	1.64
6	Instalación de facilidades (columnas de izaje)	2.30
7	Armado de estructuras (vigas) de aluminio con placa de conexión desde el centro hacia afuera	2.35
8	Empernado y remachado de pernos de aluminio con pistola Huck	1.61
9	Izaje de techo domo sobre ángulo de rigidez del 1 anillo superior	0.84
10	Instalación y unión de soporte de fijación del techo domo con el anillo de rigidez del 1er anillo superior	0.82
11	Instalación de planchas de aluminio para hermetizar el techo domo	2.52
12	Empernado y remachado de pernos de planchas de techo domo	1.71
13	Retiro de columnas de izaje e instalación en la parte perimetral interior	0.80
14	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 2do Anillo	0.88
15	Distribución de planchas de Casco del 2do anillo	0.89
16	Unión de Planchas de casco del 2do anillo mediante pernos y sellado con silicona	1.68
17	Torqueo de pernos de planchas de casco 2do anillo	1.75
18	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 1er Anillo	0.84
19	Distribución de planchas de Casco del 1er anillo	0.89
20	Unión de Planchas de casco del 1er anillo mediante pernos y sellado con silicona	1.71
21	Torqueo de pernos de planchas de casco 1er anillo	1.75
22	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 3er Anillo	0.89
23	Distribución de planchas de Casco del 3er anillo	0.82
24	Unión de Planchas de casco del 3er anillo mediante pernos y sellado con silicona	1.68
25	Torqueo de pernos de planchas de casco 3er anillo	1.75
26	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 4to Anillo	0.89
27	Distribución de planchas de Casco del 4to anillo	0.86
28	Unión de Planchas de casco del 4to anillo mediante pernos y sellado con silicona	1.75
29	Torqueo de pernos de planchas de casco 4to anillo	1.68
30	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 5to Anillo	0.89
31	Distribución de planchas de Casco del 5to anillo	0.84
32	Unión de Planchas de casco del 5to anillo mediante pernos y sellado con silicona	1.71
33	Torqueo de pernos de planchas de casco 5to anillo	1.75
34	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 6to Anillo	0.85
35	Distribución de planchas de Casco del 6to anillo	0.88
36	Unión de Planchas de casco del 6to anillo mediante pernos y sellado con silicona	1.71
37	Torqueo de pernos de planchas de casco 6to anillo	1.79
38	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 7mo Anillo	0.88
39	Distribución de planchas de Casco del 7mo anillo	0.89
40	Unión de Planchas de casco del 7mo anillo mediante pernos y sellado con silicona	1.68
41	Torqueo de pernos de planchas de casco 7mo anillo	1.71
42	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 8avo Anillo	0.84
43	Distribución de planchas de Casco del 8avo anillo	0.88
44	Unión de Planchas de casco del 8avo anillo mediante pernos y sellado con silicona	1.71
45	Torqueo de pernos de planchas de casco 8avo anillo	1.75
46	Instalación, sellado y torqueo de pernos de boquillas	4.47
47	Prueba de hermeticidad en tanque empernado	7.00

Tiempo de ejecución real = 76 días

Etapa 3: Evaluación de la eficiencia de cada actividad. - En esta etapa se evaluó la eficiencia en ahorro de tiempo de cada actividad, es decir se tomó como referencia los tiempos reales y los tiempos programados en la construcción de un tanque empernado.

Tabla N° 4 Registro de eficiencia de cada actividad

Item	Actividades	Tiempo programado (días)	Tiempo real (días)	Eficiencia
1	Carguío y Traslado de Planchas de Fondo	2	1.46	0.73
2	Distribución de planchas de Fondo	2	1.50	0.75
3	Unión de Planchas de fondo mediante pernos y sellado con silicona	3	2.35	0.78
4	Torqueo de pernos planchas de fondo	4	3.14	0.78
5	Carguío y Traslado de estructuras de aluminio del domo	2	1.64	0.82
6	Instalación de facilidades (columnas de izaje)	3	2.30	0.77
7	Armado de estructuras (vigas) de aluminio con placa de conexión desde el centro hacia afuera	3	2.35	0.78
8	Empernado y remachado de pernos de aluminio con pistola Huck	2	1.61	0.80
9	Izaje de techo domo sobre ángulo de rigidez del 1 anillo superior	1	0.84	0.84
10	Instalación y unión de soporte de fijación del techo domo con el anillo de rigidez del 1er anillo superior	1	0.82	0.82
11	Instalación de planchas de aluminio para hermetizar el techo domo	3	2.52	0.84
12	Empernado y remachado de pernos de planchas de techo domo	2	1.71	0.86
13	Retiro de columnas de izaje e instalación en la parte perimetral interior	1	0.80	0.80
14	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 2do Anillo	1	0.88	0.88
15	Distribución de planchas de Casco del 2do anillo	1	0.89	0.89
16	Unión de Planchas de casco del 2do anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.68	0.84
17	Torqueo de pernos de planchas de casco 2do anillo	2	1.75	0.88
18	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 1er Anillo	1	0.84	0.84
19	Distribución de planchas de Casco del 1er anillo	1	0.89	0.89
20	Unión de Planchas de casco del 1er anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71	0.86
21	Torqueo de pernos de planchas de casco 1er anillo	2	1.75	0.88
22	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 3er Anillo	1	0.89	0.89
23	Distribución de planchas de Casco del 3er anillo	1	0.82	0.82
24	Unión de Planchas de casco del 3er anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.68	0.84
25	Torqueo de pernos de planchas de casco 3er anillo	2	1.75	0.88
26	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 4to Anillo	1	0.89	0.89
27	Distribución de planchas de Casco del 4to anillo	1	0.86	0.86
28	Unión de Planchas de casco del 4to anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.75	0.88
29	Torqueo de pernos de planchas de casco 4to anillo	2	1.68	0.84
30	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 5to Anillo	1	0.89	0.89
31	Distribución de planchas de Casco del 5to anillo	1	0.84	0.84
32	Unión de Planchas de casco del 5to anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71	0.86
33	Torqueo de pernos de planchas de casco 5to anillo	2	1.75	0.88
34	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 6to Anillo	1	0.85	0.85
35	Distribución de planchas de Casco del 6to anillo	1	0.88	0.88
36	Unión de Planchas de casco del 6to anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71	0.86
37	Torqueo de pernos de planchas de casco 6to anillo	2	1.79	0.89
38	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 7mo Anillo	1	0.88	0.88
39	Distribución de planchas de Casco del 7mo anillo	1	0.89	0.89
40	Unión de Planchas de casco del 7mo anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.68	0.84
41	Torqueo de pernos de planchas de casco 7mo anillo	2	1.71	0.86
42	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 8avo Anillo	1	0.84	0.84
43	Distribución de planchas de Casco del 8avo anillo	1	0.88	0.88
44	Unión de Planchas de casco del 8avo anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71	0.86
45	Torqueo de pernos de planchas de casco 8avo anillo	2	1.75	0.88
46	Instalación, sellado y torqueo de pernos de boquillas	5	4.47	0.89
47	Prueba de hermeticidad en tanque empernado	8	7.00	0.88

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo programado}}$$

$$\text{Eficiencia mínima} = 0.73$$

$$\text{Eficiencia Máxima} = 0.89$$

$$\text{Aumento de eficiencia} = 0.89 - 0.73 = 0.16$$

Etapa 4: Evaluación del ahorro de tiempo. - En esta última etapa se evaluó el ahorro de tiempo que se produjo como consecuencia de la eficiencia en tiempo de cada actividad.

Tabla N° 5 Registro de tiempos de actividades

Item	Actividades	Tiempo programado (días)	Tiempo real (días)
1	Carguío y Traslado de Planchas de Fondo	2	1.46
2	Distribución de planchas de Fondo	2	1.50
3	Unión de Planchas de fondo mediante pernos y sellado con silicona	3	2.35
4	Torqueo de pernos planchas de fondo	4	3.14
5	Carguío y Traslado de estructuras de aluminio del domo	2	1.64
6	Instalación de facilidades (columnas de izaje)	3	2.30
7	Armado de estructuras (vigas) de aluminio con placa de conexión desde el centro hacia afuera	3	2.35
8	Empernado y remachado de pernos de aluminio con pistola Huck	2	1.61
9	Izaje de techo domo sobre ángulo de rigidez del 1 anillo superior	1	0.84
10	Instalación y unión de soporte de fijación del techo domo con el anillo de rigidez del 1er anillo superior	1	0.82
11	Instalación de planchas de aluminio para hermetizar el techo domo	3	2.52
12	Empernado y remachado de pernos de planchas de techo domo	2	1.71
13	Retiro de columnas de izaje e instalación en la parte perimetral interior	1	0.80
14	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 2do Anillo	1	0.88
15	Distribución de planchas de Casco del 2do anillo	1	0.89
16	Unión de Planchas de casco del 2do anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.68
17	Torqueo de pernos de planchas de casco 2do anillo	2	1.75
18	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 1er Anillo	1	0.84
19	Distribución de planchas de Casco del 1er anillo	1	0.89
20	Unión de Planchas de casco del 1er anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71
21	Torqueo de pernos de planchas de casco 1er anillo	2	1.75
22	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 3er Anillo	1	0.89
23	Distribución de planchas de Casco del 3er anillo	1	0.82
24	Unión de Planchas de casco del 3er anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.68
25	Torqueo de pernos de planchas de casco 3er anillo	2	1.75
26	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 4to Anillo	1	0.89
27	Distribución de planchas de Casco del 4to anillo	1	0.86
28	Unión de Planchas de casco del 4to anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.75
29	Torqueo de pernos de planchas de casco 4to anillo	2	1.68
30	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 5to Anillo	1	0.89
31	Distribución de planchas de Casco del 5to anillo	1	0.84
32	Unión de Planchas de casco del 5to anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71
33	Torqueo de pernos de planchas de casco 5to anillo	2	1.75
34	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 6to Anillo	1	0.85
35	Distribución de planchas de Casco del 6to anillo	1	0.88
36	Unión de Planchas de casco del 6to anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71
37	Torqueo de pernos de planchas de casco 6to anillo	2	1.79
38	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 7mo Anillo	1	0.88
39	Distribución de planchas de Casco del 7mo anillo	1	0.89
40	Unión de Planchas de casco del 7mo anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.68
41	Torqueo de pernos de planchas de casco 7mo anillo	2	1.71
42	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 8avo Anillo	1	0.84
43	Distribución de planchas de Casco del 8avo anillo	1	0.88
44	Unión de Planchas de casco del 8avo anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71
45	Torqueo de pernos de planchas de casco 8avo anillo	2	1.75
46	Instalación, sellado y torqueo de pernos de boquillas	5	4.47
47	Prueba de hermeticidad en tanque empernado	8	7.00

90 días 76 días

4.3 Población y muestra

El estudio de investigación de la población corresponde al patio de tanques y la construcción de un tanque empernado será la muestra.

4.4 Lugar de estudio

El lugar de estudio de este proyecto de investigación es la planta concentradora de la U. M. de Toquepala – Tacna.

4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Santa Palella (2004) indica que la técnica está referida a los procedimientos empleados para la recolección y tratamiento de datos.

Espinoza Montes (2014) menciona dos técnicas generales de recopilación de información:

- **Técnica documental**, permite recopilar evidencias para demostrar la hipótesis de investigación. Está formada por documentos de diferentes tipos: revistas, memorias, actas, registros, datos e información estadísticas y cualquier documento de instituciones o empresas que registran datos de su funcionamiento.
- **Técnica empírica**, permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad. Se tiene las siguientes técnicas empíricas: observación, encuestas, entrevistas y cuestionarios.

En la investigación se empleó 2 técnicas mencionadas:

Técnica documental, para recopilación de evidencias de información en los registros diarios de trabajo en las cuales se describen las actividades a realizar y los recursos a utilizar.

Técnica empírica, mediante la observación se pudo realizar mediciones de los tiempos reales de las actividades en ejecución y registrarlas en las hojas de

registro y fotografías, siguiendo una secuencia lógica de construcción del tanque empernado.

4.6 Análisis y procesamiento de datos

Espinoza Montes (2014) refiere que para analizar e interpretar los datos se requieren de las siguientes etapas:

Definición de las variables de análisis

Eficiencia

Expresión que mide la capacidad o cualidad de la actuación de un sistema o sujeto económico para lograr el cumplimiento de un objetivo determinado, minimizando el empleo de recursos.

Metodología

Conjunto de procedimientos para dar respuesta a la pregunta de investigación y comprobar la hipótesis. Plan o estrategia concebida para dar respuesta al problema y alcanzar los objetivos. El diseño está determinado por el tipo de investigación que se va a realizar.

- Obtención de datos

Los datos que se obtuvieron en la observación fueron de fuentes primarias, es decir, de mediciones indirectas (conceptuales), en nuestro caso de la eficiencia.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo de ejecución}}{\text{Tiempo programado}}$$

Tabla N° 6 Registro de cálculo de eficiencia de cada actividad

Item	Actividades	Tiempo programado (días)	Tiempo real (días)	Eficiencia
1	Carguío y Traslado de Planchas de Fondo	2	1.46	0.73
2	Distribución de planchas de Fondo	2	1.50	0.75
3	Unión de Planchas de fondo mediante pernos y sellado con silicona	3	2.35	0.78
4	Torqueo de pernos planchas de fondo	4	3.14	0.78
5	Carguío y Traslado de estructuras de aluminio del domo	2	1.64	0.82
6	Instalación de facilidades (columnas de izaje)	3	2.30	0.77
7	Armado de estructuras (vigas) de aluminio con placa de conexión desde el centro hacia afuera	3	2.35	0.78
8	Empernado y remachado de pernos de aluminio con pistola Huck	2	1.61	0.80
9	Izaje de techo domo sobre ángulo de rigidez del 1 anillo superior	1	0.84	0.84
10	Instalación y unión de soporte de fijación del techo domo con el anillo de rigidez del 1er anillo superior	1	0.82	0.82
11	Instalación de planchas de aluminio para hermetizar el techo domo	3	2.52	0.84
12	Empernado y remachado de pernos de planchas de techo domo	2	1.71	0.86
13	Retiro de columnas de izaje e instalación en la parte perimetral interior	1	0.80	0.80
14	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 2do Anillo	1	0.88	0.88
15	Distribución de planchas de Casco del 2do anillo	1	0.89	0.89
16	Unión de Planchas de casco del 2do anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.68	0.84
17	Torqueo de pernos de planchas de casco 2do anillo	2	1.75	0.88
18	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 1er Anillo	1	0.84	0.84
19	Distribución de planchas de Casco del 1er anillo	1	0.89	0.89
20	Unión de Planchas de casco del 1er anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71	0.86
21	Torqueo de pernos de planchas de casco 1er anillo	2	1.75	0.88
22	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 3er Anillo	1	0.89	0.89
23	Distribución de planchas de Casco del 3er anillo	1	0.82	0.82
24	Unión de Planchas de casco del 3er anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.68	0.84
25	Torqueo de pernos de planchas de casco 3er anillo	2	1.75	0.88
26	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 4to Anillo	1	0.89	0.89
27	Distribución de planchas de Casco del 4to anillo	1	0.86	0.86
28	Unión de Planchas de casco del 4to anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.75	0.88
29	Torqueo de pernos de planchas de casco 4to anillo	2	1.68	0.84
30	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 5to Anillo	1	0.89	0.89
31	Distribución de planchas de Casco del 5to anillo	1	0.84	0.84
32	Unión de Planchas de casco del 5to anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71	0.86
33	Torqueo de pernos de planchas de casco 5to anillo	2	1.75	0.88
34	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 6to Anillo	1	0.85	0.85
35	Distribución de planchas de Casco del 6to anillo	1	0.88	0.88
36	Unión de Planchas de casco del 6to anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71	0.86
37	Torqueo de pernos de planchas de casco 6to anillo	2	1.79	0.89
38	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 7mo Anillo	1	0.88	0.88
39	Distribución de planchas de Casco del 7mo anillo	1	0.89	0.89
40	Unión de Planchas de casco del 7mo anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.68	0.84
41	Torqueo de pernos de planchas de casco 7mo anillo	2	1.71	0.86
42	Carguío y Traslado de Planchas de Casco 8avo Anillo	1	0.84	0.84
43	Distribución de planchas de Casco del 8avo anillo	1	0.88	0.88
44	Unión de Planchas de casco del 8avo anillo mediante pernos y sellado con silicona	2	1.71	0.86
45	Torqueo de pernos de planchas de casco 8avo anillo	2	1.75	0.88
46	Instalación, sellado y torqueo de pernos de boquillas	5	4.47	0.89
47	Prueba de hermeticidad en tanque empernado	8	7.00	0.88

90 días 76 días

Se puede apreciar una disminución de tiempo de 14 días con respecto al tiempo programado.

- Organización de datos

Los datos fueron organizados en una matriz de datos y se registraron directamente.

Tabla N° 7 Matriz de datos

Eficiencia	Metodología
0.73	1
0.75	2
0.78	3
0.78	4
0.82	5
0.77	6
0.78	7
0.80	8
0.84	9
0.82	10
0.84	11
0.86	12
0.80	13
0.88	14
0.89	15
0.84	16
0.88	17
0.84	18
0.89	19
0.86	20
0.88	21
0.89	22
0.82	23
0.84	24
0.88	25
0.89	26
0.86	27
0.88	28
0.84	29
0.89	30
0.84	31
0.86	32
0.88	33
0.85	34
0.88	35
0.86	36
0.89	37
0.88	38
0.89	39
0.84	40
0.86	41
0.84	42
0.88	43
0.86	44
0.88	45
0.89	46
0.88	47

Se puede apreciar un aumento de eficiencia del 16% es decir creció de 73% a 89%.

Tabla N° 8 Cronograma Programado

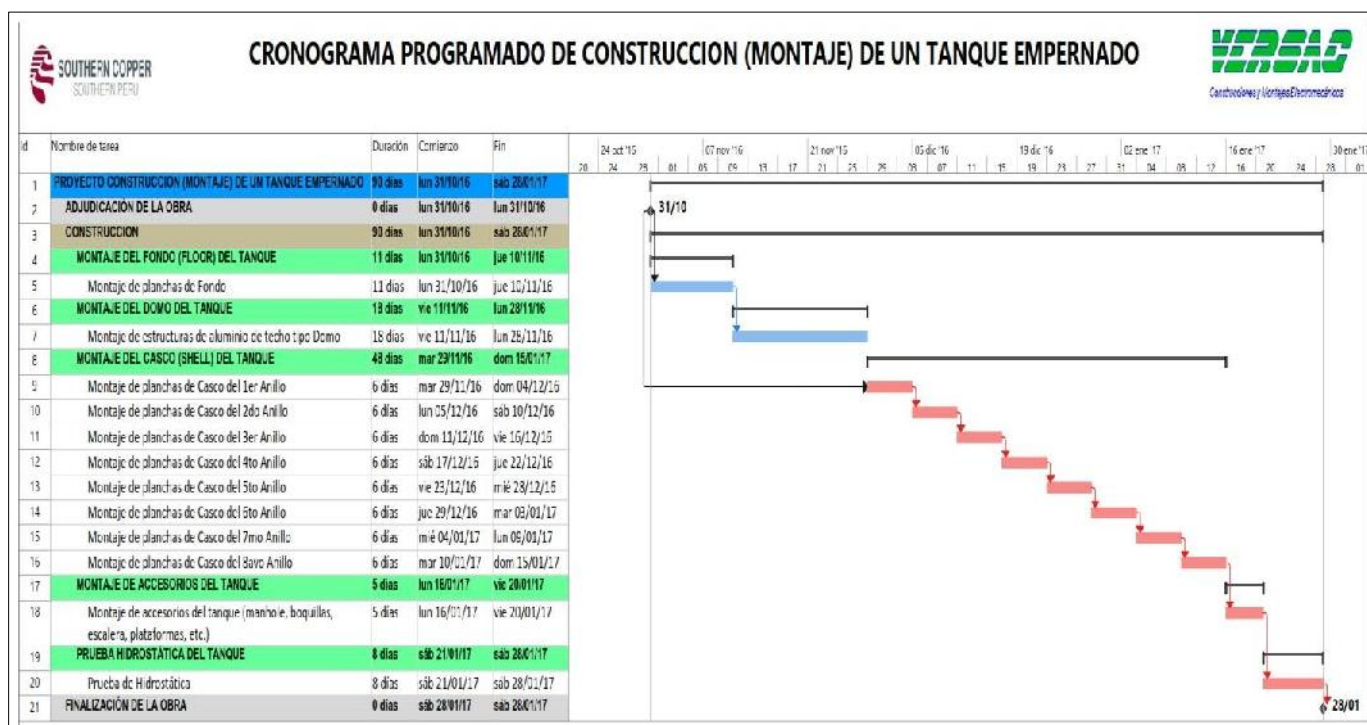
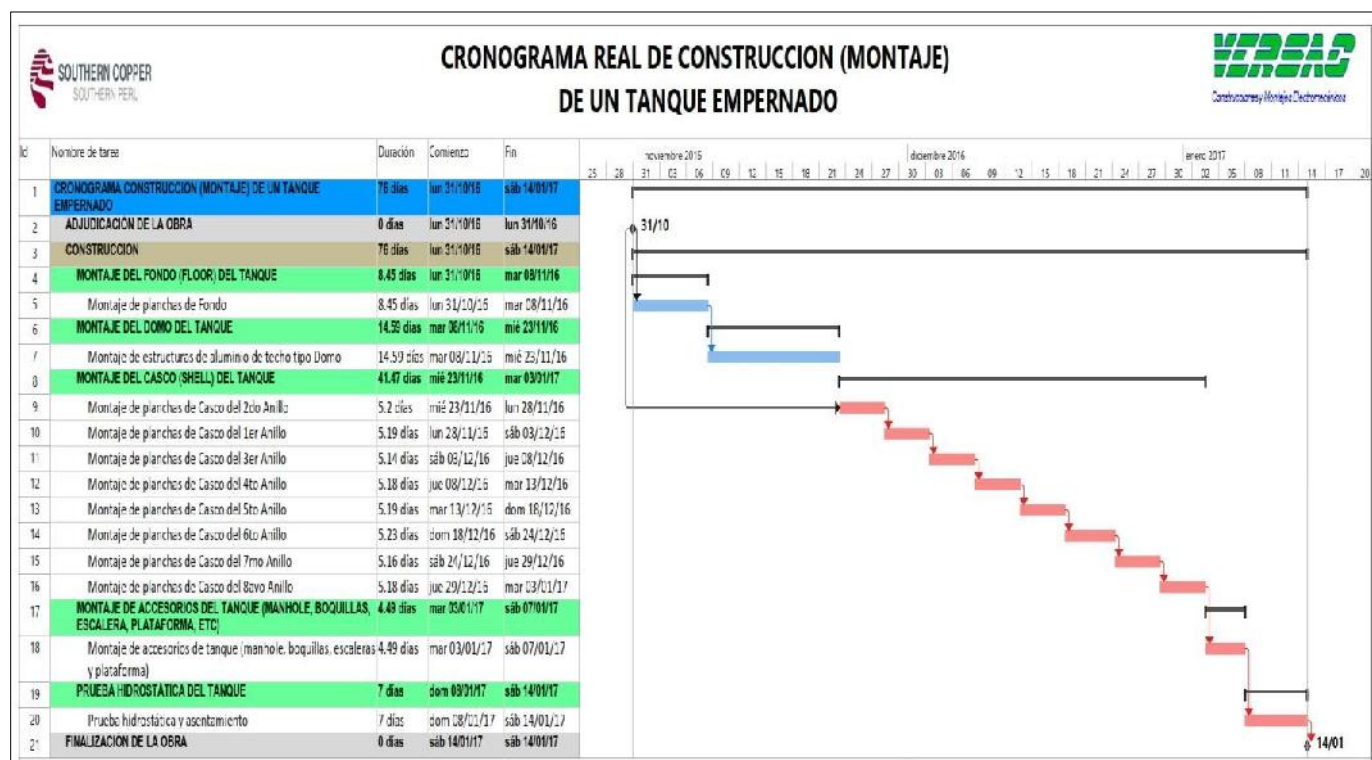


Tabla N° 9 Cronograma real



Se puede apreciar una reducción de tiempo de 90 a 76 días, con respecto al tiempo propuesto inicialmente.

Tabla N° 10 Presupuesto programado





 SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU		PRESUPUESTO			 <i>Construcciones y Montajes Electromecánicos</i>	
PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN TANQUE EM PERNADO CONTRATO N°: 2710-49A PLAZO EJEC.: 90 DÍAS CALENDARIO				FECHA: 17/03/2016 LUGAR: TOQUEPALA		
N°	Descripción de partidas	Und.	Metrado	Precio Unitario	Sub Total	Parcial
01	OBRAS MECANICAS					
01.01	CONSTRUCCION DE UN TANQUE EMPERNADO					
01.01.01	MONTAJE E INSTALACIÓN DEL FONDO (FLOOR) DEL TANQUE					46,209.41
01.01.01.01	Instalación de planchas de Fondo	glb	1.00	46209.41	46,209.41	
01.01.02	MONTAJE E INSTALACIÓN DEL CASCO (SHELL) DEL TANQUE					266,821.44
01.01.02.01	Montaje de planchas de Casco del 1er. Anillo	glb	1.00	33352.68	33,352.68	
01.01.02.02	Montaje de planchas de Casco del 2do. Anillo	glb	1.00	33352.68	33,352.68	
01.01.02.03	Montaje de planchas de Casco del 3er. Anillo	glb	1.00	33352.68	33,352.68	
01.01.02.04	Montaje de planchas de Casco del 4to. Anillo	glb	1.00	33352.68	33,352.68	
01.01.02.05	Montaje de planchas de Casco del 5to. Anillo	glb	1.00	33352.68	33,352.68	
01.01.02.06	Montaje de planchas de Casco del 6to. Anillo	glb	1.00	33352.68	33,352.68	
01.01.02.07	Montaje de planchas de Casco del 7mo. Anillo	glb	1.00	33352.68	33,352.68	
01.01.02.08	Montaje de planchas de Casco del 8vo. Anillo	glb	1.00	33352.68	33,352.68	
01.01.03	MONTAJE E INSTALACIÓN DEL DOMO DEL TANQUE					75,479.61
01.01.03.01	Montaje de estructuras de aluminio de Techo tipo Domo	glb	1.00	75479.61	75,479.61	
01.01.04	MONTAJE E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DEL TANQUE					6,747.72
01.01.04.01	Instalación de accesorios de tanque (manhole, boquillas, escalera, plataformas, etc.)	glb	1.00	6747.72	6,747.72	
01.01.05	PRUEBA HIDROSTÁTICA DEL TANQUE					5,523.96
01.01.05.01	Prueba hidrostática	glb	1.00	5523.96	5,523.96	
COSTO DIRECTO					US\$	\$400,782.14
				GASTOS GENERALES	32%	US\$
					US\$	\$130,015.90
				UTILIDAD	10%	US\$
					US\$	\$40,078.21
TOTAL					US\$	\$570,876.25

Tabla N° 11 Presupuesto real

 SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU		PRESUPUESTO			 <i>Construcciones y Montajes Electromecánicos</i>	
PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN TANQUE EM PERNADO CONTRATO N°: 2710-49A PLAZO EJEC.: 76 DÍAS CALENDARIO				FECHA: 02/01/2017 LUGAR: TOQUEPALA		
N°	Descripción de partidas	Und.	Metrado	Precio Unitario	Sub Total	Parcial
01.01.01	CONSTRUCCION DE UN TANQUE EMPERNADO					
01.01	MONTAJE DEL FONDO (FLOOR) DEL TANQUE					29,047.77
01.01.01.01	Montaje de planchas de Fondo	glb	1.00	29047.77	29,047.77	
01.01.02	MONTAJE DEL DOMO DEL TANQUE					50,405.89
01.01.02.01	Montaje de estructuras de aluminio de techo tipo Domo	glb	1.00	50405.89	50,405.89	
01.01.03	MONTAJE DEL CASCO (SHELL) DEL TANQUE					221,320.34
01.01.03.01	Montaje de planchas de Casco del 2do Anillo	glb	1.00	27754.26	27,754.26	
01.01.03.02	Montaje de planchas de Casco del 1er Anillo	glb	1.00	27697.79	27,697.79	
01.01.03.03	Montaje de planchas de Casco del 3er Anillo	glb	1.00	27432.83	27,432.83	
01.01.03.04	Montaje de planchas de Casco del 4to Anillo	glb	1.00	27641.59	27,641.59	
01.01.03.05	Montaje de planchas de Casco del 5to Anillo	glb	1.00	27697.79	27,697.79	
01.01.03.06	Montaje de planchas de Casco del 6to Anillo	glb	1.00	27910.74	27,910.74	
01.01.03.07	Montaje de planchas de Casco del 7mo Anillo	glb	1.00	27543.75	27,543.75	
01.01.03.08	Montaje de planchas de Casco del 8vo Anillo	glb	1.00	27641.59	27,641.59	
01.01.04	MONTAJE DE ACCESORIOS DEL TANQUE (MANHOLE, BOQUILLAS, ESCALERA, PLATAFORMA, ETC)					3,620.00
01.01.04.01	Montaje de accesorios de tanque (manhole, boquillas, escaleras y plataforma)	glb	1.00	3620.00	3,620.00	
01.01.05	PRUEBA HIDROSTÁTICA DEL TANQUE					4,832.03
01.01.05.01	Prueba hidrostática y asentamiento	glb	1.00	4832.03	4,832.03	
COSTO DIRECTO					US\$	\$309,226.03
				GASTOS GENERALES	35.78%	US\$
					US\$	\$110,637.70
				UTILIDAD	10%	US\$
					US\$	\$30,922.60
TOTAL					US\$	\$450,786.33

Se puede apreciar un ahorro económico de US\$ 120,089.92 con respecto al presupuesto programado.

- Validación de datos

Se realizó la prueba de hipótesis de las variables, en la cual se demostró si hay una relación entre las 2 variables (Eficiencia y Metodología).

Gráfico N° 1 Correlación de Pearson

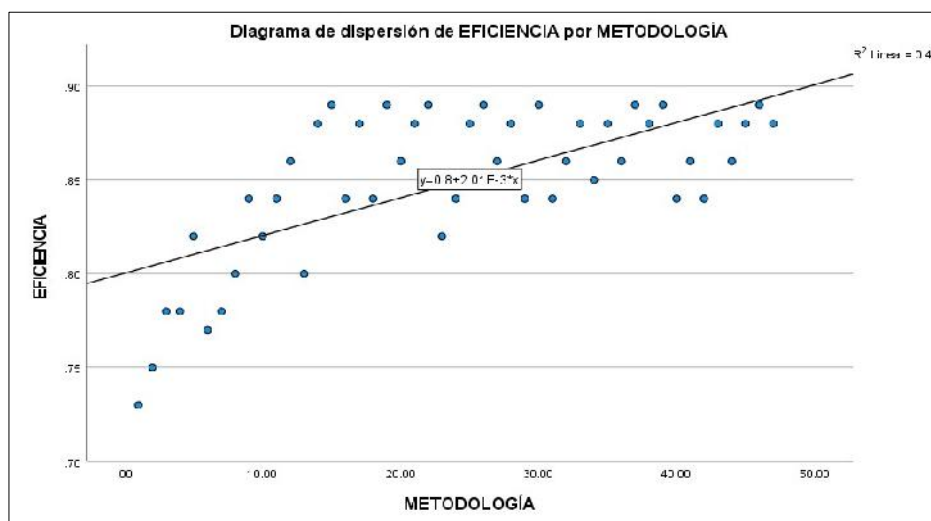
		EFICIENCIA	METODOLOGÍA
EFICIENCIA	Correlación de Pearson	1	.671**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	47	47
METODOLOGÍA	Correlación de Pearson	.671**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	47	47

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

- Análisis de datos

Se realizó el análisis de relación las variables cuantitativas (Eficiencia y Metodología).

Gráfico N° 2 Diagrama de dispersión de eficiencia por metodología



- Interpretación de resultados

- Se puede apreciar que la correlación de Pearson (r) es positivo ($r=0.671$), entonces la eficiencia y la metodología están asociadas y son directamente proporcionales.
- De los resultados del modelo de dispersión, se tiene que la eficiencia media es 0.8. Cuando la metodología aumenta en una unidad la eficiencia se incrementa en 0.00201.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados descriptivos

- El resultado de implementar esta nueva metodología sirvió para mejorar la eficiencia en un 16%.
- Asimismo, se logró disminuir el tiempo de construcción del tanque emperrado de 90 días a 76 días, es decir en 14 días.
- Por último, se produjo una reducción de costos del US\$ 120,089.92 con respecto al presupuesto inicial.

5.2 Resultados inferenciales

- Se concluye que las variables eficiencia y metodología están relacionadas.
- Se puede apreciar que la correlación de Pearson (r) es positivo ($r=0.671$), entonces la eficiencia y la metodología están asociadas y son directamente proporcionales.
- De los resultados del modelo de regresión lineal simple, se tiene que la eficiencia media es 0.8. Cuando la metodología aumenta en una unidad la eficiencia se incrementa en 0.00201.

5.3 Otro tipo de resultados estadísticos, de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis.

De acuerdo a la naturaleza del problema no existen resultados estadísticos de estudios similares realizados.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

- El resultado de implementar esta nueva metodología sirvió para mejorar la eficiencia en un 16%.
- Asimismo, se logró disminuir el tiempo de construcción del tanque empernado de 90 días a 76 días, es decir en 14 días.
- Por último, se produjo una reducción de costos del US\$ 120,089.92 con respecto al presupuesto inicial.
- Se concluye que las variables eficiencia y metodología están relacionadas.
- Se puede apreciar que la correlación de Pearson (r) es positivo ($r=0.671$), entonces la eficiencia y la metodología están asociadas y son directamente proporcionales.
- De los resultados del modelo de regresión lineal simple, se tiene que la eficiencia media es 0.8. Cuando la metodología aumenta en una unidad la eficiencia se incrementa en 0.00201.

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares.

De acuerdo a la naturaleza del problema no es posible contrastar ningún resultado con otros estudios similares realizados.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes (el autor de la investigación se responsabiliza por la información emitida en el informe).

DECLARACION JURADA DE CONOCIMIENTO DEL CODIGO DE ETICA
(Ley N° 27815)

Yo, **Jaime Roberto Vera Noriega**, identificado (a) con DNI **N° 08504089** con domicilio **Calle Dom Pompeyo Mz. D5A Lote 12 Urb. Santa Rosa de Surco** - Distrito **Surco** - Provincia **Lima** - Departamento **Lima**, declaro bajo juramento, que tengo conocimiento de la siguiente normatividad:

- Ley N° 27815, Ley del Código de Ética de la Función Pública y su modificatoria contenida en la Ley N° 28496.
- El Reglamento de la Ley del Código de Ética de la Función Pública aprobado por Decreto Supremo N° 033-2005-PCM.

Asimismo, declaro que me comprometo a cumplirlas y observarlas en toda circunstancia.

Ciudad y Fecha: Callao, 18 de noviembre del 2021

Firma:



CONCLUSIONES

- El resultado de implementar esta nueva metodología sirvió para mejorar la eficiencia en un 16%.
- Asimismo, se logró disminuir el tiempo de construcción del tanque empernado de 90 días a 76 días, es decir en 14 días.
- Por último, se produjo una reducción de costos del US\$ 120,089.92 con respecto al presupuesto inicial.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda capacitar al personal montajista en esta nueva metodología diseñada.
- Elaborar un cronograma detallado indicando la secuencia de actividades.
- La implementación de nuevos recursos tales como: trípode para montaje de techo tipo domo, pórticos portatecles, camión grúa 6.7 tn, pistola huck, atornilladores inalámbricos y andamios contribuyeron a aumentar la eficiencia.
- Se recomienda una logística eficaz, la cual gestione oportunamente la llegada de materiales, consumibles, equipos y herramientas a obra.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Espinoza Montes, Ciro. Metodología de la Investigación Tecnológica, (2014).
- <https://superiortank.com/blog/2017/08/08/much-bolted-steel-tank-cost/#more-5248>, (2021).
- <https://superiortank.com/news/page/5/>, (2021).
- <https://www.tfwarren.com/sp/tarsco-sp/aplicaciones/tanques-almacenamiento-agua-proteccion-incendios>, (2021).
- Norma AWWA D103-97 para tanques depósitos recubiertos en fábrica para almacenamiento de agua (1997).
- Trabajo de Suficiencia profesional “Montaje Electromecánico y puesta en operación de un tanque empernado para el almacenamiento de 5800 m³ de agua Planta Concentrado Mina Toquepala – Tacna - Perú. De la Cruz Pandal, W. Universidad Nacional del Callao, (2017).
- API specification 12B for bolted tanks for storage of production liquids, (2014).
- Askeland, D., La ciencia e Ingeniería de los materiales, Editorial Iberoamericana, México, (1985).
- Project management institute (PMI), a guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) 6ta edition, PMI, (2019).
- Richardson, Process Plant Construction Estimating Standard, USA Richardson Engineering Services Inc, (1990).
- Westney, R. The engineers cost handbook, tools for managing project costs, New York, USA: Marcel Dekker, Inc (1997).

ANEXO

Matriz de consistencia

Tabla N° 12 Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA / INSTRUMENTO
¿De qué manera se podrá desarrollar la metodología de diseño de construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna?	Desarrollar la metodología de diseño de la construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna.	El desarrollo de una metodología de diseño en la construcción de un tanque empernado mejora la eficiencia, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna.	Metodología	Modelo de construcción	Actividades desarrolladas	Juicio de Expertos, Diagrama de Gantt. - indicando las actividades relacionadas con el desarrollo de la construcción del tanque.
				Establecimiento de estructuras del Tanque	Montaje del tanque Plan de trabajo Especificaciones técnicas	Dossier de calidad. - Indicando la cantidad y el tipo de registros y protocolos que se van a generar dentro del proceso constructivo respetando las normas y estándares.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA / INSTRUMENTO
¿De qué manera se podrá desarrollar una metodología de diseño de construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia en los tiempos, en la planta concentradora, U. M. de Toquepala - Tacna?	Desarrollar una metodología de diseño en la construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia en los tiempos, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna.	El desarrollo de una metodología de diseño en la construcción de un tanque empernado mejora la eficiencia en los tiempos, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna.	Eficiencia	Ahorro de tiempo	Días	Cálculo del ahorro de tiempo. - Restar los días del Cronograma programado con los días del cronograma real.
				Ahorro en costos	Ahorro económico	Cálculo del ahorro económico. - Restar los costos del presupuesto programado con los costos del presupuesto real.
¿De qué manera se podrá desarrollar una metodología de diseño de construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia en los costos, en la planta concentradora, U. M. de Toquepala - Tacna?	Desarrollar una metodología de diseño de construcción de un tanque empernado para mejorar la eficiencia en los costos en la planta concentradora, U. M. de Toquepala - Tacna.	El desarrollo de una metodología de diseño en la construcción de un tanque empernado mejora la eficiencia en los costos, en la planta concentradora de la U. M. de Toquepala - Tacna.				

Planos

Gráfico N° 3 Plano CST N°1

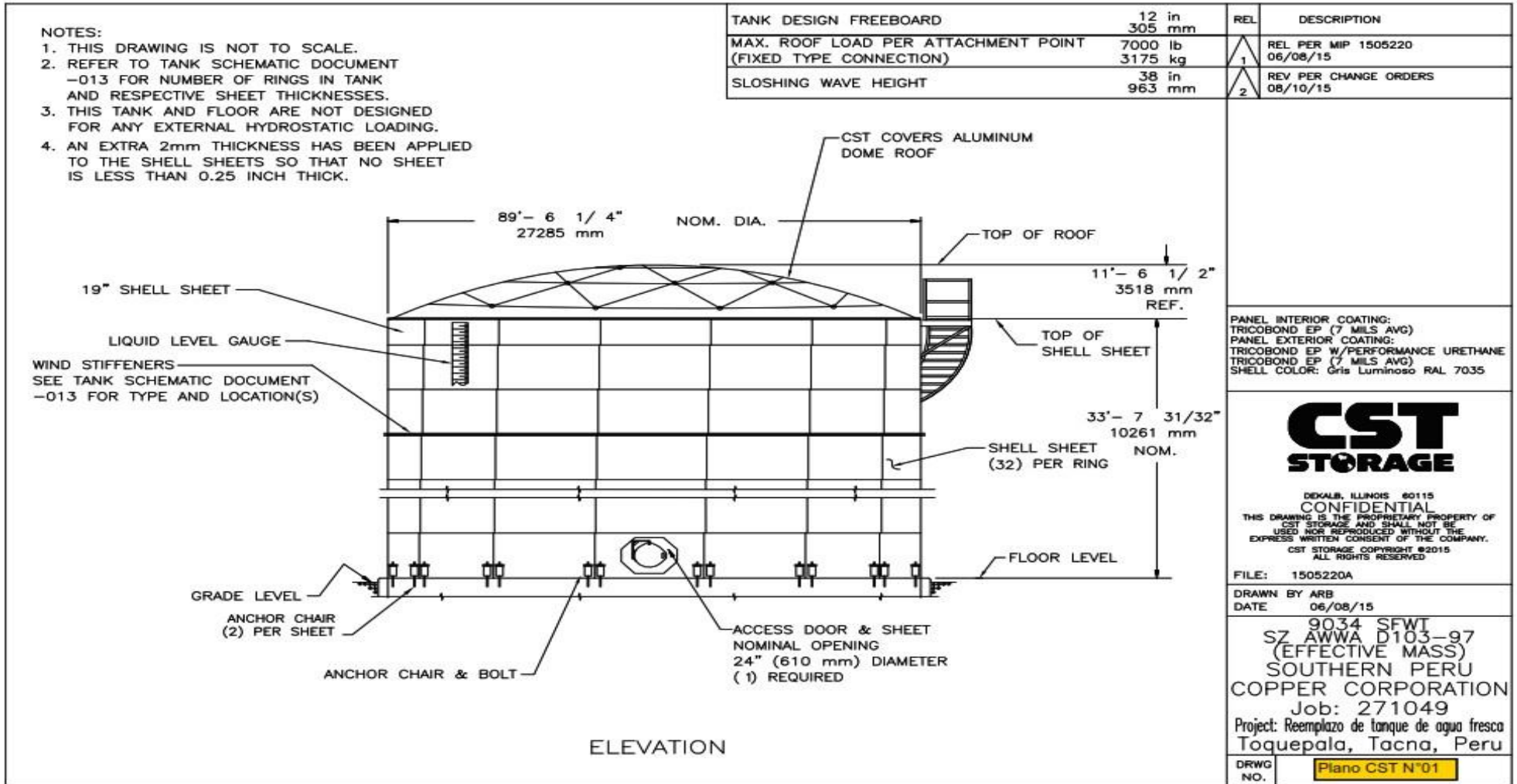


Gráfico N° 4 Plano CST N°2

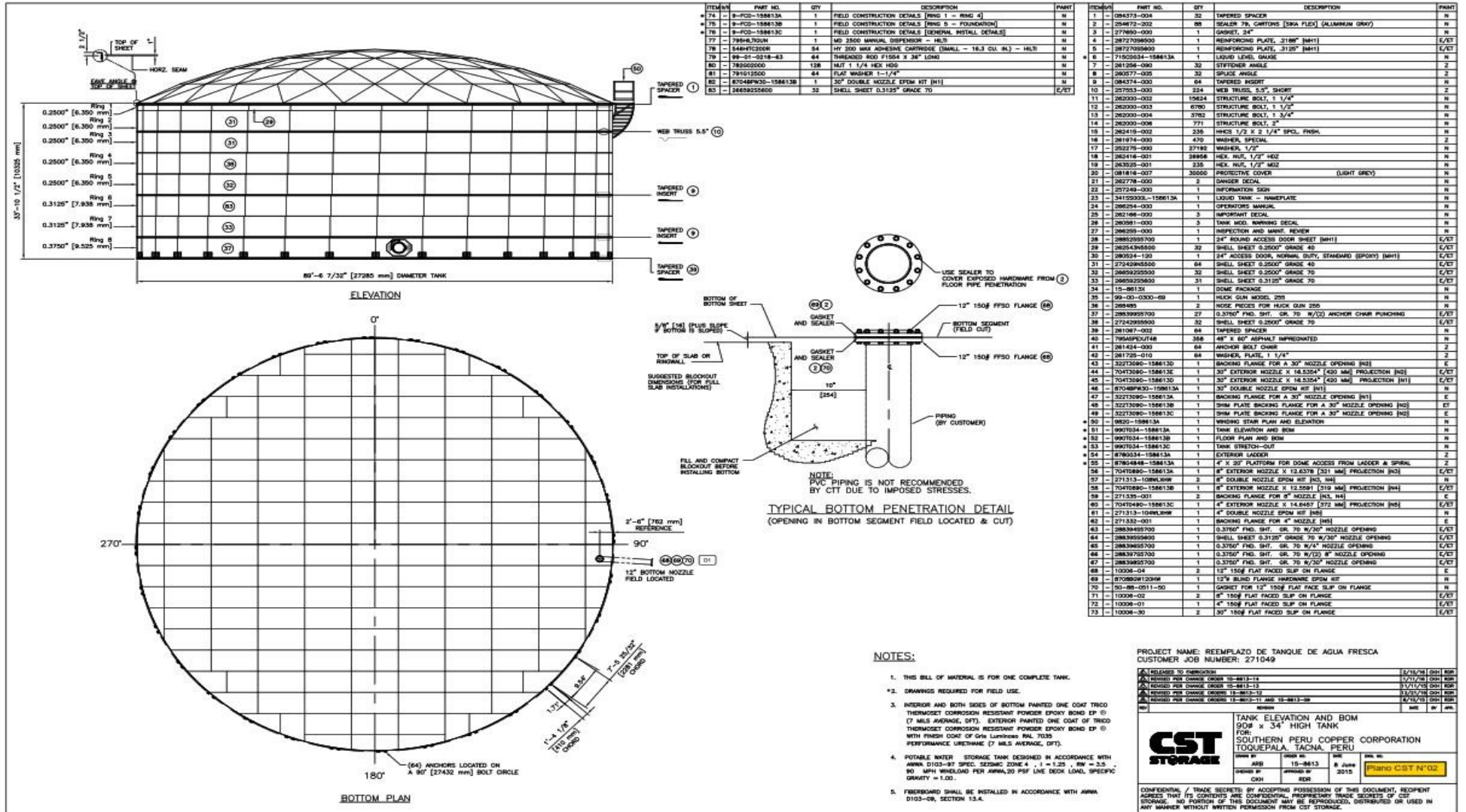
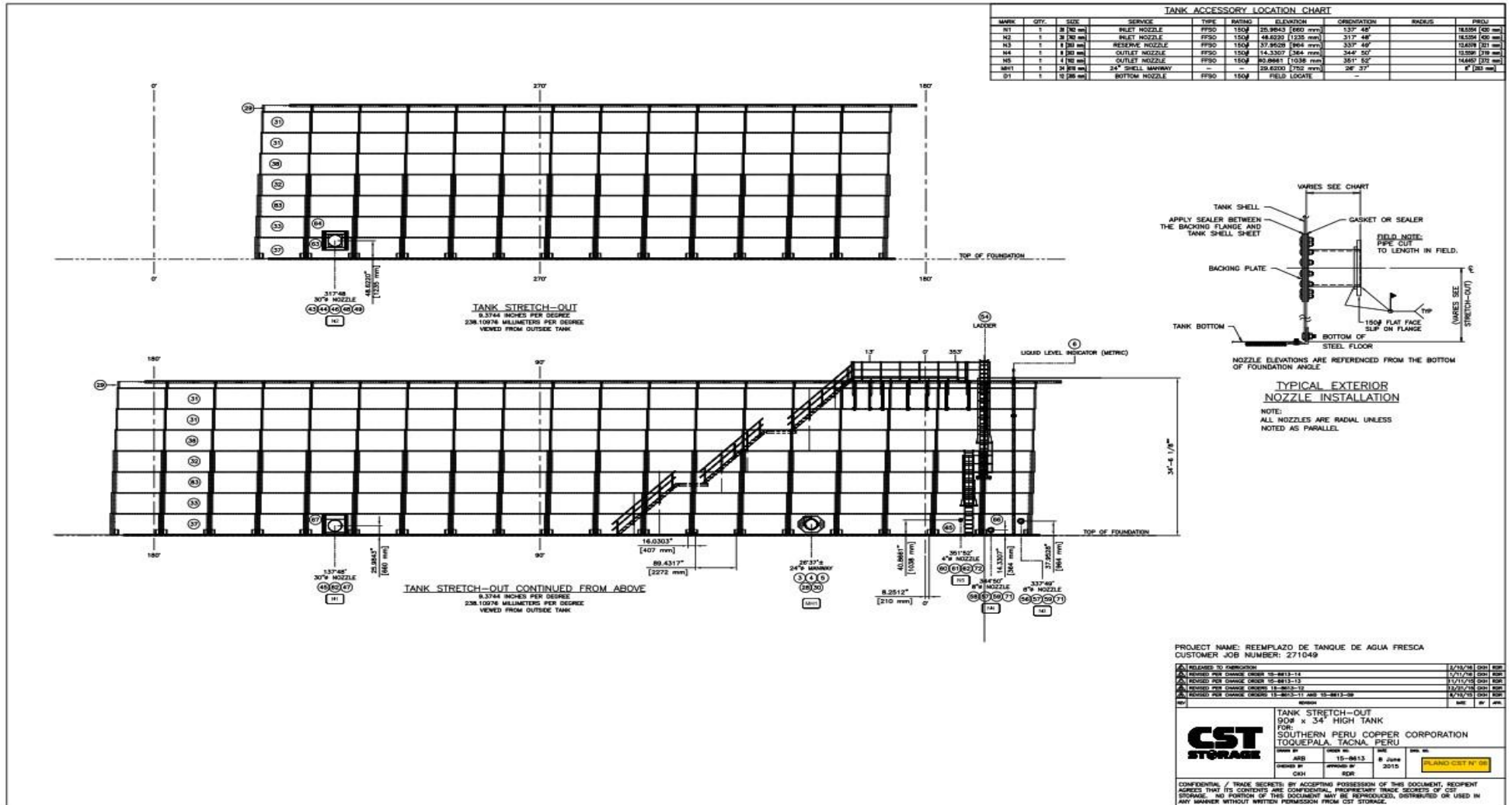
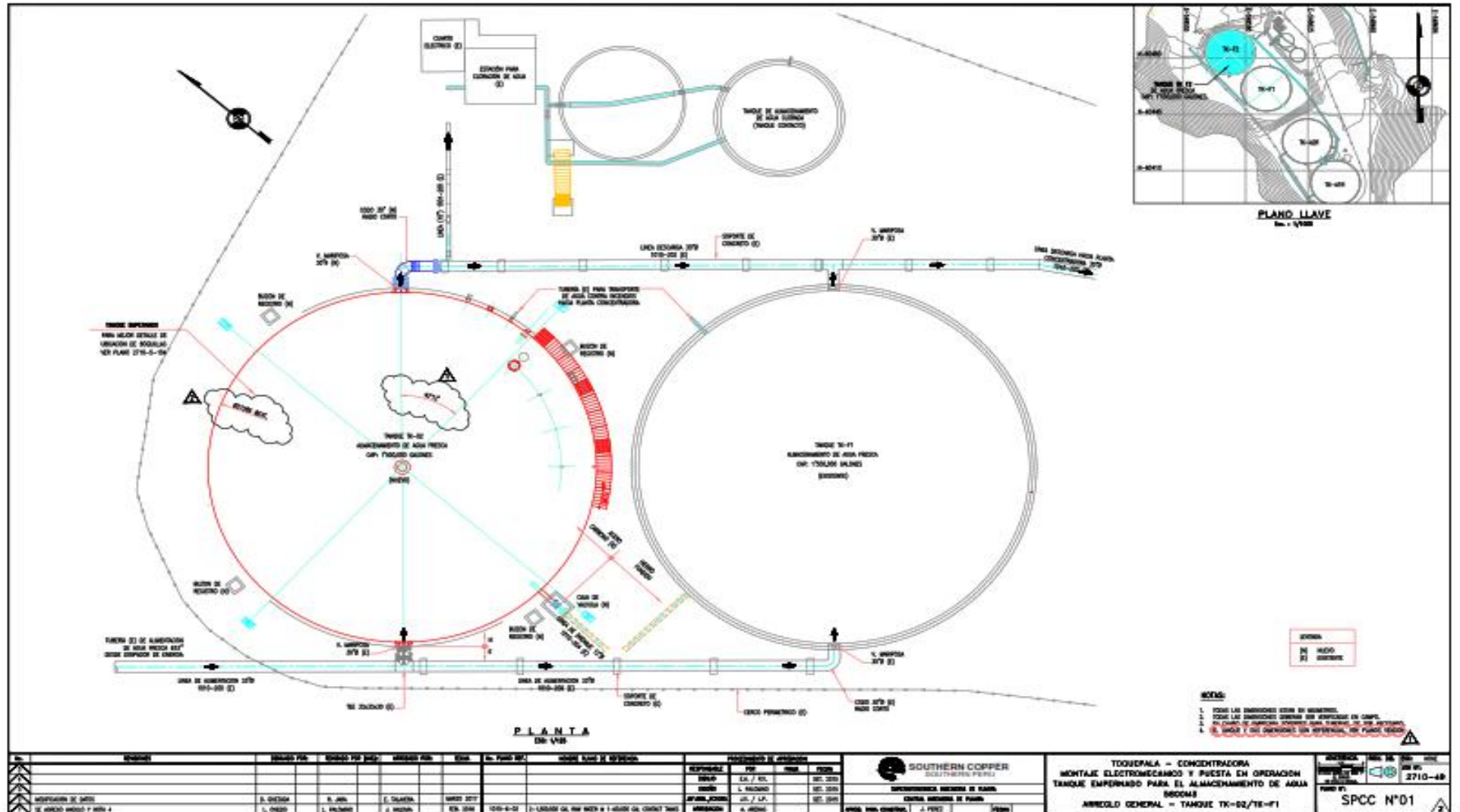


Gráfico N° 6 Plano CST N°5



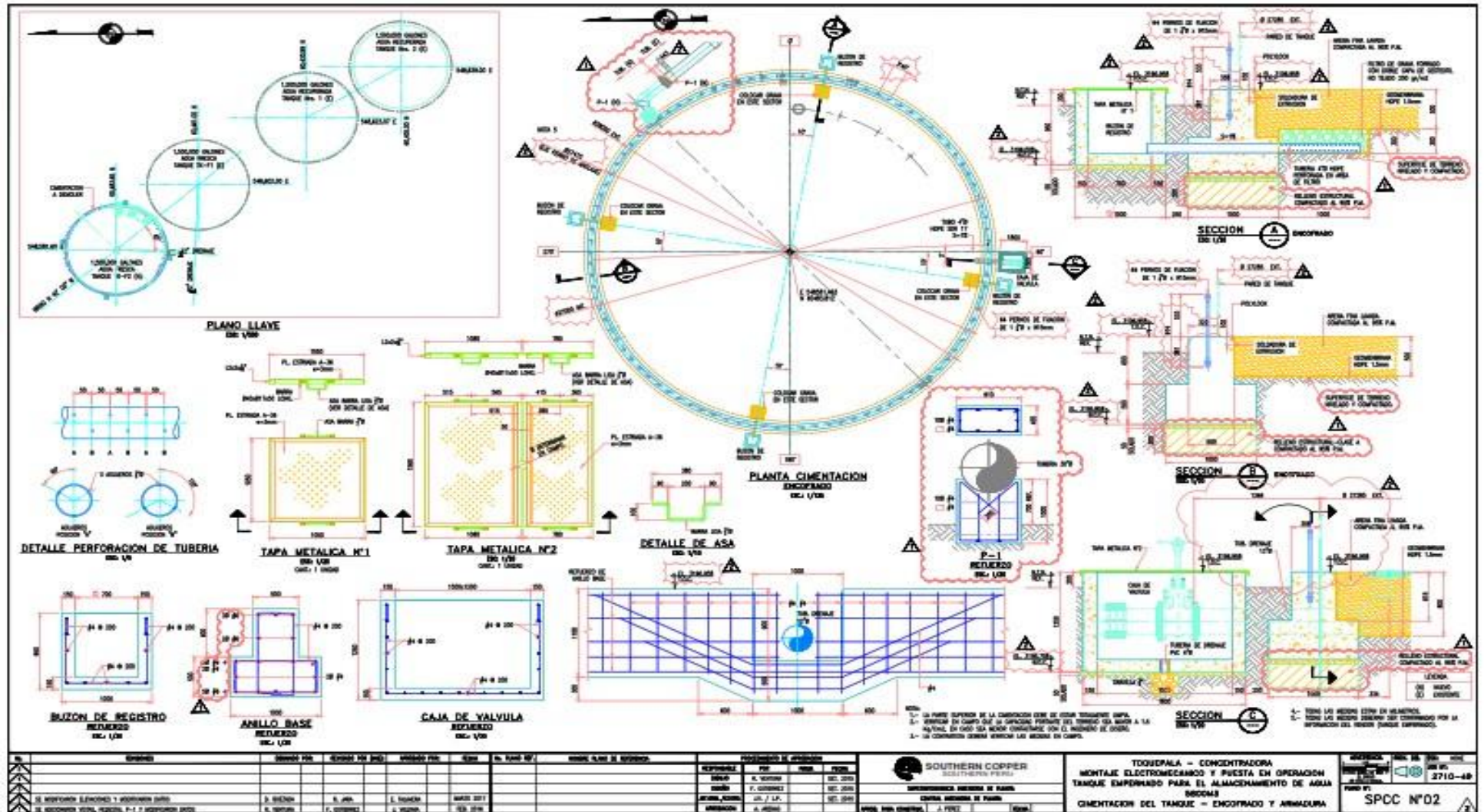
Fuente: CST

Gráfico N° 7 Plano SPCC N°1



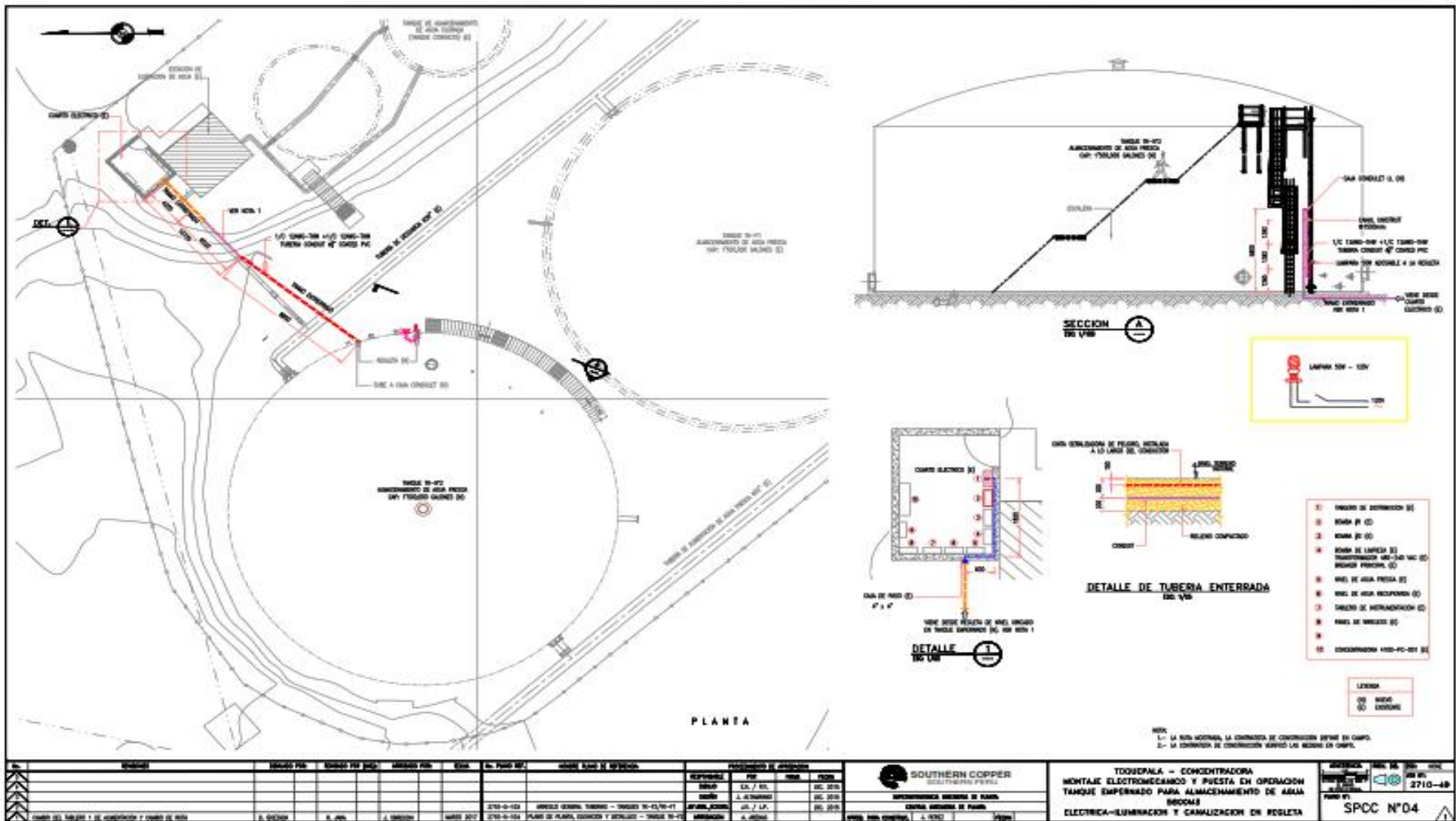
Fuente: SPCC

Gráfico N° 8 Plano SPCC N°2



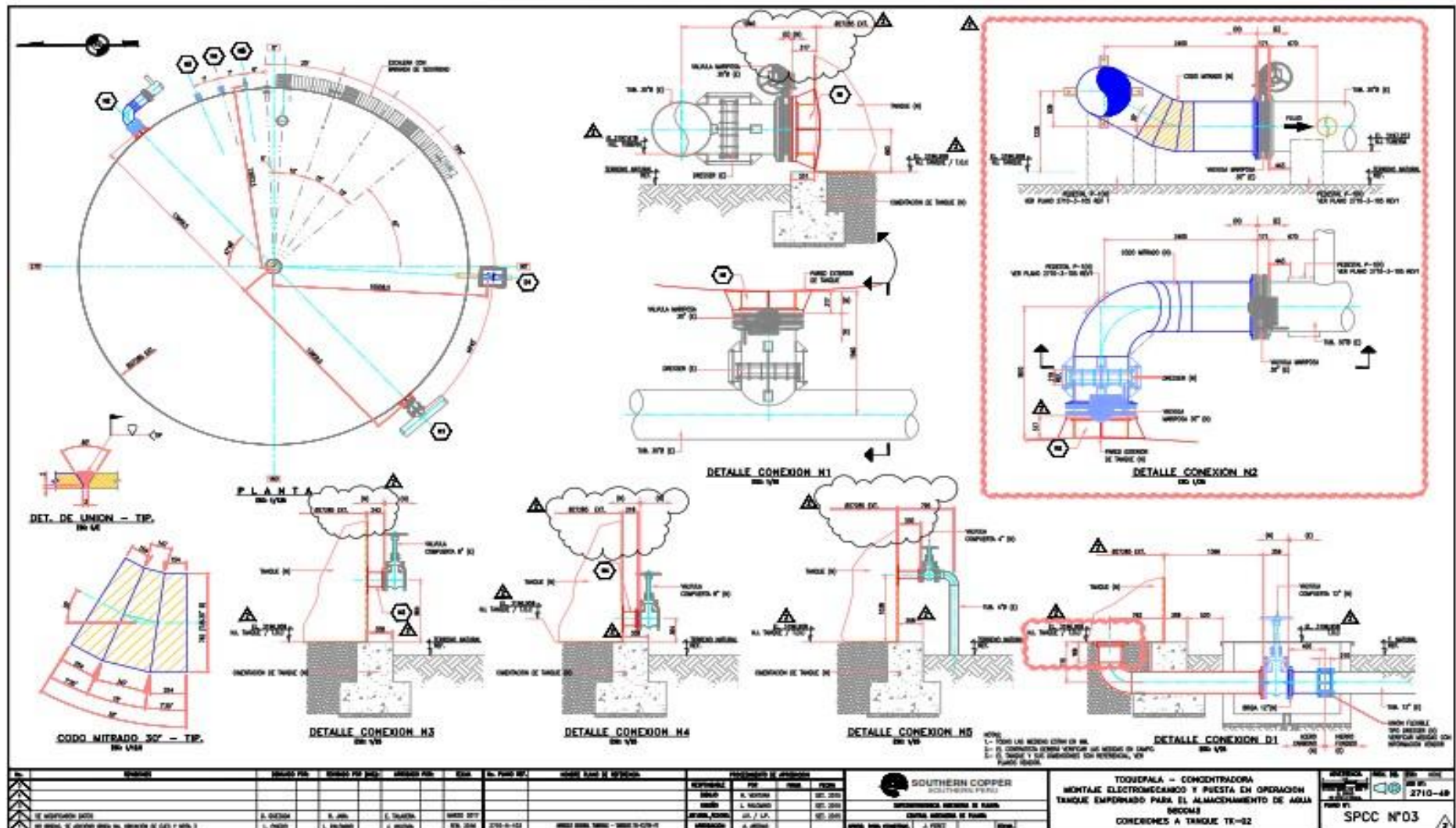
Fuente: SPCC

Gráfico N° 9 Plano SPCC N°4



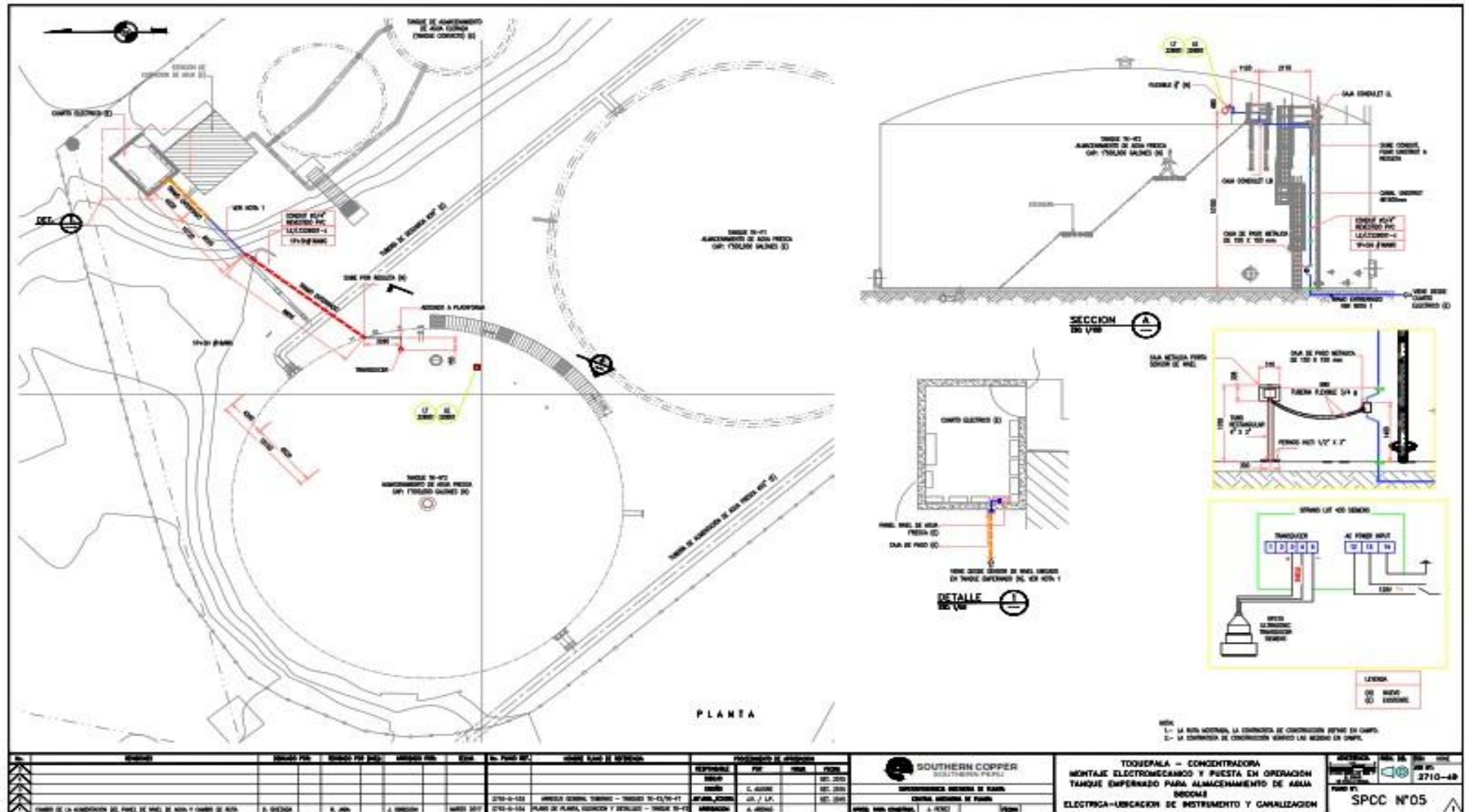
Fuente: SPCC

Gráfico N° 10 Plano SPCC N°3




Fuente: SPCC

Gráfico N° 11 Plano SPCC N°5



Fuente: SPCC

Figura N°7 Hoja técnica sikaflex 1A

BUILDING TRUST 

HOJA TÉCNICA

Sikaflex®-1 A

Sellante elastomérico a base de poliuretano

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	<p>Sikaflex®-1 A es un sellante elástico monocomponente para juntas, a base de poliuretano, de alto rendimiento, que cura con la humedad. Cumple con la Especificación Federal TT-S-00230C, Tipo II, Clase A. Cumple con la norma ASTM C-920, Tipo S, Grado NS, Clase 35, Usos T, NT, O, G, I; Canadian Standart CAN / CGSB 19.13-M87.</p> <p>USOS</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Diseñado para todo tipo de juntas de dilatación-contracción, verticales y horizontales en edificación y obras civiles.▪ Juntas bajo agua, tales como en canales y estanques.▪ Juntas en encuentros, marcos de puertas y ventanas, detalles en cubiertas y muchas aplicaciones de pegado en construcción.▪ Aplicaciones como adhesivo elástico entre materiales con diferente coeficiente de dilatación. <p>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Rápido secado al tacto y curado final.▪ Alta elasticidad, durable y flexible con excepcional resistencia al corte y arrancamiento.▪ Excelente adherencia a la mayoría de los materiales de construcción sin imprimante.▪ Resistente al tránsito vehicular y peatonal.▪ Excelente resistencia al envejecimiento.▪ Probado en exigentes climas de todo el mundo.▪ Registro NSF, cumple con las directrices USDA 1998.▪ Inodoro, no mancha.▪ Resistente a combustible de aviación.▪ Certificado NSF a NSF/ANSI, estándar 61 para estar en contacto con agua potable.▪ Se puede pintar con pinturas en base acuosa o aceite.▪ Capacidad de movimiento de $\pm 35\%$ del ancho de la junta.
---------------------------------	--

Hoja Técnica
Sikaflex® -1 A
23.01.15, Edición 3

Fuente: <https://per.sika.com/es/descargas-tecnicas.html>

Pistola Huck Modelo 246

Figura N°8 Pistola Huck

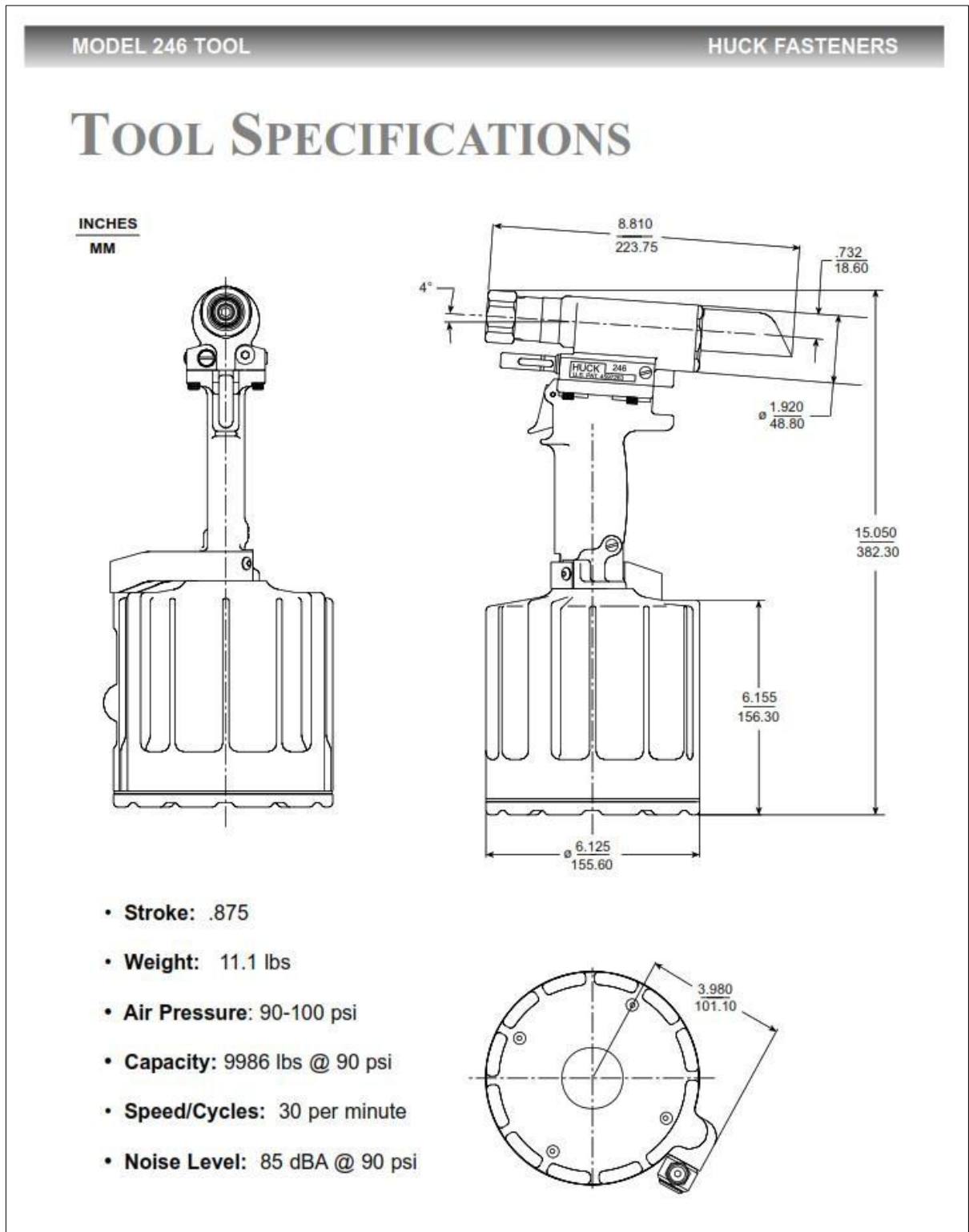


Fuente:

https://www.afshuck.net/us/mx/Productos/Herramientas/Herramientas_neudraulicas/246.ht ml

Hoja técnica de la pistola Huck Modelo 246

Figura N°9 Especificaciones técnicas de Pistola Huck



https://www.afshuck.net/us/mx/Productos/Herramientas/Herramientas_neudraulicas/246.ht

ml

Hoja técnica del tanque empernado

Tabla N° 13 Hoja técnica del tanque empernado

CARACTERISTICAS DEL TANQUE				
GENERALES				
Número Local	TK-F2			
Norma	ANSI/AWWA D103-97			
Servicio	Agua fresca			
Tipo	Cilindro Vertical			
Uniones	Empernadas			
Escalera	Espiral			
DIMENSIONES Y CAPACIDAD				
Diámetro	27.29 m			
Altura	10.33 m			
Capacidad	5,800 m3			
CASCO				
Número de anillos	8			
Número de planchas	250			
Espesor 1er. Anillo	6.35mm	ASTM A572 Gr.40	32und	
Espesor 2do. Anillo	6.35mm	ASTM A572 Gr.40	32und	
Espesor 3er. Anillo	6.35mm	ASTM A572 Gr.40	32und	
Espesor 4to. Anillo	6.35mm	ASTM A572 Gr.40	32und	
Espesor 5to. Anillo	6.35mm	ASTM A656 Gr.70	32und	
Espesor 6to. Anillo	7.938mm	ASTM A656 Gr.70	32und	
Espesor 7mo. Anillo	7.938mm	ASTM A656 Gr.70	32und	
Espesor 8vo. Anillo	9.525mm	ASTM A656 Gr.70	32und	
TECHO				
Tipo	Domo geodésico			
Material	Aluminio			
Altura	3.52m			
Peso	6,566kg			
FONDO				
Espesor de plancha	9.525mm	ASTM A656 Gr.70		
Número de planchas	208			
BOQUILLAS DE CASCO				
N1 Ø	30"	Entrada	1und	
N2 Ø	30"	Salida	1und	
N3 Ø	8"	Reserva	1und	
N4 Ø	8"	Salida (SCI - hidrante)	1und	
N5 Ø	4"	Salida (SCI - existente)	1und	
MH1 Ø	24"	Manhole con Davit	1und	
D1 Ø	12"	Drenaje y sumidero	1und	
Regleta	0-5'		1und	
BOQUILLAS DE TECHO				
N6 Ø	4"	Medición manual	1und	
N7 Ø	1 1/2"	Conex. Indicador de nivel	1und	
N8 A/B Ø	1 1/4"	Conex. Cables de regleta	2und	
N9 Ø	3"	Reserva (radar)	1und	
N10 Ø	6"	Reserva con brida ciega	1und	
N11 Ø	24"	Venteo	1und	
MH2 Ø	24"	Manhole de techo	1und	
ACCESORIOS DEL TANQUE				
Escalera de gato				
Escalera helicoidal				
Regleta de nivel y bolla	0-5'			
RECUBRIMIENTO EN POLVO				
Recubrimiento interior	LIQ Fusión 7000 FBE, DFT = 7 mills			
Recubrimiento exterior	EXT Fusión 5000 FBE, DFT = 3mills			
Ultima capa exterior	EXT Fusión SDP, DFT= 3 mills			
PERNERIA				
Pernos Ø1/2"	Long. = 1 1/4"; 1 1/2"; 1 3/4"; 2"		ASTM A490 Gr.8	

Reportes diarios de trabajo

Tabla N° 14 Registro de reporte diario "Carguío y Traslado de planchas de fondo"





			
REPORTE DIARIO DE TRABAJO			
CONTRATISTA: J.R. VERSAC		TITULO DEL CONTRATO	
Obra: Construcción de un Tanque Empernado		"MEJORA Y REFORZAMIENTO DEL TANQUE Nº 2 DE AGUA FRESCA – MANTENIMIENTO CONCENTRADORA DE TOQUEPALA"	
CONTRATO Nro : 2710-49A		INFORME Nro.: 002-2016	
Turno: Dia		AREA Concentradora	
HOJA 1		Supervisor de Proyecto: Ing. Percy Reynoso	
HORAS TRABAJADAS:		DE: 7:00:00 A: 12:00:00	
DE: 13:00:00 A: 18:00:00		DE: 7:00:00 A: 12:00:00	
MANO DE OBRA		EQUIPO PRINCIPAL	
Nro	TOTAL HORAS	Nro	TOTAL HORAS
Personal Staff			
Ingeniero Residente	1	10	10
Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente	1	10	10
Ingeniero de Control de Calidad	1	10	10
Ingeniero Planificación / Control de Costos	1	10	10
Ingeniero Asistente de Obra	1	10	10
Supervisor Mecánico Montaje	1	10	10
Administrador	1	10	10
Personal de Apoyo Administrativo	1	10	10
Almacenero	1	10	10
Choferes	2	20	20
Guardian	1	10	10
Total Indirecto		120	
Personal Obrero			
Capataz Montajista	1	10	10
Operario Montajista	10	100	100
Oficial Montajista	10	100	100
Ayudante Montajista	10	100	100
Operario Rigger	1	10	10
Total Directo		320	
MATERIALES		Und	Cant.
Petróleo Diessel #2		gal	68.0
Descripción del trabajo realizado el día de hoy:			
1.- Se realizó el carguío y traslado de planchas de fondo.			
Tiempo de ejecución:		0.46 día	
2.- Se realizó la distribución de planchas de Fondo			
Tiempo de ejecución:		0.54 día	
PANEL FOTOGRÁFICO			
			
Ing. De Planificación Ing. William Pandal de la Cruz		Ing. Residente Ing. Edgardo Talavera	
Fecha 01/11/2016		Fecha 01/11/2016	

Tabla N° 15 Registro de reporte diario "Torqueo de pernos de planchas de fondo"

 			
REPORTE DIARIO DE TRABAJO			
CONTRATISTA: J.R. VERSAC Obra: Construcción de un Tanque Empernado		TITULO DEL CONTRATO "MEJORA Y REFORZAMIENTO DEL TANQUE Nº 2 DE AGUA FRESCA - MANTENIMIENTO CONCENTRADORA DE TOQUEPALA"	
FECHA 07/11/2016		AREA Concentradora	
CONTRATO Nro.: 2710-49A		INFORME Nro.: 008-2016	
Turno: Dia		Supervisor de Proyecto: Ing. Percy Reynoso	
HORAS TRABAJADAS: DE: 7:00:00 A: 12:00:00 DE: 13:00:00 A: 18:00:00		HOJA 1	
MANO DE OBRA	Nro	TOTAL HORAS	EQUIPO PRINCIPAL
Personal Staff			Nro TOTAL HORAS
Ingeniero Residente	1	10	Camión grúa 6.7 TN
Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente	1	10	Camioneta Toyota Hilux 4x4
Ingeniero de Control de Calidad	1	10	MiniBus Hyundai
Ingeniero Planificación / Control de Costos	1	10	Pistola Huck
Ingeniero Asistente de Obra	1	10	Torquímetro
Supervisor Mecánico Montaje	1	10	
Administrador	1	10	
Personal de Apoyo Administrativo	1	10	
Almacenero	1	10	
Choferes	2	20	
Guardian	1	10	
Total Indirecto		120	
Personal Obrero			MATERIALES
Capataz Montajista	1	10	Und Cant.
Operario Montajista	10	100	Petróleo Diessel #2
Oficial Montajista	10	100	
Ayudante Montajista	10	100	
Operario Rigger	1	10	
Total Directo		320	

Descripción del trabajo realizado el día de hoy:
 1.- Se realizó el torqueo de pernos de planchas de fondo **Tiempo de ejecución: 1.00 día**

PANEL FOTOGRAFICO




Ing. De Planificación	Ing. Residente	Fecha
Ing. William Pandal de la Cruz	Ing. Edgardo Talavera	07/11/2016

Tabla N° 16 Registro de reporte diario “Armado de estructuras de techo tipo Domo”






																																																																	
REPORTE DIARIO DE TRABAJO																																																																	
CONTRATISTA: J.R. VERSAC		TITULO DEL CONTRATO																																																															
Obra: Construcción de un Tanque Empernado		“MEJORA Y REFORZAMIENTO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA – MANTENIMIENTO CONCENTRADORA DE TOQUEPALA”																																																															
CONTRATO Nro : 2710-49A		FECHA																																																															
INFORME Nro.: 0014-2016		13/11/2016																																																															
Turno: Dia		AREA																																																															
HORAS TRABAJADAS:		Concentradora																																																															
DE: 7:00:00 A: 12:00:00		Supervisor de Proyecto:																																																															
DE: 13:00:00 A: 18:00:00		Ing. Percy Reynoso																																																															
MANO DE OBRA		EQUIPO PRINCIPAL																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nro</th> <th>TOTAL HORAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Personal Staff</td> </tr> <tr> <td>Ingeniero Residente</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ingeniero de Control de Calidad</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ingeniero Planificación / Control de Costos</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ingeniero Asistente de Obra</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Supervisor Mecánico Montaje</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Administrador</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Personal de Apoyo Administrativo</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Almacenero</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Choferes</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Guardian</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Total Indirecto</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Personal Obrero</td> </tr> <tr> <td>Capataz Montajista</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Operario Montajista</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Oficial Montajista</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Ayudante Montajista</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Operario Rigger</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Total Directo</td> <td>320</td> </tr> </tbody> </table>		Nro	TOTAL HORAS	Personal Staff		Ingeniero Residente	10	Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente	10	Ingeniero de Control de Calidad	10	Ingeniero Planificación / Control de Costos	10	Ingeniero Asistente de Obra	10	Supervisor Mecánico Montaje	10	Administrador	10	Personal de Apoyo Administrativo	10	Almacenero	10	Choferes	20	Guardian	10	Total Indirecto	120	Personal Obrero		Capataz Montajista	10	Operario Montajista	100	Oficial Montajista	100	Ayudante Montajista	100	Operario Rigger	10	Total Directo	320	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nro</th> <th>TOTAL HORAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Camión grúa 6.7 TN</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Camioneta Toyota Hilux 4x4</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>MiniBus Hyundai</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Pistola Huck</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Torquímetro</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Andamios Homologados</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Tripode de izaje</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">MATERIALES</td> </tr> <tr> <td>Petróleo Diesel #2</td> <td>20.0</td> </tr> </tbody> </table>		Nro	TOTAL HORAS	Camión grúa 6.7 TN	10	Camioneta Toyota Hilux 4x4	10	MiniBus Hyundai	10	Pistola Huck	40	Torquímetro	0	Andamios Homologados	20	Tripode de izaje	0	MATERIALES		Petróleo Diesel #2	20.0
Nro	TOTAL HORAS																																																																
Personal Staff																																																																	
Ingeniero Residente	10																																																																
Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente	10																																																																
Ingeniero de Control de Calidad	10																																																																
Ingeniero Planificación / Control de Costos	10																																																																
Ingeniero Asistente de Obra	10																																																																
Supervisor Mecánico Montaje	10																																																																
Administrador	10																																																																
Personal de Apoyo Administrativo	10																																																																
Almacenero	10																																																																
Choferes	20																																																																
Guardian	10																																																																
Total Indirecto	120																																																																
Personal Obrero																																																																	
Capataz Montajista	10																																																																
Operario Montajista	100																																																																
Oficial Montajista	100																																																																
Ayudante Montajista	100																																																																
Operario Rigger	10																																																																
Total Directo	320																																																																
Nro	TOTAL HORAS																																																																
Camión grúa 6.7 TN	10																																																																
Camioneta Toyota Hilux 4x4	10																																																																
MiniBus Hyundai	10																																																																
Pistola Huck	40																																																																
Torquímetro	0																																																																
Andamios Homologados	20																																																																
Tripode de izaje	0																																																																
MATERIALES																																																																	
Petróleo Diesel #2	20.0																																																																
Descripción del trabajo realizado el día de hoy:																																																																	
1.-Se realizo el armado de estructuras, vgas de aluminio con placa de conexión		Tiempo de ejecución: 1.00 día																																																															
PANEL FOTOGRÁFICO																																																																	
																																																																	
Ing. De Planificación		Ing. Residente																																																															
Ing. William Pandal de la Cruz		Ing. Edgardo Talavera																																																															
		Fecha																																																															
		13/11/2016																																																															

Tabla N° 20 Registro de reporte diario “Pruebas de hermeticidad y asentamiento”

			
REPORTE DIARIO DE TRABAJO			
CONTRATISTA: J. R. VERSAC		TITULO DEL CONTRATO	
Obra: Construcción de un Tanque Empernado		"MEJORA Y REFORZAMIENTO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA – MANTENIMIENTO CONCENTRADORA DE TOQUEPALA"	
FECHA		10/01/2017	
CONTRATO Nro :	INFORME Nro.:	AREA	HOJA
2710-49A	0072-2016	Concentradora	1
Turno:	HORAS TRABAJADAS:		Supervisor de Proyecto:
Dia	DE: 7:00:00 A: 12:00:00		Ing. Percy Reynoso
	DE: 13:00:00 A: 18:00:00		
MANO DE OBRA		Nro	TOTAL HORAS
Personal Staff			
Ingeniero Residente	1	10	
Ingeniero de Seguridad y Medio Ambiente	1	10	
Ingeniero de Control de Calidad	1	10	
Ingeniero Planificación / Control de Costos	1	10	
Ingeniero Asistente de Obra	1	10	
Supervisor Mecánico Montaje	1	10	
Administrador	1	10	
Personal de Apoyo Administrativo	1	10	
Almacenero	1	10	
Choferes	2	20	
Guardian	1	10	
		Total Indirecto	120
Personal Obrero			
Capataz Montajista	1	10	
Operario Montajista	2	20	
Oficial Montajista	2	20	
Ayudante Montajista	2	20	
Operario Rigger	0	0	
		Total Directo	70
EQUIPO PRINCIPAL		Nro	TOTAL HORAS
Camión grúa 6.7 TN		0	0
Camioneta Toyota Hilux 4x4		1	10
MiniBus Hyundai		1	10
Pistola Huck		0	0
Torquímetro		1	10
Andamios Homologados		0	0
Tripode de izaje		0	0
Portico portatecle		0	0
Tecla de 5TN		0	0
Bomba para prueba hidrostática		1	10
Tablero eléctrico		1	10
MATERIALES		Und	Cant.
Petróleo Diessel #2		gal	0.0
Varilla roscada de 3/4"		Uhd	0.0
Cable de acero de 8mm		m	0.0
Sikaf lex 2CNS EZ Mix env. 8kg		env	0.0
Descripción del trabajo realizado el día de hoy:			
1.-Se realizo las Pruebas de estanqueidad y asentamiento		Tiempo de ejecución:	1.00 día
PANEL FOTOGRÁFICO			
			
Ing. De Planificación		Ing. Residente	
Ing. William Pandal de la Cruz		Ing. Edgardo Talavera	
		Fecha	
		10/01/2017	

Protocolos de calidad

Tabla N° 21 Protocolo de colocación de planchas 1/2

		PROTOCOLO DE COLOCACION DE PLANCHAS		COD:	VER-MEC-REG-02				
				REV:					
				ESPECIALIDAD	Mecanica				
DATOS GENERALES									
Proyecto:	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA			Sistema:	Casco del tanque				
Cliente:	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			Sub sistema:	Anillo				
Plano de ref:	9-FED-158613 A			Elemento:	Planchas				
fecha:	27-11-2016			Ubicación:	Anillo 1, panel (1-32)				
Material de planchas:	A57M A 572	Norma:	AWWA D 103-97	N° REGISTRO: 001					
ESQUEMA DE REFERENCIA									
DATOS DE INSPECCION									
ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS		RESULTADO (C/NC)
			CODIGO/MATERIAL/GRADO	ESPESOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/ mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)	
17	1	17	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
18	1	18	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
19	1	19	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
20	1	20	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
21	1	21	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
22	1	22	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
23	1	23	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
24	1	24	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
25	1	25	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
26	1	26	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
27	1	27	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
28	1	28	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
29	1	29	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
30	1	30	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
31	1	31	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
32	1	32	A 572 - 40	6.350	2790 X 450	1	100	100	C
QA/QC J. A. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR CST	SUPERVISOR SPCC						
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:						
Nombre: William de la Cruz P.	Nombre: Edgardo Balazares	Nombre:	Nombre:						
Fecha: 23-11-16	Fecha: 23-11-16	Fecha:	Fecha:						

Tabla N° 22 Protocolo de colocación de planchas 2/3


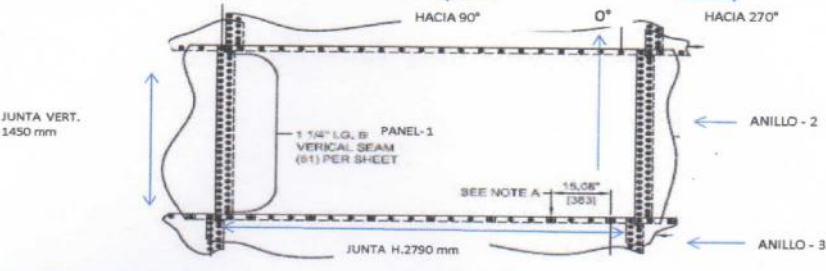
		PROTOCOLO DE COLOCACION DE PLANCHAS		COD: VER-MEC-REG-02 REV:					
DATOS GENERALES				ESPECIALIDAD: Mecanica					
Proyecto:	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA			Sistema:	Casco del tanque				
Cliente:	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			Sub sistema:	Anillo				
Plano de ref:	9-FED-158613 A			Elemento:	Planchas				
fecha:	23-12-2016			Ubicación:	Anillo 2, panel (1-32)				
Material de planchas:	ASTM A 572		Norma:	AWWA D 103-97 N° REGISTRO: 002					
ESQUEMA DE REFERENCIA									
									
DATOS DE INSPECCION									
ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS		RESULTADO (C/NC)
			CODIGO/ MATERIAL/ GRADO	ESPESOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/ mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)	
1	2	01	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
2	2	02	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
3	2	03	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
4	2	04	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
5	2	05	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
6	2	06	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
7	2	07	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
8	2	08	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
9	2	09	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
10	2	10	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
11	2	11	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
12	2	12	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
13	2	13	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
14	2	14	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
15	2	15	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
16	2	16	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
Leyenda:						CONFORME <input checked="" type="checkbox"/>		NO CONFORME <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES									
APROBADO									
QA/QC J.R. VERSAC		RESIDENTE DE OBRA VERSAC		SUPERVISOR CST		SUPERVISOR SPCC			
Firma:		Firma:		Firma:		Firma:			
Nombre:		Nombre:		Nombre:		Nombre:			
Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:			

Tabla N° 23 Protocolo de colocación de planchas 3/4




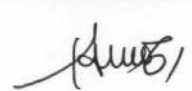
		PROTOCOLO DE COLOCACION DE PLANCHAS		COD: VER-MEC-REG-02					
				REV:					
				ESPECIALIDAD: Mecanica					
DATOS GENERALES									
Proyecto: REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA		Sistema: Casco del tanque							
Cliente: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION		Sub sistema: Anillo							
Plano de ref: 9-FCD-158613 A		Elemento: Planchas							
fecha: 03-12-2016		Ubicación: Anillo 3, panel (1-32)							
Material de planchas: A572		Norma: AWWA D 103-97 N° REGISTRO: 003							
ESQUEMA DE REFERENCIA									
									
DATOS DE INSPECCION									
ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS		RESULTADO (C/NC)
			CODIGO/ MATERIAL/ GRADO	ESPESOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/ mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)	
1	3	01	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
2	3	02	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
3	3	03	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
4	3	04	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
5	3	05	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
6	3	06	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
7	3	07	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
8	3	08	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
9	3	09	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
10	3	10	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
11	3	11	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
12	3	12	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
13	3	13	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
14	3	14	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
15	3	15	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
16	3	16	A 572 - 40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
Leyenda:						CONFORME <input checked="" type="checkbox"/> C		NO CONFORME <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES									
APROBADO									
QA/QC J.R. VERSAC		RESIDENTE DE OBRA VERSAC		SUPERVISOR CST		SUPERVISOR SPCC			
Firma: 		Firma: 		Firma:		Firma:			
Nombre: William de la Cruz P.		Nombre: Edgardo Zalaveria		Nombre:		Nombre:			
Fecha: 05-12-16		Fecha: 05-12-16		Fecha:		Fecha:			

Tabla N° 24 Protocolo de colocación de planchas 4/5


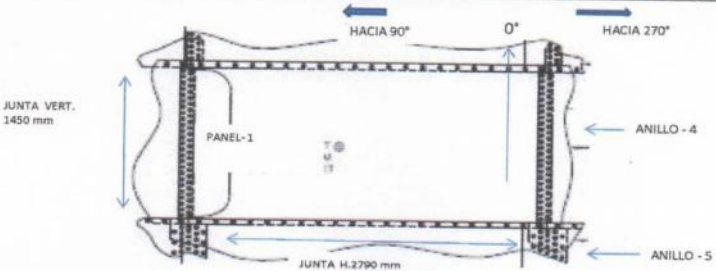


		PROTOKOLO DE COLOCACION DE PLANCHAS		COD: VER-MEC-REG-02					
				REV:					
				ESPECIALIDAD: Mecanica					
DATOS GENERALES									
Proyecto:	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA			Sistema:	Casco del tanque				
Cliente:	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			Sub sistema:	Anillo				
Plano de ref:	9-FCD-158613 A			Elemento:	Planchas				
fecha:	5-12-2016			Ubicación:	Anillo 4, panel (1-32)				
Material de planchas:	ASTM A656	Norma:	AWWA D 103-97	N° REGISTRO: 004					
ESQUEMA DE REFERENCIA									
									
DATOS DE INSPECCION									
ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	ESPECIFICACIONES DE PLANCHAS			CANTIDAD (und)	TRASLAPE DE PLANCHAS		RESULTADO (C/NC)
			CODIGO/ MATERIAL/ GRADO	ESPESOR (mm)	LARGO X ALTURA (mm/ mm)		NOMINAL (mm)	REAL (mm)	
17	4	17	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
18	4	18	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
19	4	19	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
20	4	20	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
21	4	21	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
22	4	22	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
23	4	23	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
24	4	24	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
25	4	25	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
26	4	26	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
27	4	27	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
28	4	28	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
29	4	29	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
30	4	30	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
31	4	31	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
32	4	32	A 656-40	6.350	2790 X 1450	1	100	100	C
QA/QC J.R. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR CST	SUPERVISOR SPCC						
Firma: 	Firma: 	Firma:	Firma:						
Nombre: <i>William de la Cruz P.</i>	Nombre: <i>Edgardo Balboa</i>	Nombre:	Nombre:						
Fecha: <i>08-12-16</i>	Fecha: <i>08-12-16</i>	Fecha:	Fecha:						

Tabla N° 25 Protocolo de colocación de pernos 1


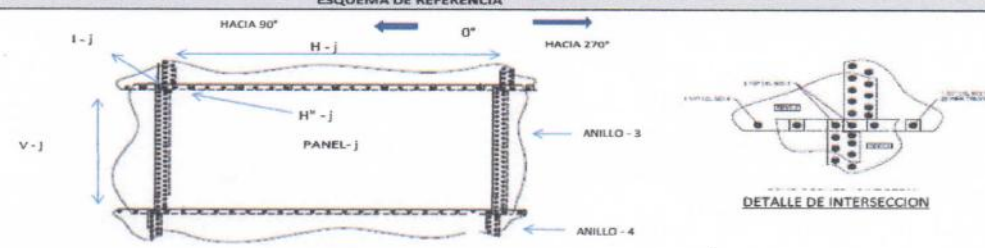


		PROTOCOLO DE COLOCACION DE PERNOS		COD: VER-MEC-REG-03					
				REV:					
				ESPECIALIDAD: Mecanica					
DATOS GENERALES									
Proyecto:	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA			Sistema:	Casco del tanque				
Cliente:	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			Sub sistema:	Anillo				
Plano de ref:	9-PCD-158613 A			Elemento:	Pernos				
fecha:				Ubicación:	Anillo 3, panel (1-32)				
Material de Pernos:				Correlación (j)	17 al 24				
Norma:	AWWA D 103 - 97			N° REGISTRO: 003					
ESQUEMA DE REFERENCIA									
									
LEYENDA: VERTICAL - V HORIZONTAL - H INTERSECCION - I									
DATOS DE INSPECCION									
ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	REGION O TRASLAPE (j)	ESPECIFICACIONES DE PERNOS		CANTIDAD (Und)	TORQUE		RESULTADO (C/N/C)
				CODIGO/MATERIAL/GRADO	DIAM. Y LONG. (Pulg)		NOMINAL (Lbf - Pies)	REAL (Lbf - Pies)	
1	3	PANEL -17	V-17	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
2	3		H - 17	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	40	40	
3	3		H ^m -17	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	1	40	40	
4	3	PANEL -18	I - 17	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
5	3		V-18	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
6	3		H - 18	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	40	40	
7	3	PANEL -19	H ^m -18	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	1	40	40	
8	3		I - 18	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
9	3		V-19	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
10	3	PANEL -20	H -19	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	40	40	
11	3		H -19	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	1	40	40	
12	3		I-19	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
13	3	PANEL -21	V-20	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
14	3		H-20	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	40	40	
15	3		H ^m -20	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	1	40	40	
16	3	PANEL -22	I-20	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
17	3		V-21	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
18	3		H - 21	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	40	40	
19	3	PANEL -23	H ^m -21	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	1	40	40	
20	3		I - 21	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
21	3		V-22	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
22	3	PANEL -24	H -22	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	40	40	
23	3		H ^m -22	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	1	40	40	
24	3		I - 22	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
25	3	PANEL -24	V-23	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
26	3		H - 23	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	40	40	
27	3		H ^m -23	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	1	40	40	
28	3	PANEL -24	I - 23	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
29	3		V-24	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
30	3		H - 24	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	19	40	40	
31	3	PANEL -24	H ^m -24	A 490 - 8	1/2 X 1. 3/4	1	40	40	
32	3		I - 24	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
QA/QC J.R. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR GGSP	SUPERVISOR SPCC						
Firma: 	Firma: 	Firma:	Firma:						
Nombre: William de la Cruz P.	Nombre: Edgardo Fabares	Nombre:	Nombre:						
Fecha: 05/12/16	Fecha: 05/12/16	Fecha:	Fecha:						

Tabla N° 26 Protocolo de colocación de pernos 2


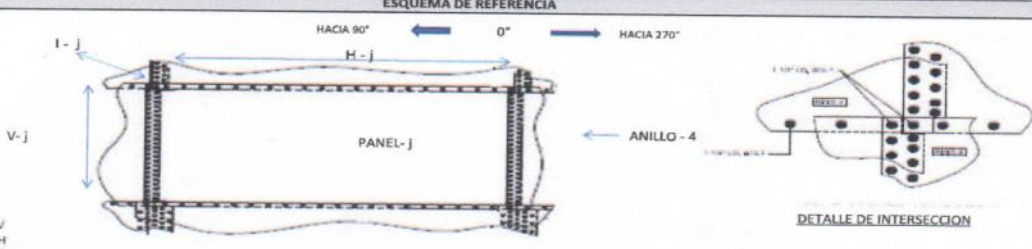

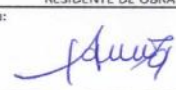
		PROTOCOLO DE COLOCACION DE PERNOS		COD:	VER-MEC-REG-03				
				REV:					
				ESPECIALIDAD	Mecanica				
DATOS GENERALES									
Proyecto:	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA			Sistema:	Casco del tanque				
Cliente:	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			Sub sistema:	Anillo				
Plano de ref:	9-FC-D-158613 A			Elemento:	Pernos				
fecha:				Ubicación:	Anillo 4, panel (1-32)				
Material de Pernos:				Correlación (j)	1 al 10				
Norma:	AWWA D 103 - 97			N° REGISTRO: 004					
ESQUEMA DE REFERENCIA									
									
LEYENDA: VERTICAL - V HORIZONTAL - H INTERSECCION - I									
DATOS DE INSPECCION									
ITEM	ANILLO N°	PANEL O PLANCHA N°	REGION O TRASLAPE (I)	ESPECIFICACIONES DE PERNOS		CANTIDAD (Und)	TORQUE		RESULTADO (C/N/C)
				CODIGO/MATERIAL/GRADO	DIAM. X LONG. (Pulg)		NOMINAL (Lbs - Pies)	REAL (Lbs - Pies)	
1	4	PANEL - 1	V- 1	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
2	4		H - 1	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40	
3	4	PANEL - 2	I - 1	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
4	4		V- 2	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
5	4	H - 2	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40		
6	4	PANEL - 3	I - 2	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
7	4		V- 3	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
8	4	H - 3	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40		
9	4	PANEL - 4	I - 3	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
10	4		V- 4	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
11	4	H - 4	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40		
12	4	PANEL - 5	I - 4	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
13	4		V- 5	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
14	4	H - 5	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40		
15	4	PANEL - 6	I - 5	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
16	4		V- 6	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
17	4	H - 6	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40		
18	4	PANEL - 7	I - 6	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
19	4		V- 7	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
20	4	H - 7	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40		
21	4	PANEL - 8	I - 7	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
22	4		V- 8	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
23	4	H - 8	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40		
24	4	PANEL - 9	I - 8	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
25	4		V- 9	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
26	4	H - 9	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40		
27	4	PANEL - 10	I - 9	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40	
28	4		V- 10	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	51	40	40	
29	4	H - 10	A 325 - 5	1/2 X 1. 1/4	20	40	40		
30	4	I - 10	A 490 - 8	1/2 X 1. 1/2	2	40	40		
QA/QC J. B. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR GGSP	SUPERVISOR SPCC						
Firma: 	Firma: 	Firma:	Firma:						
Nombre: William de la Cruz P.	Nombre: Edgardo Zalava	Nombre:	Nombre:						
Fecha: 08/12/16	Fecha: 08/12/16	Fecha:	Fecha:						

Tabla N° 27 Protocolo de montaje de domo



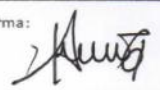
		REGISTRO DE MONTAJE DEL DOMO		Codigo:	VER-MEC-REG-05
				Rev:	
				Especialidad:	Mecanica
PROYECTO :	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA	CODIGO:	TECHO-DOMO		
CLIENTE :	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION	ELEMENTO:	TANQUE		
PLANO REF:	6272729	UBICACIÓN:	DOMO		
REALIZADO POR :	E. MIRANDA	DIMENSION:			
REGISTRO N° : 001		Fecha : 03-12-2016			
Item	DESCRIPCION	SI	NO	NA	OBSERVACION
1	El material de las vigas,planchas y nodos del techo no esta dañado,cumple con estandares y/o especificaciones para realizar el montaje del Domo	✓			
2	Distribucion de estructuras (nodos, vigas,planchas,canaletas) correcta para el montaje del Domo según planos del proyecto,	✓			
3	Correcta colocacion de pernos (aluminio,inox) , con la pistola Huck para los empalmes de nodo y vigas según las especificaciones tecnicas	✓			
4	Se verifico la correcta instalacion de vigas y nodos según planos del proyecto	✓			
5	Se verifico que las planchas y canaletas del techo a utilizar corresponda a las especificaciones tecnicas	✓			
6	Se realizo el ajuste correcto de los pernos según las especificaciones tecnicas del proyecto (diametro, long, grado)	✓			
7	Correcto montaje de estructuras del domo	✓			
8	Se verifico la posicion correcta del Domo	✓			
9	Se realizo el correcto torqueo de pernos para junta del mensulas al angulo del anillo	✓			
10	Se realizo la limpieza del area respectiva despues del montaje del Domo	✓			
Observaciones: EL MONTAJE DEL DOMO CUMPLE CON TODAS LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS					
APROBADO POR :					
QA/QC J.R. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR CST		SUPERVISOR SPCC	
Firma: 	Firma: 	Firma:		Firma:	
Nombre: William de la Cruz	Nombre: Edgardo Valero	Nombre:		Nombre:	
Fecha: 05-12-16	Fecha: 05/12/2016	Fecha:		Fecha:	

Tabla N° 28 Protocolo de colocación de accesorios del domo


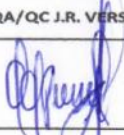
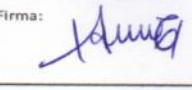
		PROTOCOLO DE COLOCACION DE ACCESORIOS DEL DOMO				Codigo:	VER-MEC-REG-04
						Rev:	0
						Especialidad:	Mecanica
Proyecto :	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA	Sistema:	tanque				
Cliente :	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION	Sub sistema:	Techo de tanque				
Plano ref:	2710-5-104	Elemento	Boquillas				
Realizado por :		Ubicación	Domo				
REGISTRO N° : <u>001</u>					Fecha : <u>14-12-2016</u>		
Item	DESCRIPCION	SI	NO	NA	OBSERVACION		
1	Colocacion de boquilla de Toma para medicion de 4" (N6)	✓					
2	Colocacion de boquilla para conexión de indicador de nivel de 1 1/2" (N7)	✓					
3	colcoacion de boquilla para conexión de cables guías de regleta de 1 1/4" (N8A / B)	✓					
4	Colocacion de boquilla para sensor electrico de 3" (N9)	✓					
5	Colocacion de boquilla para reserva con brida ciega 6" (N10)	✓					
6	Colocacion de boquilla para venteo del tanque de 24" (N11)	✓					
7	Colocacion de boquilla de MANHOLE de techo de 24" (NH2)	✓					
8	Colocacion de linea de vida acerado en el techo del tanque	✓					
9	Se verifico la ubicación correcta de los accesorios colocados al domo de tanque	✓					
10	Se realizo el correcto torqueo de pernos	✓					
11	Se realizo la limpieza del area respectiva despues del montaje del Domo	✓					
Observaciones:							
APROBADO POR :							
QA/QC J.R. VERSAC		RESIDENTE DE OBRA VERSAC		SUPERVISOR GGSP		SUPERVISOR SPCC	
Firma: 		Firma: 		Firma:		Firma:	
Nombre: <u>Wilmar de la Cruz P</u>		Nombre: <u>Edgardo Balanza</u>		Nombre:		Nombre:	
Fecha: <u>14/12/16</u>		Fecha: <u>14/12/16</u>		Fecha:		Fecha:	

Tabla N° 29 Protocolo de instalación de escalera y plataforma


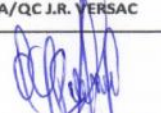

	PROTOCOLOS DE INSTALACION DE ESCALERA HELICOIDAL Y PLATAFORMA			Código:	VER-MEC-RE6-08
				Rev:	0
				Especialidad:	Mecanica
Proyecto :	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA	Sistema:	Tanque		
Cliente :	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION	Sub sistema:	Anillo de tanque		
Plano ref:	878 G 4848 - 158643 A	Elemento	Escalera y Plataforma		
Realizado por :		Ubicación	Casco		
REGISTRO N° : <u>004</u>		Fecha : <u>20-12-2016</u>			
Item	DESCRIPCION	SI	NO	NA	OBSERVACION
1	Instalacion de escalera helicoidal con baranda de seguridad según planos del proyecto	✓			
2	Instalacion de barandas y pasamanos según planos de proyecto	✓			
3	Instalacion de peldaños de la escalera	✓			
4	Instalacion de soportes y apoyos (patas de gallo)	✓			
5	Instalacion de escaleras (tipo gato) según planos del proyecto	✓			
6	Instalacion de plataforma superior para accesos a boquillas superiores	✓			
7	Se verifico la ubicación correcta de la escalera instalado al casco de tanque según planos, especificaciones tecnicas y procedimientos del proyecto	✓			
8	Se realizo pintado con GALVANOX de los agujeros y angulos cortados utilizados en la instalacion de la plataforma	✓			
9	Se realizo la limpieza del area respectiva despues de la instalacion de la escalera y plataforma	✓			
Observaciones:					
APROBADO POR :					
QA/QC J.R. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR GGSP	SUPERVISOR SPCC		
Firma: 	Firma: 	Firma:	Firma:		
Nombre: <u>Wilber de la Cruz P</u>	Nombre: <u>Edgardo Zalazno</u>	Nombre:	Nombre:		
Fecha: <u>20/12/16</u>	Fecha: <u>20/12/2016</u>	Fecha:	Fecha:		

Tabla N° 30 Protocolo de limpieza de tanque




 <p style="text-align: center;">REGISTRO DE LIMPIEZA DEL TANQUE</p>		Codigo:	VER-MEC-REG-12		
		Rev:	0		
		Especialidad:	Mecanica		
Proyecto :	REEMPLAZO DEL TANQUE N° 2 DE AGUA FRESCA	Sistema:	Tanque		
Ciente :	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION	Sub sistema:	casco de tanque		
Plano ref :		Elemento	Planchas		
Realizado por :		Ubicación	Casco, fondo y domo		
REGISTRO N° : <u>001</u>		Fecha : <u>26-12-2016</u>			
Item	DESCRIPCION	SI	NO	NA	OBSERVACION
1	Se realizó la limpieza del domo y accesorios del tanque (plataforma, escalera, regleta y bolla)	✓			
2	Se verifico la correcta limpieza del tanque con: (huaipe, agua raz)	✓			
3	Se realizo la limpieza de las planchas de fondo del tanque	✓			
4	Se verifico la limpieza de las planchas del interior de tanque	✓			
5	Se verifico la limpieza de las planchas del exterior de tanque	✓			
6	Se realizo la limpieza de restos de sikafles del tanque	✓			
7	Se realizo la correcta limpieza de bridas, niples, para su posterior instalacion al tanque	✓			
8	Se realizo la correcta limpieza de boquillas instaladas	✓			
9	se realizo la aplicación de sikaflex y curado en el fondo del tanque en los pernos renovados para colocacion de soportes	✓			
10	Se realizo la limpieza del area respectiva despues del montaje de tanque	✓			
Observaciones: <i>Ninguna, es conforme según los items descritos</i>					
APROBADO POR :					
QA/QC J.R. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR GGSP		SUPERVISOR SPCC	
Firma: 	Firma: 	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: <i>William de la Cruz</i>	Nombre: <i>Edgardo Zalazar</i>	Nombre:	Nombre:	Nombre:	Nombre:
Fecha: <i>26/12/16</i>	Fecha: <i>26/12/2016</i>	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

Tabla N° 31 Protocolo de asentamiento de tanque


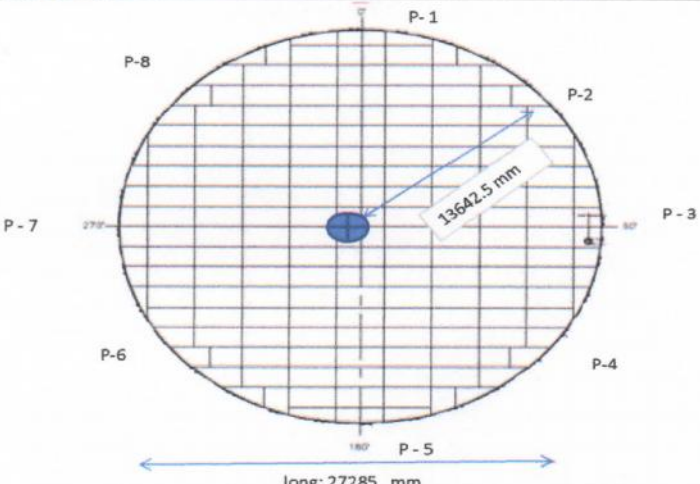
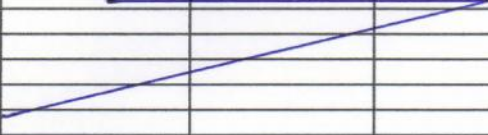

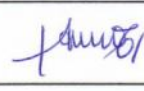
		REGISTRO DE ASENTAMIENTO DEL TANQUE			COD: VER-MEC-REG-13	
					REV: 0	
					VER.: 1	
PAG: 1 de 1		PROYECTO: MEJORAMIENTO REFORZAMIENTO DEL TANQUE N°2 DE AGUA FRESCA		FECHA: 09/01/2017		
CLIENTE: SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION		Realizado: E. MIRANDA		Montaje: <input type="checkbox"/> OTROS: <input type="checkbox"/>		
REGISTRO N° 001		INSTRUMENTO DE VERIFICACION				
EQUIPO: NIVEL AUTOMATICO		MARCA: LEYCA		FECHA DE CALIBRACION: 27/09/2016		
MODELO: NA 332		CONTROL: Asentamiento de tanque				
SE ADJUNTA PLANO						
						
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	NIVELACION TEORICO (metros)	NIVELACION REAL (metros)	DIFERENCIA (mm)	COMENTARIOS	
PUNTO A 0°	PUNTO 1	3197.053	3197.051	0.002		
PUNTO A 45°	PUNTO 2	3197.053	3197.052	0.001		
PUNTO A 90°	PUNTO 3	3197.053	3197.051	0.002		
PUNTO A 135°	PUNTO 4	3197.053	3197.05	0.003		
PUNTO A 180°	PUNTO 5	3197.053	3197.05	0.003		
PUNTO A 225°	PUNTO 6	3197.053	3197.051	0.002		
PUNTO A 270°	PUNTO 7	3197.053	3197.051	0.002		
PUNTO A 315°	PUNTO 8	3197.053	3197.05	0.003		
						
TOPOGRAFO: ENRIQUE MIRANDA L				FIRMA: 		
OBSERVACIONES						
QA/QC J.R. VERSAC		RESIDENTE DE OBRA VERSAC		SUPERVISOR GGSP		
SUPERVISOR SPCC		Firma: 		Firma:		
Nombre: William de la Cruz P		Nombre: Edgardo Zalavea		Nombre:		
Fecha: 09/01/17		Fecha: 09/01/17		Fecha:		

Tabla N° 32 Protocolo de verticalidad de tanque


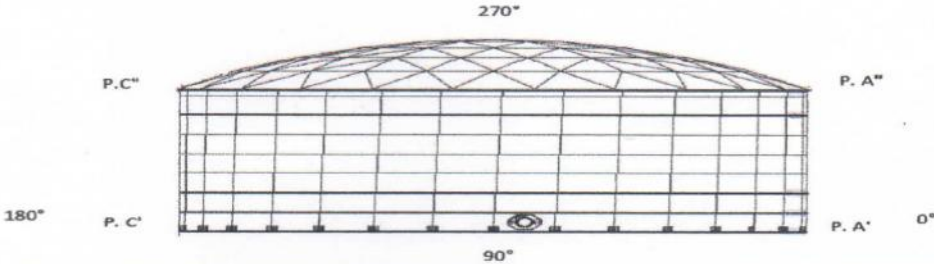
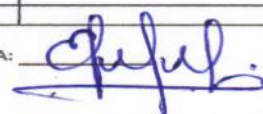

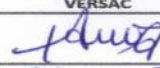



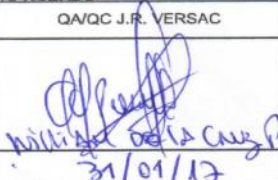
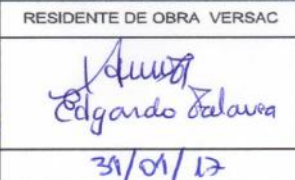
		REGISTRO DE VERTICALIDAD DE TANQUE		COD: VÉR-MEC-RE-14	
				REV: 0	
				VER.: 1	
				PAG: 1 de 1	
PROYECTO:	MEJORAMIENTO REFORZAMIENTO DEL TANQUE N°2 DE AGUA FRESCA			FECHA:	09/01/2017
CLIENTE:	SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION			Realizado	E. MIRANDA
Montaje: <input type="checkbox"/>		Otros: <input type="checkbox"/>			
REGISTRO N°	001				
INSTRUMENTO DE VERIFICACION					
EQUIPO:	ESTACION TOTAL		MARCA:	LEYCA	
MODELO:	TS 06		FECHA DE CALIBRACION:	27/09/2016	
CONTROL:	Verticalidad de tanque				
SE ADJUNTA PLANO					
					
UBICACIÓN	ANG VERTICAL	ANGULO TEORICO	ANGULO REAL	DIFERENCIA	COMENTARIOS
PUNTO A 0°	PUNTO A'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO A''	0°00'00"	0°00'03"	0°00'03"	
PUNTO A 20°	PUNTO B'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO B''	0°00'00"	0°00'01"	0°00'01"	
PUNTO A 40°	PUNTO C'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO C''	0°00'00"	0°00'02"	0°00'02"	
PUNTO A 60°	PUNTO D'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO D''	0°00'00"	0°00'01"	0°00'01"	
PUNTO A 80°	PUNTO E'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO E''	0°00'00"	0°00'02"	0°00'02"	
PUNTO A 90°	PUNTO F'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO F''	0°00'00"	0°00'01"	0°00'01"	
PUNTO A 100°	PUNTO G'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO G''	0°00'00"	0°00'02"	0°00'02"	
PUNTO A 120°	PUNTO H'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO H''	0°00'00"	0°00'01"	0°00'01"	
PUNTO A 140°	PUNTO I'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO I''	0°00'00"	0°00'03"	0°00'03"	
PUNTO A 160°	PUNTO J'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO J''	0°00'00"	0°00'01"	0°00'01"	
PUNTO A 180°	PUNTO K'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO K''	0°00'00"	0°00'02"	0°00'02"	
PUNTO A 200°	PUNTO L'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO L''	0°00'00"	0°00'01"	0°00'01"	
PUNTO A 220°	PUNTO M'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO M''	0°00'00"	0°00'02"	0°00'02"	
PUNTO A 240°	PUNTO N'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO N''	0°00'00"	0°00'01"	0°00'01"	
PUNTO A 260°	PUNTO O'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO O''	0°00'00"	0°00'02"	0°00'02"	
PUNTO A 270°	PUNTO P'	0°00'00"	0°00'00"	0°00'00"	
	PUNTO P''	0°00'00"	0°00'03"	0°00'03"	
TOPOGRAFO:	ENRIQUE MIRANDA L.			FIRMA:	
OBSERVACIONES					
INGENIERO QA/QC VERSAC		RESIDENTE DE OBRA VERSAC		SUPERVISOR GGSP	
INGENIERO DE PROYECTOS SPCC					
Firma:		Firma:		Firma:	
Nombre:	William de la Cruz	Nombre:	Edgardo Palacios	Nombre:	
Fecha:	09/01/17	Fecha:	09/01/17	Fecha:	

Tabla N° 33 Protocolo de llenado de tanque

	REGISTRO DE LLENADO DE TANQUE ALMACENAMIENTO		COD:	VER-ME-266-15				
			REV:	0				
			HOJA:	3 al 5				
			ESPECIALIDAD:	Mecánica				
DATOS GENERALES								
ELEMENTO: TANQUE N°02		CODIGO/LINEA:						
PLANO DE REFERENCIA: 2710-5-104_0		NORMA DE REFERENCIA: AWWA 103D-97						
DATOS DE PRUEBA		DATOS DE MEDICION						
Fluido de llenado:	AGUA <input checked="" type="checkbox"/> OTRO <input type="checkbox"/>	Volumen neto (m3)	5,764.00					
Caudal de prueba	SI <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>	Duracion (Dias)	5					
Fecha de inicio: 27/01/17	Fecha de termino: 31/01/17	Duracion (Horas)	120					
Datos del indicador de Caudal:		Caudal (m3/hr)	48.03					
Caudal de prueba	SI <input type="checkbox"/> N/A <input checked="" type="checkbox"/>	Q/A=v (m/hr)	0.082					
		V (cm/hr)	8.18					
ESQUEMA GENERALES								
								
RELACION DE ALTURA VS TIEMPO								
INICIO: HORA <u>15:52 Horas</u> ALTURA <u>0 m</u> FIN: HORA <u>12:00 Horas</u> ALTURA <u>7.46 m</u>	Periodo (hr)	Tiempo día de inspección (horas)	Altura Regleta (cm)	Altura nivel interior (cm)	N° vueltas Valvula Ingreso 30"	Variacion tiempo (hora) (A)	Variacion altura real (cm) (B)	Rapidez de ascenso (cm/hr) (C=B/A)
	53	21.00	466.00	451.00	3	1.00	5.00	5.00
	54	22.00	471.00	456.00	3.25	1.40	5.00	3.57
	55	23.00	476.00	461.00	2.75	1.00	5.00	5.00
	56	0.00	481.00	466.00	2.75	1.40	5.00	3.57
	57	1.00	486.00	471.00	2.75	1.40	5.00	3.57
	58	2.00	491.00	476.00	2.75	1.40	5.00	3.57
	59	3.00	496.00	481.00	2.75	1.40	5.00	3.57
	60	4.00	501.00	486.00	2.75	1.20	5.00	4.17
	61	5.00	506.00	491.00	2.875	1.00	5.00	5.00
	62	6.00	511.00	496.00	2.875	1.00	5.00	5.00
	63	7.00	516.00	501.00	2.875	1.00	5.00	5.00
	64	8.00	521.00	506.00	3.125	1.00	10.00	10.00
	65	9.00	531.00	516.00	3.125	1.00	10.00	10.00
	66	10.00	541.00	526.00	3.125	1.00	10.00	10.00
	67	11.00	551.00	536.00	3.125	1.00	10.00	10.00
	68	12.00	561.00	546.00	3.125	1.00	10.00	10.00
	69	13.00	571.00	556.00	3.125	1.00	10.00	10.00
	70	14.00	581.00	566.00	3.125	1.05	10.00	9.52
	71	15.00	591.00	576.00	3.125	1.00	10.00	10.00
	72	16.00	601.00	586.00	3.125	1.15	8.00	6.96
	73	17.00	609.00	594.00	2.875	1.32	8.00	6.06
	74	18.00	617.00	602.00	2.875	1.00	8.00	8.00
	75	19.00	625.00	610.00	2.938	1.00	8.00	8.00
	76	20.00	633.00	618.00	2.938	1.00	8.00	8.00
	77	21.00	641.00	626.00	2.938	1.00	8.00	8.00
	78	22.00	649.00	634.00	2.938	1.00	8.00	8.00
RESULTADO:								
OBSERVACIONES								
SE CONTINUA EL LLENADO DEL TANQUE EMPORNADO. SE UTILIZA CA GOS AL TERCER BIN (72 HORAS). SE ENCUENTRA A UNA ALTURA H=5.86mts								
APROBADO								
QA/QC J.R. VERSAC	RESIDENTE DE OBRA VERSAC	SUPERVISOR GGSP	SUPERVISOR SPCC					
								
31/01/17	31/01/17							