

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ENERGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA



**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE 7 TANQUES DE 585 M³ PARA
ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS DERIVADOS DE
HIDROCARBUROS EN LA EMPRESA PERUQUIMICOS S.A.C.”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

EDUARDO ALBERTO PINCO ROBLES

Callao, Julio de 2020


JOSE LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA
INGENIERO MECANICO
Reg. CIP N° 102726

PERÚ


Eduardo Pinco

DEDICATORIA:

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este periodo de estudio.

Índice General

Introducción	9
I. ASPECTOS GENERALES	10
1.1 Objetivos.....	10
1.1.1 Objetivo General.....	10
1.1.2 Objetivo Especifico	10
1.2 Organización de la empresa o institución	11
1.2.1 Empresa HIMSAC.....	11
1.2.2 Estructura orgánica.....	12
1.2.3 Actividades desarrolladas por la empresa	13
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	17
2.1 Marco Teórico	17
2.1.1 Antecedentes.....	17
2.1.1.1 Estudio de Riesgo	17
2.1.2 Bases Teóricas	20
2.1.2.1 Definición y clasificación de los líquidos	20
2.1.2.2 Sistemas de almacenamientos.....	21
2.1.2.3 Reglamentos, Normas y Códigos aplicables	26
2.1.2.4 Definiciones de términos básicos	27
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas	29
2.2.1 Descripción de la problemática	29
2.2.2 Formulación del problema	30
2.2.2.1 Problema general	30
2.2.2.2 Problemas específicos.....	30
2.2.3 Escenario o cede de estudio ubicación de la empresa.....	30
2.2.4 Sujeto del estudio.....	31
2.2.4.1 Información de la empresa	31
2.2.4.2 Características de los Productos Almacenados	32
2.2.5 Diseño y cálculos	34
2.2.5.1 Distribución de planta de tanques	34
2.2.5.2 Dimensiones	36
2.2.5.3 Producto almacenado	36
2.2.5.4 Datos de diseño.....	36

2.2.5.5	Materiales	36
2.2.5.6	Sismicidad y condiciones climáticas	37
2.2.5.7	Parámetros de diseño	38
2.2.5.8	Diseño de casco, techo y fondo de tanque	39
2.2.5.8.1	Determinación de la Normativa a utilizar	39
2.2.5.8.2	Cálculo del espesor del casco	40
2.2.5.8.3	Cálculo de rigidizadores intermedios	42
2.2.5.8.4	Cálculo de espesor de fondo	43
2.2.5.8.5	Cálculo de espesor de techo	44
2.2.5.8.6	Cálculo de anillos de compresión	45
2.2.5.8.7	Cálculo y selección de largueros	49
2.2.5.8.8	Análisis por viento	51
2.2.5.8.9	Análisis sísmico	56
2.2.5.8.10	Cálculo de la Soldadura	62
2.2.5.8.11	Cálculo De Pernos De Anclaje	77
2.2.5.8.12	Cálculo de cimentación de Tanque	79
2.2.6	Habilitado de Materiales	87
2.2.6.1	Corte De Planchas	87
2.2.6.2	Tolerancias	87
2.2.6.3	Rolado De Planchas	88
2.2.7	Montaje de Tanques	88
2.2.7.1	Montaje de fondo	88
2.2.7.2	Elementos para el montaje de planchas del casco	89
2.2.7.3	Montaje de planchas de casco	92
2.2.7.4	Montaje de planchas de techo	96
2.2.7.5	Montaje de accesorios	97
2.2.8	Preparación superficial	98
2.2.9	Aplicación de Pintura	99
2.2.10	Pruebas y registros de calidad	100
2.2.10.1	Prueba Neumática de plancha de refuerzo	100
2.2.10.2	Pruebas radiográficas	101
2.2.10.3	Pruebas de vacío	102
2.2.10.4	Prueba hidrostática	103
2.2.10.5	Asentamiento	104

2.2.10.6	Cubicación.....	104
2.2.11	Certificados de Calidad de Materiales.	106
2.2.11.1	Planchas	106
2.2.11.2	Electrodos.....	107
2.2.12	Evaluación Técnico Económica.	108
2.2.12.1	EDT	109
2.2.12.2	Cronograma de actividades.....	110
2.2.12.3	Control de avance de la construcción	111
2.2.12.4	Curva “S” de costos del proyecto.....	112
2.2.12.5	Presupuesto.....	113
2.2.12.6	Partidas de presupuesto.....	114
2.2.12.7	Detalle de presupuesto montaje.....	115
2.2.12.8	Detalle de presupuesto fabricación.....	116
2.2.12.9	Análisis de precio unitario (APU)	117
2.2.12.10	Gastos preliminares.....	118
2.2.12.11	Gastos Generales	118
2.2.12.12	Plantilla de metrado.....	119
2.2.12.13	Flujo de caja estimado inicial.....	120
2.2.12.14	Flujo de caja real ejecutado	121
2.2.12.15	Evaluación de Proyecto	122
2.2.12.15.1	Valor actual neto (VAN).....	122
2.2.12.15.2	Tasa interna de retorno (TIR)	123
2.2.12.15.3	Periodo de recuperación (Pay back).....	123
2.2.13	Seguridad	124
III.	APORTES REALIZADOS	126
IV.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	127
V.	RECOMENDACIONES	129
VI.	BIBLIOGRÁFICA	130
	ANEXOS	132
	Anexos 1 - EMS	133
	Anexos 2 – Seguro SCTR de trabajadores	134
	Anexos 3 - Plantilla de control de Avance Tanque	135
	Anexos 4 – Hojas técnicas de pintura	136
	Anexos 5 – Acta de Supervisión de OSINERGMIN	137

Índice de Figuras

Figura 1 Estructura orgánica de la empresa HIMSAC	12
Figura 2 Rombo de Seguridad	21
Figura 3 Figura de tanques	22
Figura 4 Ubicación de planta Peruquimico SAC	31
Figura 5 Demanda mensual de productos.....	33
Figura 6 Distribución de Tanques Antes (Izquierda) y después (Derecha)	35
Figura 7 Comparativo entre norma api 650 vs 620.....	39
Figura 8 Región de anillo de compresión	46
Figura 9 Detalles de construcción permisible para anillos de compresión.	48
Figura 10 Área de influencia del larguero.	50
Figura 11 Vista de vuelco para tanques no anclados.	53
Figura 12 Clasificación de la zona de aceros.	64
Figura 13 Curva TTT de acero de bajo contenido de carbono.....	68
Figura 14 Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS).....	74
Figura 15 Registro de calificación de procedimiento de soldadura (PQR)	75
Figura 16 Registro de calificación de Soldador (WPQ).....	76
Figura 17 Anillo de cimentación.....	81
Figura 18 Zapata de cimentación.	83
Figura 19 Montaje de planchas de fondo.....	89
Figura 20 Esquema isométrico del sistema de izaje para planchas de casco.....	90
Figura 21 Montaje de andamios en el perímetro del tanque.....	90
Figura 22 Detalle de plataformas y ménsulas en interior de tanque.	91
Figura 23 Detalle de línea de vida.	92
Figura 24 Amarre de cacle acerado.	92
Figura 25 Camión Hiab cargando planchas.....	93
Figura 26 Planchas de anillo superior.....	93
Figura 27 Izaje de anillo superior mediante gastas hidráulicas.	94
Figura 28 Anillo superior suspendido por gastas hidráulicas.	95
Figura 29 Apuntalamiento de planchas guía.....	95
Figura 30 Soldadura de juntas horizontales y verticales de anillos.....	96
Figura 31 Soldadura de juntas horizontales y verticales en techo.	97
Figura 32 Detalle del proceso de soldadura en Manhole de casco.....	98

Figura 33 Formato de protocolo para inspección de planchas de refuerzo.....	100
Figura 34 Formato de protocolo para inspección radiográfica.	101
Figura 35 Formato de protocolo para inspección de la prueba neumática de vacío...	102
Figura 36 Formato de protocolo para inspección de la prueba Hidrostatica	103
Figura 37 Ratio de llenado de agua.....	104
Figura 38 Tabla de Cubicación.....	105
Figura 39 Certificado de calidad de las planchas ASTM A36	106
Figura 40 Certificado de calidad de los electrodos	107
Figura 41 Plantilla de control de avance del montaje de tanque.....	111
Figura 42 Formato de documento “Análisis de trabajo seguro”.....	124
Figura 43 Formato de documento “Autorización de trabajo”.	125

Índice de Tablas

Tabla 1 Categorías de riesgos	17
Tabla 2 Coordenadas UTM de planta.....	31
Tabla 3 Productos almacenados.	32
Tabla 4 Demanda mensual de productos.	33
Tabla 5 Despacio mínimo entre tanques.	35
Tabla 6 Parámetros de diseño.	38
Tabla 7 Pesos de la porción de tanque con contenido.	41
Tabla 8 Presiones parciales totales por anillo.....	41
Tabla 9 Espesores parciales por anillo.	42
Tabla 10 Altura transformada de anillos.	43
Tabla 11 Espesor mínimo de fondo según diámetro de tanque.....	44
Tabla 12 Espesor mínimo de techo según diámetro de tanque.	45
Tabla 13 Factor para hallar valor de (k).....	47
Tabla 14 Perfil de ángulos (L).	48
Tabla 15 Perfiles de canal (c).....	51
Tabla 16 Datos de diseño.....	56
Tabla 17 Coeficiente de aceleración espectral para periodos cortos.	57
Tabla 18 Coeficiente de aceleración espectral para periodos de 1 seg.	58
Tabla 19 Factores de modificación de respuesta para método ASD.	60
Tabla 20 Temperatura de precalentamiento.	66
Tabla 21 Eficiencia de proceso de soldadura.	67
Tabla 22 Coeficiente de aceleración.	77
Tabla 23 Área de acero de refuerzo.	86
Tabla 24 Tolerancia de armado de planchas.....	87
Tabla 25 Diámetro necesario para rolar planchas de casco.	88
Tabla 26 Puntos de inspección de preparación de superficie.	98
Tabla 27 Sistema de pintura.....	99
Tabla 28 Puntos de inspección de aplicación de pintura.	99
Tabla 29 Periodo de recuperación.....	123
Tabla 30 Mínima recomendación para un programa de mantenimiento.	129

Introducción

En nuestro país se tiene un incremento del consumo de productos derivados de hidrocarburos (OPDH), para lo cual algunas empresas ven necesario aumentar la capacidad de su almacenamiento.

En la planta PERUQUIMICOS S.A.C., las operaciones principales son las de recepcionar, almacenar, y despachar OPDH para su distribución a diversas empresas, viendo este creciente mercado la empresa vio la necesidad de realizar la ampliación de su capacidad de almacenamiento para abastecer esta creciente demanda.

El presente trabajo consistió en el diseño, fabricación y montaje de tanques para almacenar OPDH en la empresa PERUQUIMICOS S.A.C.

Por lo que se reunió fórmulas, datos técnicos, especificaciones técnicas, procedimientos, métodos de diseño y fabricación necesarios para la construcción de 7 tanques de almacenamiento.

En el presente trabajo se mostrará el uso de la información recolectada para diseñar los tanques, se utilizará estándares internacionales (API, AWS), normas peruanas (NTP). Seguidamente en el trabajo se detallará la etapa constructiva en donde se mostrará los pasos para la fabricación y montaje de fondo, casco y techo de los tanques, así como la importancia del proceso de soldadura y para finalizar se mostrará los índices de costos y tiempos involucrados en la construcción de los tanques.

I. ASPECTOS GENERALES

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Diseñar y construir 07 tanques para almacenar productos derivados de Hidrocarburos (OPDH) y así aumentar la capacidad de almacenamiento en las instalaciones de la empresa PERUQUIMICOS S.A.C.

1.1.2 Objetivo Especifico

1. Diseñar los tanques de almacenamiento utilizando la norma API 620.
2. Construir los tanques de almacenamiento utilizando técnicas y prácticas recomendadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones del sector de construcción.
3. Realizar la evaluación técnico-económica previa a la construcción de los tanques determinar la viabilidad y utilidad.

1.2 Organización de la empresa o institución

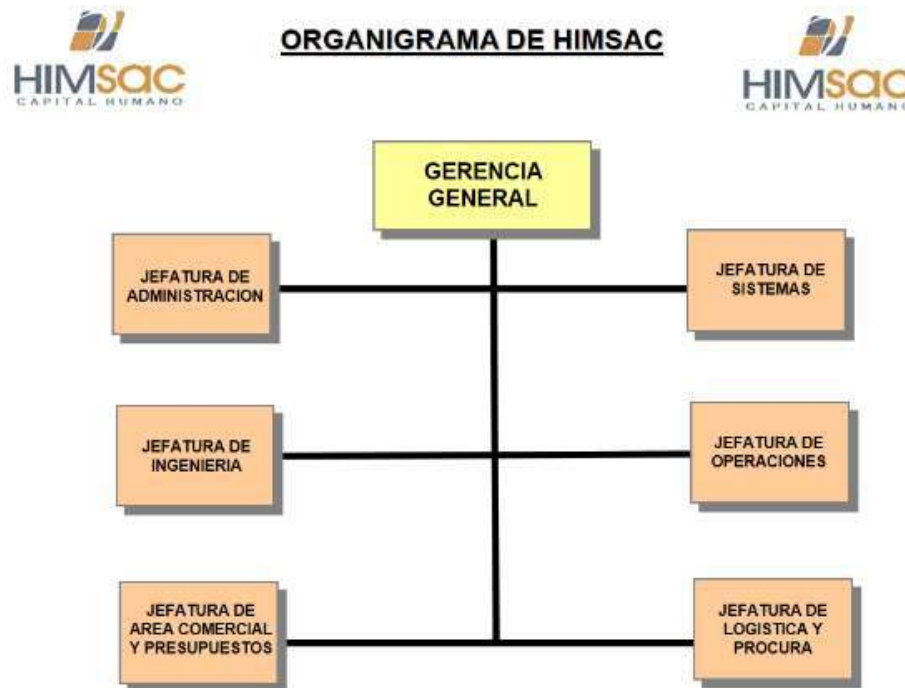
1.2.1 Empresa HIMSAC.

HIMSAC brinda soluciones a la problemática industrial en general, ofreciendo servicios de ingeniería a los sectores de Hidrocarburos, Química, Minería e Industria en general en sus diferentes etapas, previendo soluciones creativas y procurando satisfacer plenamente las expectativas de nuestros Cliente.

Esta para atender las necesidades de asesoría, consultoría y servicios relacionados al desarrollo de proyectos de Ingeniería, Seguridad, Análisis de Riesgos, Salud Ocupacional y Medio Ambiente; caracterizándonos por aplicar en cada uno de nuestros proyectos la optimización de recursos, manteniendo siempre los niveles de exigencia en términos de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente.

1.2.2 Estructura orgánica

Figura 1
Estructura orgánica de la empresa HIMSAC



Nota. Tomado de Empresa HIMSAC

1.2.3 Actividades desarrolladas por la empresa

CLIENTE	NOMBRE DEL PROYECTO	ALCANCE
 Cerro Verde	Almacenes de Nitrato de Amonio y Planta Orica	Desarrollo de un Análisis de Riesgos a los nuevos Almacenes de Nitrato de Amonio y Planta de Agentes de Voladura ubicados en el yacimiento minero Cerro Verde.
	Grifos II, III, Grifo Liviano y Ducto de Transporte	Desarrollo de tres Análisis de Riesgos a Consumidores Directos de Diesel B5 y Gasohol 90 ubicados en el yacimiento minero Cerro Verde.
 Cía. Minera Argentum S.A.	Facilidades de Abastecimiento de Diesel 2 – Proyecto Morococha	Desarrollo de un Análisis de Riesgos a un Consumidor Directo de Diesel B5 del proyecto Morococha.
	Ampliación de Planta Concentradora – Catalina Huanca	Desarrollo de un Análisis de Riesgos a las instalaciones que conforman la Ampliación de la Planta Concentradora Catalina Huanca.
 BISA BUENAVENTURA INGENIEROS S.A. <small>CERTIFICACIÓN ISO 9001</small>	Expediente Técnico para la autorización de Operación del Ampliación de la Casa de Fuerza - DREM	Desarrollo de un Análisis de Riesgos, ingeniería Básica y de Detalle del Sistema Contra Incendios de las instalaciones que conforman la ampliación de la Casa de Fuerza – CORIPUNO SAC.
	Planta de Producción de Planchas de Yeso Cartón – Soluciones Constructivas Volcan S.A.	Desarrollo de un Análisis de Riesgos, ingeniería Básica y de Detalle del Sistema Contra Incendios de la Planta de Yeso Cartón – VOLCAN.
 GMI	Expansión Planta Concentradora Catalina Huanca a 2500 TMSD	Desarrollo de la Ingeniería Básica del Sistema de Agua Contra Incendios de las instalaciones que conforman la Expansión de la Planta Concentradora Catalina Huanca.
	Facilidades de Abastecimiento de Diesel 2 – Proyecto Pucamarca MINSUR	Desarrollo de un Análisis de Riesgos a un Consumidor Directo de Diesel 2 del proyecto Pucamarca – MINSUR.



Consumidor Directo de Combustibles Líquidos - Consorcio Marcona

Desarrollo de un Análisis de Riesgos a un Consumidor Directo de Diesel 2 del Consorcio Marcona – Minas 16 y 18 SHOUGANG HIERRO PERU.

Ampliación de Planta de Abastecimiento de OPDH

Ingeniería Básica y de Detalle del Proyecto de Ampliación de la Planta de Abastecimiento.



Estudio de Riesgos y Plan de Contingencias de la Planta de Abastecimiento de OPDH

Desarrollo de un Análisis de Riesgos y Plan de Contingencias a la Planta de Abastecimiento de OPDH.

Ductos de transporte de Crudo del Lote II

Desarrollo de un Análisis de Riesgos a los Ductos de Transporte del Lote II.



Estación de Compresión 321 – Lote II PETROMONT

Desarrollo de un Análisis de Riesgos a la Estación de Compresión 321 – Lote II / PETROMONT.

Estudio de Riesgos HAZOP para el Sistema de Transferencia de Crudo de Refinería Talara a Patio de Tanques Tablazo - PETROPERU

Desarrollo de un Análisis de Riesgos HAZOP para el Sistema de Transferencia de Crudo de Refinería Talara a Patio de Tanques Tablazo – PETROPERU.



Reubicación de los Tanques NL-44 y NL-45 - PETROPERU

Desarrollo de un Análisis de Riesgos y Plan de Contingencias para la Reubicación de los Tanques NL-44 y NL-45 – PETROPERU.

Consumidor Directo de Combustibles Líquidos de la Planta Tambo de Mora – Compañía Pesquera del pacifico Centro S.A.

Desarrollo de un Análisis de Riesgos y Plan de Contingencias para el Consumidor Directo de Combustibles Líquidos de la Planta Tambo de Mora – Compañía Pesquera del pacifico Centro S.A.

	<p>Estudio de Riesgos y Plan de Contingencias de la Planta de Abastecimiento de Combustibles Líquidos y OPDH</p>	<p>Desarrollo de un Análisis de Riesgos y Plan de Contingencias para la Planta de Abastecimiento de Combustibles Líquidos y OPDH.</p>
	<p>Sistema de Abastecimiento de Combustible de Aviación – Aeródromo de Nasca</p>	<p>Ingeniería Básica y de Detalle del Sistema de Abastecimiento de Combustible de Aviación – Aeródromo de Nasca.</p>
	<p>Sistema de Abastecimiento de Combustible de Aviación – Aeródromo de Nasca</p>	<p>Desarrollo de un Análisis de Riesgos y Plan de Contingencias para la Planta de Abastecimiento de Combustibles Líquidos y OPDH.</p>
	<p>Ampliación de Planta de Abastecimiento de Combustibles Líquidos y OPDH</p>	<p>Ingeniería Básica y de Detalle de un Sistema Contra Incendios para los Tanques 6,7,8,9 y 10 de la Planta de Abastecimiento de Combustibles Líquidos y OPDH.</p>
	<p>Ampliación de Planta de Abastecimiento de Combustibles Líquidos y OPDH</p>	<p>Ingeniería Básica y de Detalle de un Sistema Contra Incendios para los Tanques 6,7,8,9 y 10 de la Planta de Abastecimiento de Combustibles Líquidos y OPDH.</p>
	<p>Ampliación de Planta de producción de envases Múltiples</p>	<p>Ingeniería Básica y de Detalle de un Sistema Contra Incendios para la Planta de producción de envases múltiples.</p>
	<p>Ampliación de Planta de producción de envases Múltiples</p>	<p>Ingeniería Básica y de Detalle de un Sistema de recepción, almacenamiento y despacho de Solventes.</p>
	<p>Instalación de un Sistema de Abastecimiento de Turbo Jet A1 para helicópteros en Nasca</p>	<p>Ingeniería Básica y de Detalle del Proyecto de Instalación de un Sistema de Abastecimiento de Turbo Jet A1 para helicópteros en Nasca.</p>
	<p>Instalación de Consumidor Directo Móvil de Combustible de Aviación</p>	<p>Expediente Técnico y de Consumidor Directo Móvil de Combustible de Aviación en diferentes puntos del país.</p>

Consumidor Directo de Combustibles Líquidos – Planta Puente Piedra

Ingeniería Básica del Proyecto de Instalación de un Consumidor Directo de Combustibles Líquidos – Planta Puente Piedra.



Consumidor Directo de Combustibles Líquidos –Planta Santa Clara

Ingeniería Básica del Proyecto de Instalación de un Consumidor Directo de Combustibles Líquidos – Planta Santa Clara.

Consumidor Directo de OPDH –Planta PEGAFAN

Estudio de Riesgos y Plan de Contingencias para las Instalaciones de Consumidor Directo de Solvente 1 de la Planta PEGAFAN.



Consumidor Directo de OPDH –Planta PEGAFAN

Ingeniería Básica del Proyecto de Instalación de un Consumidor Directo de OPDH – Planta PEGAFAN.

Consumidor Directo de Combustibles Líquidos

Estudio de Riesgos y Plan de Contingencias para las facilidades de Abastecimiento de Diesel 2 del Terminal de Transporte Victoria.



Consumidor Directo de Combustibles Líquidos

Ingeniería Básica del Proyecto de Instalación de un Consumidor Directo de Combustibles Líquidos – Terminal de Transporte Victoria.



Estudio de Radiación Térmica y Cálculo de agua contra incendio – Ampliación de Terminal Mollendo – Consorcio Terminales

Estudio de Radiación térmica y Cálculo de agua contra incendio a los tanques de almacenamiento del Proyecto de Ampliación del Terminal Mollendo – Consorcio Terminales.



Distribuidor Minorista de Combustibles Líquidos

Elaboración de Expediente técnico y gestión de permisos para Consumidor Directo de Combustibles Líquidos.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL




2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes

2.1.1.1 Estudio de riesgo

El objetivo del estudio de riesgo fue identificar todos los posibles escenarios de riesgos, teniendo en cuenta los parámetros de exposición de fugas de producto e incendios en las instalaciones de la Planta de Abastecimiento PERUQUIMICOS, existentes durante el desarrollo de las operaciones de recepción, almacenamiento, trasvase y despacho de OPDH y Productos Químicos, se determinó los niveles de riesgos para cada de uno de los riesgos identificados como se aprecia en la Tabla 1, se priorizo el riesgo mayor, se defino las medidas necesarias para prevenirlos o minimizarlos, además de dimensionar y determinar los requerimientos mínimos de protección contra incendio que garanticen una respuesta oportuna y adecuada para situaciones de emergencia.

Tabla 1
Categorías de riesgos

Color	ID	Categoría
	A	Riesgo Inaceptable
	B	Riesgo ALARP
	C	Riesgo Aceptable

Nota. Riesgo ALARP: Tan bajo como sea razonablemente posible, riesgo aceptable con controles. Tomada de HIMSAC

Matriz de riesgos

Pregunta	Respuesta	Riesgo	Consecuencia	S	O	R	Salvaguarda	Recomendación
				E	C	P		
				V	U	V		
Qué pasa si ocurre una fisura/Rotura del tanque por corrosión Externa/Interna o Falla de equipo	-Fuga de Producto	Riesgo de derrame del producto almacenado	Derrame de producto sin ignición	2	2	C	Inspecciones de Mantenimiento	Implantar Programa de Mantenimiento Preventivo a tanques
Qué pasa si ocurre una fisura/Rotura del tanque por corrosión Externa/Interna o Falla de equipo	-Fuga de Producto	Riesgo de derrame del producto almacenado	Derrame de producto sin ignición	2	2	C	Equipos de contención anti derrames	Adquirir equipos de contención anti derrames
Qué pasa si ocurre una fisura/Rotura del tanque por corrosión Externa/Interna o Falla de equipo	-Fuga de Producto	Riesgo de derrame del producto almacenado	Incendio de charco no confinado	4	2	B	Protección contra incendio	Implementar extintores portátiles, equipos de aplicación de espuma móvil, Protección y Capacitación en Lucha Contra Incendio
Qué pasa si ocurre una fisura/Rotura del tanque por corrosión Externa/Interna o Falla de equipo	-Fuga de Producto	Riesgo de derrame del producto almacenado	Incendio de charco no confinado	4	2	B	Sistema de detección y alerta temprana	Instalar sistema de detección y alerta temprana
Qué pasa si se realizan trabajos en caliente con presencia de Líquidos Inflamables.	-Ignición de vapores de OPDH	Riesgo de Incendio de Tanque	Incendio de Tanque	5	2	A	Protección contra Incendio	Protección y Capacitación en Lucha Contra Incendio

Qué pasa si se realizan trabajos en caliente con presencia de Líquidos Inflamables.	-Ignición de vapores de OPDH	Riesgo de Incendio de Tanque	Incendio de Tanque	5	2	A	Sistema de detección y alerta temprana	Instalar sistema de detección y alerta temprana
Qué pasa si se realizan trabajos en caliente con presencia de Líquidos Inflamables.	-Ignición de vapores de OPDH	Riesgo de Incendio de Tanque	Incendio de Tanque	5	2	A	Procedimiento de Trabajos en caliente	Implementar Procedimiento de trabajos en caliente
Qué pasa si se realizan trabajos en caliente con presencia de Líquidos Inflamables.	-Ignición de vapores de OPDH	Riesgo de Incendio de Tanque	Incendio de Tanque	5	2	A	Detector de gases portátil	Adquirir detector de gases portátil
Qué pasa si un tanque con producto se encuentra expuesto a un incendio	Ignición de vapores de OPDH	Riesgo de Incendio de Tanque	Incendio de Tanque	5	2	A	Protección contra incendios	Protección y Capacitación en Lucha Contra Incendio
Qué pasa si un tanque con producto se encuentra expuesto a un incendio	Ignición de vapores de OPDH	Riesgo de Incendio de Tanque	Incendio de Tanque	5	2	A	Sistema de Detección y alerta temprana	Instalar sistema de detección y alerta temprana
Qué pasa si un tanque con producto se encuentra expuesto a un incendio	Ignición de vapores de OPDH	Riesgo de Incendio de Tanque	Incendio de Tanque	5	2	A	Medio Arrestaflamas	Implementar medio arrestaflama en venteo de tanques
Qué pasa si un tanque con producto se encuentra expuesto a un incendio	Ignición de vapores de OPDH	Riesgo de Incendio de Tanque	Incendio de Tanque	5	2	A	Venteo de Emergencia	Instalar Venteo de emergencia en Tanques
Qué pasa si ocurre un Terremoto, Derrumbe o Deslizamiento	Desplazamiento de Tanque	Riesgo de Daños mecánicos al tanque o tuberías conexas	Fugas o Derrames	4	2	B	Pernos de anclaje	Anclar los tanques
Qué pasa si ocurre un Terremoto, Derrumbe o Deslizamiento	Desplazamiento de Tanque	Riesgo de Daños mecánicos al tanque o tuberías conexas	Fugas o Derrames	4	2	B	Dique estanco	Construir diques estancos

2.1.2 Bases Teóricas

2.1.2.1.1 Definición y clasificación de los líquidos

Líquido Inflamable. –

Dentro de los líquidos que se encuentran en punto de inflamación son menores a un 37.8°C. Por lo tanto podemos mencionar las clases de cada una de ellas como son: Clase I: Este líquido muestra una inflamación que está debajo de 37°C y a su vez presenta una presión de vapor llamada Reid que no puede superar a los 40 PSIA a los 37.8°C. Clase IA: Por lo cual está presente para los líquidos que presentan un punto de inflamación menor al de 22,8°C y su punto de ebullición es menor al 37,8°C. Clase IB: Se muestra con respecto a un punto de inflamación menor al 22,8°C y el punto de ebullición será igual al 37,8°C o mayor según el ASTM D 323. Clase IC: Estará presente en cualquier líquido con punto de inflamación mayor al 22,8°C pero a su vez menor de 37,8°C. ([NFPA], 2008, p.30-25).

Líquido Combustible. –

Dentro de los líquidos combustibles presentan una inflamación momentánea que no puede sobrepasar los 100°F a su vez se puede considerar que su punto de inflamación no puede ser mayor a los 37,8°C. Los dos grandes grupos son clasificados de la siguiente manera. Líquido Clase II: Se encuentra superior a los 37,7°C por lo que su punto inferior está a 60°C. Clase III: básicamente ubicado en los 60°C. Clase IIIA: Superara los 140°F pero a su vez será inferior a 200°F que es básicamente los 93°C. Clase IIIB: Superior a los 93°C. ([NFPA], 2008, p.30-28).

Figura 2
Rombo de Seguridad



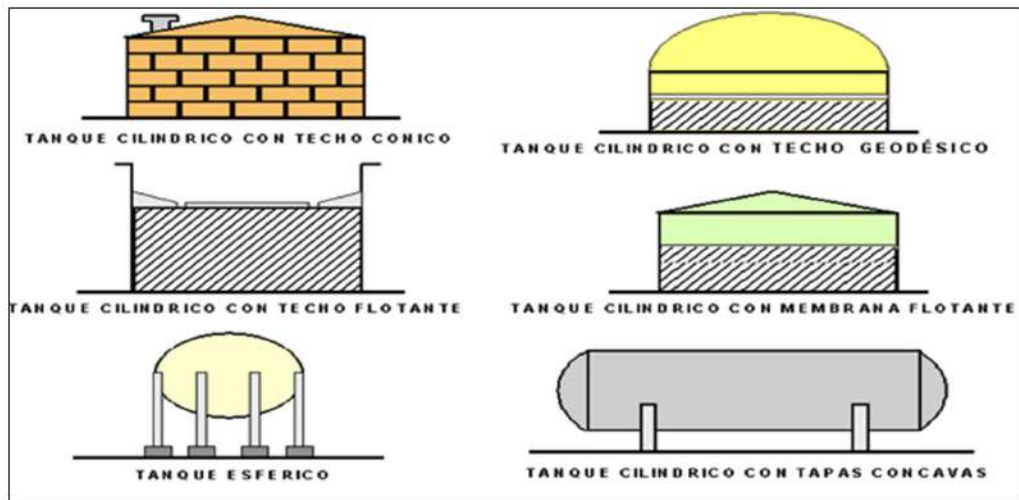
Nota. Tomado de Naciones Unidas (ONU)

2.1.2.2 Sistemas de almacenamientos

Basado en el Decreto Supremo podemos indicar que dentro de los sistemas de almacenamiento podemos definir y clasificarlos de dos formas, Los sistemas no convencionales y los sistemas convencionales. A los sistemas “convencionales” consistirá particularmente en los tanques que son superficiales por la cual encontramos a los tanques enterrados son por la mayoría utilizados dentro de su almacenamiento en productos pequeños el techo y parte lateral de este tanque se encuentra en contacto con la atmosfera, también podríamos subclasificarlos en tanques atmosféricos, tanques refrigerados y tanques térmicos. Los tanques enterrados son aquellos que se logran cubrir con su material un material sólido y a su vez pueden ser expuestos a grandes presiones que son medianamente ocasionadas por un empuje o el material que los rodea. El almacenamiento no convencional es todo sistema que no se logra encontrar en su reglamento. Requiriéndose de especiales consideraciones en su proyecto como podremos demostrar posteriormente. ([D.S], 2015, p.6).

- a) Almacenamiento en pozas abiertas
- b) Almacenamiento flotante
- c) Almacenamiento en cavernas
- d) Almacenamiento en tanques de concreto pretensado
- e) Almacenamiento en plataformas marinas.

Figura 3
Figura de tanques



Nota. Tomado de <http://estanquesycaptacioncacosta.blogspot.com/>

Por consiguiente los tanques atmosféricos presentan una presión igual al lugar donde se encuentran, siempre presentan una naturaleza distinta dentro de sus líquidos. Por lo cual algunos necesitan tener requerimientos específicos para que su material no logre descomponer. También son usados para presentar una presión de vapor que es de 0.914 kg/cm al nivel del mar, presenta por cada 300m una elevación que llega a su máxima presión del vapor reducida a su vez en 0.035 kg/cm. ([D.S], 2015, p.7).

Los principales tipos de tanques atmosféricos son de techo flotante y de techo fijo.

A) Por consiguiente los tanques atmosféricos llamados también de techo flotante se puede presenciar que logran flotar con respecto a la superficie líquida. Mostrando su eliminación con respecto al espacio de vapores, dentro de los principales techos flotantes podemos indicar: techos de cubierta simple con pontones, flotantes internos, cubierta doble con pontones, rígidos. Por la cual se mencionara donde será utilizados:

- Almacenamiento de líquidos con Presión de Vapor Reid mayor a 0.281 Kg/cm² abs (4 psia).
- Cuando el líquido es almacenado a temperaturas cercanas en 8.3 oC (15 oF) a su punto de inflamación o a temperaturas mayores.
- En tanques cuyo diámetro excede los 45.0 metros y sean destinados a almacenar líquidos de bajo punto de inflamación.
- Almacenamiento de líquidos con alta presión de vapor que son sensitivos a degradación por oxígeno.

B) Los tanques atmosféricos de techo fijo son empleados principalmente para el almacenamiento de productos de gran número. Generalmente se representan en fluidos que muestran no volatilidad y sus temperaturas son basadas en Temperatura ambiente. Por lo cual podemos concretar que son las más utilizadas e tanques de techo fijo. Presentan también techos auto soportados o en columnas, sus configuraciones pueden tener las siguientes formas domo, cono. Este tanque se puede visualizar operando en un espacio para los vapores

de ese modo se puede distinguir su variación con respecto a sus líquidos. Al ser ventilado el techo podemos presenciar la emisión de sus vapores dentro de su interior que es aproximado a la presión atmosférica pero produce las pérdidas de la respiración, también son usados para almacén de líquidos en la cual los techos flotantes del tanque no son exigidos. ([D.S], 2015, p.8).

Los tanques a presión son utilizados para líquidos con presión de vapor mayor o igual a 0.914 Kg/cm² abs (13 psia) a nivel del mar, los principales tipos de tanques a presión son recipientes cilíndricos y esferas

- a) Los recipientes cilíndricos son diseñados de acero. Son utilizados para almacenar cualquier tipo de gas licuado, dentro de su temperatura y presión requerida, el montaje ya sea en posición horizontal se realiza sobre varios apoyos. Por lo cual si es tomado de una posición vertical se realizara sobre un fuste, también podemos considerar que los almacenamientos económicos son de dimensionales que llegan a 4.50m de su diámetro, y sus capacidades de agua pueden alcanzar los 800 m³

- b) Podemos ver que las esferas también son otra forma de poder almacenar líquidos que se encuentren similares por la cual consistirá en tomar un recipiente de forma esférica ya sea formado por paredes gruesas de acero. Presentadas a su vez por columnas. La capacidad de agua que presentan es de 800 m³.

Los tanques de almacenamiento se encuentran refrigerados por la cual llegan a ser utilizados para poder almacenar gases licuados, sus rasgos son distintos de metano a butano. Se encuentran en un punto de ebullición que esta desde 167,7°C hasta los -1,1°C. Por la cual los principales tipos en la que especifica a los tanques refrigerados consisten en presentar recipientes ya sea de presión, esféricos o tanques cilíndricos verticales.

- a) Dentro de los recipientes de presión que son refrigerados son utilizados para lograr un almacenamiento de gases ya sea en alta presión como ejemplo GLN u otros gases llamados criogénicos por la cual su almacenamiento a distinta presión o temperatura ambiente no alcanzan a ser factibles. Los límites de estos recipientes es de 4.5m respectivamente a su diámetro.
- b) Las esferas a presión refrigeradas se utilizan para almacenar volúmenes intermedios de líquidos.
- c) Podemos indicar que un tanque de forma cilíndrica vertical que se encuentra refrigerado es una de las formas más utilizadas para poder almacenar volúmenes grandes de líquidos refrigerados. Podemos presentar paredes simples y también dobles, se logra presenciar que el tanque de pared simple tienden a tener cierta similar a los tanques atmosféricos. Con excepción que tiende a tener un fondo plano su cara exterior de este cilindro presenta un aislamiento térmico y su techo se puede percibir que tiene la forma de domo o sombrilla. Se logra realizar operaciones en base a presiones ligeros que sobrepasan atmosféricas en base a 0.105 kg/cm². Con respecto a los tanques de pared doble son

similares u parecidos a los tanques atmosféricos. Si embargo el cilindro compuesto esta presentado por paredes concéntricas mediante un material aislante que es ocupado por un espacio anular. En la cual se encuentra una presión ligera positiva a través de su uso de gas inerte o vapores de hidrocarburo almacenados. Por la cual se debe tener la seguridad de que nos garantice que no se formaran dichas mezclas. ([D.S], 2015, p.9).

- d) Tanques térmicos son instalaciones para mantener una adecuada temperatura que permita el flujo de líquidos de alta viscosidad. Se recomienda que los líquidos sean mantenidos a una temperatura mayor en 8.3°C a la de su punto de escurrimiento o que la viscosidad cinemática sea mayor a 300 cSt.

Si mencionamos a los tanques enterrados podemos indicar que son utilizados en los requerimientos de almacenamiento o por su producto relativo basado en tamaños pequeños. Sin embargo si excede aproximadamente en los 57m³ por producto. Su almacenamiento en el tanque será el más adecuado.

2.1.2.3 Reglamentos, Normas y Códigos aplicables

En muchos países incluido Perú, el diseño y fabricación de tanques de almacenamiento, se basa en la publicación que realiza el “Instituto Americano de Petróleo” al que se ellos denominan “ESTÁNDAR A.P.I.” para tanques de almacenamiento sometidos a presiones internas hasta 1kg/cm² (14Lb/pulg²) usaremos el estándar A.P.I. 620.

Este estándar cubre los tanques en el que el producto a almacenar son fluidos líquidos y son construidos de acero y el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc. y una temperatura de operación mínima de (-198°C) así como no mayor de (121°C) y no usados para servicios de refrigeración.

También es necesario dictar las normas utilizadas en Perú y que garanticen un procedimiento adecuado, eficaz y oportuno que permita que las actividades de almacenamiento de hidrocarburos se lleven a cabo dentro de un marco de seguridad para el trabajador y se brinde un buen servicio al usuario; en nuestro país tenemos D.S.052-93-EM (Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos) D.S.043-2007-EM (Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos)

2.1.2.4 Definiciones de términos básicos

Recipiente. - Deposito cerrado que aloja un fluido a una presión manométrica diferente a la atmosférica, ya sea positiva o negativa.

Tanque. - Deposito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presiones internas relativamente bajas.

Capacidad. - Volumen total del tanque.

Presión de diseño. - Es la presión manométrica considerada para efectuar los cálculos.

Presión de operación. - Presión manométrica la cual estará sometido el tanque en condiciones normales de trabajo.

Presión de prueba. - Valor de la presión manométrica que sirva para realizar la prueba hidrostática o neumática.

Carga Muerta. - La fuerza debido a peso propio de los elementos a considerar.

Carga Viva. - La fuerza ejercida por cuerpos externos, tales como: nieve, lluvia, viento, personas y/u objetos en tránsito, etc.

Corrosión. - Desgaste no deseado, originado por la reacción química entre el fluido contenido y/o procesado y el material de construcción del equipo en contacto con el mismo.

Punto de inflamación. -Mínima temperatura del líquido en la cual se produce suficiente vapor para formar una mezcla inflamable con el aire cerca de la superficie del líquido o dentro del recipiente cerrado.

Punto de ebullición. -Temperatura en la cual la presión de vapor de un líquido iguala la presión atmosférica circundante.

Estándar. - Sugerencia para la fabricación y diseño, originada por la experiencia

Norma. - Es un documento que ha sido desarrollado y establecido dentro de los principios de consenso de una organización y que cumple los requisitos de los procedimientos y regulaciones de dicha organización

API (American Petroleum Institute). - Instituto Americano del Petróleo.

AWS (American Welding Society). - Sociedad americana de soldadura.

RNE. - Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1 Descripción de la problemática

La operación de recepción se realizaba desde camiones cisternas que traen los productos a la Planta, y la transferencia de estos productos se hacía de los tanques primarios de almacenamiento existentes por medio de electrobombas centrífugas y sistemas de tuberías, luego los líquidos almacenados en los tanques atmosféricos existentes eran trasvasados a cilindros metálicos de 55 galones mediante una operación semiautomática que utilizaba un sistema de bombeo, líneas y válvulas debido a que estos tanques existentes no contaban con la capacidad suficiente para seguir almacenando más producto. Una vez cargados, los cilindros eran trasladados hacia un almacén de cilindros mediante unidades montacargas.

Las operaciones de despacho se realizaban con la ayuda de montacargas y parihuelas, los mismos que conducen los cilindros en grupos de cuatro (04), hasta los vehículos de carga del cliente sin embargo cuando las unidades a despachar son mayores se utilizaba las electrobombas centrífugas existentes haciendo que la capacidad del tanque existente disminuya, pero no lo suficiente como para volver a ser cargado por el producto.

2.2.2 Formulación del problema

2.2.2.1 Problema general

- Como realizar el diseño y determinar la distribución de planta para la cantidad de recipientes que se necesitan para almacenar Otros productos derivados de Hidrocarburos (OPDH) para el área asignada dentro de las instalaciones de la empresa PERUQUIMICOS S.A.

2.2.2.2 Problemas específicos

- Como determinar la distribución de planta y el número de tanques para almacenar (OPDH).
- Cuál es la norma más adecuada para el diseño de los tanques de almacenamiento de (OPDH).
- Como hallar el valor presente Neto, la tasa interna de retorno y el periodo de recuperación para estimar la viabilidad financiera de la inversión.

2.2.3 Escenario o cede de estudio ubicación de la empresa

La Planta de Abastecimiento PERUQUIMICOS S.A.C., se encuentra ubicada en la Carretera Panamericana Sur Km. 25.05, distrito de Pachacamac, provincia y departamento de Lima, operada por la Compañía PERUQUIMICOS S.A.C. y cuenta con un área total de terreno de 20,441.56 m². En la figura 4 se muestra una vista satelital de la Planta

Figura 4
Ubicación de planta Peruquimico SAC



Nota. Tomado de Google Earth

La Planta de Abastecimiento se encuentra delimitada por las siguientes coordenadas UTM, referenciadas según la Tabla 2:

Tabla 2
Coordenadas UTM de planta.

Punto	Este	Norte
V-01	289 919.73	8 645 333.11
V-02	290 028.09	8 645 480.50
V-03	290 107.48	8 645 418.90
V-04	290 083.71	8 645 386.69
V-05	290 099.58	8 645 374.38
V-06	290 022.62	8 645 269.81

Fuente: Google Earth

2.2.4 Sujeto del estudio

2.2.4.1 Información de la empresa

La Planta de Abastecimiento PERUQUIMICOS S.A.C., tiene como principales procesos operativos la recepción, almacenamiento, trasvase y despacho de

OPDH, los cuales no están sujetos a transformación para la obtención de Productos Intermedios y Finales.

2.2.4.2 Características de los Productos Almacenados

En la tabla 3 se aprecia las principales características de los productos almacenados, así mismo en la tabla 4 las demandas correspondientes según la empresa de abastecimiento PERUQUIMICOS SAC:

Tabla 3
Productos almacenados.

Item	Producto	Pto. De Inflamación °C	Pto. De Ebullición °C	Clasificación
1	Acetato de butilo	18	117,2	Clase IB
2	Acetato de etilo	-4,4	77	Clase IB
3	Acetona	-17	56	Clase IB
4	Alcohol Isopropilico(ipa)	12	83	Clase IB
5	Metanol	11	64,5	Clase IB
6	Metil etil cetona	-9	80	Clase IB
7	n-propanol	15	97,4	Clase IB
8	n-propyl acetato	14	101,4	Clase IB
9	Solvente 1	21	170,5	Clase IB
10	Tolueno	5	108	Clase IB
11	Monomero estireno	31	145	Clase IC
12	Xileno	25	135	Clase IC
13	Butyl glycol	62	170,5	Clase IIIA
14	Solvente 3	46	195	Clase II
15	Aguarras	100	293	Clase II
16	Solvesso 100	41	161.5	Clase II

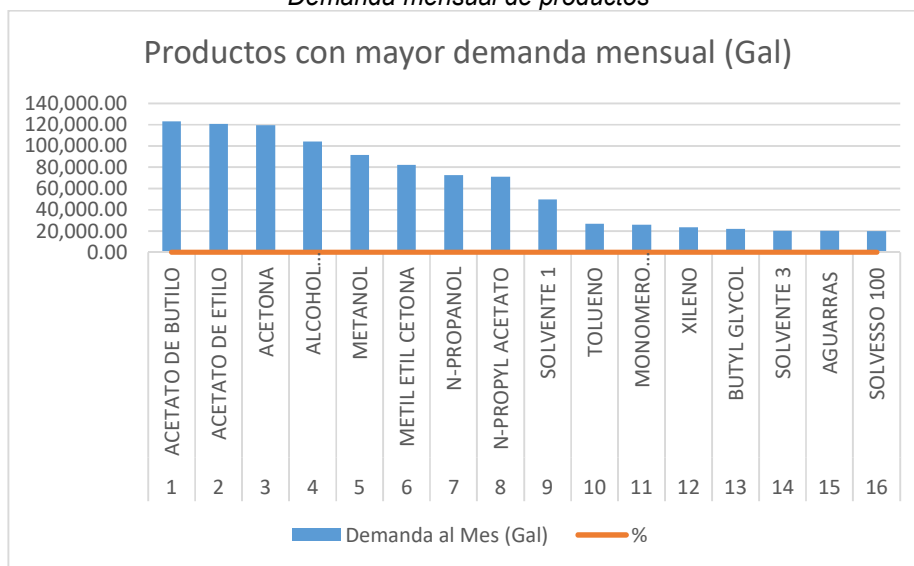
Fuente: Peruquimico SAC

Tabla 4
Demanda mensual de productos.

Item	Producto	Demanda al Mes (Gal)	%
1	ACETATO DE BUTILO	123,243.38	12.41%
2	ACETATO DE ETILO	120,778.51	12.16%
3	ACETONA	119,570.73	12.04%
4	ALCOHOL ISOPROPILICO(IPA)	104,026.53	10.47%
5	METANOL	91,543.35	9.22%
6	METIL ETIL CETONA	82,389.01	8.29%
7	N-PROPANOL	72,502.33	7.30%
8	N-PROPYL ACETATO	71,052.29	7.15%
9	SOLVENTE 1	49,736.60	5.01%
10	TOLUENO	26,857.76	2.70%
11	MONOMERO ESTIRENO	26,052.03	2.62%
12	XILENO	23,446.83	2.36%
13	BUTYL GLYCOL	22,274.49	2.24%
14	SOLVENTE 3	20,047.04	2.02%
15	AGUARRAS	20,045.03	2.02%
16	SOLVESSO 100	19,844.58	2.00%

Fuente: Peruquimico SAC

Figura 5
Demanda mensual de productos



Nota. Elaboración y formulación propia

2.2.5 Diseño y cálculos

El este capítulo se definió los parámetros fundamentales tales como cantidades, dimensiones, materiales a utilizar y el producto almacenado para utilizarlos en los cálculos de los espesores de plancha de los tanques de almacenamiento.

2.2.5.1 Distribución de planta de tanques

Para determinar la cantidad de tanques de almacenamiento se tomó en consideración la variedad de productos según la tabla 4 y la demanda de los productos por mes según la figura 5.

Se determinó que el 50% de los productos deben estar en stock permanentemente. Por ello se consideró almacenarlos en los tanques nuevos, dando como resultado 07 tanques para el área asignada.

Se solicitó a PERUQUIMOS S.A.C. un área aproximada de 900m² siendo 25m de ancho y 37m de largo para poder distribuir los tanques de manera óptima y respetando los espaciamientos mínimos solicitados por D.S. No 052-93-EM.- Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos tal como se aprecia en la tabla 5.

Para poder usar el espacio de 900m² Consideramos Tanques de 8.5m de diámetro separados entre sí 2.75m teniendo como resultado la distribución que se aprecia en la figura 6.

Tabla 5
Despacio mínimo entre tanques.

Tanque techo flotante	Tanques horizontales o de techo fijo	
Líquidos Clase I o Clase II	Líquidos Clase IIIA	
Todo Tanque con diámetro no mayor a 45 m	1/6 suma de diámetro de tanques adyacentes, pero no menor de 1.5 m	1/6 suma de diámetros de tanques adyacentes, pero no menor de 1.5 m.
	1/6 suma de diámetros de tanques adyacentes, pero no menor de 1.5 m.	1/6 suma de diámetros de tanques adyacentes, pero no menor de 1.5 m.
Tanques con diámetro mayor a 45 m		
a) Tanques en los cuales los posibles derrames se conducen a otra zona	1/6 suma de diámetros de tanques adyacentes	1/4 suma de diámetros de tanques adyacentes
b) Tanques ubicados en zona estanca	1/4 suma de diámetros de tanques adyacentes	1/3 suma de diámetros de tanques adyacentes
	1/6 suma de diámetro de tanques adyacentes	1/4 suma de diámetros de tanques adyacentes

Fuente. Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos (Decreto supremo N° 052-93-EM)

Figura 6
Distribución de Tanques Antes (Izquierda) y después (Derecha)



Nota. Tomado de Google Earth

2.2.5.2 Dimensiones

Diámetro nominal (D)	8.25	m
Altura para diseño (H)	12.00	m
Capacidad nominal	641.47	m ³
Altura de líquido (Ht)	10.91	m
Capacidad de líquido	583.16	m ³

2.2.5.3 Producto almacenado

Producto	OPDH
Gravedad Específica (G)	0.80
Presión de vapor (Pv) – Psi	3.48

*Se tomó los valores (G) y (Pv) de la ACETONA (OPDH)

2.2.5.4 Datos de diseño

Se consideró para el espesor por corrosión (CA) los siguientes valores

CA de Fondo:	3.18	mm
CA de Casco:	3.18	mm
CA de Techo:	1.6	mm

2.2.5.5 Materiales

Fondo, Cuerpo y Techo:	ASTM A 36
Perfiles:	ASTM A 36
Dimensiones de planchas (m)	1.50 x 6.00

Para el casco, fondo y techo del tanque se usarán láminas calidad ASTM A36, cuyas características mecánicas son las siguientes:

* Minimum Yield Strength (Ys): 36000 Psi 250 Mpa

* Minimum Tensile Strength (Ts): 58000 Psi 400 Mpa

* Maximum allowable tensile Stress (Sts): 16000Psi 110 Mpa

2.2.5.6 Sismicidad y condiciones climáticas

Clase de sitio	C
Factor de Importancia (I)	1.0
Temperatura ambiente (Tamb)	20.0 °C
Velocidad del viento (V)	16.0 Km/h

2.2.5.7 Parámetros de diseño

Tabla 6
Parámetros de diseño.

PARAMETROS DE DISEÑO	VALOR
DISEÑO DEL CASCO	
Número de anillos	8
Sobre espesor por corrosión (mm)	3.18
Temperatura de diseño (°C):	25
Material de las planchas	ASTM A36
Eficiencia de junta de soldadura	0.85
Altura del líquido (m)	10.91
Peso adicional por conexiones y estructuras en casco y techo (lb.)	3000
Gravedad específica del líquido	0.8
Presión de diseño (kPa)	26
DISEÑO DEL FONDO	
Material de las planchas	ASTM A36
Sobre espesor por corrosión (mm)	3.18
DISEÑO DEL TECHO	
Tipo de Techo	Cónico auto soportado
Carga viva del Techo (lb./pie ²)	27.5
Sobrepeso por Accesorios y Plataformas (lb./ pie ²)	39.3
Pendiente del Techo:	3.6° ó 6.3%
Sobre espesor por corrosión (mm)	3.18
Material de planchas	ASTM A36
Material de perfiles	ASTM A36
ANÁLISIS POR CARGA DE VIENTO	
Velocidad del viento (km/h)	16
Factor de velocidad	0.1322
Presión del viento (sqf)	0.132
DISEÑO SISMICO	
Factor de fricción	0.4
Factor de importancia(i)	1
Tipo de anclaje inicial	mecánico

Nota. Elaboración y formulación propia

2.2.5.8 Diseño de casco, techo y fondo de tanque

El este capítulo se fundamenta los cálculos de los espesores de plancha y estructuras de los tanques de almacenamiento de acuerdo a la Normativa seleccionada, así como la reglamentación nacional vigente.

2.2.5.8.1 Determinación de la Normativa a utilizar

La normativa API 620 se seleccionó teniendo en cuenta que la presión de vapor de uno de los productos a almacenar tiene un valor de 3.5psig, monto superior para lo exigido por la Normativa API 650 como se aprecia en algunas diferencias de las normas según la figura 7.

Figura 7
Comparativo entre norma api 650 vs 620

API 650		API 620
Tanques soldados para almacenamiento de aceite	TITULO	Diseño y construcción de Grande, Soldado, Baja presión Tanques de almacenamiento
Esta norma establece los requisitos mínimos de material, diseño, fabricación, montaje e inspección para Tanques de almacenamiento soldados verticales, cilíndricos, sobre el suelo, cerrados y abiertos en varios tamaños y capacidades para Presiones internas aproximadas a la presión atmosférica	ALCANSE	Esta norma cubre el diseño y la construcción de acero al carbono grande, soldado y de baja presión sobre el suelo. tanques de almacenamiento que tienen un solo eje vertical de revolución.
Montaje en campo o fabricado en taller	FABRICACION	Montaje en campo
-40°C a 260°C	RANGO DE TEMPERATURAS	-198°C a 210°C
Hasta 2.5psig	MAX. PRESION DE DISEÑO	Hasta 15psig
Generalmente utilizado para almacenar petroleo, productos quimicos y agua	APLICACIÓN	Normalmente utilizado para GNL o tanques criogenicos
ASME V	REQUERIMIENTOS NDE	ASME V

Nota. Adaptado de API 650 vs 620, Fuente. filipinooilandgas.com

2.2.5.8.2 Cálculo del espesor del casco

Se utilizó las siguientes ecuaciones obtenidas del API 620 Pg.5-19:

$$R_1 = \text{Infinito}$$

$$R_2 = \frac{R_c}{\cos \alpha}$$

$$T_1 = \left(\frac{R_c}{2 \cos \alpha} \right) \left(P + \frac{W + F}{A_t} \right)$$

$$T_2 = \frac{PR_c}{\cos \alpha}$$

$$P = P_1 + P_g$$

R1: Radio de curvatura del tanque (in) en el plano meridional

R2: Longitud (in) de la normal del tanque hacia la pared sobre el nivel considerado

Rc: Radio del tanque (in)

α : La mitad del Ángulo del techo cónico.....3.6°

T1: Unidad de fuerza por longitud latitudinal (lb/pulg)

T2: Unidad de fuerza por longitud meridional (lb/pulg)

W: Peso de la porción de tanque y su contenido. (lb)

F: Suma de todas las fuerzas verticales (lb).....3000lb

At: Área de la sección transversal del tanque en nivel considerado (pulg²)

P: Presión total (lb/pulg²)

P1: Presión resultado de la altura de líquido en el nivel considerado (lb/pulg²)

Pg: Presión de vapor (lb/pulg2)

Realizando los cálculos correspondientes se tiene los siguientes resultados mostrados en la tabla 7 y tabla 8:

Tabla 7
Pesos de la porción de tanque con contenido.

	Altura de liq.	Área At	W
	(m)	(m2)	(lb)
1° Anillo	1.5	12.38	141,419.35
2° Anillo	3	24.75	282,838.69
3° Anillo	4.5	37.13	424,258.04
4° Anillo	6	49.50	565,677.39
5° Anillo	7.5	61.88	707,096.74
6° Anillo	9	74.25	848,516.08
7° Anillo	10.5	86.63	989,935.43
8° Anillo	12	99.00	1,131,354.78

Nota. Elaboración y formulación propia

Tabla 8
Presiones parciales totales por anillo.

	Rc	R2	P	T₁	T₂
	(in)	(in)	(lb/in2)	(lb/in)	(lb/in)
1° Anillo	162.40	162.72	15.90	1,905.82	2,586.48
2° Anillo	162.40	162.72	14.19	1,760.58	2,308.72
3° Anillo	162.40	162.72	12.48	1,619.58	2,030.96
4° Anillo	162.40	162.72	10.77	1,479.64	1,753.21
5° Anillo	162.40	162.72	9.07	1,340.13	1,475.45
6° Anillo	162.40	162.72	7.36	1,200.83	1,197.69
7° Anillo	162.40	162.72	5.65	1,061.64	919.93
8° Anillo	162.40	162.72	3.95	922.54	642.18

Nota. Elaboración y formulación propia

Puesto que los valores de T1 y T2 son positivos utilizamos la siguiente fórmula del API 620 para calcular los espesores:

$$t = \frac{T_1}{S_{ts}E} + c \quad t = \frac{T_2}{S_{ts}E} + c \quad \text{Ecuacion 16 API 620 Pg. 5-15}$$

t: Espesor de las paredes del tanque (in)

E: Eficiencia de junta 0.85 Tabla 5-2 API 620 Pg. 5-7

c: Corrosión permisible (in)

Teniendo como resultado los siguientes valores en la tabla 9:

Tabla 9
Espesores parciales por anillo.

	E	c (in)	t_{calc.1} (in)	t_{calc.2} (in)	t_{req.} (in)
1° Anillo	0.85	1/8	22/83	29/92	5/16
2° Anillo	0.85	1/8	14/55	28/95	1/4
3° Anillo	0.85	1/8	10/41	17/62	1/4
4° Anillo	0.85	1/8	18/77	16/63	1/4
5° Anillo	0.85	1/8	19/85	7/30	1/4
6° Anillo	0.85	1/8	16/75	13/61	1/4
7° Anillo	0.85	1/8	13/64	5/26	1/4
8° Anillo	0.85	1/8	16/83	5/29	3/16

Nota. Elaboración y formulación propia

2.2.5.8.3 Cálculo de rigidizadores intermedios

La máxima altura para que requiera anillos rigidizadores se calculó de la siguiente manera:

$$H_1 = 6(100t) \sqrt{\left(\frac{100t}{D}\right)^3} \quad \text{Ecuacion 5.10.6.1 API 620 Pg. 5-17}$$

Teniendo como resultado el siguiente valor:

H1	133.1504	ft	40.589	m
----	----------	----	--------	---

Se procedió a calcular la altura transformada (W_{tr}) del casco, mediante la siguiente ecuación:

$$W_{tr} = W \sqrt{\left(\frac{t_{uniform}}{t_{actual}}\right)^5} \quad \text{Ecuacion 5.10.6.2 API 620 Pg. 5-18}$$

$t_{uniform}$: Espesor menor del casco del tanque (mm)

t_{actual} : Espesor actual del anillo del casco (mm)

W : Altura del anillo del casco del tanque (m)

W_{tr} : Altura transformada del anillo del casco (m)

Teniendo como resultado los siguientes valores en la tabla 10:

Tabla 10
Altura transformada de anillos.

Anillo	W m	t_{actual} mm	t_{uniform} mm	W_{tr} m
1 er.	1.5	0.31	0.19	0.42
2 do.	1.5	0.25	0.19	0.73
3 er.	1.5	0.25	0.19	0.73
4 to.	1.5	0.25	0.19	0.73
5 to.	1.5	0.25	0.19	0.73
6 to.	1.5	0.25	0.19	0.73
7 mo.	1.5	0.25	0.19	0.73
8 mo.	1.5	0.19	0.19	1.50
			W_{tr} total:	6.30

Nota. Elaboración y formulación propia

Finalmente obtuvimos que la sumatoria de las alturas transformadas de los anillos fue menor que la altura máxima requerida, para la instalación de un anillo rigidizador en el casco, por lo tanto, no será necesario la instalación de un anillo rigidizador intermedio.

H1	6.30 m < 40.59 m
----	------------------

2.2.5.8.4 Cálculo de espesor de fondo

Para determinar el esfuerzo de diseño se empleó la siguiente fórmula:

$$S_d = \frac{2.6DHG}{t}$$

Ecuacion API 620 Pg. Q-7

D: Diámetro del tanque

27.07 pie

H: Altura de llenado del tanque 35.79 pie
 G: Gravedad específica del producto 0.80
 t: Espesor del primer anillo 5/16 pulg
 Sd: Esfuerzo de diseño

Sd : Esfuerzo de diseño	6,448.01 lb/pulg ²
-------------------------	-------------------------------

El valor determinado se halló con el uso de la tabla 11.

Tabla 11
Espesor mínimo de fondo según diámetro de tanque.

Nominal Thickness of First Shell Course (in.)	Design Stress ^a in First Shell Course (lb/in. ²)					
	≤ 19,000	22,000	25,000	28,000	31,000	34,000
≤ 0.75	1/4	1/4	1/4	9/32	11/32	13/32
> 0.75 – 1.00	1/4	1/4	9/32	11/32	7/16	17/32
> 1.00 – 1.25	1/4	1/4	11/32	7/16	17/32	21/32
> 1.25 – 1.50	—	9/32	13/32	17/32	21/32	25/32

Nota. Tomado de Standard API 620 (p.Q-10), 11ª Edición, 2008.

De lo calculado seleccionamos el espesor para las planchas del fondo: 1/4" más el margen de corrosión especificado en 3.18 mm:

t (espesor de planchas)	3/8 pulg
-------------------------	----------

Nota: Toda plancha de fondo deberá ser de un espesor mínimo de 1/4" Según API 620 - 5.9.4.2

2.2.5.8.5 Cálculo de espesor de techo

Para calcular el espesor del techo debimos de tomar en cuenta la tabla 12 en donde el mínimo espesor es de 3/16" así como el margen de corrosión de 1/16"

Tabla 12
Espesor mínimo de techo según diámetro de tanque.

Tank Radius (ft)	Nominal Plate Thickness (in.)
≤ 25	3/16
> 25 – 60	1/4
> 60 – 100	5/16
> 100	3/8

Nota. Tomado de Standard API 620 (p.5-24), 11ª Edición, 2008.

Se sumó los valores anteriormente mencionados para calcular el valor de plancha de techo

$$t_{min} + C.A. = t_{req}$$

$$1/16" + 3/16" = 1/4"$$

Como en los cálculos de espesor de casco la plancha en la parte superior (Anillo 8) es de 3/16" y el techo de 1/4" deberemos de calcular el anillo de compresión.

2.2.5.8.6 Cálculo de anillos de compresión

Para diseñar la sección del anillo de compresión utilizamos las siguientes fórmulas de API 620 Pg. 5-21:

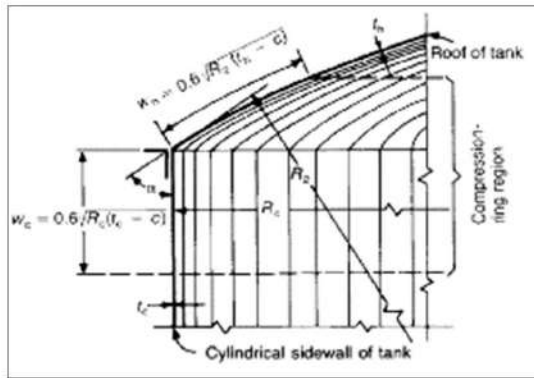
$$w_h = 0.6\sqrt{R_2(t_h - c)}$$

$$w_c = 0.6\sqrt{R_c(t_c - c)}$$

$$Q = T_2 w_h + T_2 w_c - T_1 R_c \sin \alpha$$

$$A_c = \frac{Q}{15,000} = \frac{Q}{S_{ts} E}$$

Figura 8
Región de anillo de compresión



Nota. Tomado de Standard API 620 (p.5-30), 11ª Edición, 2008.

w_h : Ancho del techo o fondo que participa de la acción de la fuerza circunferencial (pulg)

w_c : Ancho Correspondiente del casco (pulg)

t_h : Espesor del techo (pulg)1/4 pulg

t_c : Espesor del casco (pulg)

Q: Fuerza circunferencial total actuando sobre la sección (lb)

Ac: Área neta de la sección del anillo de compresión (pulg²)

Teniendo como resultado los siguientes valores:

Wh	3.31 Pulg
Wc	2.7 Pulg
Q	-5,296.12 Lb
Ac	-0.39 pulg ²

Como la fuerza circunferencial actuante sobre la sección es negativa se debe colocar un anillo con un momento de inercia de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I_l = \frac{5 \times 10^{-8} Q R_c^2}{k} \quad \text{Ecuacion 28 API 620 Pg. 5-22}$$

I: Momento de inercia de la sección del anillo de compresión (pulg⁴)

K: Constante que depende de la magnitud del Angulo θ (Según tabla 13)

Tabla 13
Factor para hallar valor de (k).

<i>n</i>	θ (degrees)	<i>k</i>
30	12	186.6
24	15	119.1
20	18	82.4
18	20	66.6
15	24	46.0
12	30	29.1
10	36	20.0
9	40	16.0
8	45	12.5
6	60	6.7
5	72	4.4
4	90	2.6

Nota. Tomado de Standard API 620 (p.5-35), 11ª Edición, 2008.

Para nuestro caso el valor de k será: 34.74

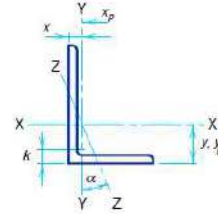
Teniendo como resultado el siguiente valor:

Inercia	0.201 in ⁴
---------	-----------------------

Entonces seleccionamos el perfil 2x2x1/4", debido a su mayor momento de inercia según la tabla 14 y el detalle constructivo "h-1" de la Figura 9.

Tabla 14
Perfil de ángulos (L).

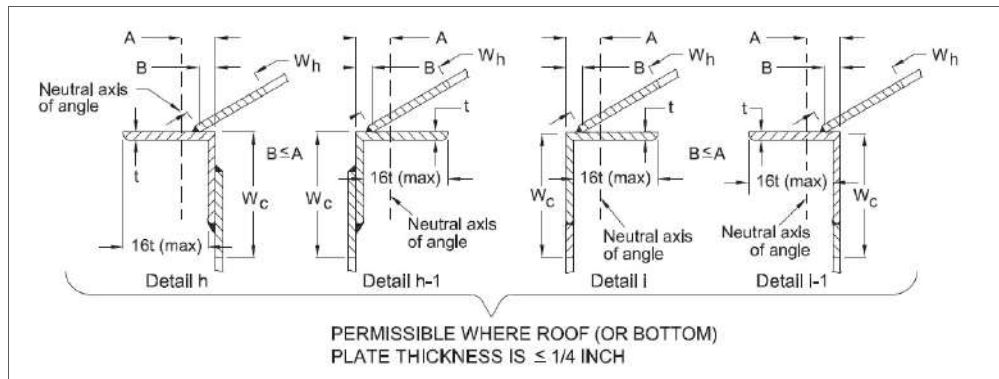
ANGLES
Equal legs and unequal legs
Properties for designing



Size and Thickness	Axis Y-Y					Axis Z-Z		
	<i>I</i>	<i>S</i>	<i>r</i>	<i>x</i>	<i>Z</i>	<i>x_p</i>	<i>r</i>	Tan α
in.	in. ⁴	in. ³	in.	in.	in. ³	in.	in.	
L3x2½x½	1.30	0.744	0.722	0.750	1.35	0.417	0.520	0.667
¾	1.04	0.581	0.736	0.706	1.05	0.320	0.522	0.676
⅝	0.898	0.494	0.744	0.683	0.889	0.270	0.525	0.680
¼	0.743	0.404	0.753	0.601	0.724	0.219	0.528	0.684
⅜	0.577	0.310	0.761	0.630	0.553	0.166	0.533	0.688
L3x2x½	0.672	0.474	0.546	0.583	0.891	0.375	0.428	0.414
¾	0.543	0.371	0.559	0.539	0.684	0.289	0.430	0.428
⅝	0.470	0.317	0.567	0.516	0.577	0.244	0.432	0.435
¼	0.392	0.260	0.574	0.493	0.468	0.193	0.435	0.440
⅜	0.307	0.200	0.583	0.470	0.357	0.150	0.439	0.446
L2½x2½x½	1.23	0.724	0.739	0.806	1.31	0.450	0.487	1.000
¾	0.984	0.566	0.753	0.762	1.02	0.347	0.487	1.000
⅝	0.849	0.482	0.761	0.740	0.869	0.293	0.489	1.000
¼	0.703	0.394	0.769	0.717	0.711	0.238	0.491	1.000
⅜	0.547	0.303	0.778	0.694	0.545	0.180	0.495	1.000
L2½x2x¾	0.514	0.363	0.577	0.581	0.660	0.309	0.420	0.614
⅝	0.446	0.310	0.584	0.559	0.561	0.262	0.422	0.620
¼	0.372	0.254	0.592	0.537	0.457	0.213	0.424	0.626
⅜	0.291	0.196	0.600	0.514	0.350	0.162	0.427	0.631
L2x2x¾	0.479	0.351	0.594	0.636	0.633	0.340	0.389	1.000
⅝	0.416	0.300	0.601	0.614	0.541	0.283	0.390	1.000
¼	0.348	0.247	0.609	0.592	0.445	0.234	0.391	1.000
⅝	0.272	0.190	0.617	0.569	0.343	0.179	0.394	1.000
⅜	0.190	0.131	0.626	0.546	0.235	0.121	0.398	1.000

Nota. Tomado de Manual of Steel construction (p.1-65), de AISC, 2ª Edición, 1994.

Figura 9
Detalles de construcción permisible para anillos de compresión.



Nota. Tomado de Standard API 620 (p.5-31), 11ª Edición, 2008.

2.2.5.8.7 Cálculo y selección de largueros

a) Para el cálculo y selección de los largueros se consideró las siguientes combinaciones de carga:

$$1) W_1 = DL + L_r + 0.4 \times Pe$$

$$2) W_2 = DL + Pe + 0.4 \times L_r$$

W1 y W2: Combinación de cargas (kg/m²)

DL: Peso del techo corroído (kg/m²) 39.25 kg/m²

Lr: Carga viva en el techo (kg/m²) 97.65 kg/m²

Pe: Carga por presión externa en el techo (kg/m²) 25.49 kg/m²

Según API 620, menciona que se debe considerar como mínimo 20 lb/ft² (97.65 kg/m²) de carga viva en el techo, además de una carga por presión externa no menor de 0.25 kpa (25.49 kg/m²)

Teniendo como resultado el siguiente valor:

W ₁ =	147.096	kg/m ²
W ₂ =	103.8	kg/m ²

Para efectos de cálculo utilizaremos el mayor: 147.096 Kg/m²

b) Para el cálculo de la máxima longitud L_{max} del larguero tenemos:

$$L_{\max} = \boxed{3.8 \text{ m}}$$

Para determinar la cantidad de largueros (n) se tiene que la separación máxima de los largueros es 1.885 m, por lo que $n = \frac{\pi \times D}{1.885}$

$$n = \boxed{14 \text{ und}}$$

c) Cada larguero tendrá un área de influencia aproximada, ver Figura 10:

Figura 10
Área de influencia del larguero.



Nota. Elaboración propia

Donde:

$$\boxed{Am: \quad 0.9210 \text{ m}}$$

La carga aplicada en cada larguero será:

$$W = W1 \times Am$$

$$\boxed{W = \quad 135.48 \text{ kg/m}}$$

d) Para la selección del perfil estructural del larguero, calculamos el momento (M) sobre el larguero, y el módulo de sección (Z) mínimo que debe tener el perfil estructural a seleccionar para el larguero.

$$M = \frac{WL^2}{8} \qquad Z = \frac{M}{S}$$

Teniendo como resultado los siguientes valores:

M =	244.55	kg-m
Z =	9.66	cm ³

En la tabla 15 para un perfil tipo C 3x4.1#, el módulo de sección es igual a 21.6 cm³ ó 1.30 in³, y el módulo de sección mínimo que requieren los largueros para el soporte del techo es de 9.66 cm³ Entonces el perfil estructural tipo C3x4.1# está correctamente seleccionado.

Tabla 15
Perfiles de canal (c).

CHANNELS AMERICAN STANDARD Dimensions												CHANNELS AMERICAN STANDARD Properties													
Designation	Area in. ²	Depth d in.	Web		Flange		Distance		Max. Flg. Fastener	Nominal wt. per ft.	Shear Center Location e_o	PNA Location x_p	Axis X-X				Axis Y-Y								
			Thickness t_w	$t_w/2$	Width b_f	Thickness t_f	r	k					Grip	I_x	I_y	S_x	S_y	I_x	I_y	S_x	S_y				
C15x60	14.7	15.00	0.716	11/16	3/16	3.716	3/4	0.650	5/8	12 1/2	17 1/2	5/8	1	50	0.796	0.563	0.468	404	66.2	53.8	5.24	11.0	6.17	3.76	0.667
»40	11.8	15.00	0.520	1/2	3/16	3.520	3/2	0.650	7/8	12 1/2	17 1/2	7/8	1	40	0.777	0.767	0.390	340	67.2	46.5	6.44	6.22	6.87	3.97	0.886
»33.8	9.86	15.00	0.400	3/8	3/16	3.400	3/8	0.650	5/8	12 1/2	17 1/2	5/8	1	33.9	0.787	0.896	0.330	315	50.4	42.0	5.62	6.13	6.23	3.11	0.904
C12x30	8.82	12.00	0.510	1/2	3/16	3.170	3/16	0.501	1/2	9 1/4	11 1/2	1/2	7/8	30	0.674	0.618	0.366	162	33.6	37.9	4.26	5.14	4.33	2.06	0.763
»25	7.39	12.00	0.387	3/8	3/16	3.047	3/8	0.501	1/2	9 1/4	11 1/2	1/2	7/8	25	0.674	0.745	0.305	144	29.2	24.1	4.43	4.47	3.04	1.68	0.790
»20.7	6.09	12.00	0.262	9/16	3/8	2.942	3/8	0.501	1/2	9 1/4	11 1/2	1/2	7/8	20.7	0.690	0.970	0.262	129	25.4	21.5	4.61	3.89	2.49	1.73	0.799
C10x30	8.82	10.00	0.673	11/16	3/16	3.033	3/8	0.436	7/16	8	1	7/16	3/4	30	0.649	0.369	0.439	103	26.6	20.7	3.42	3.94	3.76	1.65	0.689
»25	7.35	10.00	0.526	1/2	3/16	2.666	27/32	0.436	7/16	8	1	7/16	3/4	25	0.617	0.494	0.369	91.2	23.0	16.2	3.52	3.36	3.19	1.46	0.676
»20	5.88	10.00	0.379	3/8	3/16	2.739	25/32	0.436	7/16	8	1	7/16	3/4	20	0.606	0.637	0.262	78.9	19.3	15.8	3.66	2.81	2.71	1.32	0.692
»15.3	4.49	10.00	0.240	1/2	3/8	2.609	25/32	0.436	7/16	8	1	7/16	3/4	15.3	0.634	0.796	0.223	67.4	16.6	13.5	3.67	2.29	2.36	1.16	0.713
C9x20	5.89	9.00	0.446	7/16	1/4	2.649	25/32	0.413	7/16	7 1/2	10 1/2	7/16	3/4	20	0.583	0.515	0.320	60.9	16.8	13.5	3.22	2.42	2.47	1.17	0.642
»15	4.41	9.00	0.285	9/16	1/4	2.485	21/32	0.413	7/16	7 1/2	10 1/2	7/16	3/4	15	0.586	0.682	0.243	51.0	13.5	11.3	3.40	1.93	2.05	1.01	0.661
»13.4	3.94	9.00	0.233	1/2	1/4	2.453	23/32	0.413	7/16	7 1/2	10 1/2	7/16	3/4	13.4	0.601	0.743	0.217	47.9	12.5	10.6	3.48	1.79	1.95	0.962	0.669
C8x18.75	5.51	8.00	0.487	1/2	1/4	2.527	21/32	0.390	3/8	6 1/2	10 1/2	3/8	3/4	18.75	0.565	0.431	0.343	44.0	13.8	11.0	2.82	1.98	2.17	1.01	0.599
»13.75	4.04	8.00	0.303	5/8	1/4	2.343	25/32	0.390	3/8	6 1/2	10 1/2	3/8	3/4	13.75	0.553	0.604	0.251	36.1	10.9	9.03	2.99	1.53	1.73	0.854	0.615
»11.5	3.38	8.00	0.220	1/2	1/4	2.269	21/32	0.390	3/8	6 1/2	10 1/2	3/8	3/4	11.5	0.571	0.697	0.209	32.8	9.55	8.14	3.11	1.32	1.56	0.781	0.625
C7x12.25	3.60	7.00	0.314	5/8	3/16	2.194	21/32	0.366	3/8	5 1/4	7 1/2	3/8	5/8	12.25	0.525	0.538	0.255	24.2	8.40	6.93	2.60	1.17	1.43	0.703	0.571
»6.8	2.67	7.00	0.210	1/2	3/16	2.060	21/32	0.366	3/8	5 1/4	7 1/2	3/8	5/8	9.8	0.540	0.647	0.203	21.3	7.12	6.98	2.72	0.968	1.20	0.625	0.581
C6x13	3.83	6.00	0.437	7/16	3/16	2.167	21/32	0.343	9/16	4 1/2	10 1/2	5/16	5/8	13	0.514	0.360	0.317	17.4	7.29	5.80	2.13	1.05	1.36	0.642	0.525
»10.5	3.09	6.00	0.314	5/8	3/16	2.034	2	0.343	9/16	4 1/2	10 1/2	3/8	5/8	10.5	0.490	0.488	0.265	15.2	6.15	5.06	2.22	0.868	1.16	0.664	0.520
»8.2	2.40	6.00	0.200	1/2	3/16	1.920	15/32	0.343	9/16	4 1/2	10 1/2	3/8	5/8	8.2	0.511	0.599	0.198	13.1	5.13	4.38	2.34	0.893	0.963	0.492	0.537
C5x9	2.64	5.00	0.325	5/8	3/16	1.885	15/32	0.320	9/16	3 1/2	3 1/2	5/16	5/8	9	0.478	0.427	0.262	8.90	4.96	3.56	1.83	0.932	0.916	0.458	0.489
»6.7	1.97	5.00	0.180	1/2	3/16	1.750	15/32	0.320	9/16	3 1/2	3 1/2	5/16	5/8	6.7	0.484	0.552	0.217	7.49	3.51	3.00	1.95	0.479	0.763	0.378	0.493
C4x7.25	2.13	4.00	0.321	5/8	3/16	1.721	15/32	0.298	9/16	2 1/2	11/16	5/16	5/8	7.25	0.459	0.386	0.264	4.89	2.61	2.29	1.47	0.433	0.667	0.343	0.480
»5.4	1.59	4.00	0.184	1/2	3/16	1.584	15/32	0.298	9/16	2 1/2	11/16	5/16	5/8	5.4	0.457	0.602	0.241	3.85	2.28	1.82	1.56	0.310	0.569	0.293	0.446
C3x6	1.76	3.00	0.356	1/2	3/16	1.586	15/32	0.273	1/2	1 1/2	11/16	5/16	5/8	6	0.465	0.322	0.291	2.07	1.72	1.38	1.08	0.305	0.544	0.268	0.418
»5	1.47	3.00	0.269	1/2	3/16	1.469	15/32	0.273	1/2	1 1/2	11/16	5/16	5/8	5	0.438	0.392	0.242	1.85	1.50	1.24	1.12	0.247	0.468	0.233	0.410
»4.1	1.21	3.00	0.170	1/2	3/16	1.410	15/32	0.273	1/2	1 1/2	11/16	5/16	5/8	4.1	0.436	0.461	0.284	1.66	1.30	1.10	1.17	0.197	0.401	0.202	0.404

Nota. Tomado de Manual of Steel construction (p.1-50), de AISC, 2ª Edición, 1994.

2.2.5.8.8 Análisis por viento

Para el análisis por viento del tanque para almacenamiento se verifico si es que el tanque necesitaba la instalación de anclajes mecánicos por efecto de cargas de viento.

Los tanques no anclados deben satisfacer los siguientes criterios de empuje para que no requieran ser anclados mecánicamente por efectos del viento:

Donde:

$$0.6M_w + MPI < \frac{MDL}{1.5} \quad M_w + 0.4 \times MPI < \frac{(MDL + MF)}{2}$$

Mw: Momento resistente al volteo respecto a la junta cuerpo - fondo, debido a la presión del viento, tanto horizontal como vertical.

MPI: Momento respecto a la junta cuerpo - fondo, debido al peso del cuerpo y a la porción del peso del techo soportada por el cuerpo.

MDL: Momento respecto a la junta cuerpo - fondo, debido al peso del cuerpo y a la porción del peso del techo soportada por el cuerpo.

MF: Momento respecto a la junta cuerpo - fondo, debido al peso del líquido contenido en el tanque. El peso del líquido (WL) es el usado a una gravedad específica de 1.00 y a una altura igual a la mitad de la altura máxima de diseño H.

WL: Debe ser el menor valor entre $0.9HD$ o $59tb \sqrt{(Fby)(H)}$

A) Calculo por análisis por viento

- Área vertical proyectada del techo: $A_{PV} = \frac{DH}{2}$

Apv: 45 M2

- Área horizontal proyectada del techo: $A_{PH} = \frac{\pi D^2}{4}$

Aph: 53.46 M2

- Brazo de aplicación de la carga del viento sobre la superficie horizontal proyectada del techo (Xw) $X_w = \frac{D}{2}$

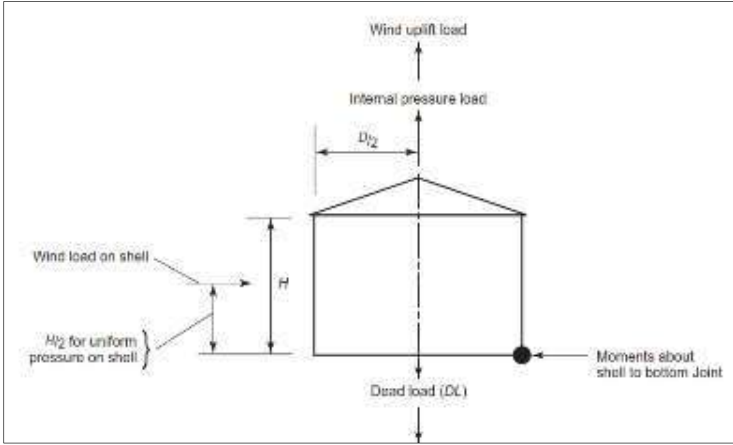
Xw: 4.13 M2

Momento debido a la carga del viento sobre la superficie horizontal proyectada del techo

$$M_{roof} = V_f \times 142 \times A_{PH} \times X_w \qquad V_f = \left(\frac{V}{190}\right)^2$$

Mroof:	222.03	Kg-m
--------	--------	------

Figura 11
Vista de vuelco para tanques no anclados.



Nota. Tomado de Standard API 650 (p.5-94), 12ª Edición, 2013.

- Brazo de aplicación de la carga del viento sobre la superficie horizontal proyectada del cuerpo $(X_s)X_s = \frac{H}{2}$

Xw:	6	M
-----	---	---

- Área vertical proyectada del cuerpo:

$$A_s = D \times H$$

As:	99	M2
-----	----	----

Momento debido a la carga del viento sobre el cuerpo

$$M_{casco} = V_f \times 85 \times A_s \times X_s \qquad V_f = \left(\frac{V}{190}\right)^2$$

Mcasco:	358.05	Kg-m
---------	--------	------

En base a los calculas anteriores se tiene:

$$M_w = M_{roof} + M_{casco}$$

Mcasco:	580.09	Kg-m
---------	--------	------

Peso del líquido contenido en el tanque usado para calcular Mf

WL:	81	Kg-m
-----	----	------

Momento debido a la junta cuerpo – fondo debido al peso contenido en el tanque

$$M_f = \frac{D \times M_L \times \pi \times D}{2}$$

WL:	8,659.9	Kg-m
-----	---------	------

Momento debido a la junta cuerpo – fondo debido al peso del cuerpo y la porción y la porción del peso del techo soportada por el cuerpo.

$$M_{DL} = \frac{W_{techo} + W_{casco}}{2}$$

MDL:	7,4965.09	Kg-m
------	-----------	------

Momento debido a la junta cuerpo – fondo debido al presión interna de diseño.

$$M_{PI} = P_{Diseño} \times (\pi D^2 / 4) \times (D/2)$$

Debido a que este es un tanque atmosférico, podemos considerar P_{diseño} = 0 kpa

MPI:	0	Kg-m
------	---	------

Conclusiones:

$$0.6M_w + MPI < \frac{MDL}{1.5}$$

348.0548	<	49976.73
----------	---	----------

Primera Relación	SI CUMPLE
---------------------	--------------

$$M_w + 0.4 \times MPI < \frac{(MDL + MF)}{2}$$

580.09	<	41812.49
--------	---	----------

Segunda Relación	SI CUMPLE
---------------------	--------------

Con la verificación de las dos relaciones se concluyó que el tanque es estable a la acción del viento, y que no requiere ser anclado mecánicamente, es decir no requiere la instalación de los pernos de anclaje.

2.2.5.8.9 Análisis sísmico

En el análisis sísmico del tanque, se verifico la estabilidad del tanque y si era necesario la instalación de anclajes mecánicos por efecto de las cargas sísmicas que se pudieran generar tomando los datos de diseño de la tabla 16.

A) Datos de Diseño

Tabla 16
Datos de diseño.

Descripción	Sigla	Valor	Unidad
Diámetro de tanque	D	8.25	m
Altura del tanque	H	12.00	m
Nivel máximo de líquido	Ht	10.91	m
Gravedad específica del producto	G	0.80	
Factor de fricción		0.60	
Factor de importancia	I	1.00	
Tipo inicial de anclaje		J > 1.54	
Clase de sitio		C	
Peak ground acceleration for non ASCE	S _P	0.45	
Peso del producto	W _P	466527	Kg
Peso del cuerpo	W _S	15503	Kg
Peso del techo	W _r	2670	Kg
Peso del fondo	W _F	3997	Kg
Espesor del anillo en contacto con el fondo	t _s	7.94	mm
Espesor del fondo	t _b	9.53	mm
Valor "Product design stress" para acero A 36	S _d	110.00	MPa
Valor "Minimum yield strength" para acero A36	F _Y	250.00	MPa
Distancia medida desde el fondo hasta C. G. del cuerpo	X _S	6.00	m

Nota. Elaboración y formulación propia

B) Cálculos:

Sobre los datos tomados:

$$S_s \quad 2.5 \times S_P = 1.13 \quad \text{Ecuacion E. 4.3 – 1 API 650}$$

$$S_1 \quad 1.25 \times S_P = 0.56 \quad \text{Ecuacion E. 4.3 – 2 API 650}$$

$$S_0 \quad 0.4 \times S_s = 0.45$$

A menos que se indique lo contrario S_0 quedara definido según método asignado ASCE 7 en API 650 E.4.1 como $0.4 S_s$

Clase de sitio "C":

- K 1.5 Coeficiente de ajuste de aceleración espectral
- Q 1 Factor de escalamiento, 2/3 para ASCE 7
- T_L 4 Para lugares fuera de USA

Coeficiente de aceleración espectral para periodos cortos (F_a):

Para determinar este coeficiente de aceleración (F_a) espectral para periodos cortos, se revisó la siguiente tabla 17:

Tabla 17
Coeficiente de aceleración espectral para periodos cortos.

Table E.1—Value of F_a as a Function of Site Class

Site Class	Mapped Maximum Considered Earthquake Spectral Response Accelerations at Short Periods				
	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.50$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	a	a	a	a	a

a: Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis is required.

Nota. Tomado de Standard API 650 (p.E-9), 12ª Edición, 2013.

Tenemos que: $F_a = 1.0$

Coeficiente de aceleración para periodos de 1 seg (F_v)

Para determinar este coeficiente de aceleración (F_v) espectral para períodos cortos, entramos a la siguiente tabla 18:

Tabla 18
Coefficiente de aceleración espectral para periodos de 1 seg.
Table E.2—Value of F_v as a Function of Site Class

Site Class	Mapped Maximum Considered Earthquake Spectral Response Accelerations at 1 Sec Periods				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	a	a	a	a	a

^a Site-specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis is required.

Nota. Tomado de Standard API 650 (p.E-9), 12ª Edición, 2013.

Tenemos que: $F_v = 1.3$

Cálculo de los pesos efectivos del producto.

Relación $D/H = 1$ Para $D/H < 1.33$

El peso efectivo de la porción de líquido impulsivo se calcula como:

$$W_i = \left[1 - 0.28 \times \frac{D}{H} \right] W_p \quad \text{Ecuacion E. 6.1.1 - 2 API 650}$$

$W_i = 396,605.85 \text{ Kg}$

El peso efectivo de la porción de líquido convectivo se calcula como:

$$W_c = 0.230 \frac{D}{H} \tanh \left(\frac{3.67H}{D} \right) W_p \quad \text{Ecuacion E. 6.1.1 - 3 API 650}$$

$W_c = 73,766.10 \text{ Kg}$

Cálculo de la altura desde el fondo del tanque al centro de acción de W_i :

Para $D/H < 1.33$

$$X_i = \left[0.5 - 0.094 \frac{D}{H} \right] H \quad \text{Ecuacion E. 6.1.2.1 - 2 API 650}$$

$X_i = 5.225 \text{ m}$

Cálculo de la altura desde el fondo del tanque al centro de acción de W_c :

$$X_c = \left[1.0 - \frac{\cosh\left(\frac{3.67H}{D}\right) - 1}{\frac{3.67H}{D} \sinh\left(\frac{3.67H}{D}\right)} \right] H \quad \text{Ecuacion E. 6.1.2.1 - 3 API 650}$$

$$X_c = 9.774 \text{ m}$$

El período natural convectivo T_c se calcula con la siguiente relación:

$$T_c = K_s \sqrt{D} \quad \text{Ecuacion E. 4.5.2 - b API 650}$$

El valor de K_s está determinado por la siguiente relación:

$$K_s = \frac{0.578}{\sqrt{\tanh\left(\frac{3.68H}{D}\right)}} \quad \text{Ecuacion E. 4.5.2 - c API 650}$$

$$K_s = 0.58$$

Entonces tenemos lo siguiente:

$$T_c = 2.99 \text{ sec} \quad \text{Ecuacion E. 4.5.2 - a API 650}$$

Cálculo del parámetro de aceleración impulsiva espectral A_i :

$$A_i = S_{DS} \left(\frac{I}{R_{wi}} \right) = 2.5 Q F_a S_0 \left(\frac{I}{R_{wi}} \right) \quad \text{Ecuacion E. 4.6.1 - 1 API 650}$$

Primero se define el valor de SDS de E.4.6.1-1 Obteniendo 1.125

Partimos de la suposición que el tanque requiere ser anclado mecánicamente.

En base a la tabla 19, los factores de reducción de fuerza impulsiva R_{wi} y compulsivo R_{wc} son los siguientes:

Tabla 19
Factores de modificación de respuesta para método ASD.

Table E.4—Response Modification Factors for ASD Methods

Anchorage system	R_{wi} (impulsive)	R_{wc} (convective)
Self-anchored	3.5	2
Mechanically-anchored	4	2

Nota. Tomado de Standard API 650 (p.E-15), 12ª Edición, 2013.

De donde tomaremos como sistema de anclaje un sistema de anclaje mecánico, así reemplazando en E.4.6.1-1 tenemos:

$$A_i = 0.28$$

Cálculo del parámetro de aceleración impulsiva espectral A_c

Cuando $T_C < T_L$ el valor A_C se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_c = K S_{D1} \left(\frac{1}{T_C} \right) \left(\frac{I}{R_{wc}} \right) = 2.5 K Q F v S_0 \left(\frac{T_S}{T_C} \right) \left(\frac{I}{R_{wc}} \right) < A_i \quad \text{Ecuacion E. 4.6.1 - 4 API 650}$$

Es necesario en primer término, encontrar el valor de T_s :

$$T_s = \frac{F_v S_1}{F_a S_5}$$

$$T_s = 0.650$$

Se procedió a calcular el valor de A_c y ver si cumplía con la relación:

$$A_c = 0.183$$

$$A_c: 0.18 < A_i: 0.28$$

Se calculó del momento al volteo del tanque respecto a su base M_{rw}

Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$M_{rw} = \sqrt{[Ai(WiXi + WsXs + WrXr)]^2 + [Ac(WcXc)]^2}$$

Ecuacion E. 6.1.5 – 1 API 650

Se debe definir Xr que es la altura desde el fondo del tanque hasta el techo más el C. G. del techo del taque.

$$Xr = 12.13 \text{ m}$$

Entonces

$$Mrw = 1,205,618.51 \text{ Kg - m}$$

Cálculo de la relación de anclaje J

La relación de anclaje J está definida por la siguiente ecuación:

$$J = \frac{Mrw}{D^2[w_t(1 - 0.4Av) + w_a - 0.4w_{int}]} \quad \text{Ecuacion E. 6.2.1.1.1 – 1 API 650}$$

El valor wt se define con la siguiente ecuación:

$$w_t = \left[\frac{W_s}{\pi D} + w_{rs} \right] \quad \text{Ecuacion E. 6.2.1.1.1 – 2 API 650}$$

Wrs : Carga del techo incluyendo los elementos como aislante y chaquetas que actúan sobre el cuerpo cilíndrico del tanque.

$$Wrs = 2,669.90 \text{ Kg - m}$$

Definiendo wrs como:

$$w_{rs} = \frac{W_{rs}}{\pi D}$$

$$wrs = 103.01 \text{ Kg / m circ.}$$

En base a los datos anteriores se evalúa wt :

$$wt = 701.2 \text{ Kg / m circ.}$$

Cálculo de wa según la siguiente fórmula:

$$w_a = 99t_a \sqrt{F_y \cdot H \cdot G_e} < 201.1HDG_e$$

Ecuacion E. 6.2.1.1 – 1a API 650

Hallando los valores preliminares:

$$A_v = 0.14 \text{ SDS} \quad \text{y} \quad G_e = G (1 - 0.4A_v)$$

$A_v =$	0.158
---------	-------

$G_e =$	0.750
---------	-------

Teniendo todos los valores calcularemos w_a :

$w_a =$	3571 Kg / m circ.
---------	-------------------

Se tienen todos los valores para determinar J:

$J =$	4.2
-------	-----

En conclusión, como $J > 1.54$ si se requiere anclaje mecánico.

2.2.5.8.10 Cálculo de la Soldadura

Soldabilidad de las planchas del tanque

Lo más adecuado para evitar la fragilidad de las estructuras es logrando que la velocidad de enfriamiento de la soldadura sea lo suficientemente lenta para evitar la transformación martensítica.

Ciclo Térmico

Por ende si llegamos a calentar y enfriar un metal o también llamado aleación logramos mejorar todas sus propiedades, nos referimos a un tratamiento térmico.

En cambio cuando este metal es sometido a un calentamiento u enfriamiento podemos indicar que presenta consecuencias de su soldadura. Nos hace referencia al nombre de ciclo térmico. Por la cual este evento térmico es inevitable pero logra ser mejor mostrando resultados en su soldadura. (Fosca, 2002, p.75).

Este ciclo está representado básicamente por:

- La temperatura máxima en la zona afectada por el calor (ZAC)
- La velocidad de enfriamiento (R)
- La velocidad de solidificación (St)

Determinación de la Temperatura de Pre calentamiento

A veces es necesario precalentar las piezas a unir para prevenir estructuras frágiles. Para determinar esta temperatura usaremos los criterios de la AWS (American Welding Society)

Carbono equivalente (CE)

Sin embargo el carbono equivalente presenta un índice que permite correlacionarse dentro de su composición química. Si indicamos a la soldadura representando arcos de acero al carbono también se mencionaría por su baja aleación, su grado de endurecimiento dependerá del contenido de su aleación. Su tenencia presenta frágiles estructuras. Por lo general se percibe si es sometido a un proceso de soldadura. (Fosca, 2002, p.125-126).

podemos hacer la siguiente clasificación.

1.- Acero con un CE < 0.2-0.3% tiene buena soldabilidad

2.- Acero con un CE > 0.4% tiene riesgo de fisuración en frío

$$CE = C + \frac{Mn + Si}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

La composición química del material Base Acero ASTM A-36, según el certificado de Materiales:

C=0.17% Si=0.08% Mn=0.64% P=0.014%

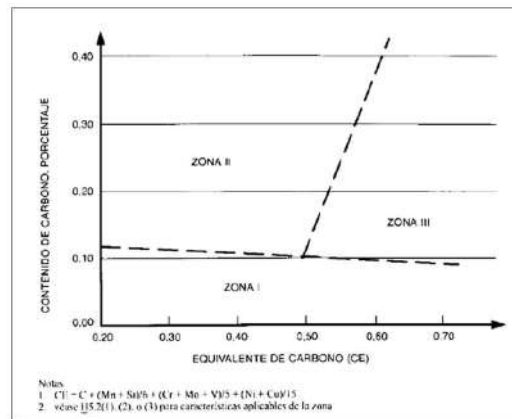
Cu=0.02% Ni=0.01% Cr=0.02% S=0.008%

En base a los datos anteriores se tiene CE:

$$CE = 0.28$$

Teniendo en cuenta este índice el acero ASTM-A36 puede ser soldado sin mayor riesgo de tener estructuras frágiles.

Figura 12
Clasificación de la zona de aceros.



Nota. Tomado de Código de soldadura estructural AWS D1.1 (p.361), 23ª Edición, 2015.

Con el valor de CE y %C se localiza un punto según la clasificación de aceros de la figura 12 dando como resultado la zona 2, según esta zona para uniones a tope se debe emplear el método de control de hidrogeno para determinar si las uniones requieren o no precalentamiento.

Método de control de hidrogeno

El hidrogeno que se muestra a continuación es la unión soldada que se logra agravar si esta llegara a introducirse en la soldadura. Por consiguiente la descomposición es demasiado elevada a sus temperaturas como la humedad de un metal base. Su parámetro de la composición es con respecto al Bessyo [PCM] u ito por ende se logra evaluar la susceptibilidad de fisuración con respecto a aceros de bajo %C (Fosca, 2002, p.149).

$$PCM = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn + Cu + Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo + V}{15} + 5B$$

$$\text{Indice de Susceptibilidad} = 12 PCM + \log(H)$$

Donde:

PCM: Parámetro de composición de Ito y Bessyo

H: Nivel de Hidrogeno

Nivel de Hidrogeno	H
H1	5 ml/100g
H2	10 ml/100g
H3	30 ml/100g

En base a los datos anteriores se tiene CE:

$$\boxed{PCM = 0.21} \quad \boxed{IS = 3.48}$$

En la tabla 20 hacemos la comparación con un nivel de restricción medio y espesor menor de 10mm la temperatura de precalentamiento es de 20°C o menor, Por lo tanto, no necesita precalentamiento ya que la temperatura del ambiente durante el proceso de soldadura esta alrededor de los 20°C.

Tabla 20
Temperatura de precalentamiento.

Tabla H.2 Temperaturas mínimas de precalentamiento y entre pasadas para tres niveles de restricción (véase H6.2.4)								
Nivel de restricción	Espesor ^a pulgadas	Temperatura mínima de precalentamiento y entre pasadas (°F)						
		Agrupación del índice de susceptibilidad						
		A	B	C	D	E	F	G
Bajo	< 3/8	< 65	< 65	< 65	< 65	140	280	300
	3/8-3/4 incl.	< 65	< 65	65	140	210	280	300
	> 3/4-1-1/2 incl.	< 65	< 65	65	175	230	280	300
	> 1-1/2-3 incl.	65	65	100	200	250	280	300
	> 3	65	65	100	200	250	280	300
Medio	< 3/8	< 65	< 65	< 65	< 65	160	280	320
	3/8-3/4 incl.	< 65	< 65	65	175	240	290	320
	> 3/4-1-1/2 incl.	< 65	65	165	230	280	300	320
	> 1-1/2-3 incl.	65	175	230	265	300	300	320
	> 3	200	250	280	300	320	320	320
Alto	< 3/8	< 65	< 65	< 65	100	230	300	320
	3/8-3/4 incl.	< 65	65	150	220	280	320	320
	> 3/4-1-1/2 incl.	65	185	240	280	300	320	320
	> 1-1/2-3 incl.	240	265	300	300	320	320	320
	> 3	240	265	300	300	320	320	320

Nota. Tomado de Código de soldadura estructural AWS D1.1 (p.359), 23ª Edición, 2015.

Temperatura Máxima en cada punto de la ZAC

Por consecuente podemos indicar que las aplicaciones que son realizadas en esta ecuación se logran determinar con respecto a su ancho de la zona afectada por su calor llamado ZAC que es producido por la soldadura, por lo cual si queremos lograr calcular el ancho ZAC debemos de identificar su rango considerando las temperaturas que se limitan. (Fosca, 2002, p.66).

$$\frac{1}{T_{max} - T_0} = \frac{4,13 \cdot \rho \cdot C \cdot t \cdot Y}{H_{net}} + \frac{1}{T_{fusion} - T_0}$$

Donde:

Tmax: Temperatura máxima (°C) a una distancia Y (mm)

To: Temperatura Inicial

Tfusion: Temperatura de fusión del Acero A36

- Hnet: Calor aportada neta
 ρ.C: Calor específico Volumetrico
 t: Espesor de la plancha.
 Y: Distancia al contorno del metal fundido

Calor de aporte según proceso SMAW

El aporte de calor es la energía que se genera durante la soldadura, y se determina bajo la siguiente ecuación:

Donde:
$$H_{net} = \frac{V \times I}{v} \times f$$

- V: Voltaje
 I: Amperaje
 v: velocidad
 f: eficiencia térmica

Puesto que no todo el calor se aprovecha en fundir y unir la pieza, a continuación se muestra la tabla 21 para ver las eficiencias térmicas de diferentes procesos de soldadura.

Tabla 21
Eficiencia de proceso de soldadura.

PROCESO	EFICIENCIA
Oxiacetilénico	35%
GTAW	20-50%
GMAW	70-85%
SMAW	70-80%
FCAW	65-85%
SAW	90-99%

Nota. Tomado de *Introducción a la Metalurgia de la Soldadura* (p.84), 3ª Edición, por Dr. Carlos Fosca, 2002, Pontificia Universidad Católica del Perú.

En base a los datos de la ficha técnica de la soldadura hallamos el aporte calor y considerando una velocidad de deposición de 3mm/seg.

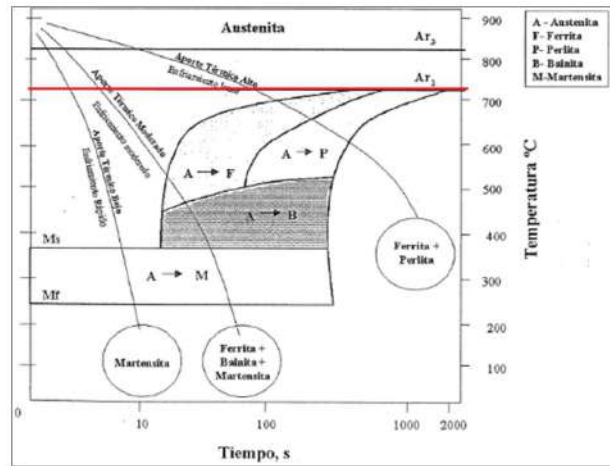
$$H_{net} = \frac{25 \times 210}{3} \times 0.75$$

$$H_{net} = 1,312.5$$

Si consideramos su extremo con respecto a ZAC podemos indicar que estará definido bajo una temperatura mínima en la que se llega a producir respectivas transformaciones que son señales micro estructurales representadas en un estado sólido o con respecto a su metal base ya que alteran sus propiedades significativamente bajo su unión soldada, para su caso los aceros de carbono bajan en aleación con respecto a el ASTM A-36 basado en temperatura respectiva a los 723°C. (Fosca, 2002, p.95).

Figura 13

Curva TTT de acero de bajo contenido de carbono.



Nota. Tomado de *Introducción a la Metalurgia de la Soldadura* (p.110), 3ª Edición, por Dr. Carlos Fosca, 2002, Pontificia Universidad Católica del Perú.

En base a los siguientes datos anteriores se tiene la distancia al contorno del metal fundido (Y):

$$\frac{1}{T_{max} - T_0} = \frac{4,13 \cdot \rho \cdot C \cdot t \cdot Y}{H_{net}} + \frac{1}{T_{fusion} - T_0}$$

Donde:

Tmax: 723°C

To: 20°C

Tfusion: 1,538°C

Hnet: 1,312.5 J/mm

ρ.C: 0.004 J/mm³.°C

t: 1/4" ó 6.35mm

Yzac = 8.69mm

Velocidad de enfriamiento (R)

Dentro del estimado de su ancho en una zona térmica que es afectada (ZAC). Indicamos su aspecto de término cíclico en velocidad al enfriamiento de su soldadura. Desde un punto que define al metal fundido o en relación a sus proximidades. Llega a alcanzar su temperatura máxima, su velocidad de enfriamiento puede llegar a tener un efecto demasiado significativo en relación a su estructura metalúrgica y determinado en propiedades mecánicas ZAC. (Fosca, 2002, p.101).

Sin embargo si mostramos temperaturas críticas por lo general nos interesara conocer la velocidad en la que se enfría el acero. Llegando a comprenderse entre un intervalo de temperatura que llega a ser tomado en 800°C – 500°C, correspondientes a su zona superior de la curva, como podemos determinar en la figura 12 ya que se muestra con una curva de tiempo, transformación, TTT dado en un acero de bajo carbono. (Fosca, 2002, p.103).

Ecuación de la velocidad de enfriamiento para planchas

Si mostramos el método más útil es lograr determinar su velocidad con respecto al enfrentamiento dado en su momento como metal a temperatura determinada bajo su interés. Podemos indicaría que está en relación a su nariz perlática de acuerdo al diagrama que será mostrado bajo tiempo vs temperatura

Es necesario distinguir entre planchas delgadas y gruesas, ya que para estas últimas se necesitan varias pasadas para completar la unión. Pero algunas veces

$$r = t. \sqrt{\frac{\rho \cdot C \cdot (T_c - T_o)}{H_{net}}}$$

no es fácil distinguir entre estas, por esta razón es conveniente definir un número adimensional llamado “espesor relativo de la plancha - r”

Donde:

$$t: \quad 6.35\text{mm}$$

$$T_c: \quad 550^\circ\text{C}$$

Remplazando Obtenemos: $r = 0.267$

La ecuación para planchas gruesas se aplica cuando r es mayor de **0.9**; y la ecuación de planchas delgadas cuando r es menor que **0.6**. Cuando r está comprendido entre 0,6 y 0,9 la ecuación de las chapas gruesas da una velocidad de enfriamiento demasiado alta y la ecuación de las chapas delgadas una velocidad que es demasiado baja. Sin embargo, si se efectúa una división arbitraria a un valor de $r = 0,75$; considerando los valores más altos como chapas gruesas y los que estén por debajo como chapas delgadas, el error máximo no suele exceder del 15%

Cuando las planchas son delgadas:

$$R = 2 \cdot \pi \cdot k \cdot \rho C \cdot \left[\frac{t}{H_{net}} \right]^2 \cdot (T_c - T_o)^3$$

Cuando las planchas son gruesas:

$$R = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot (T_c - T_o)^2}{H_{net}}$$

En tal sentido y remplazando los valores obtenidos tenemos R °C/seg:

$R = 2.7^\circ\text{C/seg}$

Esta velocidad es baja por lo que no se formara estructuras martensíticas en la soldadura

Tiempo de solidificación

La velocidad a la cual el metal fundido se solidifica durante la soldadura, puede tener un efecto notable sobre su micro estructura, sus propiedades mecánicas, su facilidad para ser tratada térmicamente y sobre el contenido de impurezas.

El tiempo de solidificación del metal fundido “St” (segundos) depende del aporte térmico neto y se da por la siguiente formula:

$$St = \frac{L.Hnet}{2.\pi.k.\rho C.(Tm - To)^2}$$

Donde:

- L: Calor de fusión 2 (J/mm3)
- k: Conductividad térmica del metal 0.028 (J/mm.seg. °C)
- Tm: Temperatura de inicio de la solidificación 1538°C
- To: Temperatura de fin de la solidificación 20°C

Remplazando Obtenemos:

St = 1.47seg

Este tiempo calculado es menor y la principal razón es que el baño fundido está en un mejor contacto con el metal frio que le rodea y que actúa como molde.

Por estas razones se ha decidido usar las siguientes características de la soldadura y la realización de los siguientes protocolos como se aprecia en la figura 14 a la figura 16:


- Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS)

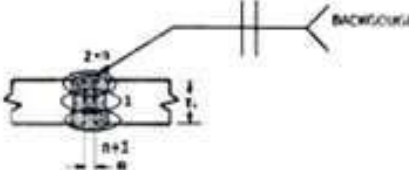
- Registro de calificación de procedimiento de soldadura (PQR)
- Registro de calificación de Soldador (WPQ)

Características de la junta

Tipo de junta:	A Tope
Posición:	Horizontal/ Vertical / Plano / Sobre cabeza
Espesor de plancha:	<10mm
Dimensiones de electrodo:	5/32" (4mm)
Tipo de electrodo:	E-7018
Velocidad de deposición:	Moderada
Tipo de acero:	ASTM A-36
Proceso de soldadura:	SMAW
Código de Referencia:	AWS D1.1


Figura 14
Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS).

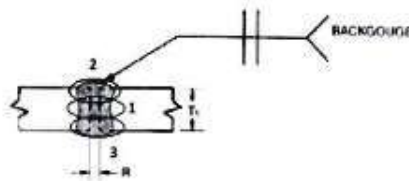

	ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (De acuerdo a ASME Sección IX)		WPS-HIMSAC		
			HOJA:	1 de 2	
			EMISION:	Oct-13	
				REVISION:	1

QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)																												
Nombre de la compañía:		HIMSAC		Por: Guillermo Passera																								
Especificación de Procedimiento No.:		WPS-01		Fecha: 26/09/2013 PQR de soporte: PQR-01																								
Revisión No.:		0		Fecha: 26/09/2013																								
Proceso(s) de soldadura:		SMAW		Tipo: Manual																								
JUNTA (QW-402) Diseño de junta: A Tope, Cuadrada Respaldo: (Si) Soldado por ambos lados (No) Material de respaldo: (Tipo) Cordon de soldadura <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Retractario <input type="checkbox"/> No metálico <input type="checkbox"/> Otro Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes ha ser soldados. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.		Detalles 																										
METAL BASE (QW-403) N° P: <u>1</u> Grupo N°: <u>1</u> al N° P: <u>1</u> Grupo N°: <u>1</u> Especificación de tipo y grado: _____ Hasta la especificación de tipo y grado: _____ Análisis químico y propiedades mecánicas: _____ Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: _____																												
Rango de espesores Metal base: Ranura: Desde 3.0mm hasta 12.00mm Filete: Todos Diam. Tubo: Ranura: _____ Filete: _____ Otro: _____																												
METAL DE APORTE (QW-404) <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Especificación N° (SFA)</td> <td>5.1</td> </tr> <tr> <td>AWS No (Clase)</td> <td>E7018</td> </tr> <tr> <td>N° F</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>N° A</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Tamaño del electrodo</td> <td>3.2 mm / 4.0mm</td> </tr> <tr> <td>Metal depositado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rango de espesores</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ranura</td> <td>Hasta 12.0mm</td> </tr> <tr> <td>Filete</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Fundente (clase)</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Nombre comercial</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Inserto consumible</td> <td>---</td> </tr> </table>					Especificación N° (SFA)	5.1	AWS No (Clase)	E7018	N° F	3	N° A	1	Tamaño del electrodo	3.2 mm / 4.0mm	Metal depositado		Rango de espesores		Ranura	Hasta 12.0mm	Filete	---	Fundente (clase)	---	Nombre comercial	---	Inserto consumible	---
Especificación N° (SFA)	5.1																											
AWS No (Clase)	E7018																											
N° F	3																											
N° A	1																											
Tamaño del electrodo	3.2 mm / 4.0mm																											
Metal depositado																												
Rango de espesores																												
Ranura	Hasta 12.0mm																											
Filete	---																											
Fundente (clase)	---																											
Nombre comercial	---																											
Inserto consumible	---																											

Nota. Tomado de la empresa HIMSAC


Figura 15
Registro de calificación de procedimiento de soldadura (PQR)

	REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR) (De acuerdo a ASME Sección IX-2010)		PQR-HIMSAC		
			HOJA:	1 de 2	
			EMISION:	Oct-13	
				REVISION:	1

QW-482 – REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (PQR)																							
Nombre de la compañía:	HIMSAC	Por:	Guillermo Pasapera																				
PQR Nº:	PQR-01	Fecha:	25/ 09 / 2013																				
Para Calificar WPS Nº:	WPS-01																						
Proceso(s) de soldadura:	SMAW	Tipo:	Manual																				
JUNTA (QW-402) 																							
METAL BASE (QW-403) Especificación material: SA-36 // SA-36 Tipo o grado: --- P - No. 1 a P - No. 1 Espesor de probeta: 6.06 mm Diámetro de probeta: --- Otro: ---		TRATAMIENTO TERMICO POST-SOLDADURA (QW-407) Temperatura: --- Tiempo: --- Otro:  DC1 EXP. 8/1/2014																					
METAL DE APORTE (QW-404) Especificación SFA: A5.1 Clasificación AWS: E6010 Metal de aporte F - No.: 3 Análisis de metal depositado A - No.: 1 Tamaño de metal de aporte: 3.25mm // 4.0mm Otro: --- Espesor de metal de soldadura: 6.0 mm de F3		GAS (QW-408) <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">Composición Porcentual</th> </tr> <tr> <th>Gas(es)</th> <th>Mezcla</th> <th>Flujo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Ariastre</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Respaldo</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>---</td> </tr> </tbody> </table>				Composición Porcentual			Gas(es)	Mezcla	Flujo	Protección	---	---	---	Ariastre	---	---	---	Respaldo	---	---	---
	Composición Porcentual																						
	Gas(es)	Mezcla	Flujo																				
Protección	---	---	---																				
Ariastre	---	---	---																				
Respaldo	---	---	---																				
PRECALENTAMIENTO (QW-406) Temperatura de precalentamiento: 15°C Temperatura entre pases: Max 150°C Otro: ---		CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409) Corriente: DC Polaridad: EP Amperaje: Ver Tabla Voltaje: Ver tabla Electrodo de tungsteno: --- Otro: ---																					
POSICION (QW-405) Posición de ranura: 3G Progresión de soldadura (asc, desc): Ascendente (1er Paso) Descendente (Resto)		TECNICA (QW-410) Velocidad de avance: Ver Tabla Pasada ancha o angosta: Angosta Oscilación: Como sea requerida Pase simple o múltiple: Múltiple Electrodo simple o múltiple: Simple Otro: --- Longitud de alambre libre: ---																					

Nota. Tomado de la empresa HIMSAC

Figura 16
Registro de calificación de Soldador (WPQ)

	REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR De acuerdo al código ASME - Sección IX-2010			WPQ-HIMSAC		
	HOJA:		1 de 2		EMISION:	Jul - 13
	REVISION:		1			

REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQ)					
Nombre del Soldador:	Roger Pasapera Cruz	No. Estampa:	RPC61	WPQ No.:	---
		DNI:	40753961		
Identificación de WPS seguido por el soldador:	WPS-01	Evaluado en:	<input checked="" type="checkbox"/> Probeta	<input type="checkbox"/> Soldadura Producción	
Especificación de metal base:	ASTM A36	Espesor:	6.0mm		
Variables de soldadura		Valor Usado en la Calificación		Rango Calificado	
Proceso de Soldadura:		SMAW		SMAW	
Tipo usado (manual, semiautomático):		Manual		Manual	
Respaldo (metal, soldadura):		Con respaldo		Con Respaldo	
(X) Plancha () Tubería (ingresa diámetro, si es tubería):		---		---	
Metal Base No. P o S a No. P o S		P No 1 a P No 1		P No 1 a P No 1	
Especificación metal aporte (SFA)		A5.1		---	
Clasificación metal aporte		E8010		---	
Metal de aporte No. F:		F3 con respaldo		F1,F2,F3 con respaldo	
Con Material de aporte:		---		---	
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):		---		---	
Tipo de aporte (GTAW o PAW):		---		---	
Espesor depositado por cada proceso:		6.0 mm de F3		Hasta 12.0mm de F3	
Posición calificada:		3G		Ranura: Plano, Vertical Filete: Plano, Horizontal, Vertical	
Progresión vertical (ascendente/descendente):		Ascendente		Ascendente	
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):		---		---	
Modo de Transferencia (FCAW):		---		---	
Corriente Tipo/Polaridad (SMAW):		DCEP		---	
RESULTADOS					
Resultado de Inspección Visual:	ACEPTABLE				
Resultados de Prueba de Doblez:	ACEPTABLE				
() Lado	(X) Cara y Raíz Transversal		() Cara y Raíz Longitudinal		
() Tubería, Resistencia a la corrosión	() Plancha, resistencia a la corrosión				
() Tubería, Prueba de ataque químico	() Plancha, Prueba de ataque químico:				
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
RPC61/ DC1	Aceptado	---	---	---	---
RPC61/ DR1	Aceptado	---	---	---	---
Resultado de examen radiográfico alternativo:	NA				
Soldadura de filete:	Prueba de fractura:	-	Longitud y porcentaje de defectos:	-	
Macro ataque:	Tamaño de filete:	-	Concavidad/Convexidad:	-	
Otras Pruebas:	-				
Peícula o muestras evaluadas por:	-	Compañía:	SOLDEX S.A.		
Pruebas Mecánicas conducidas por:	CWI Ing. Juan Guardia	Ensayo N°:	1153-13		
Soldadura supervisada por:	CWI Ing. Juan Guardia				
Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX -2010.					
Fabricante:	HIMSAC	Autorizado por:	Guillermo Pasapera		
Fecha:	26/09/2013	Fecha:			

Nota. Tomado de la empresa HIMSAC

2.2.5.8.11 Cálculo De Pernos De Anclaje

Luego de realizar por efectos de cargas de viento y análisis por efectos de cargas sísmicas, se tiene que para efectos sísmicos se requiere la instalación de anclajes mecánicos, para este caso usamos Loads pernos de anclaje. A continuación, se procedió a realizar el cálculo respectivo de los pernos de anclajes según lo recomendado en la tabla 22.

Tabla 22
Coficiente de aceleración.

Table 5.21b—Uplift Loads (USC)

Uplift Load Case	Net Uplift Formula, U (lbf)	Allowable Anchor Bolt Stress (lbf/in. ²)	Allowable Shell Stress at Anchor Attachment (lbf/in. ²)
Design Pressure	$[(P_r - 8t_h) \times D^2 \times 4.08] - W_1$	$5/12 \times F_y$	$2/3 F_{0.7}$
Test Pressure	$[(P_t - 8t_h) \times D^2 \times 4.08] - W_1$	$5/9 \times F_y$	$2/3 F_{0.7}$
Failure Pressure ^a	$[(1.5 \times P_f - 8t_h) \times D^2 \times 4.08] - W_2$	F_u	$F_{0.7}$
Wind Load	$P_{WR} \times D^2 \times 4.08 + [4 \times M_{WT}/D] - W_2$	$0.8 \times F_y$	$2/3 F_{0.7}$
Seismic Load	$[4 \times M_{TW}/D] - W_2 (1 - 0.4A_r)$	$0.8 \times F_y$	$2/3 F_{0.7}$
Design Pressure ^b + Wind	$[(F_p P + P_{WR} - 8t_h) \times D^2 \times 4.08] + [4 M_{WT}/D] - W_1$	$5/9 \times F_y$	$2/3 F_{0.7}$
Design Pressure ^b + Seismic	$[(F_p P - 8t_h) \times D^2 \times 4.08] + [4 M_{TW}/D] - W_1 (1 - 0.4A_r)$	$0.8 \times F_y$	$2/3 F_{0.7}$
Frangibility Pressure ^c	$[(3 \times P_f - 8t_h) \times D^2 \times 4.08] - W_3$	F_y	$F_{0.7}$

Nota. Tomado de Standard API 650 (p.5-97), 12^a Edición, 2013.

Los pernos de anclaje deberán soportar una carga total, la cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$U = \left[4 \frac{M_S}{D} \right] - W_2 (1 - 0.4A_r)$$

La carga por cada perno de anclaje será:

Donde:

MS: Momento de volteo debido a la carga sísmica (Kg - m)

D: Diámetro del tanque (m)

- W2: Peso total del casco corroído del tanque además del peso del techo corroído (Kg)
- Av: Coeficiente de aceleración vertical por efectos del sismo.
- Fu: Esfuerzo del material a la fractura ASTM-A325 (Mpa)
- U: Carga total (Kg)
- tb: Carga por cada perno (Kg)
- N: Numero de pernos.

Tenemos:

- Fu: 724 Mpa
- MS: 1`205,618.5 Kg-m
- D: 8.25 mts
- W2: 18,173.4 Kg
- Av: 0.154

Tenemos: U: 567,513.9 Kg

Para determinar la cantidad mínima de pernos de anclaje se debió considerar una separación máxima de 3 m, es decir:

$$N = \pi D / 3$$

N =	8.639
-----	-------

Se consideró que la cantidad de pernos deberán ser múltiplo de 4 entonces:

N =	12
-----	----

Separación: 2.16 mts

Reemplazando obtenemos la carga por cada perno, donde:

tb =	47,292.82 Kg
------	--------------

Calculamos el diámetro de los pernos de anclaje de tal manera que el esfuerzo al que está sometido sea menor que el esfuerzo permisible (S_{perno}), así tenemos:

Además, el esfuerzo permisible que debe tener cada perno será:

$$S_{perno} = 0.8F_y$$

$S_{perno} =$	579.20	Mpa
---------------	--------	-----

\varnothing_{perno}	$S_{requerido}$:
1 1/8	687.486
1 1/4	556.864
1 3/8	460.218
1 1/2	386.711

Por lo tanto, por efectos de carga sísmica se obtiene que será suficiente la instalación de pernos de anclaje de 1 3/8 “, de material ASTM A-325

2.2.5.8.12 Cálculo de cimentación de Tanque

La cimentación del tanque vertical es de tipo anular, se tomó en cuenta la norma API 650 para el diseño, así como la Norma ACI 318, a continuación, se presenta los siguientes cálculos donde el pre dimensionamiento se realizó con la consideración de los siguientes datos:

Parámetros Geotécnicos

Según lo indicado en los criterios de diseño del proyecto se tomaron los siguientes parámetros proporcionado por el estudio de mecánica de suelo (EMS)

Anexo 1:

- Capacidad portante admisible (σ_{adm}) : 3.0 kg/cm² ó 300.0 KN/m²
- Peso específico del suelo (γ_s) : 2,161.0 kgf/m³

- Profundidad de cimentación (Df) : 1,550 mm

Datos de la cimentación

$f'c$: 280kg/cm ²	Resistencia a la compresión del concreto
f_y : 4,200kg/cm ²	Esfuerzo de fluencia del acero
γ_c : 2,400kg/cm ³	Peso específico del concreto
ϕ : 0.9	Fact. de reducción de resistencia a la tracción
r_{anillo} : 0.05m	Recubrimiento en el anillo de concreto
r_{zap} : 0.05m	Recubrimiento en la zapata

Cálculo del ancho mínimo de anillo de concreto

Se consideró que la presión debajo del anillo y debajo del fondo del tanque son iguales, para evitar asentamientos, en función a ello se determinó el ancho del anillo de concreto (b), la cual debe de ser mínimo 0.3m según API 650

Donde:

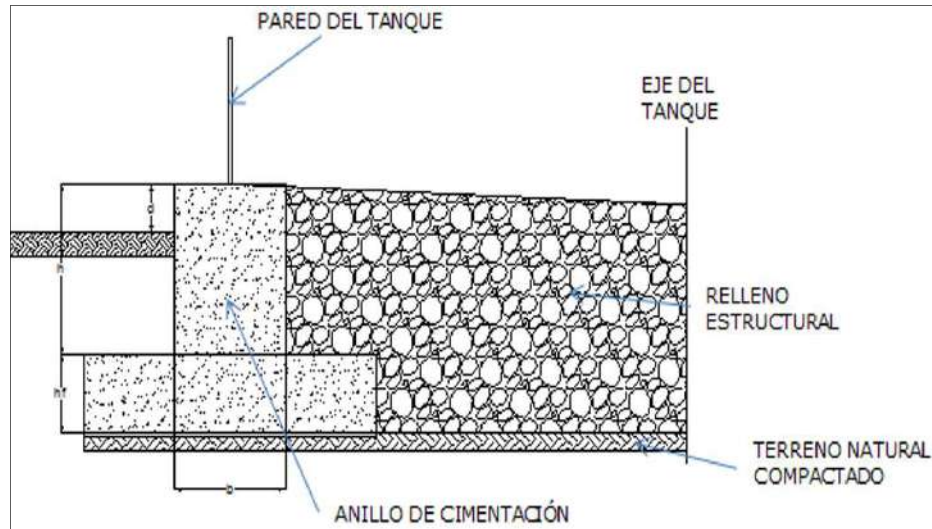
$$\frac{1}{b}(W_{tot}) + \gamma_c h + 0.5\rho Hf = \rho Hf + \gamma_s h$$

W_{tot} :	$W_s + W_r$ (KN)
W_s :	Peso total de las paredes del tanque y accesorios (KN)
W_r :	Peso total del techo del tanque (KN)
γ_c :	Peso específico del concreto (kg/m ³)
γ_s :	Peso específico del suelo según EMS (kg/m ³)
h :	Altura total del anillo (m)
ρ :	Peso específico del fluido (kgf/m ³).
Hf :	Altura del líquido (m)

Tenemos: b: 0.17 m

Como el ancho mínimo debe de ser 0.3m hicimos los análisis correspondientes teniendo en cuenta este valor como mínimo.

Figura 17
Anillo de cimentación.



Nota. Elaboración propia

Análisis de presiones por carga estática

La presión sobre el terreno debajo del fondo del tanque (σ_{te}) y la presión debajo del anillo de cimentación (σ_a) fueron ambas menor a la capacidad portante del suelo (σ_{adm}) del estudio de la mecánica de suelo.

$$\sigma_a \text{ menor que } \sigma_{adm} \quad \text{y} \quad \sigma_{te} \text{ menor que } \sigma_{adm} .$$

$$\frac{1}{b}(W_{tot}) + \gamma_c h + 0.5\rho Hf = \sigma_a \quad \rho Hf + \gamma_s h = \sigma_{te}$$

Reemplazando b igual a 0.3m y las dimensiones h , Hf del anillo obtenemos:

$\sigma_a = 86.28 \text{ KN/m}^2$	$\sigma_{te} = 119.21 \text{ KN/m}^2$
-----------------------------------	---------------------------------------

De los valores obtenidos se concluyó que las presiones estáticas son las adecuadas pues son menores a la capacidad portante admisible de 300 KN/m².

Análisis de presiones por sismo

Las presiones sobre el terreno deben ser menor a la capacidad portante del suelo (σ_{adm}) del estudio de la mecánica de suelo.

$$q_{\max - \min} = \frac{P_t}{A_{anll}} \pm \frac{M_{rw} \times c}{I_{xx}}$$

Donde:

$q_{\max - \min}$:	Presión máxima y mínima sobre el terreno (KN/m ²)
P_t :	Peso total sin producto (KN)
A_{anll} :	Área total del anillo de concreto (m ²)
M_{rw} :	Momento debido al sismo (KN-m)
I_{xx} :	Momento de inercia del anillo (m ⁴)
c :	Distancia al centroide al exterior del anillo (m)

Valores Geométricos:

$$D_{ext} = 8.85 ;$$

$$D_{int} = 7.65 ;$$

$$A_{anll} = 15.55 ;$$

$$c = 4.43 ;$$

$$I_{xx} = 133 ;$$

Cargas:

$$P_t = 6,826.25 ;$$

$$M_{rw} = 11,828. ;$$

$$F_v = 755,13 ;$$

$$e = 1.95 ;$$

Reemplazando los valores obtenemos:

$q_{\max} = 832.48 \text{ KN / m}^2$	$q_{\min} = 45.45 \text{ KN / m}^2$
--------------------------------------	-------------------------------------

De los valores obtenidos se concluyó que las presiones por análisis sísmicos no son las adecuadas pues no son menores a la capacidad portante admisible de 300 KN/m² y se necesita zapata para disminuir la presión sobre el terreno.

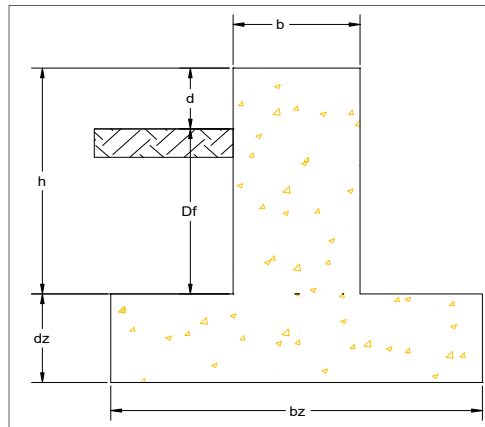
Diseño de zapata

Las dimensiones de la zapata fueron tal que las presiones sobre el terreno fueron menor a la capacidad portante del suelo (σ_{adm}) del estudio de la mecánica de suelo.

$b_z = 2.49 \text{ m}$; Ancho de zapata

$d_z = 0.50 \text{ m}$; Peralte de zapata

Figura 18
Zapata de cimentación.



Nota. Elaboración propia

$$q_{\max - \min} = \frac{P_t}{A_{\text{anllzap}}} \pm \frac{M_{rw} \times c}{I_{xx}}$$

Donde:

- $q_{\max - \min}$: Presión máxima y mínima sobre el terreno (KN/m²)
- P_t : Peso total sin producto (KN)
- A_{anllzap} : Área total del anillo de concreto (m²)
- M_{rw} : Momento debido al sismo (KN-m)
- I_{xx} : Momento de inercia del anillo (m⁴)
- c : Distancia al centroide al exterior del anillo (m)

Valores Geométricos:

$$D_{\text{intzap}} = 5.76 ;$$

$$D_{\text{extzap}} = 10.74 ;$$

$$A_{\text{anllzap}} = 64.54 ;$$

$$c = 5.37 ;$$

$$M_{rw} = 11,828. ;$$

$$I_{xx} = 599.08 ;$$

$$F_y = 755,13 ;$$

Cargas:

$$e = 1.73 ;$$

$$P_t = 7,585.98 ;$$

$$De/6 = 1.79 ;$$

Reemplazando los valores obtenemos:

$$q_{max} = 223.57 \text{ KN / m}^2 \quad q_{min} = 11.52 \text{ KN / m}^2$$

De los valores obtenidos se concluyó que las presiones por análisis sísmicos son las adecuadas pues son menores a la capacidad portante admisible de 300 KN/m².

Cálculo del acero de refuerzo en la zapata

El acero de refuerzo de la zapata fue tal que cumplió las siguientes 3 condiciones:

1. La cuantía mínima debe de ser 0.0025 según ACI 318,14.3.3

$$\rho = \frac{A_{cal}}{b_z \cdot 10^2 \cdot (d_z - r_{zap})}$$

$$A_{cal} = \frac{0.85 \cdot M_U \cdot f'c \cdot b_z \cdot (d_z - r_{zap}) \cdot 100}{f_y}$$

$$M_U = \frac{q_{max} \cdot b_z^2}{2} + \frac{(q_{max} - q_{min}) \cdot b_z^2}{6}$$

Donde:

ρ : Cuantía de refuerzo

A_{cal} : Área de acero calculado (m²)

M_U : Momento de zapata (KN-m)

q_{max} : Presión del suelo máxima (KN-m)

q_{min} : Presión del suelo mínima (KN-m)

b_z : Ancho de la zapata (m)

d_z : Peralte de la zapata (m)

r_{zap} : Recubrimiento de la zapata (m)

Reemplazando obtenemos el área de acero calculado;

$$A_{cal} = 52.61 \text{ cm}^2$$

Reemplazando obtenemos el momento de la zapata;

$$M_U = 954.05 \text{ KN-m}$$

Reemplazando obtenemos la cuantía;

$$\rho = 0.0025$$

De la cuantía obtenida se concluyó que el área del acero calculado es el adecuado

2. La separación entre alambres (s) de refuerzo debe ser menor a 25cm

Para tal caso se consideró el acero de refuerzo de Ø1" siendo el área 5.1 cm² de área según tabla 23

$$\#Varillas = \frac{\rho \cdot 100 \cdot b_z}{A_v} \quad s = \frac{b_z - 2 \cdot r_{zap}}{\#Varillas - 1}$$

Donde:

ρ : Cuantía de refuerzo

r_{zap} : Recubrimiento de la zapata (cm)

b_z : Ancho de la zapata (cm)

A_v : Área de acero colocado Tabla 9 (cm²)

Reemplazando obtenemos la cantidad de varillas;

$$\#Varillas = 23$$

Reemplazando obtenemos la separación entre varillas;

$$s = 21 \text{ cm}$$

De la separación obtenida se concluyó que el área del acero calculado es el adecuado

3. El área del acero colocado debió ser mayor que el área mínima requerida.

Para eso se define el área mínima de la siguiente forma:

$$A_{min} = 0.0015 \cdot b_z \cdot (d_z - r_{zap}) \cdot 100 \cdot 100 \quad A_{col} = \#Varillas \cdot A_v$$

Reemplazando obtuvimos el área mínima y el área del acero colocado;

$$A_{min} = 31.73 \text{ cm}^2$$

$$A_{col} = 117.3 \text{ cm}^2$$

De los valores obtenidos se concluyó que acero de refuerzo de Ø1" y su separación de 21cm en la zapata es la adecuada.

Tabla 23
Área de acero de refuerzo.

NUMERO	Diámetro	Área (cm2)
9.5	3/8	0.71
12	1/2	1.29
16	5/8	2
20	3/4	2.84
25	1	5.1

Nota. Elaboración propia

2.2.6 Habilitado de Materiales

2.2.6.1 Corte De Planchas

El corte de los bordes de las planchas se realizó mediante el uso de la cizalla, que se limitará a planchas de 9.5mm (3/8 pulg.) de espesor para uniones a tope y de 16.0 mm. (5/8 pulg.), para uniones traslapadas las demás con oxicorte para superficie uniforme y lisa.

2.2.6.2 Tolerancias

Las tolerancias en las dimensiones para la habilitación de las planchas para el cilindro fueron como las que se indican en la tabla 24.

Tabla 24
Tolerancia de armado de planchas.

Dimensión	Tolerancia	
	(mm)	(pulg)
Cada plancha		
Ancho y largo	+/- 1.6	+/- 1/16
Diferencia en diagonales	+/- 3.0	+/- 1/8
Todas las planchas de un mismo anillo		
Ancho	+/- 1.6	+/- 1/16
Los bordes de las planchas serán rectos con una tolerancia de +/- 0.8 mm (1/32")		

Nota. Tomado de *Especificaciones Técnicas Mecánicas* (p.7), por empresa HIMSAC

2.2.6.3 Rolado De Planchas

Dependiendo del diámetro nominal del tanque y del espesor de las planchas, estas deberán rolarse previamente, solamente si es necesario, de acuerdo a los rangos indicados en la tabla 25.

Tabla 25
Diámetro necesario para rolar planchas de casco.

Espesor Nominal de la Plancha (t)		Rolar Planchas hasta Diámetro Nominal del Tanque (D)	
(mm)	(pulg)	(m)	(pies)
$t \geq$	$t \geq 5/8$	Todas deben rolarse	
$2.5 \leq t < 16.0$	$1/2 \leq t < 5/8$	$D \leq 36.6$	$D \leq 120$
$9.5 \leq t < 12.5$	$3/8 \leq t < 1/2$	$D \leq 18.3$	$D \leq 60$
$5.0 \leq t < 9.5$	$3/16 \leq t < 3/8$	$D \leq 12.2$	$D \leq 40$

Nota. Tomado de *Especificaciones Técnicas Mecánicas* (p.8), por empresa HIMSAC

2.2.7 Montaje de Tanques

2.2.7.1 Montaje de fondo

El fondo del tanque (figura 19) se instaló sobre el anillo de cimentación con ayuda de un camión grúa de 15.5 ton de capacidad máxima de carga y una distancia de alcance del brazo de la grúa de 19.4 metros.

Para mantener los elementos a unir alineados, se retuvo en una posición determinada durante la operación de soldadura mediante puntos de soldadura por la técnica de soldadura por arco con electrodo metálico revestido o sus siglas en ingles Shield Metal Arc Welding (SMAW) con electrodo revestido E-7018 de diámetro de 1/4" y puentes (rigidizadores) que siguen la secuencia de soldadura (soldadura de extremos cruzados para evitar deformaciones en el fondo).

Figura 19
Montaje de planchas de fondo.



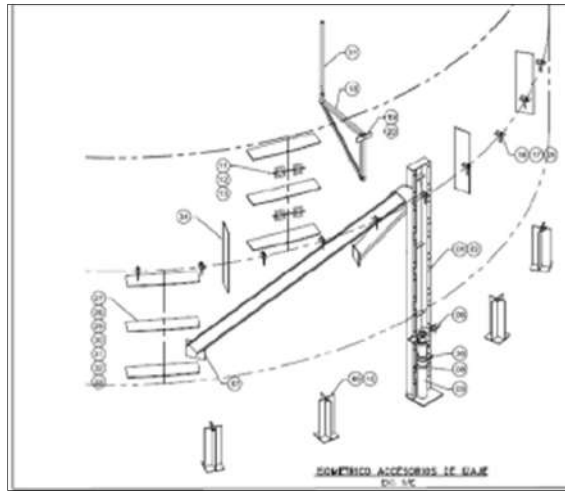
Nota. Elaboración propia

2.2.7.2 Elementos para el montaje de planchas del casco

Se colocaron las columnas, puntales y apoyos repartidos de forma equidistante alrededor de la circunferencia del casco del tanque (figura 20). Estos elementos fueron fijados al fondo del tanque con puntos y cordones de soldadura no mayor a 1" (25 mm).

Figura 20

Esquema isométrico del sistema de izaje para planchas de casco.



Nota. Elaboración propia

Para los trabajos en los andamios se tuvo en cuenta el amarrado de las herramientas a drizas de $\frac{1}{4}$ "para que no caigan al piso y puedan accidentar a algún colaborador o peatón.

Se realizó el montaje de 2 cuerpos de andamios en el perímetro del tanque para todo trabajo de lado exterior al casco (figura 21).

Figura 21

Montaje de andamios en el perímetro del tanque.



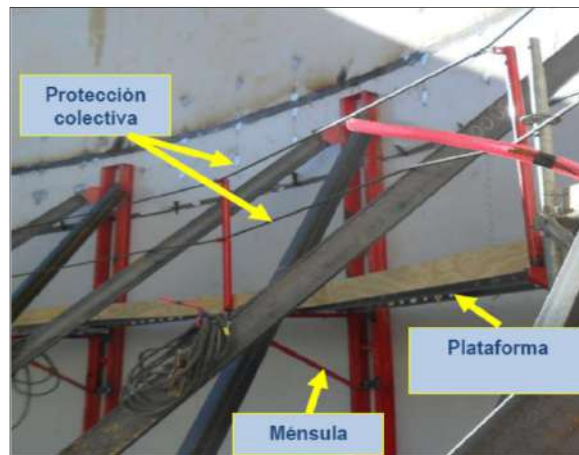
Nota. Elaboración propia

Para los trabajos al interior del tanque (figura 22) se colocó plataformas sobre ménsulas soldadas a columnas verticales. La plataforma de trabajo tuvo una altura de 1.60 m. con referencia al fondo del tanque.

Se colocó cable de 5/8" a 0.50 y 1.00 m con referencia a plataforma de trabajo, la cual cumplirá la función de protección colectiva al momento del desplazamiento del personal. (Baranda de Cable de Acero)

Figura 22

Detalle de plataformas y ménsulas en interior de tanque.



Nota. Elaboración propia

Se colocó además un cable acerado de 5/8" como línea de vida en la parte superior de la columna vertical con la intención de mantener el punto de anclaje por encima de la altura del hombro de los colaboradores (figura 23).

Figura 23
Detalle de línea de vida.



Nota. Elaboración propia

Para el amarre de cable acerado se utilizó 3 grapas prensacables, para lo cual se detalla la figura 24:

Figura 24
Amarre de cable acerado.



Nota. Elaboración propia

2.2.7.3 Montaje de planchas de casco

Se tuvo trazado la ubicación de plancha del anillo 1 uno (ultimo anillo de la parte inferior). Una vez transportadas las planchas sobre el camión HIAB a una ubicación en la que pueda el radio de la grúa pueda coger la carga planchas de

anillo 8 ocho (primeros anillos de la parte superior). Se inició el proceso de sujeción de la carga (figura 25)

Figura 25
Camión Hiab cargando planchas.



Nota. Elaboración propia

Se colocaron las planchas del Anillo 1 del tanque, con la ayuda del camión grúa de 22 Ton usando balancín, grilletes de 1", eslingas y mordazas de 2 Ton, se fueron ubicando una tras otra sobre los apoyos nivelados en sentido anti horario hasta colocar la plancha de cierre, luego se procedió a armar las juntas verticales, soldar las costuras verticales excepto la última de cierre.

Figura 26
Planchas de anillo superior.



Nota. Elaboración propia

Luego de verificar las dimensiones del perímetro, se cortó la demasía de longitud en la plancha de cierre y quedo cerrada la circunferencia del anillo del casco del tanque.

Para el montaje de los siguientes anillos del tanque de almacenamiento se utilizó el sistema de izaje por gatas hidráulicas tipo botella (figura 27).

Figura 27

Izaje de anillo superior mediante gatas hidráulicas.



Nota. Elaboración propia

Una vez que finalizo el gateo se colocó el siguiente anillo y se separó con octavos y cuñas horizontales y verticales.

Figura 28
Anillo superior suspendido por gastas hidráulicas.



Nota. Elaboración propia

Figura 29
Apuntalamiento de planchas guía.



Nota. Elaboración propia

Figura 30

Soldadura de juntas horizontales y verticales de anillos.



Nota. Elaboración propia

2.2.7.4 Montaje de planchas de techo

Los pasos para su instalación fueron los siguientes:

- Pre armado de secciones que conforman el techo a pie de obra.
- Se instaló en el centro del tanque una obra falsa provisional de soporte de la estructura que servirá para el montaje de las secciones que conforman la estructura.
- El proceso se repitió hasta completar el total de partes habilitadas con su respectivo opuesto.
- Aseguradas las estructuras montadas en secciones se habilitaron andamios con ruedas dentro del tanque para poder acceder al nivel de las estructuras de soporte de techo.

- Se procedió a instalar los canales de unión entre secciones de techo para completar el total de la estructura de techo. La instalación de canales se hará con proceso SMAW.
- Finalmente se soldaron todas las partes de unión entre secciones. Todas las juntas soldadas correspondientes a la estructura de soporte de techo corresponden a juntas de Filete con cateto de 6mm.

Figura 31

Soldadura de juntas horizontales y verticales en techo.



Nota. Elaboración propia

2.2.7.5 Montaje de accesorios

Una vez soldado el anillo número 8 ocho al fondo, se colocaron las silletas de anclaje soldándolas a la pared del tanque. Asimismo, se trazó y ubico los ejes de los accesorios (nozzles, manholes, etc.) y se cortaron los agujeros necesarios para colocar dichas conexiones. Antes de colocar los accesorios se colocaron primero las planchas de refuerzo de dichos tubos (o ponchos) apuntalándolos a la pared del tanque por proceso SMAW y colocando luego los tubos con las

bridas (conexiones). Una vez que todo está apuntalado, se procedió a soldar cada elemento al casco del tanque.

Figura 32

Detalle del proceso de soldadura en Manhole de casco.



Nota. Elaboración propia

2.2.8 Preparación superficial.

Las planchas una vez roladas se llevaron al taller de arenado para su preparación superficial siguiendo los puntos de inspección de la tabla 26, dicha tabla define la preparación de superficie, sus alcances, controles y métodos en el proceso de limpieza de la superficie.

Tabla 26

Puntos de inspección de preparación de superficie.

Preparación de Superficie	Norma de Referencia	Admisibilidad
El aire comprimido está limpio	ASTM D4285	0% aceite y humedad
El abrasivo está libre de finos y aceite	SSPC – AB2 / AB3	0%
El abrasivo tiene conductividad admisible	SSPC – AB2 / AB3 / ASTM D4940	< 1000 μ siemens/cm
Se determinó la temperatura de la superficie	ASTM D3276/E337	Max. 50°C
Se determinó la temperatura de rocío	ASTM D3276/E337	Tsup - Trocio > 3°C
Se determinó la humedad	ASTM D3276/E337	HR < 95%
Se alcanzó el grado de limpieza especificado	SSPC-SP10	Max. 5% se sombras en 3" pulg ² .
Se alcanzó la rugosidad especificada	ASTM D4417	2.5 mils
Se evaluó la post limpieza	ISO 8502-3	< Clase 2

Nota. Elaboración propia

2.2.9 Aplicación de Pintura.

Una vez preparada la superficie, limpia y seca, se procedió a la mezcla de pintura y la aplicación del sistema recomendado según tabla 27 por la empresa “Jet” según hojas técnicas que se adjuntan en el anexo 4 y se siguió los puntos de inspección de la tabla 28.

Tabla 27
Sistema de pintura.

Capa	Producto	Espe sor	%SV	Rendimiento (m2/gal)	T.Rep Min.(horas@ 21°C)	T.Rep Max.(días@ 21°C)
1 era	JET 85MP	7	85%	10.86	8 Horas	6 meses
	JET ECOPOXI 90					
2 da	JET 85MP	7	85%	10.86	8 Horas	6 meses
	JET ECOPOXI 90					
3 era	JET 85MP	6	85%	12.67	6 Horas	6 meses
	JET ECOPOXI 90					
4 ta	JETHANE 650 HS	3	65%		4 Horas	7 días
Total		23			26 horas	

Nota. Elaboración propia

Tabla 28
Puntos de inspección de aplicación de pintura.

Aplicaciones	Norma Referencial	Admisibilidad
Pintura almacenada correctamente	SSPC-PA1	N.A.
Pintura del color correcto	Especificación	Cartilla RAL
Pintura en cantidad suficiente	SSPC – PA1	Ver Hoja Técnica
Pintura en buen estado	SSPC-PA1/ASTM D3276	Fluida sin sedimentos
Aire comprimido limpio	ASTM D4285	0% aceite y humedad
Equipo en buen estado	SSPC-PA1/ASTM D3276	Acabado Uniforme
Se determinó la temp. de la superficie	ASTM D3276/E337	Max. 50°C
Se determinó la temp. de roció	ASTM D3276/E337	Tsup - Trocio > 3°C
Se determinó la humedad	ASTM D3276/E337	HR < 95%
No se tiene excesivo viento	ASTM D3276	< 15 Km/hr
La pintura está seca al tacto duro	ASTM D1640	Hoja Técnica
Se ajustó el medidor de espesores secos	SSPC-PA2	Sup. Rugosa

Nota. Elaboración propia

Para el pintado se usó el sistema de pintura air less, que consta de compresor, equipo de pintado, manguera alimentadora de pintura y pistola.


2.2.10 Pruebas y registros de calidad.

2.2.10.1 Prueba Neumática de plancha de refuerzo

Para API 620 ítem 7.18.2.3 las juntas soldadas alrededor de las planchas de refuerzos en el casco del tanque se realizaron a una presión de aire a 15 PSI mientras se aplicó una solución a toda la soldadura que permitió apreciar fugas posibles.

Figura 33

Formato de protocolo para inspección de planchas de refuerzo.



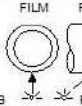
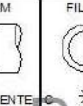



	HIM PROYECTOS Y CONSULTORIAS SAC	Código: MAP-CAL-PCM-008_F1				
	INSPECCIÓN DE PLANCHAS DE REFUERZO	Ver.: 0 Fecha Aprobación de formato 24/06/2013				
CLIENTE PERUQUIMICOS SAC	REGISTRO: MAP-CAL-PCM-008_F1/					
PROYECTO Modificación/Ampliación de planta de OPDH	HOJA _____	DE _____				
LUGAR Pachacamac - Lima						
DATOS TÉCNICOS PRUEBA NEUMÁTICA TK 303						
FUENTE DE ILUMINACIÓN: LUZ DE DÍA Y LAMPARA DE LUZ BLANCA FLUIDO UTILIZADO: AGUA JABONOSA						
EQUIPOS: COMPRESORA DE AIRE TEMPERATURA DE ENSAYO: 15-17°C						
MANOMETRO: CLF-141-201(0-300) NORMA DE CALIFICACION: ASME SECCION VIII Div.I						
CONDICION DE SUPERFICIE: ESCOBILLADO						
PRUEBA NEUMÁTICA						
N°	BOQUILLA	PRESIÓN	TIEMPO DE PRUEBA	AIRE O GAS	DISCONTINUIDAD	CALIFICACION
1	MH-1	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
2	MH-2	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
3	B1	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
4	B2	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
5	B3	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
6	B6	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
7	B7-1	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
8	B7-2	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
9	C1	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
10	C2	15 PSI	5 MIN	AIRE	--	ACEPTADO
11						
12						
13						
14						
15						
NOMENCLATURA						
Porosidad agrupada (Aa)		Porosidad aislada (Ac)		Porosidad Tubular (Ab)		Sobremonta (Sm)
Fisura (C)		Cordon irregular (I)		Salpicadura (s)		Socavado Externo (Fb)
OBSERVACIONES: LOS CERTIFICADOS ESTAN EN LOS ANEXOS DE ESTE DOSSIER						
HIMSAC CONSTRUCCIÓN		HIMSAC QA/QC		CLIENTE		
Nombre, Fecha y Firma		Nombre, Fecha y Firma		Nombre, Fecha y Firma		

Nota. Tomado de la empresa HIMSAC

2.2.10.2 Pruebas radiográficas

Para el caso de todas las juntas soldadas a tope en la pared del tanque se realizó un examen radiográfico completo según API 620 ítem 7.17.1.1 a todas las juntas tanto horizontales como verticales.

Figura 34
Formato de protocolo para inspección radiográfica.


		HIM PROYECTOS Y CONSULTORIAS SAC		Código: MAP-CAL-PCM-004_F1	
		EXAMEN RADIOGRAFICO		Ver.: 0	Fecha Aprobación de formato 24/06/2013
CLIENTE PERUQUIMICOS SAC		REGISTRO: MAP-CAL-PCM-004_F1/			
PROYECTO Modificación/Ampliación de planta de OPOH		HOJA _____		DE _____	
INFORMACION Pachacamac - Lima					
OBRA: Modificación		CLIENTE: Peruquimicos SAC		SUBCONTRATISTA: KAMHE	
SISTEMA: TK 303					
MATERIA: ASTM A36		MEDIDA CAÑO: ---		ESPESOR: 5mm - 8mm	
OTROS:					
TRATAMIENTO TERMICO		ESTADO SUPERFICIAL:			
ANTES: <input checked="" type="checkbox"/>		DESPUES: <input type="checkbox"/>		LIMPIEZA MECANICA	
INFORMACION TECNICA			PROCEDIMIENTO N°		
FUENTE DE RADIACION: Iridio 192 / 3.89 nm		CALIDAD: 2-2T	EQUIPO/MODELO: SPECT 2T	ACTIVIDAD: 50 Ci	
TIPO DE FILM: AGFAD7		MEDIDAS: 78x300 mm	PANTALLAS Pb: FRENTE: <input checked="" type="checkbox"/> ATRAS: <input type="checkbox"/>		DENSIDAD DE PELICULA: 2.2 - 3.4
CI		ESPESOR SOBREMONTA:		DIST. FOCO PELICULA: 40 cm	
ADO FILM		LADO FUENTE: <input checked="" type="checkbox"/>			
TECNICA USADA:		TIEMPO DE EXPOSICION:	N° DE EXPOSIC.	REALIZADO POR:	FECHA:
PARED SIMPLE/POSTA SIMPLE		3 MIN	1	NEIL PACIFICOM.	25/09/2013
					
					
INTERPRETACION FILM		NORMAS DE ACEPTACION			
		OBSERVACIONES			
303-A12-T-001	LAH21				OK ACEPTADO
303-A12-T-002	WAA52				OK ACEPTADO
303-A12-T-003	LAH21		X		ACEPTADO - REPARAR
303-A12-T-004	LAH21		X		ACEPTADO - REPARAR
303-A12-T-005	MHS73				OK ACEPTADO
303-A12-T-006	MHS73				OK ACEPTADO
303-A12-T-007	MHS73			X	ACEPTADO - REPARAR
303-A12-T-008	MHS73				OK ACEPTADO
303-A12-T-009	MHS73				OK ACEPTADO
303-A12-T-010	WAA52				OK ACEPTADO
303-A23-T-001	CAZ74		X	X	ACEPTADO - REPARAR
303-A23-T-002	RPC61			X	ACEPTADO - REPARAR
303-A23-T-003	MHS73		X		ACEPTADO - REPARAR
303-A23-T-004	RPC61				OK ACEPTADO
303-A23-T-005	RPC61				OK ACEPTADO
303-A23-T-006	RPC61				OK ACEPTADO
303-A23-T-007	RPC61				OK ACEPTADO
303-A23-T-008	LAH21				OK ACEPTADO
303-A23-T-009	WAA52		X		ACEPTADO - REPARAR
303-A23-T-010	CAZ74				OK ACEPTADO
HIMSAC CONSTRUCCIÓN		HIMSAC QA/QC		CLIENTE	

Nota. Tomado de la empresa HIMSAC

2.2.10.3 Pruebas de vacío

Para el caso de la plancha de fondo para API 620 ítem 7.18.2.4 todas las juntas entre las planchas inferiores se probaron en el interior del tanque utilizando una caja de vacío con manómetros y que en la parte superior es transparente a una presión 3 PSI.

Figura 35
Formato de protocolo para inspección de la prueba neumática de vacío.


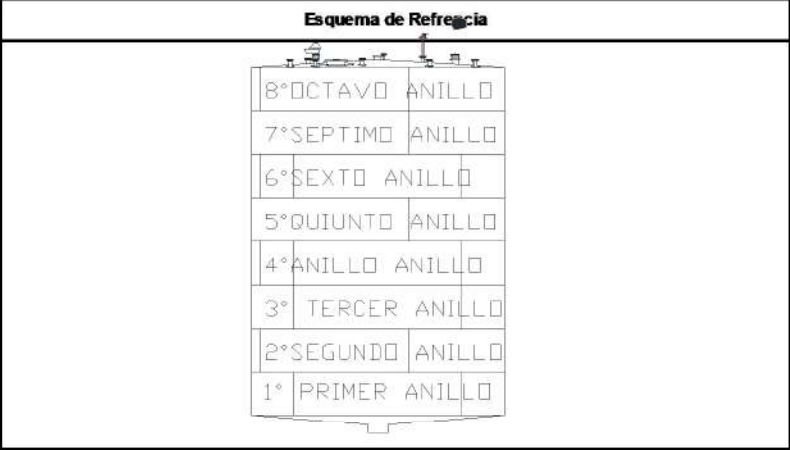
	HIM PROYECTOS Y CONSULTORIAS SAC	Código: MAP-CAL-PCM-006_F1				
	PRUEVA DE VACIO	Ver.: 0 Fecha Aprobación de formato: 24/06/2013				
CLIENTE PERUQUIMICOS SAC	REGISTRO: MAP-CAL-PCM-006_F1/					
PROYECTO Modificación/Ampliación de planta de OPDH	HOJA _____ DE _____					
LUGAR Pachacamac - Lima						
DATOS TÉCNICOS PRUEBA DE VACIO						
FUENTE DE ILUMINACION: LUZ DE DIA NATURAL FLUIDO UTILIZADO: Agua Jabonosa						
EQUIPOS: Camara de 150mm x 750mm C/ Bomba de vacío TEMPERATURA DE ENSAYO: 5 segundos						
MANOMETRO: 0 a -30 inHG NORMA DE CALIFICACION: API 620 - 650						
CONDICION DE SUPERFICIE:						
PRUEBA NEUMÁTICA						
Nº	CORDONES	PRESIÓN	LONGITUD (mm)	AIRE O GAS	DISCONTINUIDAD	OBSERVACIONES
1	303-FD-VR-1	(-)10in Hg	1416	AIRE	---	
2	303-FD-VR-2	(-)10in Hg	1918	AIRE	---	
3	303-FD-VR-3	(-)10in Hg	1837	AIRE	---	
4	303-FD-VR-4	(-)10in Hg	1150	AIRE	---	
5	303-FD-VR-5	(-)10in Hg	7105	AIRE	---	
6	303-FD-VR-6	(-)10in Hg	1470	AIRE	---	
7	303-FD-VR-7	(-)10in Hg	8221	AIRE	---	
8	303-FD-VR-8	(-)10in Hg	1495	AIRE	---	
9	303-FD-HR-1	(-)10in Hg	8267	AIRE	---	
10	303-FD-HR-2	(-)10in Hg	1495	AIRE	---	
11	303-FD-HR-3	(-)10in Hg	7098	AIRE	---	
12	303-FD-HR-4	(-)10in Hg	1150	AIRE	---	
13	303-FD-HR-5	(-)10in Hg	1837	AIRE	---	
14	303-FD-HR-6	(-)10in Hg	1910	AIRE	---	
15	303-FD-HR-7	(-)10in Hg	1402	AIRE	---	
NOMENCLATURA						
Porosidad agrupada (Aa)		Porosidad aislada (Ac)		Porosidad Tubular (Ab)		Sobremonta (Sm)
Fisura (C)		Cordon irregular (I)		Salpicadura (s)		Socavado Externo (Fb)
OBSERVACIONES _____						
HIMSAC CONSTRUCCIÓN		HIMSAC QA/QC		CLIENTE		
Nombre, Fecha y Firma		Nombre, Fecha y Firma		Nombre, Fecha y Firma		

Nota. Tomado de la empresa HIMSAC

2.2.10.4 Prueba hidrostática

En la prueba hidrostática se tomó como referencia el DS 052-93, se llenó el tanque por etapas del 25% de la misma, y se mantuvo estabilizada por lo menos una hora entre etapas. El agua potable fue el fluido preferido para la prueba, esto no excluye el uso de agua de pozo, agua de mar o agua de río.

Figura 36
Formato de protocolo para inspección de la prueba Hidrostática

	HIM PROYECTOS Y CONSULTORIAS SAC	Código: MAP-CAL-PCM-008_F1	
	PRUEBA HIDROSTATICA	Ver.: 0	Fecha Aprobación de formato 24/06/2013
CLIENTE	PERUQUIMICOS SAC	REGISTRO:	MAP-CAL-PCM-008_F1/
PROYECTO	Modificación/Ampliación de planta de OPDH	HOJA	DE
LUGAR	Pachacamac - Lima		
DATOS TÉCNICOS PRUEBA HIDROSTATICA TK 308			
FECHA DE PRUEBA:	15.06.17 al 19.06.17	FLUIDO UTILIZADO:	AGUA NO POTABLE
HORA INICIO:	11:30 HRS	TEMPERATURA DE ENSAYO:	15-19°C
HORA FIN:	16:30 HRS	NORMA DE REFERENCIA:	API 620 11va Edición
Esquema de Refregia 			
RESULTADOS	La prueba de estanqueidad realizada en el tanque 308 fue satisfactoria		
COMENTARIOS	Inicio de llenado del tanque el día 15/06/2017 a las 11:30 hrs y se culminó el día 18/06/2017 a las 16:30 hrs. Fin de la prueba el día 19/06/2017 a las 16:30 hrs.		
HIMSAC CONSTRUCCIÓN	HIMSAC QA/QC	CLIENTE	
Nombre, Fecha y Firma	Nombre, Fecha y Firma	Nombre, Fecha y Firma	

Nota. Tomado de la empresa HIMSAC

2.2.10.5 Asentamiento

Los máximos ratios de llenado se realizaron como se indica según las recomendaciones de la normativa API 650 de la figura 37.

Figura 37
Ratio de llenado de agua

Ratio de llenado de agua		
Espesor de plancha de fondo	Porción del tanque	Ratio de llenado máximo
Menor que 22 mm (7/8")	Parte Superior	300 mm (12")/hr
	Parte inferior	460 mm (18")/hr
22 mm (7/8") y mayor	1/3 parte superior del tanque	230 mm (9")/hr
	1/3 parte media del tanque	300 (12")/hr
	1/3 parte fondo del tanque	460 (18")/hr


Nota. Adaptado de Standard API 650 (p.7-8), 12ª Edición, 2013.

Para el control de asentamiento, la medición de la elevación en el casco se hizo en intervalos igualmente espaciados alrededor de la circunferencia del tanque sin exceder los 10 m. El número mínimo de puntos será ocho.

2.2.10.6 Cubicación

La cubicación la realizó la empresa SGS del Perú la cual emitió el certificado y tablas del tanque permitió al usuario final contar con la tabla 38 sin la cual no se le permitiría operar. La inspección fue llevada a cabo tomando medidas internas y de los accesorios del tanque empleando la norma API MPMS capítulo 2.2D "The internal electro - optical distance ranging method".

Figura 38
Tabla de Cubicación

	CLIENTE	PERUQUIMICOS S.A.C.
	IDENTIFICACION	TANQUE 001
	INFORME N°	001
	TIPO DE MEDICION	TABLA DE MEDICION POR SONDA
	FECHA DE INSPECCION	Miércoles, 16 de Abril de 2013

		G A L O N E S									
		M I L I M E T R O S									
mts	cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	150.68	161.77	172.86	183.95	195.04	206.13	217.21	228.30	240.07	251.83
0	1	263.60	275.54	287.49	299.43	311.38	323.32	335.27	347.22	359.16	371.11
0	2	383.05	395.00	406.94	418.89	430.83	442.78	454.72	466.67	478.61	490.56
0	3	502.51	514.45	526.39	538.34	550.28	562.23	574.17	586.12	598.06	610.01
0	4	621.95	633.90	645.84	657.79	669.73	681.68	693.62	705.57	717.51	729.46
0	5	741.40	753.35	765.29	777.24	789.18	801.13	813.07	825.02	836.96	848.91
0	6	860.85	872.80	884.74	896.69	908.63	920.57	932.52	944.46	956.41	968.35
0	7	980.30	992.24	1,004.19	1,016.13	1,028.08	1,040.02	1,051.97	1,063.91	1,075.86	1,087.80
0	8	1,099.75	1,111.69	1,123.64	1,135.59	1,147.53	1,159.48	1,171.43	1,183.37	1,195.32	1,207.26
0	9	1,219.21	1,231.16	1,243.10	1,255.05	1,266.99	1,278.94	1,290.89	1,302.83	1,314.78	1,326.73
0	10	1,338.67	1,350.62	1,362.56	1,374.51	1,386.46	1,398.40	1,410.35	1,422.29	1,434.24	1,446.18
0	11	1,458.13	1,470.08	1,482.03	1,493.99	1,505.94	1,517.89	1,529.84	1,541.79	1,553.75	1,565.70
0	12	1,577.65	1,589.60	1,601.56	1,613.51	1,625.46	1,637.41	1,649.36	1,661.32	1,673.27	1,685.22
0	13	1,697.17	1,709.13	1,721.08	1,733.03	1,744.98	1,756.93	1,768.89	1,780.84	1,792.79	1,804.74
0	14	1,816.70	1,828.65	1,840.60	1,852.55	1,864.50	1,876.46	1,888.41	1,900.36	1,912.31	1,924.27
0	15	1,936.22	1,948.17	1,960.12	1,972.07	1,984.03	1,995.98	2,007.93	2,019.88	2,031.84	2,043.79
0	16	2,055.74	2,067.69	2,079.64	2,091.59	2,103.55	2,115.50	2,127.45	2,139.40	2,151.35	2,163.30
0	17	2,175.26	2,187.21	2,199.16	2,211.11	2,223.06	2,235.01	2,246.97	2,258.92	2,270.87	2,282.82
0	18	2,294.77	2,306.72	2,318.68	2,330.63	2,342.58	2,354.53	2,366.48	2,378.43	2,390.39	2,402.34
0	19	2,414.29	2,426.24	2,438.19	2,450.14	2,462.10	2,474.05	2,486.00	2,497.94	2,509.89	2,521.84
0	20	2,533.79	2,545.74	2,557.69	2,569.63	2,581.58	2,593.53	2,605.48	2,617.43	2,629.37	2,641.32
0	21	2,653.27	2,665.22	2,677.17	2,689.11	2,701.06	2,713.01	2,724.98	2,736.96	2,748.93	2,760.91
0	22	2,772.88	2,784.86	2,796.83	2,808.81	2,820.78	2,832.76	2,844.73	2,856.71	2,868.69	2,880.66
0	23	2,892.64	2,904.62	2,916.59	2,928.57	2,940.54	2,952.52	2,964.50	2,976.47	2,988.45	3,000.43
0	24	3,012.40	3,024.38	3,036.35	3,048.33	3,060.31	3,072.28	3,084.26	3,096.24	3,108.21	3,120.19
0	25	3,132.17	3,144.14	3,156.12	3,168.09	3,180.07	3,192.05	3,204.02	3,216.00	3,227.98	3,239.95
0	26	3,251.93	3,263.91	3,275.88	3,287.86	3,299.84	3,311.82	3,323.80	3,335.77	3,347.75	3,359.73
0	27	3,371.71	3,383.68	3,395.66	3,407.64	3,419.62	3,431.59	3,443.57	3,455.55	3,467.53	3,479.50
0	28	3,491.47	3,503.45	3,515.42	3,527.39	3,539.37	3,551.34	3,563.31	3,575.29	3,587.26	3,599.23
0	29	3,611.21	3,623.18	3,635.15	3,647.12	3,659.10	3,671.07	3,683.05	3,695.03	3,707.01	3,719.00
0	30	3,730.98	3,742.96	3,754.94	3,766.92	3,778.90	3,790.89	3,802.87	3,814.85	3,826.83	3,838.81
0	31	3,850.79	3,862.77	3,874.76	3,886.74	3,898.72	3,910.70	3,922.68	3,934.66	3,946.65	3,958.63
0	32	3,970.61	3,982.59	3,994.57	4,006.55	4,018.54	4,030.52	4,042.50	4,054.48	4,066.46	4,078.44
0	33	4,090.42	4,102.41	4,114.39	4,126.37	4,138.35	4,150.33	4,162.31	4,174.30	4,186.28	4,198.26
0	34	4,210.24	4,222.22	4,234.20	4,246.19	4,258.17	4,270.15	4,282.13	4,294.11	4,306.09	4,318.07
0	35	4,330.06	4,342.04	4,354.02	4,366.00	4,377.98	4,389.96	4,401.95	4,413.93	4,425.91	4,437.89
0	36	4,449.87	4,461.85	4,473.84	4,485.82	4,497.80	4,509.78	4,521.76	4,533.74	4,545.73	4,557.71
0	37	4,469.69	4,481.67	4,493.65	4,505.63	4,517.61	4,529.60	4,541.58	4,553.56	4,565.54	4,577.52
0	38	4,489.40	4,501.38	4,513.36	4,525.34	4,537.32	4,549.30	4,561.28	4,573.26	4,585.24	4,597.22
0	39	4,489.40	4,501.38	4,513.36	4,525.34	4,537.32	4,549.30	4,561.28	4,573.26	4,585.24	4,597.22
0	40	4,489.40	4,501.38	4,513.36	4,525.34	4,537.32	4,549.30	4,561.28	4,573.26	4,585.24	4,597.22
0	41	5,048.05	5,060.00	5,071.96	5,083.91	5,095.87	5,107.82	5,119.78	5,131.73	5,143.69	5,155.64
0	42	5,167.60	5,179.55	5,191.51	5,203.46	5,215.42	5,227.37	5,239.33	5,251.28	5,263.24	5,275.19
0	43	5,287.15	5,299.10	5,311.06	5,323.01	5,334.97	5,346.92	5,358.88	5,370.83	5,382.79	5,394.74
0	44	5,406.70	5,418.65	5,430.61	5,442.56	5,454.52	5,466.47	5,478.43	5,490.38	5,502.34	5,514.29
0	45	5,526.25	5,538.20	5,550.16	5,562.11	5,574.07	5,586.02	5,597.98	5,609.93	5,621.89	5,633.84
0	46	5,645.80	5,657.75	5,669.71	5,681.66	5,693.62	5,705.57	5,717.53	5,729.48	5,741.44	5,753.39
0	47	5,765.35	5,777.30	5,789.26	5,801.21	5,813.17	5,825.12	5,837.07	5,849.03	5,860.98	5,872.94
0	48	5,884.89	5,896.85	5,908.80	5,920.76	5,932.71	5,944.67	5,956.62	5,968.58	5,980.53	5,992.49
0	49	6,004.44	6,016.40	6,028.35	6,040.31	6,052.26	6,064.22	6,076.17	6,088.13	6,100.09	6,112.04
0	50	6,124.19	6,136.18	6,148.17	6,160.17	6,172.16	6,184.15	6,196.15	6,208.14	6,220.13	6,232.13
0	51	6,244.12	6,256.12	6,268.11	6,280.10	6,292.10	6,304.09	6,316.08	6,328.08	6,340.07	6,352.06
0	52	6,364.06	6,376.05	6,388.05	6,400.04	6,412.03	6,424.03	6,436.02	6,448.01	6,460.01	6,472.00
0	53	6,483.99	6,495.99	6,507.98	6,519.98	6,531.97	6,543.96	6,555.96	6,567.95	6,579.94	6,591.94
0	54	6,603.93	6,615.93	6,627.92	6,639.91	6,651.91	6,663.90	6,675.89	6,687.89	6,699.88	6,711.87
0	55	6,723.87	6,735.86	6,747.86	6,759.85	6,771.84	6,783.84	6,795.83	6,807.82	6,819.82	6,831.81
0	56	6,843.80	6,855.80	6,867.79	6,879.79	6,891.78	6,903.77	6,915.77	6,927.76	6,939.75	6,951.75
0	57	6,963.74	6,975.73	6,987.73	6,999.72	7,011.72	7,023.71	7,035.70	7,047.70	7,059.69	7,071.68
0	58	7,083.68	7,095.67	7,107.66	7,119.66	7,131.65	7,143.65	7,155.64	7,167.63	7,179.63	7,191.62
0	59	7,203.61	7,215.61	7,227.60	7,239.59	7,251.59	7,263.58	7,275.58	7,287.57	7,299.56	7,311.56
0	60	7,323.55	7,335.54	7,347.54	7,359.53	7,371.52	7,383.52	7,395.51	7,407.51	7,419.50	7,431.49
0	61	7,443.49	7,455.48	7,467.47	7,479.47	7,491.46	7,503.46	7,515.45	7,527.44	7,539.44	7,551.43
0	62	7,563.42	7,575.42	7,587.41	7,599.40	7,611.40	7,623.39	7,635.39	7,647.38	7,659.37	7,671.37
0	63	7,683.36	7,695.35	7,707.35	7,719.34	7,731.33	7,743.33	7,755.32	7,767.32	7,779.31	7,791.30
0	64	7,803.30	7,815.29	7,827.28	7,839.28	7,851.27	7,863.26	7,875.26	7,887.25	7,899.25	7,911.24
0	65	7,923.23	7,935.23	7,947.22	7,959.21	7,971.21	7,983.20	7,995.19	8,007.19	8,019.18	8,031.18


1) ALTURA DEL CILINDRO INTERNO	12,000 mm
2) DIAMETRO INTERNO	8,250 mm
3) DEFORMACION POR ESTRÉS DE	36.8 API
4) CORRECCION DE TEMPERATURA	23°C
5) MEDIDA DEL TANQUE TOMADA	A.P.I. 2.2D

Nota. Tomado de SGS

2.2.11.2 Electroodos

Los electrodos cumplieron los requerimientos según la especificación AWS A5.1. Fueron seleccionado según la calidad de acero de las planchas, el tipo de corriente empleada, la posición de la soldadura y otras condiciones tomadas en cuenta durante el diseño, según lo establecido en el cálculo de soldadura.

Figura 40
Certificado de calidad de los electrodos

		CERTIFICADO DE CALIDAD DE PRODUCTO				CC-F-42			
						Edición: 03			
Producto:	SUPERCITO 3.25mm 5.00x25.00kg CJ			Clasificación:	E 7018				
Lote producción:	12-11-2019E10959-61			Especificación:	AWS A5.1				
Fecha emisión:	13/11/2019			Diámetro:	3.25mm				
<p>Mediante el presente documento se certifica que el producto indicado y el lote referido es de la misma clasificación, proceso de fabricación y los materiales utilizados en su fabricación cumplen con los mismos requisitos del producto cuyos resultados se muestran a continuación. Este producto ha sido fabricado bajo el sistema de calidad de SOLDEX S.A, el cual cumple con los requerimientos de la Norma ISO 9001 y los ensayos sobre el metal depositado han sido realizados de acuerdo a las Normas Técnicas Internacionales aplicables.</p>									
Composición Química									
Especificación [%]									
C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	P	S	Nb	Cu
Máx. 0.15	Máx. 0.20	Máx. 0.30	Máx. 0.30	Máx. 1.60	Máx. 0.75	Máx. 0.035	Máx. 0.035	---	---
Otros	V = Máx. 0.08								
Metal Depositado / Alambre Sólido [%]									
C	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	P	S	Nb	Cu
0.0384	0.0634	0.0301	0.0076	1.3119	0.3825	0.0152	0.0242	---	0.0999
Otros	B = 0.0003								
Propiedades Mecánicas - Tracción									
Especificación									
Gas de Protección	Condición de Prueba	Resistencia a la Tracción Min [MPa]	Límite de Fluencia Min [MPa]	Elongación Min [%]					
---	Después de Soldado	490	400	22					
Metal Depositado									
Gas de Protección	Condición de Prueba	Resistencia a la Tracción [MPa]	Límite de Fluencia [MPa]	Elongación [%]					
---	Después de Soldado	570	500	26					
Propiedades Mecánicas - Impacto									
Especificación									
Gas de Protección	Condición de Prueba	Temperatura [°C]	Valores Individuales [J]	Valor Promedio [J]	Tipo de Ensayo				
---	Después de Soldado	-30	---	27	---				
Metal Depositado									
Gas de Protección	Condición de Prueba	Temperatura [°C]	Valores Individuales [J]	Valor Promedio [J]	Tipo de Ensayo				
---	Después de Soldado	-30	125-127-114	122	---				
Otras Pruebas									
Inspección Radiográfica	Prueba de Soldadura en Filete				Otros				
Conforme	Vertical:	Conforme	Sobrecabeza:	Conforme	---				

Nota. Tomado de dossier de calidad, elaborado por HIMSAC

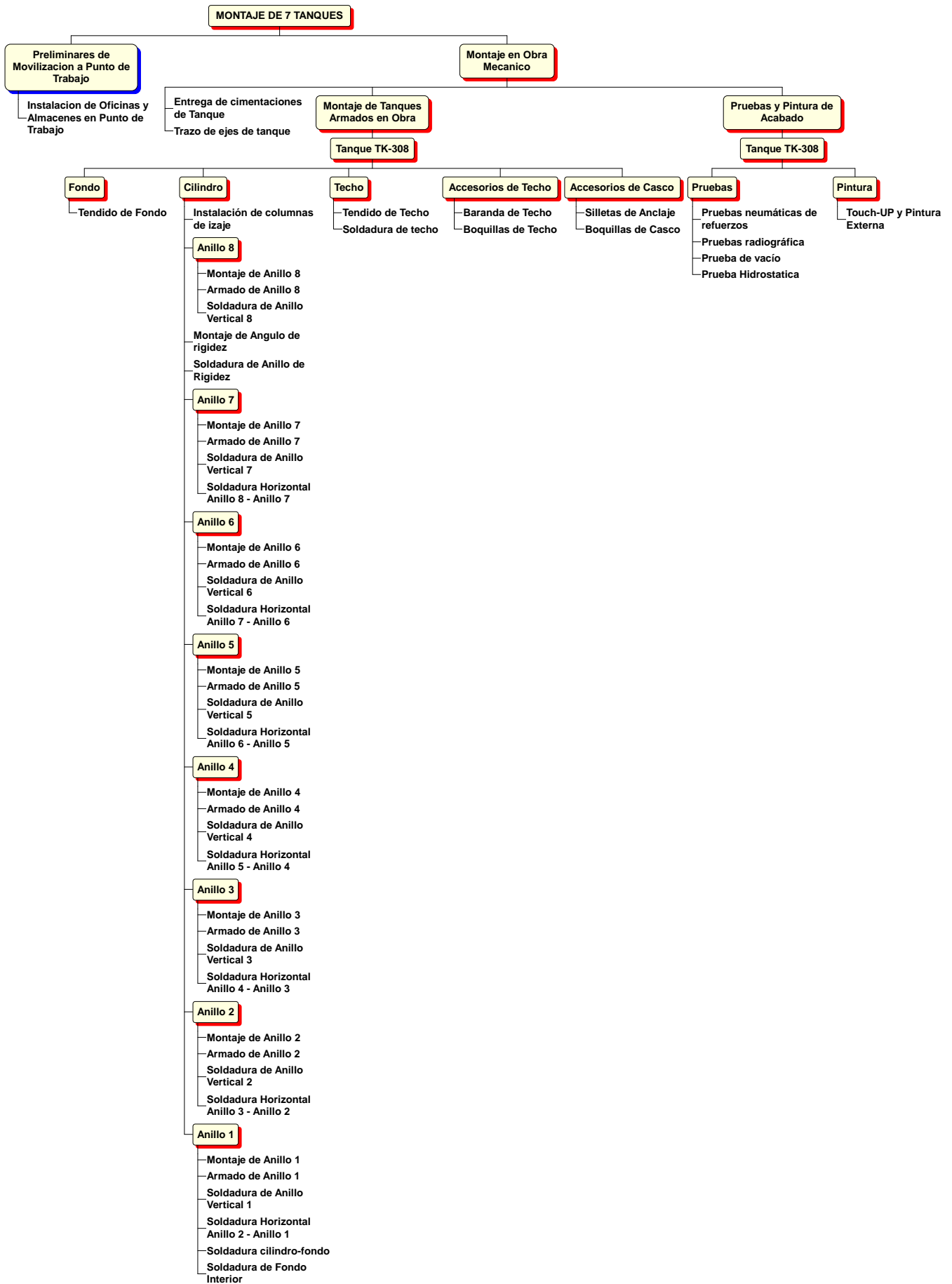
2.2.12 Evaluación Técnico Económica.

La evaluación económica del presente informe tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión del proyecto antes de la implementación del mismo. La evaluación económica es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas.

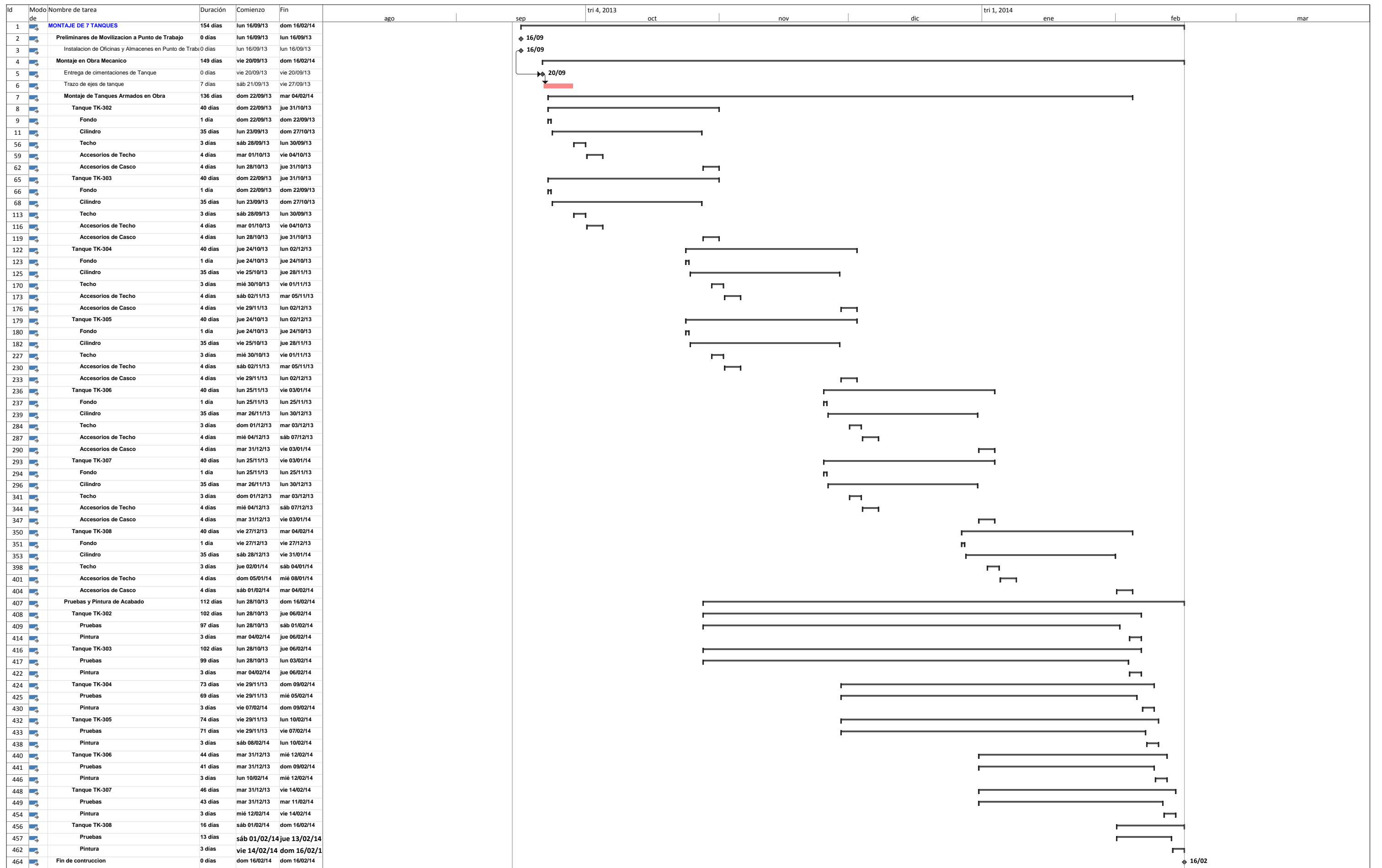
- Estructura de desglose de Trabajo (EDT)
- Cronograma de actividades
- Control de avance de la construcción.
- Curva "S" de costos del proyecto
- Presupuesto
- Flujo de caja
- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Periodo de recuperación (Pay back)

2.2.12.1 EDT

EDT DE CONTRUCCION DE TANQUE



2.2.12.2 Cronograma de actividades



Proyecto: Proyecto1
Fecha: vie 20/04/18

Tarea	Resumen	Hito externo	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	Sólo fin	División crítica
División	Resumen del proyecto	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Fecha límite	Progreso
Hito	Tareas externas	Hito inactivo	Sólo duración	Sólo el comienzo	Tareas críticas	Progreso manual

2.2.12.4 Curva “S” de costos del proyecto

2.2.12.5 Presupuesto

PROYECTO : Fabricación y montaje de 7 Tanques de almacenamiento de Productos derivados de Hidrocarburos

CLIENTE : PERUQUIMICOS S.A.

CONTRATO: SUMA ALZADA

FECHA: 25/10/2016

Nº QH-P2070-001 REV.0 Planta - Peruquimico

RESUMEN DE PRESUPUESTO

PROYECTO : Fabricacion y montaje de 7 Tanques de almacenamiento de Productos derivados de Hidrocarburos

Item	DESCRIPCION	Und	Cant	Precio US\$	Precio Parcial US\$
1.1	PROYECTO : Fabricación y montaje de 7 Tanques de almacenamiento de Productos derivados de Hidrocarburos	Glb	1.00	705,775.56	705,775.56
				SUBTOTAL	705,775.56
			11.11%	UTILIDAD	78,411.66
				TOTAL	784,187.22

2.2.12.6 Partidas de presupuesto

PROYECTO : Fabricación y montaje de 7 Tanques de almacenamiento de Productos derivados de Hidrocarburos

CLIENTE : PERUQUIMICOS S.A.

CONTRATO: SUMA ALZADA

FECHA: 25/10/2016

Nº QH-P2070-001 REV.0 Planta - Peruquimico

PROYECTO : Fabricacion y montaje de 7 Tanques de almacenamiento de Productos derivados de Hidrocarburos						
Ite m	DESCRIPCION	Und	Cant	Kg/Unit	Precio US\$	Precio Parcial US\$
1	Preliminares					14,225.00
	Preliminares	glb		1.00	14,225.00	14,225.00
2	Fabricación de 7 Tanques de almacenamiento					211,383.32
	Tanque de almacenamiento OPDH	Kg	7.00	25,046.27	1.21	211,383.32
3	Montaje de 7 Tanques de almacenamiento					387,800.24
	Tanque de almacenamiento OPDH	Kg	7.00	25,046.27	2.21	387,800.24
	TOTAL COSTOS DIRECTOS					599,183.56
	GASTOS GENERALES	glb		1.00	92,367.00	92,367.00
	PECIO DE VENTA					705,775.56
				11.11%	UTILIDAD	78,411.66
					TOTAL	784,187.22

2.2.12.7 Detalle de presupuesto montaje

DETALLE DE PRESUPUESTO - FABRICACION					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (US)	Parcial (US)
01.01	340-TK-001 -D 19300xH 10300 mm	ton	25,046.2738		30,197.6168
01.01.01	INGENIERIA PARA TANQUES				1,994.7445
01.01.01.01	Diseño de Tanques de almacenamiento Atmosferico	und	1.0000	1,004.7445	1,004.7445
01.01.02	SUMINISTRO DE MATERIALES				15,649.8188
01.01.02.01	Suministro De Materiales Para Fondo De Tanque	ton	3.4903	572.4500	1,992.2584
01.01.02.02	Suministro De Materiales Para Cilindro De Tanque	ton	15.0199	551.0500	5,276.7135
01.01.02.03	Suministro De Materiales Para Anillo De Refuerzo De Tanque	ton	0.1232	736.0000	83.1908
01.01.02.04	Suministro De Materiales Para Techo De Tanque	ton	3.4077	572.4500	1,950.7138
01.01.02.05	Suministro De Materiales Para Estructura De Techo De Tanque	ton	0.5255	767.4100	403.2617
01.01.02.06	Suministro de Materiales Para Manholes	ton	0.3317	2,013.6500	667.5771
01.01.02.07	Suministro de Materiales Para Conexiones	ton	0.4711	1,011.6400	759.1721
01.01.02.09	Suministro De Materiales Para Siletas De Anclaje De Tanque	ton	0.5065	540.7500	273.6706
01.01.02.12	Suministro de Escalera Helicoidal	ton	0.7506	1,016.3000	764.5119
01.01.02.13	Suministro de Barandas superior	ton	0.4296	699.6500	300.7090
01.01.02.15	Suministro De Empaquetaduras y pernos	gib	1.0000	137.5000	137.5000
01.01.02.16	Placa De Identificación	und	1.0000	30.0000	30.0000
01.01.03	SUMINISTRO DE PINTURA				556.1847
01.01.03.01	PARTE EXTERNA - ESQUEMA DE PROTECCIÓN P4		20%		556.1847
01.01.03.01.01	Suministro de Pintura Epoxi Poliaramida	m2	540.6265	1.2900	692.2604
01.01.03.01.02	Suministro de Pintura Epoxi Poliaramida	m2	106.1657	2.4400	263.9243
01.01.04	HABILITADO DE TANQUE				6,042.5728
01.01.04.01	HABILITADO DE FONDO DEL TANQUE				646.1743
01.01.04.01.01	Cuadrado de Planchas AC, Esp: 6mm	m	164.9121	3.4100	630.5503
01.01.04.01.02	Biselado manual de Planchas AC, Esp: 6mm	m	16.6000	0.9300	15.6240
01.01.04.02	HABILITADO DE CILINDRO DEL TANQUE				2,998.6616
01.01.04.02.01	Cuadrado de Planchas AC, Esp: 6 mm	m	447.4071	1.7400	778.4854
01.01.04.02.02	Biselado manual de Planchas AC, Esp: 6mm	m	253.1153	0.9300	235.3972
01.01.04.02.03	Rollado de Planchas 2.4 x 6 m esp 6mm	pa3	34.5333	57.4800	1,984.8760
01.01.04.03	HABILITADO DE ANILLO DE RIGIDEZ				196.8229
01.01.04.03.01	Fabricacion De Anillo De Refuerzo Ac	ton	0.1232	1,613.6200	196.8229
01.01.04.04	HABILITADO DEL TECHO CONICO SOPORTADO				1,100.3833
01.01.04.04.01	FLANCHAS				458.8762
01.01.04.04.01.0	Cuadrado de Planchas AC, Esp: 6mm	m	134.0664	3.4100	458.8762
01.01.04.04.02	VIGAS DEL TECHO				701.7050
01.01.04.04.02.0	Fabricación Estructura De Techo Ac	ton	0.5255	1,335.3500	701.7050
01.01.04.05	HABILITADO DE ACCESORIOS				2,052.5091
01.01.04.05.01	FABRICACION DE CONEXIONES				942.3091
01.01.04.05.01.0	Fabricación de Conexiones Ø Varios	ton	0.4711	2,000.4200	942.3091
01.01.04.05.02	FABRICACION DE MANHOLE				1,110.2000
01.01.04.05.02.0	Entrada Para Hombre A.C. Ø 24" Y Davit - Casco	und	1.0000	459.2600	459.2600
01.01.04.05.02.0	Entrada Para Hombre A.C. Ø 24" Y Davit - Techo	und	1.0000	650.9800	650.9800
01.01.04.07	HABILITADO DE BILETAS				917.1564
01.01.04.07.01	Fabricacion Siletas De Anclajes Ac	ton	0.5065	1,010.9000	917.1564
01.01.04.08	MISCELANEOS DEL TANQUE				1,068.2052
01.01.04.08.01	Fabricación de Escaleras helicoidal Ac	ton	0.7506	931.7000	699.4950
01.01.04.08.02	Fabricación Barandas Ac	ton	0.4296	657.9200	368.7102
01.01.05	GRANALLADO Y PINTADO				1,757.6923
01.01.05.02	SUPERFICIE EXTERIOR TANQUE				1,757.6923
01.01.05.02.01	Granallado en la Plancha en Taller	m2	540.6265	2.5600	1,384.5206
01.01.05.02.02	Pintura Epoxi Poliaramida	m2	540.6265	0.6900	373.1716
01.01.06	EMBALAJE				1,796.7637
01.01.06.01	Embalaje para planchas roladas	und	1.1000	1,143.2200	1,257.5420
01.01.06.02	Embalaje para planchas rectas	und	1.0000	306.4400	306.4400
01.01.06.03	Embalaje De Conexiones	und	1.0000	103.3900	103.3900
01.01.06.04	Embalaje para estructuras	ton	3.0651	35.6800	119.3317

2.2.12.8 Detalle de presupuesto fabricación

DETALLE DE PRESUPUESTO - MONTAJE					
Item	Descripción	Unid.	Mts	Prescto (US)	Parcial (US)
01.01.02	Tanque de almacenamiento GRDII	un	25,845,1738		25,455,0341
01.01.02.01	MONTAJE DEL TANQUE				10,824,3851
01.01.02.01.01	MONTAJE DE FONDO				1,707,8619
01.01.02.01.01.01	Tendido De Fondo Ac	tm	3.4802	210,9481	734.1481
01.01.02.01.01.02	Soldadura De Fondo Ac	tr	48.9690	20,0489	873.7537
01.01.02.01.02	MONTAJE DE CILINDRO				12,587,2108
01.01.02.01.02.01	Fabricación De Columnas De Isople De 4M	und	8.0000	100,0000	800.0000
01.01.02.01.02.02	Montaje De Columna De Isople	und	3.0000	88,2856	708.1265
01.01.02.01.02.03	Instalación y Armado Anillo Superior, con +- 4 juntas verticales	tm	15,0188	550,1178	8,281,2087
01.01.02.01.02.05	Soldadura del Cilindro	tr	120.9626	12,5137	1,508.1870
01.01.02.01.02.06	Instalación Anillo De Rigidez	tm	0.1232	793,5700	87.7801
01.01.02.01.02.07	Soldadura De Anillo De Rigidez	tr	103.8738	5,4729	587.3600
01.01.02.01.02.08	Soldadura Fondo-Cilindro	tr	51.8363	12,7057	688.6170
01.01.02.01.03	MONTAJE DE TECHO				1,123,7370
01.01.02.01.03.01	Tendido de Techo Conico AC	tm	3.4077	190,2274	511.6035
01.01.02.01.03.02	Soldadura de Techo Conico AC	tr	35.1800	14,8948	523.7052
01.01.02.01.03.03	Montaje de estructura para Techo Conico	tm	3.5255	187,8708	88.1083
01.01.02.01.04	MONTAJE DE ACCESORIOS Y ESTRUCTURA COMPLEMENTARIA				4,305,4303
01.01.02.01.04.02	Montaje De Escalera Lineal	tm	0.7500	1,209,5108	906.0678
01.01.02.01.04.03	Montaje De Baranda	tm	0.4288	948,7189	408.1633
01.01.02.01.04.04	Montaje De Accesorios	tm	0.8028	2,889,7389	2,303.7677
01.01.02.01.04.05	Instalación De Sillas De Arriaje	tm	0.5065	1,531,0782	775.4386
01.01.02.02	TOUCH-UP Y PINTURA DE ACABADO				4,271,8593
01.01.02.02.01	SUPERFICIE EXTERIOR TANQUE			20%	4,271,8593
01.01.02.02.01.01	Suministro de Pintura Epoxica Multiproposito	m2	108.1657	1,1275	121.0568
01.01.02.02.01.02	Suministro de Pintura Epoxi Amina	m2	540.8285	1,7715	958.0776
01.01.02.02.01.03	Touch Up de Epoxico Multiproposito	m2	108.1657	11,4215	1,235.4112
01.01.02.02.01.04	Pintura Epoxi Amina en Campo	m2	540.8285	3,0174	1,586.4137
01.01.02.03	PRUEBAS DEL TANQUE EN OBRA				7,387,3825
01.01.02.03.01	Placas Radiograficas en Obra	ea	13.0000	19,0000	285.0000
01.01.02.03.02	Personal - Placas Radiograficas en Obra	das	4.0000	588,1490	2,344.5800
01.01.02.03.02.01	Mobilización de personal y equipo (R/O)	ep	1.0000	980,0000	980.0000
01.01.02.03.03	Pruebas Neumáticas para Placas de Refuerzo	ml	20.0000	14,1258	282.5175
01.01.02.03.04	Pruebas de Vacío Del Fondo Del Tanque	ml	30.0000	3,7151	285.7533
01.01.02.03.05	Pruebas Hidrostática en Obra	cb	1.0000	2,019,4119	2,019.4118
01.01.02.03.07	Pruebas Medición Vertical	cb	1.0000	1,206,0080	1,200.0000
01.01.07	Equipos y Herramientas para Montaje				23,900,0277
01.01.07.01	Camion Grúa 10.0 Ton	tm	100.0000	75,1017	7,510.1700
01.01.07.02	Grúa De 50 Ton	tm	50.0000	201,6304	10,081.5203
01.01.07.05	Andamio Homologado para tanques Ø 10.35 m x 4 m² tm de Barandas	mes	1.0000	5,042,0080	5,042.0000
01.01.07.06	Cuadrilla de Andamiado	das	30.0000	42,4279	1,272.8370

2.2.12.9 Análisis de precio unitario (APU)

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto: QM-P2070-001 REV.0 Planta - Persepolis							
Partida		Tercero De Fondo Az		210.0481			
Requerimiento		un/DIA	MC: 3.0000	EQ: 2.0000	Costo unitario directo por: un/d		210.0481
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
Mazo de Obras							
010504010101	Jefe de Grupo Mecánico Campo	HH	0.2500	0.0300	10.2899	3.0869	
010504010102	Operario Mecánico de Campo	HH	2.0000	6.4000	7.2363	45.0213	
010504010105	Operario Mecánico Campo Soldador 3G	HH	2.0000	6.4000	5.3489	10.6978	
010504010120	Oficial Mecánico de Campo	HH	2.0000	6.4000	5.3752	10.7504	
010504010140	Asistente Mecánico de Campo	HH	1.0000	3.2000	4.0969	4.0969	
161.8028							
Materiales							
020810001	Disco de Corte	pcs		2.0000	2.2000	4.4000	
0208100040002	Escobilla Circular	pcs		0.7000	4.5000	3.1500	
020710001	Origen Industrial	m3		0.2000	1.2000	0.2400	
020710002	Acablon	kg		1.0000	12.0000	12.0000	
0209700019999	(Solo Comercial) Consumibles Mecanicos	Sumo		3.0000	161.6281	484.8843	
30.0884							
Equipos							
010510070602	Cajon Metálico	tem	1.0000	3.2000	0.1500	0.1500	
010510061014	Máquina de Soldar	tem	1.0000	3.2000	1.8000	1.8000	
010510060402	Taladro Eléctrico	tem	1.0000	3.2000	1.0000	1.0000	
010510060405	Esmeril Angular	tem	2.0000	6.4000	0.3000	0.6000	
010510060501	Equipo de Detección	tem	2.0000	6.4000	0.4500	0.9000	
030130001	Herramientas Manuales Mecanicos	Sumo		3.0000	161.8629	485.5887	
16.4085							
Partida		Soluciones De Fondo Az		20.0489			
Requerimiento		m/DIA	MC: 30.0	EQ: 0.0489	Costo unitario directo por: un/d		20.0489
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
Mazo de Obras							
010504010101	Jefe de Grupo Mecánico Campo	HH	0.2500	0.0887	10.2899	0.9147	
010504010105	Operario Mecánico Campo Soldador 3G	HH	3.0000	0.8000	5.3489	16.0467	
010504010120	Oficial Mecánico de Campo	HH	1.0000	0.2687	5.3752	5.3752	
8.5566							
Materiales							
020480001	Soldadura Eléctrica AC	kg		2.5000	2.8000	7.0000	
020810001	Disco de Corte	pcs		0.5000	2.2000	1.1000	
0208100040002	Escobilla Circular	pcs		0.0400	4.5000	0.1800	
0209700019999	(Solo Comercial) Consumibles Mecanicos	Sumo		3.0000	4.3000	12.9000	
8.5347							
Equipos							
010510070602	Cajon Metálico	tem	1.0000	0.2687	0.1500	0.0403	
010510061014	Máquina de Soldar	tem	3.0000	0.8000	1.8000	5.4000	
010510060402	Taladro Eléctrico	tem	1.0000	0.2687	1.0000	0.2687	
010510060405	Esmeril Angular	tem	0.0500	0.1523	0.3000	0.0456	
010510060501	Horno eléctrico	tem	1.0000	0.2687	0.1500	0.0403	
030130001	Herramientas Manuales Mecanicos	Sumo		3.0000	5.5856	16.7568	
1.0185							
Partida		Fabricación De Columnas Relevo De 4M		100.0000			
Requerimiento		un/DIA	MC: 0	EQ: 0	Costo unitario directo por: un/d		100.0000
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
Equipos							
0301300010007	Cala Hidráulica Tipo Bola 10 Ton	un/d	0.1000	0.1000	100.0000	100.0000	
100.0000							
Subcontratos							
04040305010001	SC Fabricación de Estructuras Livianas	kg	45.0000	45.0000	2.0000	90.0000	
90.0000							
Partida		Montaje De Columna De Inye		96.2878			
Requerimiento		un/DIA	MC: 10.0000	EQ: 10.0000	Costo unitario directo por: un/d		96.2878
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio US	Parcial US	
Mazo de Obras							
010504010101	Jefe de Grupo Mecánico Campo	HH	0.5000	0.4000	10.2899	4.1159	
010504010102	Operario Mecánico de Campo	HH	2.0000	1.6000	7.2363	14.4726	
010504010105	Operario Mecánico Campo Soldador 3G	HH	2.0000	1.6000	5.3489	10.6978	
010504010120	Oficial Mecánico de Campo	HH	2.0000	1.6000	5.3752	10.7504	
010504010140	Asistente Mecánico de Campo	HH	2.0000	1.6000	4.0969	8.1938	
45.8046							
Materiales							
020480001	Soldadura Eléctrica AC	kg		3.0000	3.8000	11.4000	
020810001	Disco de Corte	pcs		2.0000	2.2000	4.4000	
0208100040002	Escobilla Circular	pcs		0.6000	4.5000	2.7000	
020710001	Origen Industrial	m3		0.2000	1.2000	0.2400	
020710002	Acablon	kg		1.0000	12.0000	12.0000	
0209700019999	(Solo Comercial) Consumibles Mecanicos	Sumo		3.0000	37.2558	111.7674	
148.1474							
Equipos							
010510070601	Caja Porta Herramientas	tem	1.0000	0.8000	0.6000	0.4800	
010510070602	Cajon Metálico	tem	1.0000	0.8000	0.1500	0.1200	
010510071101	Toda Cadena Manual	tem	2.0000	1.6000	0.6000	1.2000	
010510071102	Tirer	tem	2.0000	1.6000	1.0000	2.0000	
010510061014	Máquina de Soldar	tem	2.0000	1.6000	1.8000	3.6000	
010510060402	Taladro Eléctrico	tem	2.0000	1.6000	1.0000	2.0000	
010510060405	Esmeril Angular	tem	2.0000	1.6000	0.3000	0.4800	

2.2.12.10 Gastos preliminares

PRELIMINARES						
1.00	ALMACENES					1,475.00
	Contenedor almacén 20'	5 mes	1.00	und	295.00 \$/mes	1,475.00
2.00	FACILIDADES DE OBRA					5,000.00
	Baños químicos (Incluido limpieza)	5 mes	2.00	und	200.00 \$/mes	2,000.00
	Generador eléctrico 5kv	5 mes	1.00	und	600.00 \$/mes	3,000.00
3.00	MOVILIZACIÓN EQUIPOS Y DESMOVILIZACIÓN OFICINAS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					6,400.00
	DESMOVILIZACIÓN EQUIPOS					3,200.00
	Camión plataforma 12 m - Transporte eq.y mat mecánicos	-----	1.00	viaje	3,200.00 \$/viaje	3,200.00
	DESMOVILIZACIÓN EQUIPOS					3,200.00
	Camión plataforma 12 m - Transporte eq.y mat mecánicos	-----	1.00	viaje	3,200.00 \$/viaje	3,200.00
4.00	ALIMENTACIÓN DE PERSONAL					1,350.00
	Bidones de agua (20 litros)	-----	300.00	und.	4.50 \$/bidon	1,350.00
PRELIMINARES Y FACILIDADES DE OBRA						14,225.00

2.2.12.11 Gastos Generales


GASTOS GENERALES DE OBRA					
ITEM	DESCRIPCION	TIEMPO MESES	CANTID	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL US\$
1.00	SUPERVISIÓN Y PERSONAL INDIRECTO				81,117.0
	Gerencia de Obra:				
	Gerente de Proyecto	5 mes	0.20 pers	10,168.00 \$/mes	10,168.00
	Operaciones				-
	Residente	5 mes	1.00 pers	6,933.00 \$/mes	34,665.00
	Supervisor de Soldadura	4 mes	1.00 pers	3,004.00 \$/mes	12,016.00
	Supervisor de Pintado y Aislamiento	1 mes	1.00 pers	3,004.00 \$/mes	3,004.00
	Oficina de Técnica				-
	Ingeniero de Costos (Productividad y Avances)	5 mes	1.00 pers	1,618.00 \$/mes	8,090.00
	Oficina de Administración				-
	Jefe de Administrativo	1 mes	1.00 pers	2,542.00 \$/mes	2,542.00
	Servicios Generales				-
	Responsable de Logística y Compras	4 mes	0.50 pers	2,080.00 \$/mes	4,160.00
	Chofer	4 mes	1.00 pers	1,618.00 \$/mes	6,472.00
2.00	TRANSPORTE EN CAMIONETA				11,250.0
	TRANSPORTE EN CAMIONETA				-
	Camionetas (día)	-----	150.00 und*días	75.00 \$/día	11,250.00
TOTAL GASTOS GENERALES DE OBRA					92,367.00

2.2.12.12 Plantilla de metrado

PLANTILLA DE METRADOS

Cod S10	N°	DESCRIPCION	LONGITUD	ANCHO	DESCRIPCION	% A Usar	Area	UNID	PESO U.	CANT	PESO P.	AREA EXTERIOR	AREA INTERIOR	C. UNIT.	C. PARC.
01.01.02.01.04	1.00	Tanque de almacenamiento OPDH		Ø Nominal = 8,250	H = 12,000						25,046	540.8			
01.01.02.01.01	1.01	FONDO									3,480	55			
		8.00 mm PL A36	Ø Ext =	x	8,400				kg	3,480	1.00	3,480	55.42		
01.01.02.01.02.03	2.02	CILINDRO	Largo		Altura de Plancha							15,020	311		
		8.00 mm PL A36	25,900	x	1,500	mm	4.32		kg	2,440	1.00	2,440	38.85		
		6.35 mm PL A36	25,900	x	1,500	mm	4.32		kg	1,937	1.00	1,937	38.85		
		6.35 mm PL A36	25,900	x	1,500	mm	4.32		kg	1,937	1.00	1,937	38.85		
		6.35 mm PL A36	25,900	x	1,500	mm	4.32		kg	1,937	1.00	1,937	38.85		
		6.35 mm PL A36	25,900	x	1,500	mm	4.32		kg	1,937	1.00	1,937	38.85		
		6.35 mm PL A36	25,900	x	1,500	mm	4.32		kg	1,937	1.00	1,937	38.85		
		4.75 mm PL A36	25,900	x	1,500	mm	4.32		kg	1,449	1.00	1,449	38.85		
		4.75 mm PL A36	25,900	x	1,500	mm	4.32		kg	1,449	1.00	1,449	38.85		
01.01.02.01.02.06	3.03	ANILLO DE REFUERZO										123	5		
		L 1/4" x 2" x 2", A36	26	mts			kg/ml	m2/ml				123	5		
							4.75	0.20	kg	123	1.00	123	5.27		
01.01.02.01.03.01	4.04	TECHO CONICO										3,408	54		
		8 mm PL A36	Ø Nom =	x	8,250	mm	Angulo (α)	Cos (α)				3,408	54		
							7 °	0.99	kg	3,408	1.00	3,408	54.26		
01.01.02.01.03.03	5.05	ESTRUCTURA DE TECHO CAPITEL & LARGUEROS										525	23		
		13.00 mm PL A36	Ø Ext =	x	1,000	mm			kg/ml	m2/ml		525	23		
		L 2 1/2"x2 1/2"x1/4"	0.07	mts			6.02	0.25	kg	80.15	1.00	80	1.57		
		L 3"x3"x1/4"	0.12	mts			7.29	0.30	kg	0.42	14.00	6	0.25		
		L 4"x 4" x 1/4"	0.15	mts			9.82	0.41	kg	0.87	14.00	12	0.51		
		C 3"x 4.1Lbp	3.80	mts			6.11	0.29	kg	1.47	14.00	21	0.85		
		C 3"x 4.1Lbp	0.89	mts			6.11	0.29	kg	23.21	14.00	325	15.54		
									kg	5.44	15.00	82	3.90		
01.01.02.01.04.02	6.06	ESCALERA HELICOIDAL PELDANOS & PASAMANOS										751	50		
		Barra Redonda Ø 3/4"; SAE-1020	1.41	mts			2.24	0.06	kg	3.16	48.00	151.6	4.06		
		3.00 mm PL A36	800	x	340				kg	6.4	48.00	307.5	26.11		
		6.35 mm PL A36	350	x	150				kg	2.6	48.00	125.6	5.04		
		L 1/4" x 2" x 2", A36	20.0	mts			4.75	0.20	kg	95.08	1.00	95.1	4.06		
		PLATAFORMA DE DESCANSO													
		L 1/4" x 2" x 2", A36	3.6	mts			4.75	0.20	kg	17.11	1.00	17.1	0.73		
		TUBO NEGRO LVNO. 1 1/4"Ø x 2.0 mm	2	mts			2.58	0.13	kg	5.16	1.00	5.2	0.27		
		L 1/4" x 2" x 2", A36	5	mts			1.90	2.00	kg	5.00	1.00	5.0	10.00		
		6.35 mm PL A36	150	x	260				kg	1.94	2.00	3.9	0.16		
		Plataforma de Greeting	800	x	1,000				kg	39.88	1.00	39.9			
01.01.02.01.04.03	7.07	BARANDAS DE TECHO	Largo	x								430	12		
		TUBO NEGRO LVNO. 1 1/4"Ø x 2.0 mm	26	mts			2.58	0.13	kg	66.9	1.00	67	3.5		
		PLATINA ASTM A-36 2"x1/4"	26	mts			2.54	0.10	kg	65.7	1.00	66	2.6		
		PLATINA ASTM A-36 3"x1/4"	26	mts			3.80	0.15	kg	98.6	1.00	99	3.9		
		L 1/4" x 2" x 2", A36	0.18	mts			4.75	0.20	kg	0.9	20.00	17	0.0		
		L 1/4" x 2" x 2", A36	1.50	mts			4.75	0.20	kg	7.1	20.00	143	0.3		
		6.35 mm PL A36	150.00	x	260.00	mm	1.00	2.00	kg	1,944	20.00	39	1.56		
01.01.02.01.04.04	8.08	CONEXIONES DE ACCESORIOS										803	21		
8.08.01		CONEXIONES DE TECHO										319	8		
		B4 - RADAR Ø 3"													
		Brida S.O. Ø 3" x 150#; ASTM A105	190	Øexter(mm)			3.70		Pza	4	1.00	4	0.06		
		TB Ø 3", Sch 40; A53; AC	0.20	mts			11.29	0.28	kg	2	1.00	2	0.06		
		6.35 mm PL A36	246	x	200		0.62		kg	2	1.00	2	0.10		
		B5 - TUBO DE MEDICION Ø 4"													
		Brida S.O. Ø 4" x 150#; ASTM A105	230	Øexter(mm)			5.90		Pza	6	4.00	24	0.08		
		TB Ø 4", Sch 40; A53; AC	0.80	mts			16.08	0.36	kg	13	1.00	13	0.29		
		6.35 mm PL A36	306	x	250				kg	4	1.00	4	0.15		
		B8 - RECERVA Ø 2"													
		Brida S.O. Ø 2" x 150#; ASTM A105	150	Øexter(mm)			2.30		Pza	2	2.00	5	0.04		
		TB Ø 2", Sch 40; A53; AC	0.20	mts			5.44	0.18	kg	1	2.00	2	0.08		
		6.35 mm PL A36	187	x	150				kg	1	2.00	3	0.11		
		B9 - VALVULA DE PRECION / VACIO Ø 4"													
		Brida S.O. Ø 4" x 150#; ASTM A105	230	Øexter(mm)			5.90		Pza	6	1.00	6	0.08		
		TB Ø 4", Sch 40; A53; AC	0.20	mts			16.08	0.36	kg	3	1.00	3	0.07		
		6.35 mm PL A36	306	x	250				kg	4	1.00	4	0.15		
		B10 - VENTEO DE EMERGENCIA Ø 8"													
		Brida S.O. Ø 8" x 150#; ASTM A105	345	Øexter(mm)			13.70		Pza	14	1.00	14	0.19		
		TB Ø 8", Sch 40; A53; AC	0.20	mts			42.55	0.69	kg	9	1.00	9	0.14		
		6.35 mm PL A36	551	x	450				kg	12	1.00	12	0.50		
		B11 - RECERVA Ø 4"													
		Brida S.O. Ø 4" x 150#; ASTM A105	230	Øexter(mm)			5.90		Pza	6	3.00	18	0.08		
		TB Ø 4", Sch 40; A53; AC	0.20	mts			16.08	0.36	kg	3	3.00	10	0.22		
		6.35 mm PL A36	306	x	250				kg	4	3.00	11	0.46		
		B12 - BLANKETING Ø 4"													
		Brida S.O. Ø 4" x 150#; ASTM A105	230	Øexter(mm)			5.90		Pza	6	1.00	6	0.08		
		TB Ø 4", Sch 40; A53; AC	0.20	mts			16.08	0.36	kg	3	1.00	3	0.07		
		6.35 mm PL A36	306	x	250				kg	4	1.00	4	0.15		
		B13 - LIMPIEZA DE TANQUE Ø 8"													
		Brida S.O. Ø 8" x 150#; ASTM A105	345	Øexter(mm)			13.70		Pza	14	1.00	14	0.19		
		TB Ø 8", Sch 40; A53; AC	0.20	mts			42.55	0.69	kg	9	1.00	9	0.14		
		6.35 mm PL A36	450	x	450				kg	10	1.00	10	0.41		
		MH2 - MANHOLE DE TECHO Ø 24"													
		8.00 mm PL A36			Largo	1,200	x	Ancho	1,200						
					Perimetro	2,545	x	Ancho	160						
		8.00 mm PL A36	Ø Nom =	810	"-----"	2,545	x	Cuello	kg	26	1.00	26	0.81		
		8.00 mm PL A36	Ø Nom =	810	"-----"	2,545	x	Brida	kg	13	1.00	13	0.41		
8.08.02		CONEXIONES DE CASCO										484	13		
		B1 - RECEPCION Ø 4"													
		Brida S.O. Ø 4" x 150#; ASTM A105	230	Øexter(mm)			5.90		Pza	6	1.00	6	0.08		
		TB Ø 4", Sch 40; A53; AC	0.50	mts			16.08	0.36	kg	8	1.00	8	0.18		
		6.35 mm PL A36	300	x	300				kg	4	1.00	4	0		

2.2.12.13 Flujo de caja estimado inicial

	HIMSAC								Código OPE-OPC-PDG-005_F1	
	FLUJO DE CAJA INICIAL								Ver.: 00	Fecha: 4/06/2012
CLIENTE:								REGISTRO:		
PROYECTO:								CENTRO DE COSTOS:		

Tipo de cambio:

	PROYECCIÓN INICIAL	PROYECCIÓN ACTUALIZADA	mes 01	mes 02	mes 03	mes 04	mes 05	mes 06	mes 07	mes 08	mes de pago mes devengado
INGRESOS	784,187.22	784,187.22	78,418.72	71,887.34	157,395.59	168,716.17	141,878.39	97,712.90	68,178.11	0.00	
	784,187.22	784,187.22	78,418.72	71,887.34	157,395.59	168,716.17	141,878.39	97,712.90	68,178.11		
% INGRESOS											

	PROYECCIÓN INICIAL	PROYECCIÓN ACTUALIZADA	mes 01	mes 02	mes 03	mes 04	mes 05	mes 06	mes 07	mes 08	mes de pago mes devengado
EGRESOS	705,775.56	705,775.56	40,228.43	165,633.24	177,675.27	134,266.06	94,178.63	93,793.92	0.00	0.00	
MANO DE OBRA	199,079.10	199,079.10	11,347.29	46,720.40	50,117.11	37,872.62	26,565.10	26,456.58	0.00	0.00	
MO - MANO OBRA OBREROS	199,079.10	199,079.10	11,347.29	46,720.40	50,117.11	37,872.62	26,565.10	26,456.58			
MO - SUELDO STAFF											
MO-EPPS											
MO-EXAMENES MÉDICOS											
MO-PASAJES AÉREOS											
MO-OTROS											
MO-CONTINGENCIAS											
MATERIALES	175,132.70	175,132.70	9,982.37	41,100.60	44,088.73	33,317.08	23,369.69	23,274.23	0.00	0.00	
MAT-MADERA											
MAT-ACERO ESTRUCTURAL Y PERNOS											
MAT-ACERO CORRUGADO Y ALAMBRE											
MAT-TUBERÍA DE ACERO Y ACC	1,557.50		88.78	365.52	392.09	296.30	207.83	206.98			
MAT-TUBERÍA DE PVC Y ACC											
MAT-CONSUMIBLES PARA MM	145,938.87		8,318.35	34,249.31	36,739.34	27,763.27	19,474.07	19,394.52			
MAT-GEOSINTÉTICOS											
MAT-CEMENTO Y ADITIVOS											
MAT-AGREGADOS											
MAT-COBERTURAS											
MAT-PINTURA	27,636.33		1,575.24	6,485.77	6,957.30	5,257.51	3,687.79	3,672.73			
MAT-INSTRUMENTACIÓN Y ELÉCTRICOS											
MAT-OTROS											
MAT-REEMBOLSABLES											
MAT-CONTINGENCIAS											
EQUIPOS	181,814.87	181,814.87	10,363.25	42,668.79	45,770.93	34,588.29	24,261.36	24,162.26	0.00	0.00	
EQ-EQUIPO PESADO DE LA CORP											
EQ-EQUIPO PESADO DE TERCEROS	35,294.00		2,011.72	8,282.89	8,885.08	6,714.30	4,709.63	4,690.39			
EQ-EQUIPO LIVIANO	132,149.10		7,532.35	31,013.10	33,267.84	25,139.92	17,633.97	17,561.93			
EQ-HERRAMIENTAS	14,371.76		819.17	3,372.80	3,618.02	2,734.07	1,917.77	1,909.93			
EQ-CONTINGENCIAS											
EQ-OTROS	0.00										
SUBCONTRATOS	53,323.75	53,323.75	3,039.39	12,514.16	13,423.97	10,144.26	7,115.52	7,086.45	0.00	0.00	
SC-SUM, FAB Y/O MONTAJE ESTR MET	48498.75		2,764.38	11,381.81	12,209.30	9,226.36	6,471.67	6,445.23			
SC-EXAMENES Y/O SERVICIOS MÉDICOS											
SC-CAMPAMENTOS	3475.00		198.07	815.52	874.81	661.08	463.70	461.81			
SC-CATERING	1350.00		76.95	316.82	339.86	256.82	180.14	179.41			
SC-MOVILIZACIÓN											
SC-CONTINGENCIAS											
SC-OTROS											
GASTOS GENERALES	96,425.14	96,425.14	5,496.13	22,629.30	24,274.52	18,343.83	12,866.96	12,814.40	0.00	0.00	
GG-SUELDOS Y BBSS STAFF	77,518.21		4,418.45	18,192.18	19,514.80	14,746.99	10,344.02	10,301.77			
GG-EPPS	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
GG-EXAMENES Y/O SERVICIOS MÉDICOS											
GG-PASAJES AÉREOS											
GG-TRANSPORTE INTERNO											
GG-RADIO											
GG-COMUNICACIÓN SATELITAL											
GG-TELEFONÍA SATELITAL											
GG-TELEFONÍA FIJA O CELULAR											
GG-ÚTILES DE OFICINA											
GG-MOBILIARIO DE OFICINA											
GG-COMPUTADORAS E IMPRESORAS											
GG-GASTOS FINANCIEROS											
GG-SEGUROS											
GG-ENSAYOS DE LABORATORIO											
GG-COSTO DE LA PROPUESTA											
GG-TRANSPORTE	18,906.93		1,077.67	4,437.13	4,759.72	3,596.84	2,522.94	2,512.63			
GG-SEGURIDAD INDUSTRIAL											
GG-OFICINA CENTRAL											
GG-CONTINGENCIAS											
GG-OTROS											
% EGRESOS											


FLUJO DE CAJA (US\$)	78,411.66	78,411.66	38,190.30	-93,745.90	-20,279.68	34,450.11	47,699.76	3,918.98	68,178.11	0.00
FLUJO ACUMULADO (US\$)			38,190.30	-55,555.60	-75,835.28	-41,385.18	6,314.58	10,233.56	78,411.66	78,411.66

MAYOR REQ. DE FINANCIAMIENTO	-25,000.00	38,190.30	-93,745.90	-20,279.68	34,450.11	47,699.76	3,918.98	68,178.11
-------------------------------------	-------------------	------------------	-------------------	-------------------	------------------	------------------	-----------------	------------------

MARGEN RESPECTO A VENTAS	78,411.66	10.00%	%
MARGEN RESPECTO A COSTOS	78,411.66	11.11%	%
VAN económico	\$7,352.07		

TASA DE DESCUENTO	TIR
10.00%	12.68%

2.2.12.14 Flujo de caja real ejecutado

	HIMSAC								Código OPE-OPC-PDG-005_F1	
	FLUJO DE CAJA REAL								Ver.: 00	Fecha: 04/06/2012
CLIENTE:								REGISTRO:		
PROYECTO:								CENTRO DE COSTOS:		

Tipo de cambio:

	PROYECCIÓN	PROYECCIÓN	mes 01	mes 02	mes 03	mes 04	mes 05	mes 06	mes 07	mes 08	mes de pago
	INICIAL	ACTUALIZADA									mes devengado
INGRESOS	781,311.89	781,311.89	160,851.82	163,101.81	170,683.37	138,612.42	83,334.30	64,728.17	0.00	0.00	
	781,311.89	781,311.89	160,851.82	163,101.81	170,683.37	138,612.42	83,334.30	64,728.17			
% INGRESOS											

	PROYECCIÓN	PROYECCIÓN	mes 01	mes 02	mes 03	mes 04	mes 05	mes 06	mes 07	mes 08	mes de pago
	INICIAL	ACTUALIZADA									mes devengado
EGRESOS	703,187.73	668,028.34	138,476.66	142,509.90	144,241.97	119,200.46	66,715.83	56,883.51	0.00	0.00	
MANO DE OBRA	195,843.10	186,050.94	38,566.80	39,690.09	40,172.48	33,198.23	18,580.86	15,842.49	0.00	0.00	
MO - MANO OBRA OBREROS	195,843.10		38,566.80	39,690.09	40,172.48	33,198.23	18,580.86	15,842.49			
MO - SUELDO STAFF											
MO-EPPS											
MO-EXAMENES MÉDICOS											
MO-PASAJES AÉREOS											
MO-OTROS											
MO-CONTINGENCIAS											
MATERIALES	175,132.70	166,376.07	34,488.36	35,492.86	35,924.24	29,687.52	16,615.94	14,167.15	0.00	0.00	
MAT-MADERA											
MAT-ACERO ESTRUCTURAL Y PERROS											
MAT-ACERO CORRUGADO Y ALAMBRE											
MAT-TUBERÍA DE ACERO Y ACC	1,557.50		306.71	315.65	319.48	264.02	147.77	125.99			
MAT-TUBERÍA DE PVC Y ACC											
MAT-CONSUMIBLES PARA MM	145,938.87		28,739.31	29,576.36	29,935.83	24,738.74	13,846.14	11,805.55			
MAT-GEOSINTÉTICOS											
MAT-CEMENTO Y ADITIVOS											
MAT-AGREGADOS											
MAT-COBERTURAS											
MAT-PINTURA	27,636.33		5,442.34	5,600.85	5,668.93	4,684.76	2,622.03	2,235.61			
MAT-INSTRUMENTACIÓN Y ELÉCTRICOS											
MAT-OTROS											
MAT-REEMBOLSABLES											
MAT-CONTINGENCIAS											
EQUIPOS	181,214.87	172,154.13	35,686.10	36,725.49	37,171.85	30,718.53	17,192.99	14,659.16	0.00	0.00	
EQ-EQUIPO PESADO DE LA CORP											
EQ-EQUIPO PESADO DE TERCEROS	35,294.00		6,950.34	7,152.78	7,239.71	5,982.84	3,348.56	2,855.07			
EQ-EQUIPO LIVIANO	131,549.10		25,905.57	26,660.09	26,984.12	22,299.47	12,480.89	10,641.50			
EQ-HERRAMIENTAS	14,371.76		2,830.19	2,912.62	2,948.02	2,436.22	1,363.54	1,162.59			
EQ-CONTINGENCIAS											
EQ-OTROS	0.00										
SUBCONTRATOS	44,866.93	42,623.58	8,835.51	9,092.85	9,203.37	7,605.59	4,256.81	3,629.46	0.00	0.00	
SC-SUM, FAB Y/O MONTAJE ESTR MET	41748.75		8,221.46	8,460.91	8,563.75	7,077.02	3,960.97	3,377.21			
SC-EXAMENES Y/O SERVICIOS MÉDICOS											
SC-CAMPAMENTOS	2780.00		547.46	563.40	570.25	471.25	263.76	224.88			
SC-CATERING	338.18		66.60	68.54	69.37	57.33	32.08	27.36			
SC-MOVILIZACIÓN											
SC-CONTINGENCIAS											
SC-OTROS											
GASTOS GENERALES	106,130.14	100,823.63	20,899.89	21,508.62	21,770.03	17,990.59	10,069.23	8,585.27	0.00	0.00	
GG-SUELDO Y BBSS STAFF	87,223.21		17,176.61	17,676.89	17,891.73	14,785.59	8,275.41	7,055.82			
GG-EPPS	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
GG-EXÁMENES Y/O SERVICIOS MÉDICOS											
GG-PASAJES AÉREOS											
GG-TRANSPORTE INTERNO											
GG-RADIO											
GG-COMUNICACIÓN SATELITAL											
GG-TELEFONÍA SATELITAL											
GG-TELEFONÍA FIJA O CELULAR											
GG-ÚTILES DE OFICINA											
GG-MOBILIARIO DE OFICINA											
GG-COMPUTADORAS E IMPRESORAS											
GG-GASTOS FINANCIEROS											
GG-SEGÜROS											
GG-ENSAYOS DE LABORATORIO											
GG-COSTO DE LA PROPUESTA											
GG-TRANSPORTE	18,906.93		3,723.28	3,831.73	3,878.30	3,205.00	1,793.82	1,529.45			
GG-SEGURIDAD INDUSTRIAL											
GG-OFCINA CENTRAL											
GG-CONTINGENCIAS											
GG-OTROS											
% EGRESOS											

FLUJO DE CAJA (US\$)	78,124.16	113,283.54	22,375.16	20,591.90	26,441.40	19,411.96	16,618.47	7,844.66	0.00	0.00
FLUJO ACUMULADO (US\$)			22,375.16	42,967.06	69,408.46	88,820.42	105,438.89	113,283.54	113,283.54	113,283.54

MAYOR REQ. DE FINANCIAMIENTO	-20,000.00
-------------------------------------	-------------------

MARGEN RESPECTO A VENTAS	113,283.54	14.50%
MARGEN RESPECTO A COSTOS	113,283.54	16.96%
VAN económico	\$65,230.46	

TASA DE DESCUENTO	TIR
10.00%	108.09%

2.2.12.15 Evaluación de Proyecto

Medimos el valor del proyecto en base a la comparación de los beneficios que genera y los costos que se incurren, para así obtener indicadores de eficiencia en el uso de los recursos económicos y tomar la decisión de ejecución de la inversión.

Regla de decisión:

Si $VAN \geq 0$; Se Acepta Si $TIR \geq i$; Se Acepta

Si $VAN < 0$; Se Rechaza Si $TIR < i$; Se Rechaza

2.2.12.15.1 Valor actual neto (VAN)

Nos indica la cantidad neta en el presente, que representa la diferencia entre los ingresos y los egresos en el tiempo, a una cierta tasa de descuento la cual será de 10%.

$$VAN_{i\%} = -I_0 + \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \frac{F5}{(1+i)^5} + \frac{F6}{(1+i)^6}$$

Donde:

I: Préstamo de \$ -25,000.00

i: Tasa de descuento.

F1, F2, F3, F4, F5, F6: Flujo de caja por mes.

$$VAN_{i\%} = \$ 7,352.07 > 0$$

Significado: La inversión producirá ganancia por encima de la rentabilidad exigida, el proyecto puede aceptarse, pues rinde el 10%

2.2.12.15.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Hallamos la tasa de interés que hace iguales los ingresos de los flujos de los periodos, a los egresos de cada periodo. Es decir, medimos rentabilidad como porcentaje.

$$VAN_{TIR} = 0$$

$$0 = VAN_{TIR} = -I_0 + \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \frac{F5}{(1+i)^5}$$

$$TIR = 12.7 \%$$

Significado: El rendimiento es mayor al mínimo rendimiento requerido ($i=10\%$), es recomendable realizar la inversión.

Concluimos que fue una buena inversión ya que los valores de VAN y TIR resultaron ser mejor de lo planeado.

2.2.12.15.3 Periodo de recuperación (Pay back)

Es el tiempo que se tardara la empresa en recuperar la inversión inicial con sus flujos de fondo positivos. Este factor es importante, ya que, si el periodo es muy grande, talvez desestime la inversión, por el tiempo que llevara recuperarla.

Recuperación a partir del Sexto Mes.

Tabla 29
Periodo de recuperación.

	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO	PAY BACK
			Inversión Inicial	-\$25,000.00
1er Mes	\$78,418.72	\$40,228.43	\$38,190.30	\$13,190.30
2do Mes	\$71,887.34	\$165,633.24	-\$93,745.90	-\$80,555.60
3er Mes	\$157,395.59	\$177,675.27	-\$20,279.68	-\$100,835.28
4to Mes	\$168,716.17	\$134,266.06	\$34,450.11	-\$66,385.18
5to Mes	\$141,878.39	\$94,178.63	\$47,699.76	-\$18,685.42
6to Mes	\$97,712.90	\$93,793.92	\$3,918.98	-\$14,766.44
7mo Mes	\$68,178.11	\$0.00	\$68,178.11	\$53,411.66

Nota. Elaboración propia

2.2.13 Seguridad


Con la seguridad se busca minimizar las lesiones y daños a la propiedad como consecuencia de los accidentes y, aspirar al récord de **CERO ACCIDENTES** en el proyecto, eliminando sus causas. Antes de empezar las labores, el Supervisor impartió una charla de 5 minutos a su personal, el personal por su parte tiene que realizar el análisis correspondiente del trabajo que va a realizar, para esto hicimos uso del Análisis de trabajo seguro (ATS) y de la autorización del trabajo.

Figura 42
Formato de documento "Análisis de trabajo seguro".

ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)				
FP-COR-SIB-03.03-01				
V-01				
NOMBRE DEL TITULAR DE LA ACTIVIDADES :	NOMBRE DE LA TAREA O TRABAJO:			N°/Código del ATS:
ÁREA:				Página: Versión:
PERSONAL EJECUTOR	FIRMAS	EQUIPO Y HERRAMIENTAS	EPP:	
1.	1.	_____	_____	
2.	2.	_____	_____	
3.	3.	_____	_____	
4.	4.	_____	_____	
5.	5.	_____	_____	
6.	6.	_____	_____	
PASOS DE LA TAREA	PELIGROS	RIESGOS POTENCIALES	MEDIDAS PREVENTIVAS	RESPONSABLE
Supervisor de trabajo:	Supervisor de Área:			
Fecha :	Fecha :			

Nota. Tomado de Empresa HIMSAC

Figura 43
Formato de documento "Autorización de trabajo".

 HIMSAC <small>PROYECTOS Y CONSULTORIAS</small>	FORMULARIO	Código Proyecto: 074200
	Autorización de Trabajo	Numero A.T. 089

Título del Trabajo Tanque N2: Soldadura de las barandas y del techo del tanque, Tanque N3: Soldadura del 3er anillo, continuar con reparaciones del 3er. y 2do. Anillo, Tanque N4: Soldadura vertical del 5to anillo.

Numero de Partida: 00259 Nombre de Contrato: Construcción de 7 Tanques

Contratista: Himsac Propietario

Propuesto por: Sual Gutierrez- Inq. Residente Fecha: 27/07/2013 Supervisión

Realizado por: Peruquimicos, S.A.C. Fecha: 27/07/2013 Propietario

Condiciones reales de trabajo en el área propuesta para autorización:
Área de los tanques, debidamente aislada y asegurada para los trabajos.
Justificación de la Autorización de trabajo (Aceptación de trabajo precedente):
Continuar con los trabajos de montaje de los tanques.

El Supervisor autoriza la ejecución de este trabajo: Si No. _____

Otros trabajos involucrados (Listar trabajos N*): _____ Anexo 2 _____

¿Se requiere de planos? No Si, _____

Descripción del trabajo a ser realizado:
<u>Tanque N2: Soldadura de las barandas y del techo del tanque</u> <u>Tanque N3: Soldadura del 3er anillo, continuar con reparaciones del 3er. y 2do. Anillo,</u> <u>Tanque N4: Soldadura vertical del 5to anillo</u>
Tiempo estimado: 08 Horas de trabajo Residente del Ejecutor: _____

Aprobado por: _____ Date: _____

Cargo: Residente

Nota. Tomado de Empresa HIMSAC

APORTES REALIZADOS

- Este sistema que se diseñó y construyó, responde a la mejora para la empresa PERUQUIMICOS S.A; porque permitió una optimización del área de la planta para aumentar la capacidad de almacenamiento de los productos derivados de los hidrocarburos, redujo el tiempo de recepción de los productos a la planta y, asimismo complementariamente fue conveniente para los operadores de la empresa ya que disminuyo el riesgo a sufrir algún accidente debido a la menor exposición del producto y menor manipulación de los operarios.
- Se aportó en la fabricación de los tanques al proyecto una plantilla para controlar el correcto avance de la construcción de los tanques de almacenamiento en función al sistema constructivo planteado. Dicha plantilla Anexo 3, posteriormente fue implementada en el sistema de control de la empresa constructora para sus siguientes proyectos.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

- De este trabajo por suficiencia profesional se desprende que servirá de apoyo para todo aquel interesado directamente con tanques de almacenamiento, además de contribuir al desarrollo técnico de los profesionales de nuestro país.

Conclusiones

1. Se ha diseñado en total 07 tanques de 585m³ utilizando la Normativa API-620 **“Diseño y Construcción de Grandes Tanques de almacenamiento, soldados y de baja presión”**. Sin ninguna dificultad, y no se ha producido fallas en los tanques atribuibles al diseño de los mismos logrando el aumento de la capacidad de almacenamiento de la empresa PERUQUIMICOS S.A.C. en 4,095m³.
2. La construcción se realizó cumpliendo lo que manda la Norma API 620 así como el Reglamento Nacional de Edificaciones realizando los respectivos controles de calidad exigidos por la norma y entidad encargada de dar los permisos como se muestra en el ANEXO 5 por parte de OSINERGMIN. También se cumplió la planificación inicial al realizar la construcción en el tiempo establecido según el cronograma en 154 días, sin entrar en sobretiempos ni sobrecostos, para este proyecto la seguridad estuvo bajo la responsabilidad del cliente y no se tuvo quejas ni percance alguno.

3. Se obtuvieron los valores del VAN y TIR previos a la ejecución siendo estos de \$7,352.07 y 12.7% respectivamente, al ser estos adecuados se proyectó una utilidad de 11.11% tomándose como aceptable la construcción de los tanques. Posteriormente finalizada la construcción las ganancias estuvieron por encima de la rentabilidad exigida según la estructura de costos obteniéndose un margen de 16.96% de utilidad, siendo este un proyecto rentable para la empresa constructora dichos detalles se aprecia en 2.2.12.14 y 2.2.12.15

V. RECOMENDACIONES

- Capacitar y entrenar a los trabajadores y operadores encargados del área de tal manera que se haga un buen uso y se garantice una larga vida útil de los tanques.
- Implementar un programa de mantenimiento predictivo basado en inspecciones de frecuencia fija, para que cuando por condiciones operativas o de otra índole el o los tanques que sean puesto fuera de servicio pasen una inspección en dicha oportunidad. En la tabla 30 se recomienda los mínimos puntos de inspección.

Tabla 30
Mínima recomendación para un programa de mantenimiento.

Actividad	Frecuencia
Inspección visual de fuga por sellos en uniones con brida y válvulas	Semanal \pm 1 día
Inspección visual de recubrimientos	Cada seis meses \pm 15 días
Inspección de termómetros	Cada año \pm un mes
Calibración de válvula presión/vacío	Cada año \pm un mes
Verificación dimensional	Después de deformación
Medición de espesores de plancha	Cada cinco años \pm 12 meses

Nota. Elaboración propia

VI. BIBLIOGRÁFICA

- API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE), *Design and Construction of Large, Welded, Low - Pressure Storage Tanks. API Standard 620*. Undécima Edición. 2008.
- API (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE), *Welded Tanks for Oil Storage. API Standard 650*. Undécima Edición. 2007 Actualización 2012
- AISC (AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION), *Manual Steel Construction*. Décimotercera Edición. 2002.
- AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY), *Structural Welding Code-Steel D1.1*. Vigésimotercera Edición. 2015
- ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE), *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural. (ACI 318S-05)*. Edición. 2005.
- ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION), *Information and documentation — Guidelines for bibliographic references and citations to information resources. ISO 690*. Tercera Edición. 2010.
- PERÚ. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, *Reglamento Nacional de Edificaciones*, Primera Edición. 2005.
- NFPA (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION), *Código de Líquidos inflamables y combustibles*. Primera Edición. 2012.
- PERÚ OSINERGIM, *Reglamento de seguridad para el almacenamiento de hidrocarburos decreto supremo N° 052-93-EM*. Primera Edición. 1993.
- LOZANO, Xavier Brun, *Matemática financiera y estadística Básica*. Editorial Perfil. Primera Edición. 2008.
- JEFFUS, Larry, *Soldadura: Principios y aplicaciones* Editorial Paraninfo. Primera Edición. 2009.
- SOLDEXA, *Manual De Bolsillo*, Editorial Lebal Perú. Séptima Edición 2010

- FOSCA PASTOR, Carlos, *Introducción a la Metalurgia de la Soldadura*. Editorial Universidad Católica del Perú. Tercera Edición. 2002.
- PERÚ, DECRETO SUPREMO N° 052-93-EM *Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos*
- ANDÍA VALENCIA, Walter, *Proyectos de inversión*. Editorial El saber librería. Tercera Edición. 2009.

ANEXOS

Anexos 1 - EMS



GEOS

CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



INFORME TECNICO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE VERIFICACION DE CAPACIDAD PORTANTE

SOLICITADO:

HIMSAC

PROYECTO:

MODIFICACIÓN/AMPLIACIÓN DE PLANTA DE
ABASTECIMIENTO DE OPDH

UBICACIÓN

DISTRITO : LIMA

PROVINCIA : LIMA

DEPARTAMENTO : LIMA



ABRIL, 2016

GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprale
al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com -1-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingenieria - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

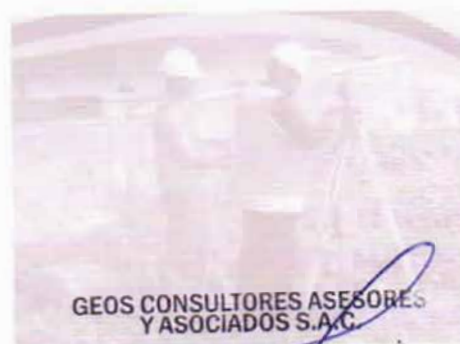
Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



INDICE

- 2 INVESTIGACIONES EFECTUADAS
 - 2.1 Trabajos de Campo
 - 2.1.1 Calicatas
 - 2.1.2 Muestreo Disturbado
 - 2.1.3 Registro de Excavaciones
 - 2.2 Ensayos de Laboratorio
 - 2.3 Clasificación de Suelos
- 3 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO
- 4 ANALISIS DE LA CIMENTACION
 - 4.1 Tipo y Profundidad de los Cimientos Tanques
 - 4.2 Cálculo de la Capacidad Portante
 - 4.2.1 Determinación de Asentamientos
- 5 PARAMETROS GEOTECNICOS DE LOS SUELOS GRAVOSOS
- 6 EMPUJES LATERALES
- 7 CONTENIDO DE SALES
- 8 ASPECTOS SISMICOS
- 9 TRATAMIENTO DE LA BASE PARA LA CONSTRUCCION DE LOS PISOS Y VEREDAS
- 10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36672

Compre al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-2-

OFICINA:

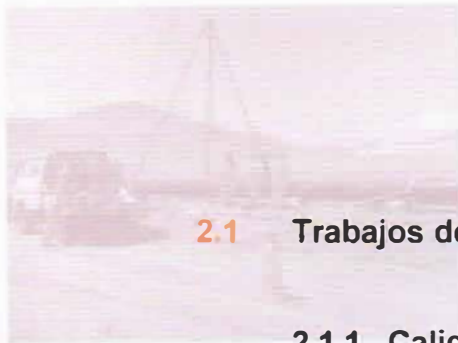
Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



INVESTIGACIONES AFECTUADAS



2.1 Trabajos de Campo

2.1.1 Calicatas

Con la finalidad de determinar el Perfil Estratigráfico del área en estudio se han realizado 4 calicatas o pozos a cielo abierto, distribuido convenientemente en el área en estudio, alcanzando la siguiente profundidad:

CUADRO DE CALICATAS

Calicata No.	Profundidad (m.)	Observaciones
C-1	1.70	Con respecto al Nivel de terreno continua el material
C-2	0.30	Con respecto al Nivel de terreno se encontró roca
C-3	1.80	Con respecto al Nivel de terreno continua el material
C-4	1.20	Con respecto al Nivel de terreno continua el material

Nota : Ver Anexo IV (Plano de ubicación de calicata).

- No se detectó el nivel freático hasta la profundidad explorada.

2.1.2 Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos estándar de clasificación e

Compre al Perú



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

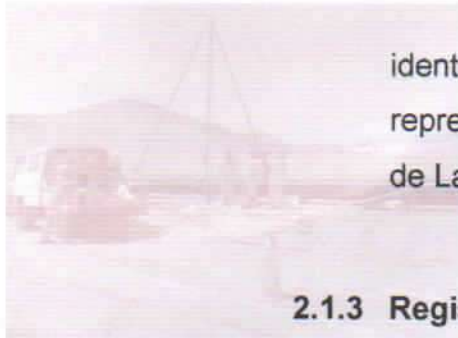
OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingenieria - S.M.P. - Lima

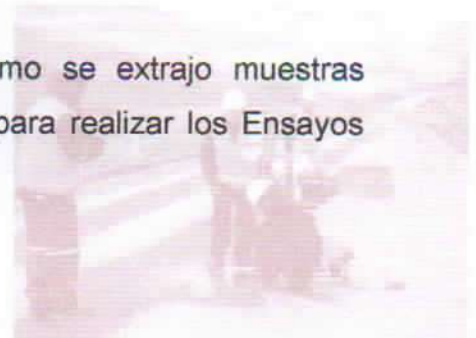
Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Vivo Cristo, Viva el Rey



identificación de suelos. Asimismo se extrajo muestras representativas de la Calicata para realizar los Ensayos de Laboratorio.



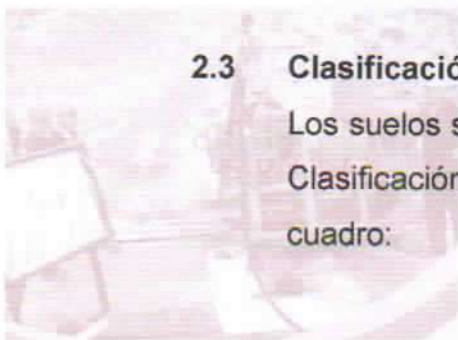
2.1.3 Registro de Excavaciones

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: espesor, humedad, plasticidad, etc.

2.2 Ensayos de Laboratorio

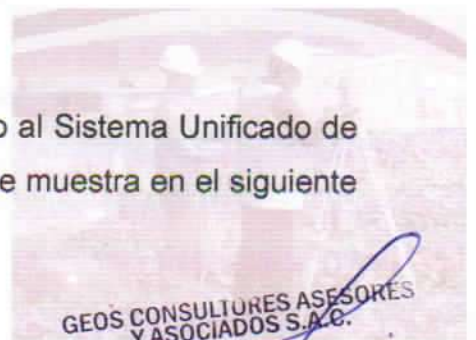
Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS SAC de acuerdo a la siguiente relación:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422.
- Límite Líquido ASTM D-423.
- Límite Plástico ASTM D-424.
- Corte Directo ASTM D-3080
- Contenido de Humedad ASTM D-2216.



2.3 Clasificación de Suelos

Los suelos se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), según se muestra en el siguiente cuadro:



Comprale
al Perú



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-8-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



CUADRO DE CLASIFICACION

Calicata							
Nº	Prof. (m)	Ret Nº 4	Pasa la Nº 200	LL	IP	SUCS	TIPO DE SUELO
C-1	0.00-0.20	49	16.8	20.0	3.80	GM	Natural
C-1	0.20-1.70	22.0	5.0	22.0	5.0	GM	Natural

Calicata							
Nº	Prof. (m)	Ret Nº 4	Pasa la Nº 200	LL	IP	SUCS	TIPO DE SUELO
C-2	0.00-0.30	50	18.2	22.30	4.80	GM	Natural

Calicata							
Nº	Prof. (m)	Ret Nº 4	Pasa la Nº 200	LL	IP	SUCS	TIPO DE SUELO
C-3	0.00-0.20	77	3.4	—	NP	GW	Natural
C-3	0.20-1.80	41	16.3	22.4	4.40	SC-SM	Natural

Calicata							
Nº	Prof. (m)	Ret Nº 4	Pasa la Nº 200	LL	IP	SUCS	TIPO DE SUELO
C-4	0.00-0.05	51	17.2	20.60	4.10	GC-GM	Natural
C-4	0.05-1.20	41	22.4	21.6	5.6	GC-GM	Natural

Comprale al Perú



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 36872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingenieria - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
 Viva Cristo, Viva el Rey

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.



GEOS

CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO



En base a los trabajos de campo y ensayos de Laboratorio realizados, se deduce la siguiente conformación con respecto al nivel de fondo de cimentación:

En la calicata C-1: Se presenta un suelo gravoso limoso, de color beige claro, con un porcentaje de grava en un 49%, arena 34% y finos 17%, con un índice plástico $IP=3.8\%$, con una humedad $w=4.9\%$, en estado compacto, en un espesor de 0.20m, continuando suelo gravoso limoso, de color beige oscuro, con un porcentaje de grava en un 44%, arena 37% y finos 19%, con un índice plástico $IP=5\%$, con una humedad $w=5.9\%$, en estado compacto cementado, tipo caliche con sales, continua material, hasta los 3.00m.

En la Calicata C-2: Se presenta un suelo gravoso limoso, de color beige claro, con un porcentaje de grava en un 50%, arena 32% y finos 18%, con un índice plástico $IP=4.8\%$, con una humedad $w=3.6\%$, en estado compacto, continuando roca fracturada dura



En la Calicata C-3: Se presenta un suelo gravoso bien graduada, de color beige claro, con un porcentaje de grava en un 77%, arena 20% y finos 3%, no plástica, con una humedad $w=1\%$, en estado compacto, en un espesor de 0.20m, continuando suelo arenoso arcilloso limoso, de color beige oscuro, con un porcentaje de grava en un 41%, arena 43% y finos 16%, con un índice plástico $IP=4.4\%$, con una humedad $w=4.7\%$, en estado compacto cementado, tipo caliche con sales, continua

Comprale
al Perú



material hasta los 3.00m.

GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL

REG. CIP N° 36872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



En la Calicata C-4: Se presenta un suelo gravoso arcilloso limoso, de color beige claro, con un porcentaje de grava en un 51%, arena 32% y finos 17%, con un índice plástico $IP=4.1\%$, con una humedad $w=3.2\%$, en estado compacto, en un espesor de 0.05m, continuando suelo gravoso arcilloso limoso, de color beige oscuro, con un porcentaje de grava en un 41%, arena 37% y finos 22%, con un índice plástico $IP=5.6\%$, con una humedad $w=2.5\%$, en estado compacto cementado, tipo caliche con sales continua material hasta los 3.00m.



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Compre al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-11-

OFICINA:

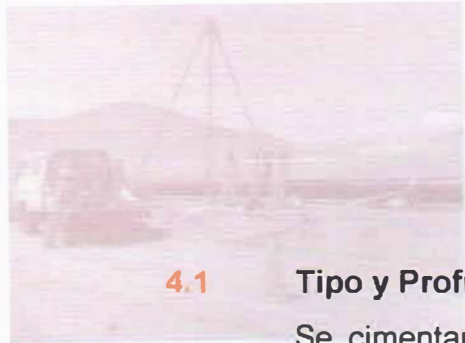
Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



4.1

Tipo y Profundidad de los Cimientos Tanques

Se cimentara sobre los suelos arenosos gravosos arcilloso con limos y/o gravosos zapatas conectadas armadas y/o gravoso arcillosos con limos, en estado compacto (suelo calichoso con sales) mediante un anillo de cimentación a una profundidad promedio de 1.50m, cimientos corridos armados a una profundidad de 1.00m con respecto al nivel de piso



ANALISIS DE LA CIMENTACION

4.2 Cálculo de la Capacidad Portante

A la profundidad antes mencionada los cimientos se apoyarán sobre los suelos arenosos gravosos arcillosos con limos y/ gravosos arcillosos con limos, compactos, en estado semicompacto, a una profundidad de 1.50m, con respecto al nivel de terreno cuyas características de resistencia están dadas principalmente por su ángulo de fricción interna (ϕ) del suelo más desfavorable en la calicata C-3,

$$\phi = 33^\circ$$

Cohesión= 0.05kg/cm²

Peso Volumétrico = 2.15kg/cm²

Luego, considerando la teoría de Karl Terzaghi, la Capacidad Portante Admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

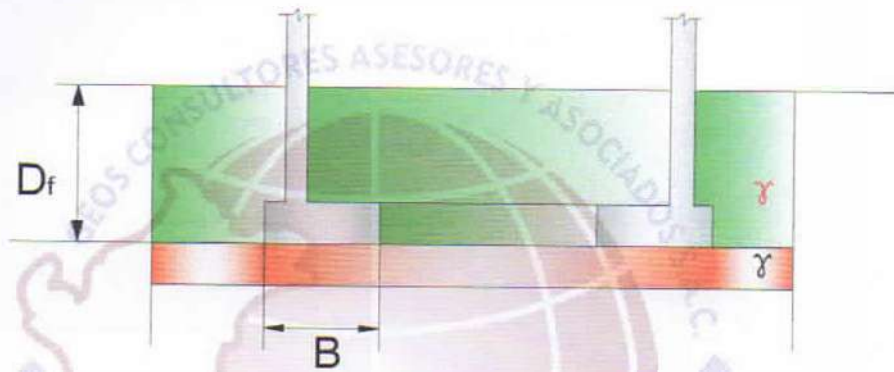
Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



$$q_{ad} = \frac{1}{FS} \left[(1 + 0.3B/L) \gamma D_f N'_q + 0.5(1 - 0.2B/L) \gamma B N'_\gamma \right]$$



Peso Volumétrico del Suelo	γ	= 2.16gr/cm ³
Ancho anillo de cimentación	B	= 4.70 m
Longitud del anillo	L	= 31.54
Profundidad de Cimentación	D_f	= 1.55 m.
Factor de Seguridad	FS	= 3.00
Factores Adimensionales, función de ϕ	N_q, N'_γ	=
Reemplazando valores, se obtiene:		

GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.
 WALTER BARRENECHEA SOTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 36872

Compre al Perú

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-13-

OFICINA:

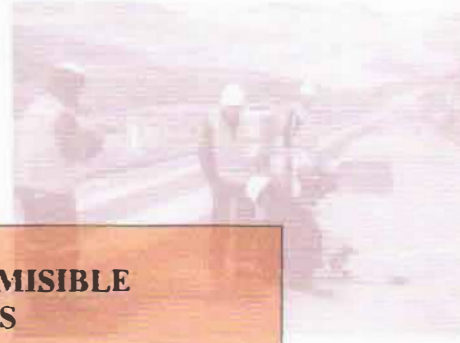
Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE TANQUES TÍPICOS					
Tipo de Cimentación	Df (m)	B (m)	φ (°)	Cohesion (Kg/cm2)	qadm (Kg/cm2)
Anillo de cimentación	1.55	2.4	33	0.02	3.00

4.2.1 Determinación de Asentamiento para suelo cohesivo:

Los asentamientos elásticos en suelos granulares se pueden determinar mediante la siguiente relación (Harr 1966).

$$\Delta H = \frac{Bq_0}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha$$

Dónde:

- Ancho de la cimentación $B = 4.70 \text{ m}$
- Carga transmitida $q_0 = 3.00 \text{ Kg/cm}^2$
- Relación de poisson $\mu_s = 0.15$
- Módulo de elasticidad $E_s = 1200 \text{ Kg/cm}^2$
- Factor de forma $\alpha = 1.36$

GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.
 WALTER BARRENECHEA SOTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 36872



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barro 1 - Villa El Salvador - Lima
 Viva Cristo, Viva el Rey



$$\alpha = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) + m \ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + 1}{\sqrt{1+m^2} - 1} \right) \right]$$

Dónde: $m = L/B = 13.14$

$L = 31.54m$

$B = 4.70m$

Reemplazando valores se obtiene:

CALCULO DE ASENTAMIENTOS TOTALES TANQUES TIPICOS

Tipo de Cimentación	α	μ_s	E_s Kg/cm ²	B (m)	qad Kg/cm ²	S (cm) Asentamiento Total
Anillo de cimentación	1.36	0.15	1200	2.40	3.00	0.79



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
 Viva Cristo, Viva el Rey

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



ASENTAMIENTOS PERMISIBLES

Tipo de Movimiento	Factor limitativo	Asentamiento máximo
Asentamiento total	Drenaje	6-12 plg.
	Acceso	12-24 plg.
	Probabilidad de asentamiento no uniforme	
	Estructuras con muros de mampostería	1-2 plg.
	Estructuras reticulares	2-4 plg.
Inclinación o giro	Chimeneas, silos, placas	3-12 plg.
	Estabilidad frente al vuelco	Depende de la altura y el ancho
Asentamiento diferencial	Inclinación de chimeneas, torres	0.004 f
	Rodadura de camiones, etc.	0.01 f
	Almacenamiento de mercancías	0.01 f
	Funcionamiento de máquinas-tejares de algodón	0.003 f
	Funcionamiento de máquinas-turbogeneradores	0.0002 f
	Carriles de grúas	0.003 f
	Drenaje de soleras	0.01-0.02 f
	Muros de ladrillo continuos y elevados	0.0005-0.001 f
	Factoría de una planta, fisuración de muros de ladrillo	0.001-0.002 f
	Fisuración de revocos (yeso)	0.001 f
	Pórticos de concreto armado	0.0025-0.004 f
	Pantallas de concreto armado	0.003 f
	Pórticos metálicos continuos	0.002 f
Pórticos metálicos sencillos	0.005 f	



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Compre al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-16-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



Parámetros Geotécnicos de los suelos gravosos 5

Parámetros Geotécnicos de los suelos arenosos gravosos arcilloso con limos y/o gravosos arcillosos con limos:

Características Geotécnicas	
Suelo arenoso gravoso arcilloso con limos y/o gravosos arcilloso con limos	Estático
	Ángulo de fricción interna $\phi=33^\circ$
	Cohesión $C=0.02\text{Kg/cm}^2$
	Densidad del suelo gravoso $\gamma=2.16\text{ gr/cm}^3$
	K_0 = coeficiente de presión pasiva: $1-\text{sen}\phi=0.63$
	K_a = coeficiente de presión activa: $\text{tan}^2 (45-\phi/2)=0.45$
	Parámetros Dinámico
	Velocidad de onda de corte (V_s) = 500 m/seg.
	Coefficiente de balasto (K_s) = 11 kg/cm ³
	Módulo de Poissón (μ) = 0.15
Módulo de Elasticidad (E) = 1200 kg/cm ²	
Módulo de Corte (G) = $\gamma v^2=78300\text{PSI}$	

GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Compre al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

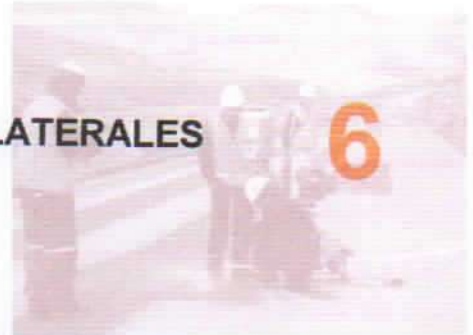
ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



EMPUJES LATERALES

6



Para la determinación de los Empujes Laterales sobre estructuras enterradas, se empleará una distribución triangular de presión. El Empuje Total puede determinarse mediante la siguiente relación:

$$E_o = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_o$$

Dónde:

K_o : Coeficiente de empuje en reposo

H : Altura de muro (m)

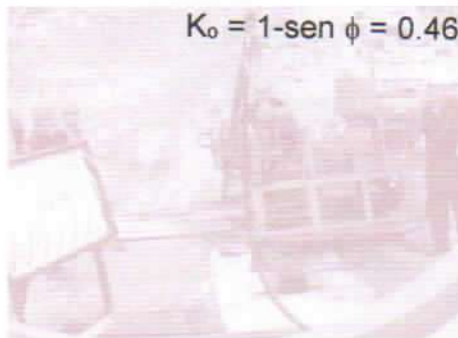
γ : Peso volumétrico de masa

$K_o = 1 - \text{sen } \phi$

Para Estructuras enterradas en suelos arcillosos:

$\phi = 33^\circ$

$K_o = 1 - \text{sen } \phi = 0.46$



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprale
al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-18-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



CONTENIDO DE SALES

7

El resultado del análisis físico químico efectuado, con una muestra de la representativa del subsuelo muestra los siguientes valores:

Calicata	Profundidad (m)	Cloruros %	Sulfatos %	Sales Solubles Totales %
C-2	0.0 – 3.00	0.125	0.210	0.550

CUADRO 1. Grado de agresividad del suelo en función del ataque de sulfatos, cloruros, sales solubles totales.

Presencia en el suelo	P.p.m.	Porcentaje %	Grado Relativo	Observaciones	Cemento Tipo y Recomendaciones
Sulfatos *	0-1000	0-0.1%	Leve	Ataque directo a las estructuras de concreto	I
	1000-2000	0.1%-0.2%	Moderado		II
	2000-20000	0.2%-2.0%	Severo		V
	>20000	>2%	Muy severo		V mas puzolana
Cloruros **	>600	Otros >0.06%	Perjudicial	Produce corrosión a los elementos metálicos	De acuerdo al consultor
	>1000	>0.10%			
	>1500	>0.15%			
Sales Solubles ***	>5000	>0.5%	Perjudicial	Ocasiona perdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación	De acuerdo al consultor

Compre al Perú



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-19-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS

CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



- * De acuerdo al RNC , Tabla 4.4.3 de la NTE E060 Concreto armado
- ** De acuerdo al RNC , Tabla 4.4.4 de la NTE E060 Concreto armado
- *** Experiencia existente

Dichos valores se encuentran por encima de los límites máximos permisibles de agresividad al concreto, pudiéndose emplear por lo tanto cemento Pórtland tipo V en la preparación del concreto de los cimientos y aditivos Hidrofugos. Tipo Euko DM de Sika O Similar para impedir la corrosión del acero de refuerzo y/o mediante recubrimiento epoxicos, (pinturas epoxicas)



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprale
al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



ASPECTOS SISMICOS

8



De acuerdo a la Información Sismológica, en el Departamento de Ica, se han producido sismos con intensidades promedio de VIII - IX, según la Escala de Mercalli Modificada.

Por otra parte la zona en estudio se encuentra ubicada en la zona 4 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030-Diseño Sismo Resistente.

La fuerza cortante total (V) puede calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Donde S es el factor suelo con un valor de S=1.00, para un período predominante de $T_p(s)=0.4$ seg, $T_L(s)=2.5$ seg. y Z es el factor de zona con un valor de Z=0.45 g.

Ver Anexo V (Mapa de Zonificación Sísmica del Perú).

GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprele
al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-21-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



ASPECTOS SISMICOS

8



De acuerdo a la Información Sismológica, en el Departamento de Ica, se han producido sismos con intensidades promedio de VIII - IX, según la Escala de Mercalli Modificada.

Por otra parte la zona en estudio se encuentra ubicada en la zona 4 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030-Diseño Sismo Resistente.

La fuerza cortante total (V) puede calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Donde S es el factor suelo con un valor de S=1.00, para un período predominante de $T_p(s)=0.4$ seg, $T_L(s)=2.5$ seg. y Z es el factor de zona con un valor de Z=0.45 g.

Ver Anexo V (Mapa de Zonificación Sísmica del Perú).

GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Compre al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-21-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

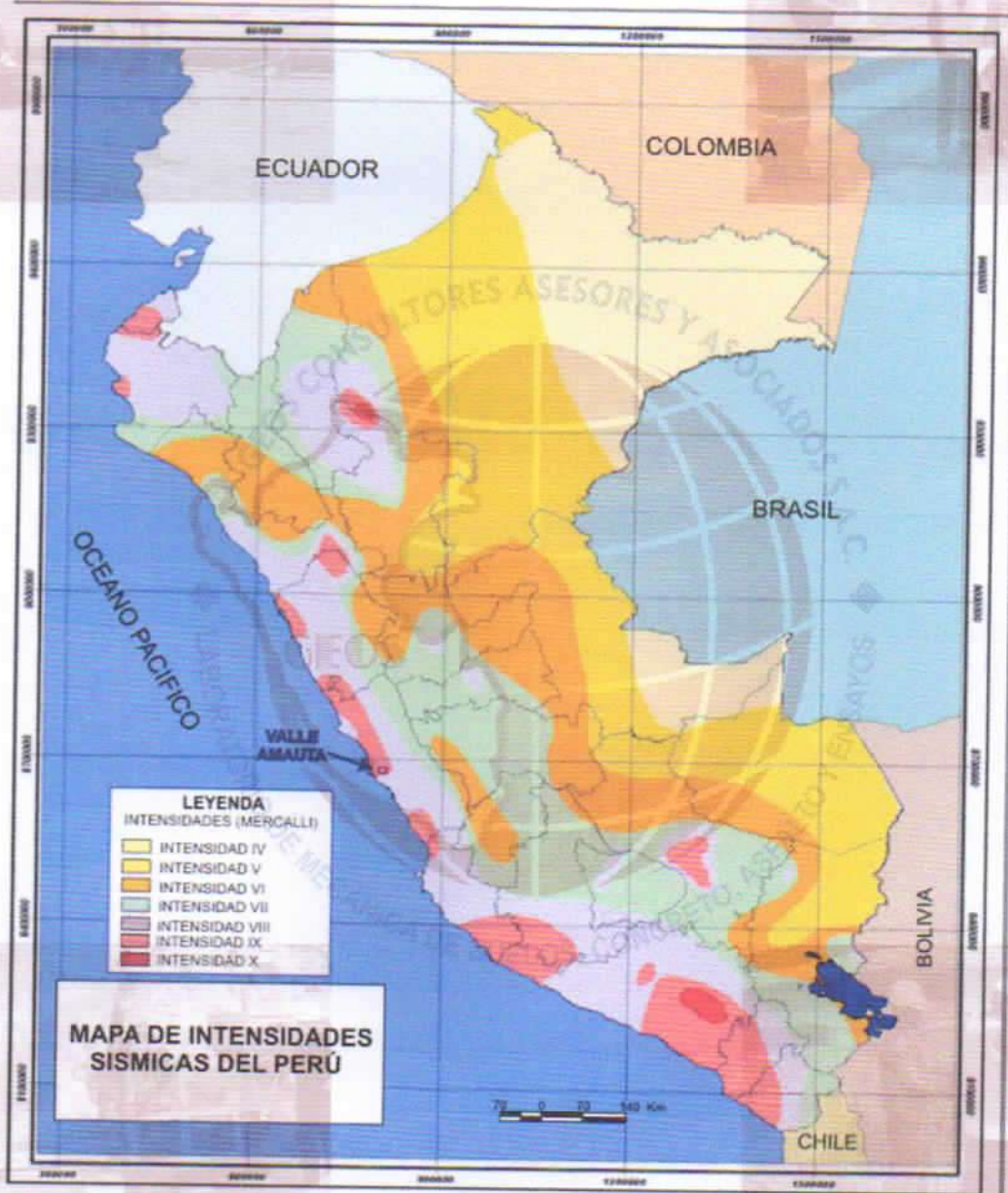
Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERIA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprale
al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-22-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



TRATAMIENTO DE LA BASE PARA LA CONSTRUCCION DE LOS PISOS Y VEREDAS

9

Para la construcción de pisos y veredas, se deberá seguir el siguiente tratamiento.

- La subrasante será escarificada, retirando las partículas mayores de 2", en un espesor de 0.30 m, compactada al 95% de la Máxima Densidad Seca del Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557). En caso de encontrarse rellenos, serán reemplazados por un material granular seleccionado, debidamente compactado por capas.
- Sobre la subrasante compactada se colocará una base de afirmado compactada al 100% de la Máxima Densidad Seca del Ensayo de Proctor Modificado en un espesor de 0.20 m, la misma que deberá tener las siguientes características:

El material llenará los requisitos de granulometría dados en la Tabla siguiente:

Tamaño de la Malla tipo AASHTO T-11 Y T-27 (ABERTURA CUADRADA).	Porcentaje en peso que pasa			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
2 pulg.	100	100	---	---
1 pulg.	--	75 - 97	100	100
3/8 pulg	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
Nº4-(4.76 mm.)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
Nº10-(2.00 mm.)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
Nº40-(0.420 mm.)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
Nº200-(0.074 mm.)	2 - 8	5 - 20	5 - 15	5 - 20

Compre al Perú



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIR N° 36872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-23-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

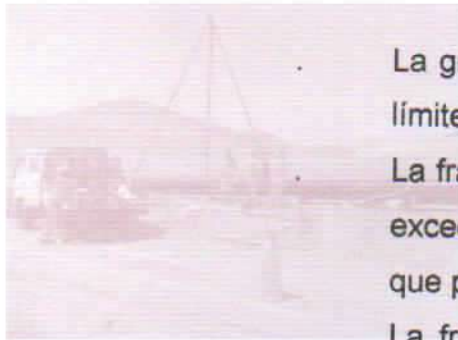
Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

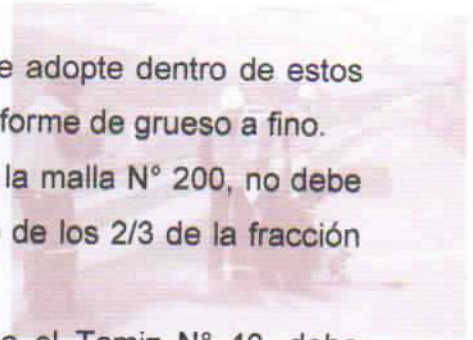
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



La granulometría definitiva que se adopte dentro de estos límites, tendrán una gradación uniforme de grueso a fino.

La fracción del material que pase la malla N° 200, no debe exceder de 1/2, y en ningún caso de los 2/3 de la fracción que pase el Tamiz N° 40.

La fracción del material que pase el Tamiz N° 40, debe tener un límite líquido no mayor de 25% y un índice de plasticidad inferior o igual a 6% determinados de acuerdo a los Métodos T-89 y T-91 de la AASHTO.



Comprale
al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-24-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10



En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, así como al análisis efectuado, se puede concluir lo siguiente:

- El terreno en estudio, se encuentra ubicado en la Lurín, en el Distrito de Pachacamac, Provincia de Lima, Departamento de Lima
- El Proyecto consiste en Construcción de 7 tanques de almacenamiento de derivados del Combustible (O.P.D.H.)
- En general se presenta superficialmente un suelo gravoso bien graduada, de color beige claro, con un porcentaje de grava en un 77%, arena 20% y finos 3%, no plástica, con una humedad $w=1\%$, en estado compacto, en un espesor de 0.20m, continuando suelo arenoso arcilloso limoso, de color beige oscuro, con un porcentaje de grava en un 41%, arena 43% y finos 16%, con un índice plástico $IP=4.4\%$, con una humedad $w=4.7\%$, en estado compacto cementado, tipo caliche con sales, continua material hasta los 3.00m.
- Según se desprende de la descripción del perfil estratigráfico, se cimentara sobre los suelos arenosos gravosos arcilloso con limos y/o gravosos zapatas conectadas armadas y/o gravoso arcillosos con limos, en estado compacto (suelo calichoso con sales) mediante un anillo de cimentación a una profundidad promedio de 1.50m, cimientos corridos armados a una profundidad de 1.00m con respecto al nivel de piso; para una capacidad portante de

Comprale al Perú



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-25-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE TANQUES TÍPICOS

Material	Tipo de Cimentación	Df (m)	B (m)	Q _{ad} (Kg/cm ²)	S (cm) Asentamiento Total
Suelo arenoso gravoso arcilloso con limos y/o gravosos arcillosos con limos	Anillo de cimentación	1.55	1.40	3.00	0.79

- Para la determinación de los Empujes Laterales (Reposo), para estructuras enterradas se empleará un Coeficiente de Empuje Lateral de $K_0 = 1 - \text{sen } \phi = 0.46$ (suelo arenoso gravoso arcilloso con limos y/o gravoso arcilloso con limos).
- El Modulo de reacción del suelo (K) coeficiente de balastro para suelos arenosos gravosos arcillosos con limos, el valor de $K = 11 \text{ Kg/cm}^3$.
- Para el proceso constructivo de excavaciones se podrá realizar mediante empleo de equipo mecánico roto martillos y excavadoras por ser un suelo muy duro cementado tipo caliche con sales.
- La Ciudad de Lima se encuentra en la Zona 3 del Mapa de Zonificación Sísmica del Perú; Donde S es el factor suelo con un valor de $S = 1.00$, para un período predominante de $T_p(s) = 0.4$ seg, $T_L(s) = 2.5$ seg. y Z es el factor de zona con un valor de $Z = 0.45$ g.

GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprale al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com -26-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Vivo Cristo, Viva el Rey



- Resumen Geotécnico:

Resumen Geotécnico	
Tipo de cimentación	Mediante anillo de cimentación
Estrato de apoyo de la cimentación	Suelo arenoso gravoso arcilloso con limos y/o gravoso arcillosos, muy compacto suelo cementado tipo caliche con sales
Parámetros de diseño	Tanques: Anillo de cimentación armadas: $B=1.4m$ $Df=1.55m$ $q_{ed}=3.00 \text{ Kg/cm}^2$ Asentamiento total= 0.79cm
Relleno para tapar las zapatas	Se empleara material de préstamo, de cantera, y/o material propio debidamente compactado por capas, al 100% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado y/o mortero fluido (mortero de baja resistencia)
Empujes laterales	K_0 = coeficiente de presión pasiva: $1. \text{sen-}\phi = 0.46$ K_A = coeficiente de presión activa: $\text{Tan}^2(45-\phi/2) = 0.29$
Parámetros del Suelo	Material de terreno Propio Ángulo de fricción interna $\phi=33^\circ$ Cohesión $C=0.02 \text{ Kg/cm}^2$ Peso Volumétrico $\gamma=2.16 \text{ gr/cm}^3$
Nivel freático ó filtración de agua	No presenta nivel freático
Agresividad del suelo al concreto y/o acero de los cimientos.	Se podrá emplear cemento Portland tipo V en la preparación del concreto de los cimientos
Aspecto sísmico	Zona 4 (Mapa de Zonificación Sísmica) Periodo Predominante $T_{ps}=0.4 \text{ seg.}$ $T_s=2.5 \text{ seg}$ Factor de Suelo $S=1.00$ Factor de Zona $Z=0.45g$
Parámetros Dinámicos	Velocidad de onda de corte (V_s) = 500 m/seg. Coeficiente de balasto (K_s) = 11 kg/cm^3 Módulo de Poissón (ν) = 0.150 Módulo de Elasticidad (E) = 1200 kg/cm^2 Módulo de Corte (G) = $\gamma v^2=78300 \text{ PSI}$

GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprele al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-osociodos.com • rrhh@geos-asociados.com

-27-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
 Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Compre al Perú

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingenieria - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



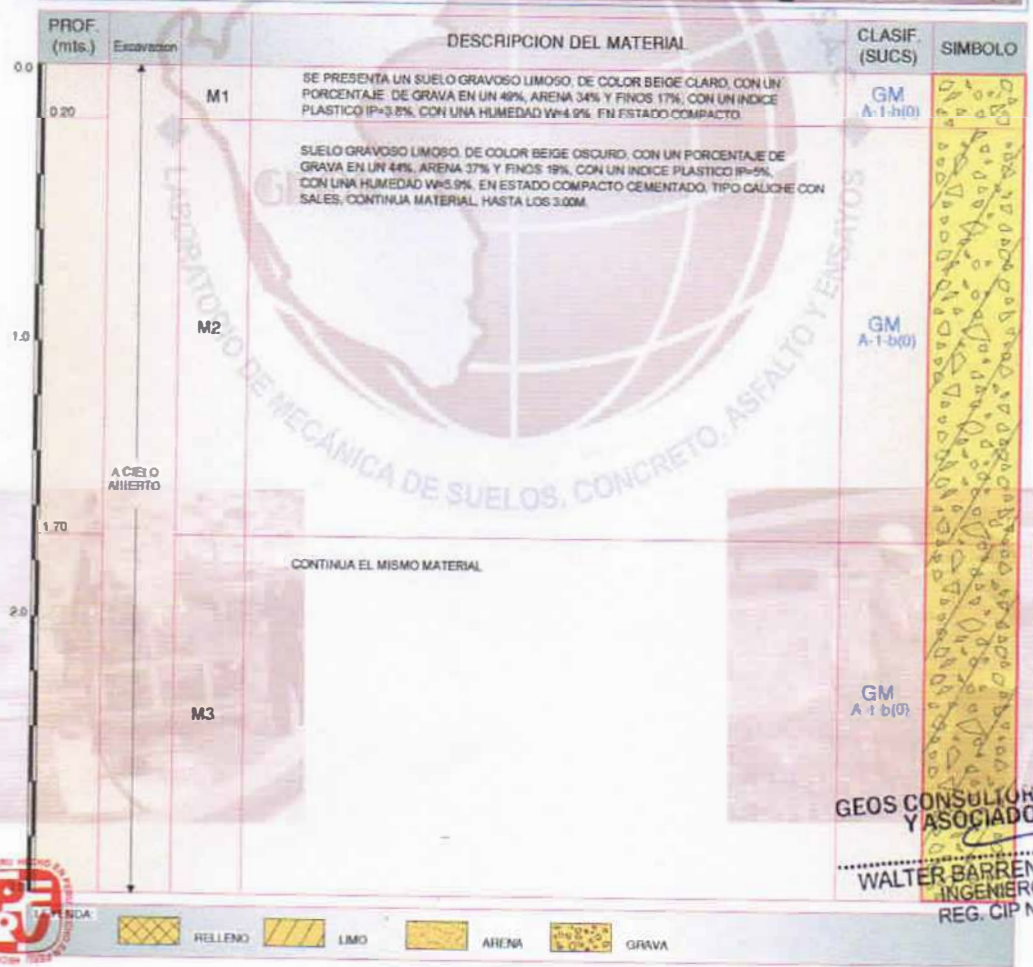
GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



REGISTRO DE CAMPO

PROYECTO	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION CONSTRUCCION DE LA ESTACION DE COMBUSTIBLE DE TROVADOR MINAJUSTA	CALECATA	C-1
UBICACION	MINAJUSTA - MARCONA - NASCA - ICA - PERU	COTA	---
CONSULTOR	GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS SAC	PROFUNDIDAD	3.000
FECHA: ABRIL 2018	CAMPO: GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS SAC	N.F.	



Comprale al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



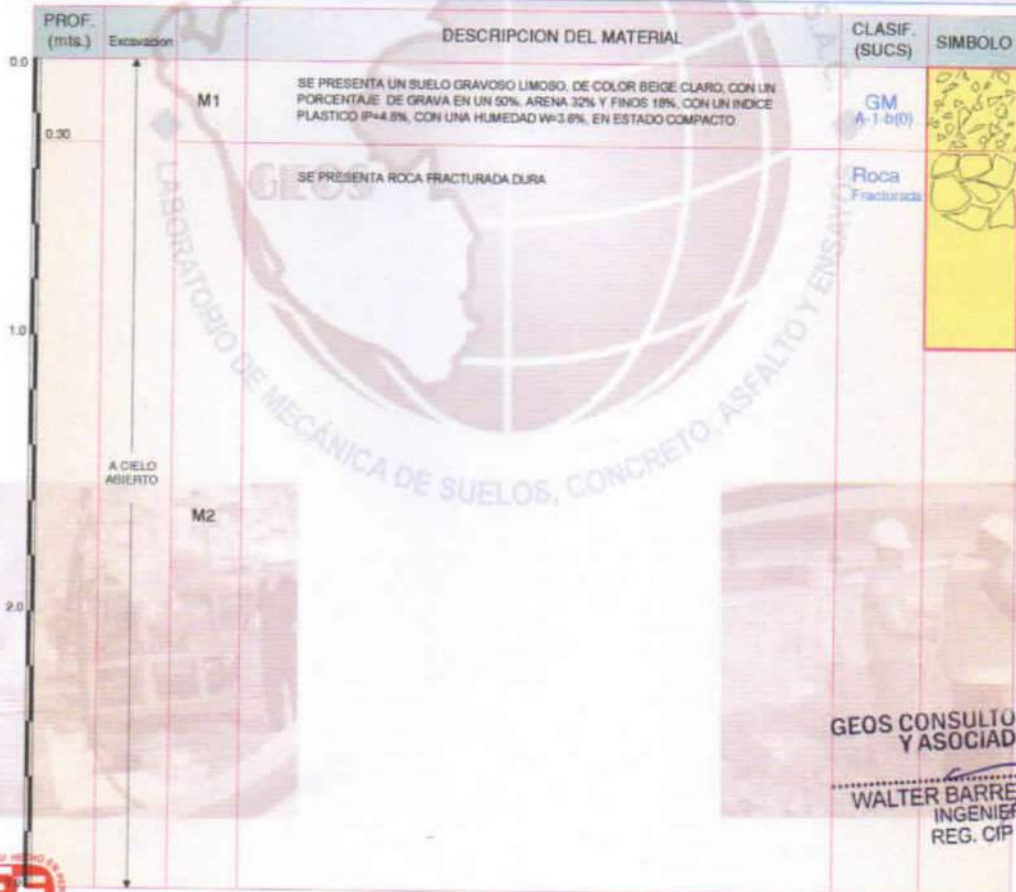
GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



REGISTRO DE CAMPO

PROYECTO	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE COMBUSTIBLE DE PROYECTO MINA JUSTA	CALICATA	C-2
UBICACION	MINA JUSTA - MARCONA - NASCA - ICA - PERU	COTA	---
CONSULTOR	GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS SAC	PROFUNDIDAD	3.00m
FECHA - ABRIL, 2018	CAMPO	GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS SAC	N.F.



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARREMECHA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprale al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingenieria - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
 ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
 EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



REGISTRO DE CAMPO

PROYECTO:	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION <small>CONSTRUCCION DE LA ESTACION DE COMBUSTIBLE DE PROYECTO MINA JUSTA</small>	CALICATA:	C-3
UBICACION:	MINA JUSTA - MARCONA - NASCA - ICA - PERU	COTA:	---
CONSULTOR:	GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS SAC	PROFUNDIDAD:	3.00m
FECHA:	ABRIL 2015	N.F.:	
CAMPO:	GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS SAC		



PROF. (mils.)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIF. (SUCS)	SIMBOLO
0.0	Excavacion		
0.20	M1 SE PRESENTA UN SUELO GRAVOSO BIEN GRADUADA, DE COLOR BEIGE CLARO, CON UN PORCENTAJE DE GRAVA EN UN 77%, ARENA 20% Y FINOS 3%. NO PLASTICA, CON UNA HUMEDAD W=1%, EN ESTADO COMPACTO.	GW A-1-a(0)	
1.0	M2 SUELO ARENOSO ARCILLOSO LIMOSO, DE COLOR BEIGE OSCURO, CON UN PORCENTAJE DE GRAVA EN UN 41%, ARENA 43% Y FINOS 16%, CON UN INDICE PLASTICO IP=4.4%, CON UNA HUMEDAD W=4.7%, EN ESTADO COMPACTO CEMENTADO, TIPO CALICHE CON SALES. CONTINUA MATERIAL HASTA LOS 3.00M.	SC-SM A-1-b(0)	
1.80	A CIELO ABIERTO		
2.0	M3 CONTINUA EL MISMO MATERIAL		

GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 36872

Compre al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingenieria - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

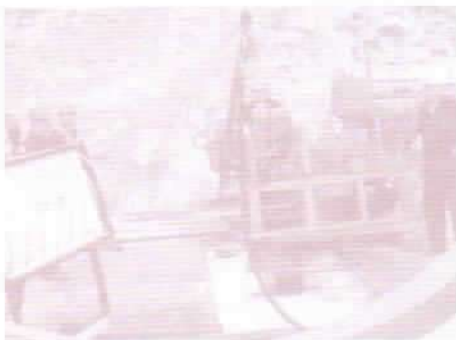
Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprale
al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

-29-

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS

CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS EN INGENIERIA DE CONCRETO,
 ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
 EDIFICACIONES, SUPERVISION DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
 VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERIA.

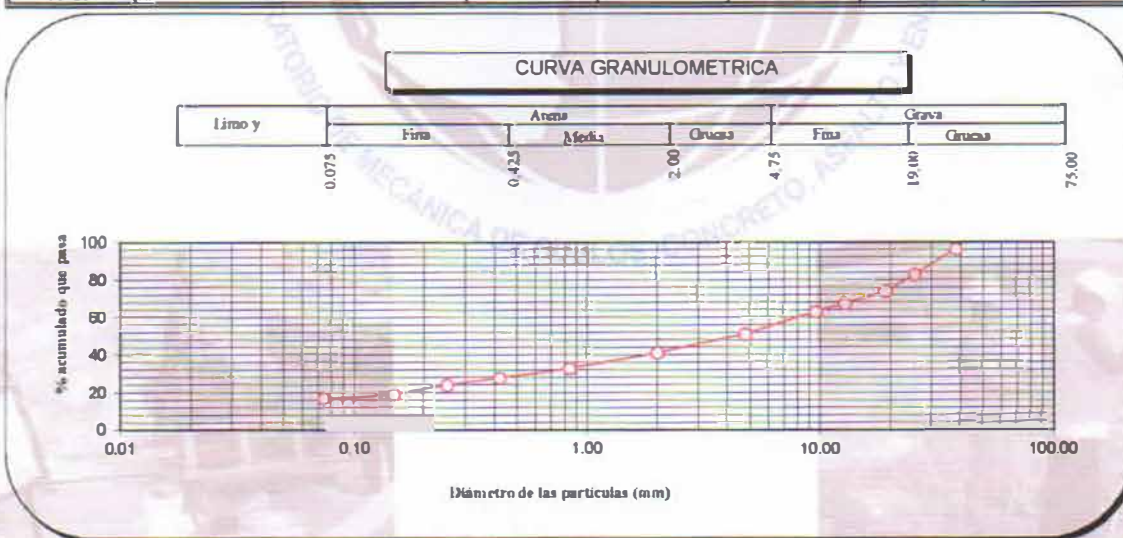


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

PROYECTO : MOD/AMPLIACION DE PANTA OPDH
 UBICACION : UURIN UIMA
 SOLICITADO : HIMSAC
 FECHA : ABRIL, 2016
 CALICATA : C - I PROF : 0.00 - 0.20

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200			
	2"	50.800			
	1 1/2"	38.100	96.5		
	1"	25.400	82.8		
	3/4"	19.100	73.9		
	1/2"	12.700	67.4		
	3/8"	9.520	63.1		
	N° 004	4.760	51.2		
	N° 010	2.000	41.2		
	N° 020	0.840	33.0		
	N° 040	0.420	27.8		
	N° 060	0.250	24.0		
	N° 100	0.149	18.6		
N° 200	0.074	16.8			
Contenido de Humedad (%)		4.90			
Limite Liquido (LL) (%)		20.00	% de Grava:	49	
Limite Plastico (LP) (%)		16.20	% de Arena	34	
Indice Plastico (IP) (%)		3.80	% de Fino:	17	
Clasificación (S.U.C.S.)		GM			
Clasificación (AASHTO)		A-1-b			
Indice de Grupo		0			



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 36872

Compre al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
 Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS

CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



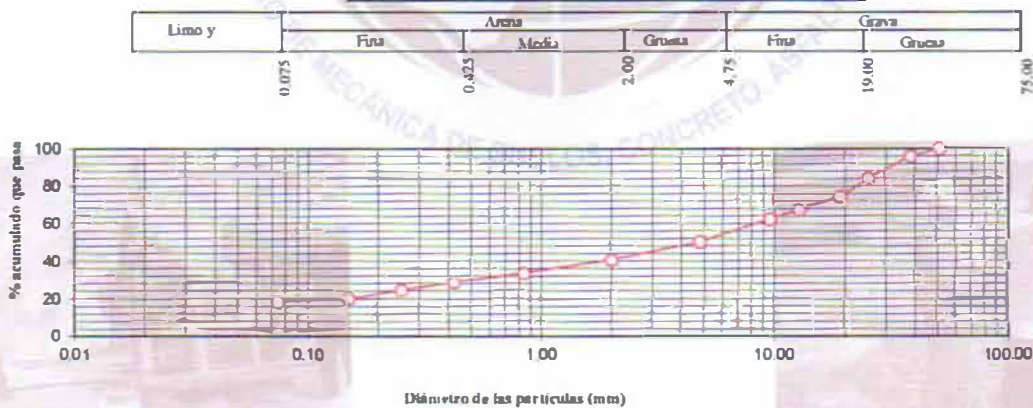
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

PROYECTO : MOD/AMPLIACION DE PLANTA OPDH
 UBICACIÓN : LURIN-LIMA
 SOLICITADO : HIMSAC
 FECHA : ABRIL, 2016
 CALICATA : C2(2 PROF : 0.00 - 0.30

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZADO	QUÍF. PASA (%)	QUÍF. PASA (%)	QUÍF. PASA (%)	QUÍF. PASA (%)	QUÍF. PASA (%)
	3"	76.200				
	2"	50.800	100.0			
	1 1/2"	38.100	96.0			
	1"	25.400	84.2			
	3/4"	19.100	74.7			
	1/2"	12.700	67.4			
	3/8"	9.520	62.6			
	N° 004	4.760	50.5			
	N° 010	2.000	40.9			
	N° 020	0.840	33.8			
	N° 040	0.420	28.8			
	N° 060	0.250	24.6			
	N° 100	0.149	20.0			
	N° 200	0.074	18.2			
Contenido de Humedad	(%)	3.60				
Límite Líquido (LL)	(%)	22.30	% de Grava:	50		
Límite Plástico (LP)	(%)	17.50	% de Arena:	32		
Índice Plástico (IP)	(%)	4.80	% de Fino:	18		
Clasificación (S.U.C.S.)		GM				
Clasificación (AASHTO)		A-1-b				
Índice de Grupo		0				

CURVA GRANULOMETRICA



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 36872

Compre al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



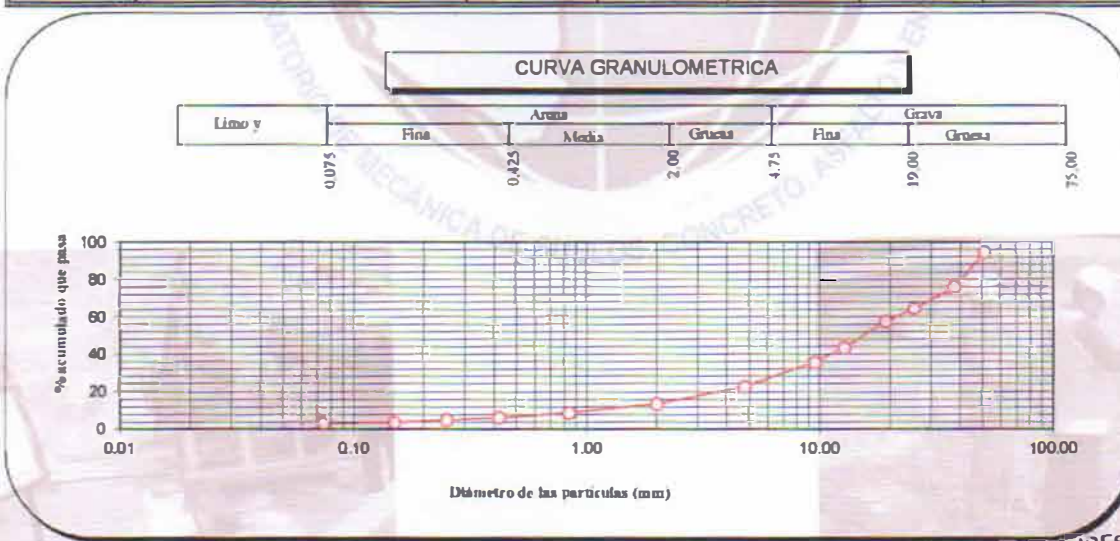
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

PROYECTO : MOD./AMPLIACION DE PLANTA OPDH
UBICACION : IURIN-IIMA
SOLICITADO : HIMNAC
FECHA : ABRIL, 2016
CALICATA : C - 3 **PROF.** : 0.00 - 0.20

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200			
	2"	50.800	94.7		
	1 1/2"	38.100	76.1		
	1"	25.400	64.5		
	3/4"	19.100	57.6		
	1/2"	12.700	43.6		
	3/8"	9.520	35.8		
	N° 004	4.760	22.9		
	N° 010	2.000	13.7		
	N° 020	0.840	9.0		
	N° 040	0.420	6.3		
	N° 060	0.250	5.0		
	N° 100	0.149	3.8		
N° 200	0.074	3.4			

Contenido de Humedad	(%)	1.00		
Límite Líquido (LL)	(%)	NL	% de Grava	77
Límite Plástico (LP)	(%)	NP	% de Arena	20
Índice Plástico (IP)	(%)	NP	% de Fino	3
Clasificación (S.U.C.S.)		GW		
Clasificación (AASHTO)		A-1-a		
Índice de Grupo		0		



GEOS CONSULTORES ASESORES
 Y ASOCIADOS S.A.C.
 WALTER BARRENECHEA SOTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 36872

Comprale
 al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
 Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
 E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:
 Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:
 Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

PROYECTO : MODI/AMPLIACION PLANTA DE OPDH
 UBICACIÓN : LURIN-LIMA
 SOLICITADO : HIMSAC
 FECHA : ABRIL 2016
 CALICATA : C-4 PROF : 0.05 - 1.20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	TAMIZADO	Porcentaje que pasa (%)			
	3"	76.200			
	2"	50.800	100.0		
	1 1/2"	38.100	96.2		
	1"	25.400	90.4		
	3/4"	19.100	84.4		
	1/2"	12.700	78.0		
	3/8"	9.520	72.3		
	N° 004	4.760	59.5		
	N° 010	2.000	46.8		
	N° 020	0.840	36.5		
	N° 040	0.420	30.7		
	N° 060	0.250	27.4		
	N° 100	0.149	23.5		
	N° 200	0.074	22.4		
Contenido de Humedad (%)		2.50			
Limite Líquido (LL) (%)		21.60	% de Grava:	41	
Limite Plástico (LP) (%)		16.00	% de Arena:	37	
Indice Plástico (IP) (%)		5.60	% de Fino:	22	
Clasificación (S.U.C.S.)		GC-GM			
Clasificación (AASHTO)		A-1-b			
Indice de Grupo		0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 36872

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga

Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879

E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
 Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS

CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO,
ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES,
EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES,
VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



ANÁLISIS DE UNA MUESTRA

SOLICITADO POR : HIMSAC
PROYECTO : MODIFICACION/AMPLIACION DE PLANTA DE ABASTECIMIENTO OPDH
UBICACIÓN : DISTRITO DE: LURIN, DEPARTAMENTO DE LIMA.

RECEPCIÓN DE MUESTRA : Lima, Abril del 2016

RESULTADO DEL ANALISIS DE UNA MUESTRA

MUESTRA	% Cloruros	% Sulfatos	% sales Solubles
C-3 Muestra Tipica 0.0- 3.00m	0.165	0.21	0.550
Limites de agresividad	0.060	0.100	0.150

Análisis según norma: ASTM D 1411-82

Lima, Abril del 2016

GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Compre al Perú



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



INFORME CD/01 0A-ABRIL 2016
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080
(Muestra remoldeada)

SOLICITANTE: HIMSAC

PROYECTO: MODIFICACION/AMPLIACION DE PLANTA DE
ABASTECIMIENTO DE OPDH

UBICACION: LURIN, LIMA

CALICATA: C-3 $\phi=2.5, h=1"$

MUESTRA: TIPICA

PROF: 0.20-1.80m

FEGHA: ABRIL 2016

Especimen	A	B	C
Lado (cm)	6.35	6.35	6.35
Altura (cm)	2.544	2.544	2.544
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.98	1.99	1.98
Humedad inicial (%)	9.0	9.0	9.0
Humedad final (%)	20.5	20.5	20.5
Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	1.00	2.00	2.50

Deformacion

Esfuerzo Cortante

0.03	0.02	0.02	0.04
0.06	0.03	0.05	0.08
0.13	0.06	0.10	0.16
0.22	0.11	0.20	0.28
0.32	0.16	0.28	0.40
0.64	0.33	0.52	0.77
0.79	0.41	0.64	0.92
0.95	0.47	0.76	1.06
1.11	0.52	0.87	1.18
1.50	0.59	1.08	1.37
1.90	0.63	1.20	1.53
2.54	0.66	1.29	1.63
3.17	0.65	1.32	1.64
3.81	0.63	1.30	1.63
4.45	0.61	1.28	1.61
5.05	0.60	1.26	1.59
5.72	0.59	1.24	1.57
6.35	0.58	1.23	1.55

Comprale al Perú



Angulo de Friccion Interna del Suelo = 33.0°

Cohesion Interna del Suelo = 0.02 Kg/cm²

GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

Viva Cristo, Viva el Rey

WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872



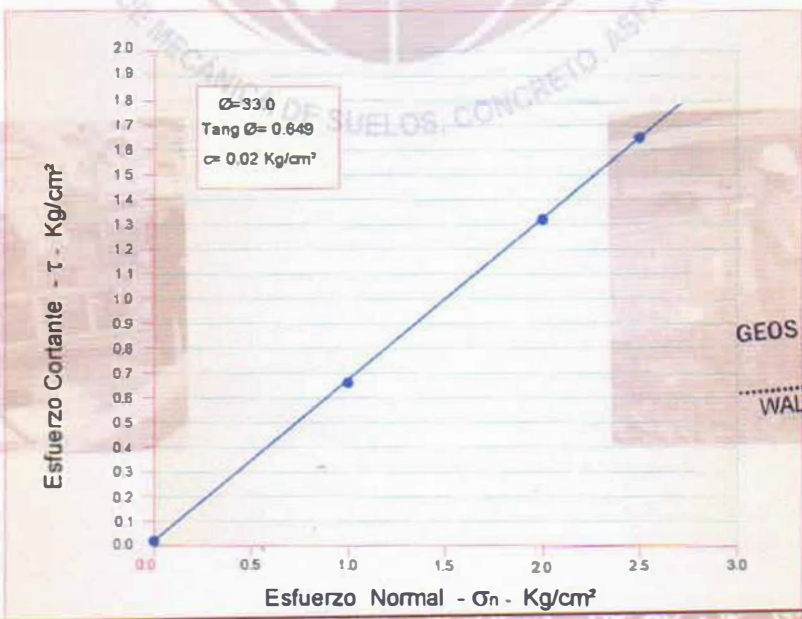
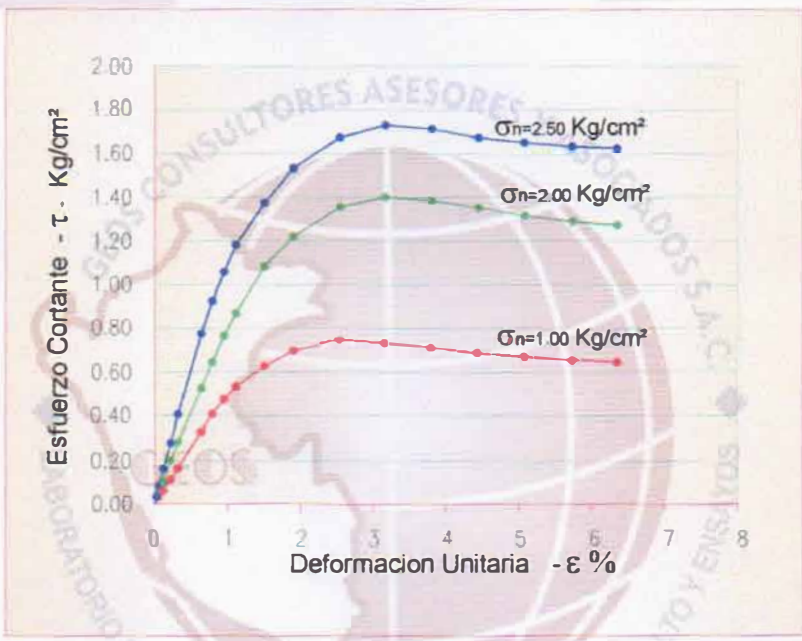
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



INFORME CD/01 0A-ABRIL 2016 ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080 (Muestra remoldeada)

SOLICITANTE: HIMSAC
PROYECTO: MODIFICACION/AMPLIACION DE PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE OPDH
UBICACION: LURIN-LIMA

GALICATA: C-3 $\phi=2.5$, $h=1''$
MUESTRA: TIPICA
PROF: 0.20-1.80m
FECHA: ABRIL, 2016



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARRENECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872



Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:
Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

ALMACEN CENTRAL:
Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima

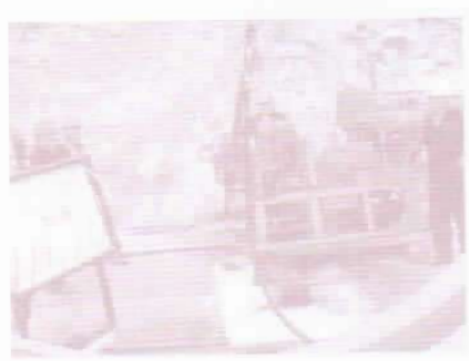
Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Viva Cristo, Viva el Rey



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS EN INGENIERÍA DE CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES, ESTUDIO DE SUELOS PARA PAVIMENTACIONES, EDIFICACIONES, SUPERVISIÓN DE OBRAS Y PROYECTOS PRIVADOS Y ESTATALES, VENTA Y ALQUILER DE EQUIPOS PARA LABORATORIO DE INGENIERÍA.



GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARREMECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 36872

Comprale al Perú

Gracias por su Preferencia - www.geos-asociados.com - Dios los Bendiga
Central: 342-5602 / 483-1344 • Cel. 999-965254 RPM: #949879
E-mail: administracion@geos-asociados.com • rrhh@geos-asociados.com

OFICINA:

Cal. Rafael Muñoz N° 398, Urb. Ingeniería - S.M.P. - Lima

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

ALMACEN CENTRAL:

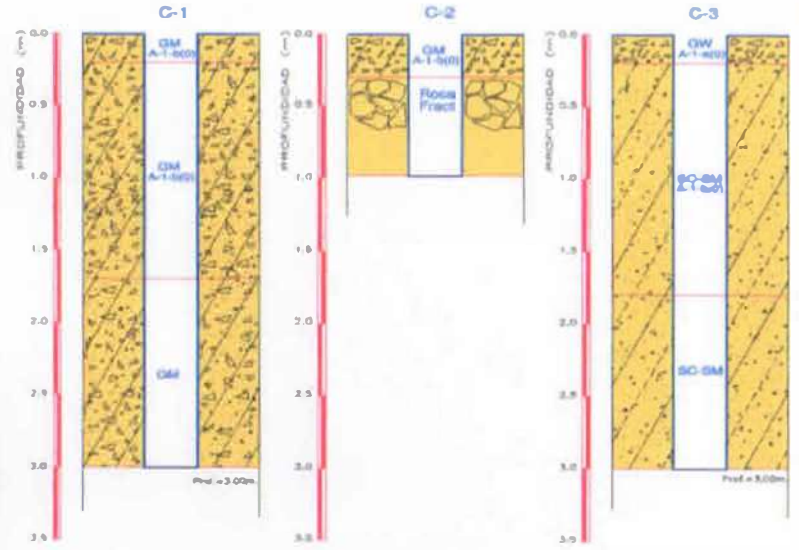
Agrupamiento Pachacamac Mz P1 Lt. 19
Parcela 3 Primer Sector Barrio 1 - Villa El Salvador - Lima
Viva Cristo, Viva el Rey



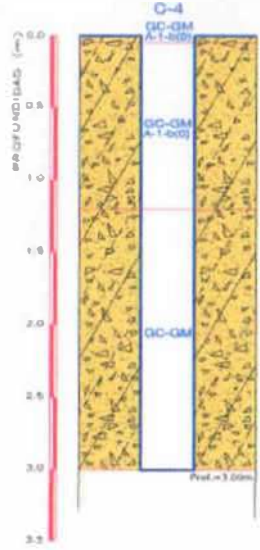
PLANTA
ESCALA: 5:1



PERFILES ESTRATIGRAFICOS ESCALA GRAFICA



LEYENDA



GEOS CONSULTORES ASESORES
Y ASOCIADOS S.A.C.
WALTER BARENNECHEA SOTO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N. 36872

SOLICITANTE: HIMSAG I	
OBRA: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION DE	
PLANO: UBICACION DE CALICATAS PERFILES ESTRATIGRAFICOS	TRABAJOS DE CAMPO GEOS
UBICACION: 026 - 024 - PERU	DISEÑO: GEOS
REALIZADO POR: GEOS CONSULTORES ASESORES Y ASOCIADOS SAC	LÁMINA N.º: MS- 01
FECHA: ABRIL, 2018	ESCALA: INDICADA

Anexos 2 – Seguro SCTR de trabajadores

Avenida 28 de Julio, 873 Miraflores Lima Perú
T +511.213.73.73 F +511.243.31.31 www.mapfreperu.com



CONSTANCIA DE ASEGURAMIENTO

Mediante la presente, dejamos constancia que la(s) persona(s) abajo nombrada(s) está(n) asegurada(s) en nuestra compañía, a nombre de la empresa **HIM PROYECTOS Y CONSULTORIAS SAC** bajo la Póliza de Pensiones No. 7011210600445 y contrato de Salud No. 7021210105899, con vigencia del 01/09/2013 hasta el 30/09/2013, con las coberturas de Pensiones y Salud por trabajo de riesgo según la ley N° 26790 y normas complementarias.

ASEGURADO(S)

- 1 DNI 21886102 HUAMÁN SANGAMA, PETER
- 2 DNI 46680633 TASAYCO CHUMPITAZ, EDSON JHON
- 3 DNI 40753661 PASAPERA CRUZ, ROGER GUILLERMO
- 4 DNI 72875620 HUAPAYA ZAVALA, ALEXANTO RAMÓN
- 5 DNI 40036246 HUAMÁN SANGAMA, HENRY
- 6 DNI 10360650 RAVICHAGUA BEJARANO, ALEJANDRO ALBERTO
- 7 DNI 70897104 FRANCIA VALDIVIEZO, DENIS NILSON
- 8 DNI 43476873 HERRERA SÁNCHEZ, MOÍSES ELISEO
- 9 DNI 09498291 JUAREZ ESTRADA, GUILLERMO LUIS
- 10 DNI 09720252 ABANTO AGÜERO, WALTER
- 11 DNI 25470647 TALLEDO MURILLO, STIWAR
- 12 DNI 43418612 TALLEDO CAMACHO, YONATHAN STIWAR
- 13 DNI 71385821 AQUIJE HERRERA, LEANDRO JOSÉ
- 14 DNI 02781657 PASAPERA CALLE, GUILLERMO
- 15 DNI 43860451 GUZMÁN ZARZOSA, IGOR ALTOBELLY
- 16 DNI 40661116 GARAY CHUMPITAZ, VÍCTOR JAVIER

Se expide la presente, para fines que consideren conveniente.
09/09/2013 07:58:21 a.m.

ISAAC RAMIREZ MOLINA
UNIDAD DE RIESGOS DEL TRABAJO

La presente cobertura no ampara trabajos en minería subterránea (socavón).

NOTA: La presente cobertura está sujeta a las condiciones señaladas en las pólizas y/o contratos respectivos, quedando sin efecto en caso que el contratante no cumpla con el pago oportuno de las primas del SCTR, en el entendido de que a la fecha de emisión del presente documento no existe siniestro alguno materia de reclamo.

Anexos 3 - Plantilla de control de Avance Tanque

Plantilla de Control de Tanque de Almacenamiento / D8.25mxH12.0m / TAG: TNK-001													AVANCE TOTAL		
WBS	Plano	Item	Descripción	Mat.	Cant.	Unid.	Met. Unit.	Metrado Total	Traslado / Recepcion	Prearmado	Montaje	Liberacion	AVANCE	100.00%	
SHELL								13,300.03	CUADRO DE AVANCE				AVANCE	100.00%	
													%	100.00%	
MONTAJE DE CASCO								13,014.83	5.00%	90.00%		5.00%	40.00%	100.00%	13,014.83
	anillo 1	P-5	PL. 6 x 1871 x 5970	A36	04	KG	526.1	2,104.40	100%	100%	100%	100%	100.00%	2,104.40	
	anillo 1	P-6	PL. 6 x 1871 x 4398	A36	01	KG	387.6	387.57	100%	100%	100%	100%	100.00%	387.57	
	anillo 2	P-3	PL. 6 x 2370 x 5970	A36	04	KG	666.4	2,665.65	100%	100%	100%	100%	100.00%	2,665.65	
	anillo 2	P-4	PL. 6 x 2370 x 4398	A36	01	KG	490.9	490.94	100%	100%	100%	100%	100.00%	490.94	
	anillo 3	P-3	PL. 6 x 2370 x 5970	A36	04	KG	666.4	2,665.65	100%	100%	100%	100%	100.00%	2,665.65	
	anillo 3	P-4	PL. 6 x 2370 x 4398	A36	01	KG	490.9	490.94	100%	100%	100%	100%	100.00%	490.94	
	anillo 4	P-1	PL. 8 x 2370 x 5970	A36	04	KG	888.6	3,554.20	100%	100%	100%	100%	100.00%	3,554.20	
	anillo 4	P-2	PL. 8 x 2370 x 4404	A36	01	KG	655.5	655.47	100%	100%	100%	100%	100.00%	655.47	
SOLDADURA VERTICAL								43.86	10.00%	37.50%	S.Int	S.Ext	Liberacion	10.00%	43.86
	1° Anillo vertical					ML	9.4	9.36	100%	100%	100%	100%	100.00%	9.36	
	2° Anillo vertical					ML	11.5	11.50	100%	100%	100%	100%	100.00%	11.50	
	3° Anillo vertical					ML	11.5	11.50	100%	100%	100%	100%	100.00%	11.50	
	4° Anillo vertical					ML	11.5	11.50	100%	100%	100%	100%	100.00%	11.50	
SOLDADURA HORIZONTAL								84.82	10.00%	37.50%	S.Int	S.Ext	Liberacion	50.00%	84.82
	Horizontal 1° - 2°					ML	28.3	28.27	100%	100%	100%	100%	100.00%	28.27	
	Horizontal 2° - 3°					ML	28.3	28.27	100%	100%	100%	100%	100.00%	28.27	
	Horizontal 3° - 4°					ML	28.3	28.27	100%	100%	100%	100%	100.00%	28.27	
ANILLO DE REFUERZO								285.20	5.00%	90.00%				40.00%	285.20
	Top Angle	x6000	L 1/4" x 4" x 4", A36	A36	04	KG	59.0	236.00	100%	100%	100%	100%	100.00%	236.00	
	Wind girder	x5000	L 1/4" x 4" x 4", A36	A36	01	KG	49.2	49.20	100%	100%	100%	100%	100.00%	49.20	
SOLDADURA HORIZONTAL								56.55	10.00%	37.50%	S.Int	S.Ext	Liberacion	60.00%	56.55
	Top Angle					ML	28.3	28.27	100%	100%	100%	100%	100.00%	28.27	
	Wind girder					ML	28.3	28.27	100%	100%	100%	100%	100.00%	28.27	
BOTTOM								8,197.60	CUADRO DE AVANCE				AVANCE	100.00%	
													%	100.00%	
MONTAJE DE FONDO								4,098.80	5.00%	90.00%			5.00%	100.00%	4,098.80
	bottom plate	p1..p16	PL. 8	A36	01	KG	4099	4,098.80	100%	100%	100%	100%	100.00%	4,099	
SOLDADURA DE FONDO								36.02	20.00%	75.00%			5.00%	100.00%	36.02
	Soldadura de fondo				36	ML	36.0	36.02	100%	100%	100%	100%	100.00%	36.02	
CASCO FONDO								56.55	90.00%	90.00%			10.00%	100.00%	56.55
	CASCO - FONDO (Interior)					ML	28.3	28.27	100%	100%	100%	100%	100.00%	28.27	
	CASCO - FONDO (exterior)					ML	28.3	28.27	100%	100%	100%	100%	100.00%	28.27	
ROOFS								4,098.80	CUADRO DE AVANCE				AVANCE	100.00%	
													%	100.00%	
MONTAJE-SOLDADURA DE ESTRUCTURA DE TECHO								100.00	5.00%	40.00%	Pre-armado	50.00%	5.00%	100.00%	100.00
					01		100.0	100.00	100%	100%	100%	100%	100.00%	100.00	
MONTAJE DE PLANCHAS DE TECHO								4,098.80	5.00%	90.00%			5.00%	100.00%	4,098.80
	Roof plate	p1..p16	PL. 8	A36	01	KG	4099	4,098.80	100%	100%	100%	100%	100.00%	4,098.80	
SOLDADURA DE PLANCHAS DE TECHO								38.02	5.00%	90.00%		Sol Exte	5.00%	100.00%	38.02
	Soldadura de fondo				38	ML	38.0	38.02	100%	100%	100%	100%	100.00%	38.02	
INSTALACION DE ACCESORIOS								1,460.05	CUADRO DE AVANCE				AVANCE	100.00%	
													%	100.00%	
INSTALACION ESCALERA DE GATO								717.94	5.00%	90.00%			5.00%	100.00%	717.94
	PELDANOS			A36	01	KG	318.3	318.25	100%	100%	100%	100%	100.00%	318.25	
	PLATAFORMA DE DESCANSO			A36	01	KG	233.9	233.90	100%	100%	100%	100%	100.00%	233.90	
	BARANDA			A36	01	KG	165.8	165.79	100%	100%	100%	100%	100.00%	165.79	
BARANDAS DE TECHO Y PLATAFORMA SUPERIOR								0.00	5.00%	90.00%			5.00%	0.00%	0.00
													0.00%	-	
													0.00%	-	
CONEXIONES								0.00	5.00%	90.00%			5.00%	0.00%	0.00
	ROOF NOOZLE												0.00%	-	
													0.00%	-	
													0.00%	-	
SHELL NOOZLE								430.58	5.00%	90.00%			5.00%	100.00%	430.58
	N1 - INGRESO Ø 10"			A36	01	KG	56.1	56.14	100%	100%	100%	100%	100.00%	56.14	
	N2 - INGRESO Ø 4"			A36	01	KG	20.1	20.09	100%	100%	100%	100%	100.00%	20.09	
	N3 - DESCARGA Ø 10"			A36	01	KG	68.2	68.18	100%	100%	100%	100%	100.00%	68.18	
	N4 - REBOSE Ø 12"			A36	01	KG	61.5	61.46	100%	100%	100%	100%	100.00%	61.46	
	N5 - DRENAJE Ø 4"			A36	01	KG	20.4	20.37	100%	100%	100%	100%	100.00%	20.37	
	N6 - INSTRUMENTACION Ø 3"			A36	01	KG	8.8	8.80	100%	100%	100%	100%	100.00%	8.80	
	M1 - MANHOLE Ø 24"			A36	01	KG	185.2	185.15	100%	100%	100%	100%	100.00%	185.15	
	Davit			A36	01	KG	10.4	10.37	100%	100%	100%	100%	100.00%	10.37	
ANCLAJES Y LUGS								742.11	5.00%	90.00%			5.00%	100.00%	742.11
	SILLETA DE ANCLAJE			A36	20	KG	37.1	742.11	100%	100%	100%	100%	100.00%	742.11	
PRUEBAS (QA)									CUADRO DE AVANCE				AVANCE	100.00%	
													EJECUCION	100%	
	Pruebas Hidrostatica						35.0%	0.35	100%	100%	100%	100%	100.00%	0.35	
	Pruebas radiográfica						35.0%	0.35	100%	100%	100%	100%	100.00%	0.35	
	Pruebas neumáticas de refuerzos - Casco						10.0%	0.10	100%	100%	100%	100%	100.00%	0.10	
	Pruebas neumáticas de refuerzos - Techo						10.0%	0.10	100%	100%	100%	100%	100.00%	0.10	
	Prueba de vacío						10.0%	0.10	100%	100%	100%	100%	100.00%	0.10	
GRANALLADO Y PINTURA									CUADRO DE AVANCE				AVANCE	100.00%	
														100%	
	Exterior Tanque						50.0%	0.50	100%	100%	100%	100%	100.00%	0.50	
									3capa(3mills)	4capa(3mills)	Touch Up	100%	100.00%	1.00	
									30.00%	30.00%	40.00%	100%	100.00%	1.00	
	Interior Tanque						45.0%	0.45	100%	100%	100%	100%	100.00%	0.45	
									10.00%	25.00%	25.00%	40.00%	100%	100.00%	
									100%	100%	100%	100%	100.00%	0.05	
	Escaleras, Barandas (Miscelaneos)						5.0%	0.05	100%	100%	100%	100%	100.00%	0.05	

Anexos 4 – Hojas técnicas de pintura

JET 85MP

Epoxi poliamida amina de altos sólidos



DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y USOS

- Recubrimiento epóxico modificado de dos componentes, curado con aminas.
- Auto imprimante de alto espesor, compatible con una amplia gama de acabados.
- No contiene pigmentos a base de plomo.
- Se dispone en la versión formulada con óxido de hierro micáceo (MIO), que le confiere mayor impermeabilidad (**).
- Bajo VOC y alto contenido de sólidos, lo cual reduce la posibilidad de poros o solvente atrapado entre capas
- Compatible para amplia gama de acabados.
- Resiste salpicadura de soluciones ácidas, alcalinas y de solventes, vapores ácidos y agua.
- Usado en protección de cascos, superestructura, tanques de lastre y bodegas de embarcaciones de todo tipo.
- Para protección de acero estructural y tuberías en todo tipo de ambiente industrial y marino.
- Como primer, capa intermedia o acabado en protección de interior de tanques que contengan soluciones alcalinas, petróleo, combustibles, agua de desecho y ciertos productos químicos.

DATOS FÍSICOS

Acabado	Semi Mate	Resistencia a la temperatura en seco	
Color	Según cartilla	Continúo	93°C
(*) Amarillos, naranja y rojos pueden requerir fondo.		Intermitente	121°C
(**) El Jet 85MP MIO sólo se fabrica en color gris.		Adhesión por tracción	
Componentes	Dos	ASTM D4541	1000 Psi
Relación de mezcla (en volumen)	1 de resina (parte A) 1 de catalizador (parte B)	Resistencia al Impacto	
Curado	Evaporación de solventes y reacción química	ASTM D2794	30 - 40 lb x pulg., directo
Sólidos en volumen	85% ± 3%	Flexibilidad Mandril Cónico	
VOC	118 g/lt.	ASTM D522	8% - 10% elongación
Espesor película seca	4 - 8 mils (100 - 200 micrones)	Dureza al Láplz	
Número de capas	Uno o Dos	ASTM D3363	5H
Rendimiento teórico	21.1 m ² /gal a 6 mils de espesor seco	Dureza Péndulo Persoz	
Disolvente	JET ECOPOXY 90	ASTM D4366B	90 ciclos
Tiempo de vida útil	1.5 horas a 21°C	Abrasión Taber a 1000 ciclos, rueda CS-17, 1 Kg de peso	
		ASTM D4060	50 mg de pérdida
		Performance en Niebla Salina	
		ASTM B117-97	> 1500 Horas

El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.
Para mayores detalles de servicio consultar con el Departamento Técnico de QROMA.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- **Acero nuevo**
Preparación con chorro abrasivo, según norma SSPC-SP6.
- **Acero con pintura antigua**
Limpieza manual mecánica según norma SSPC-SP2 o SSPC-SP3.
Limpieza con agua a ultra alta presión (UHPWJ), según norma SSPC-SP WJ-1/WJ-2/WJ-3/WJ-4.
- **Concreto**
Limpieza según norma ASTM D4259 ("arenado") o ASTM D4260 (ataque ácido).

La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.
Para servicio de inmersión se acepta como mínimo un "chorro abrasivo" cercano al metal blanco según norma SSPC-SP10 o SSPC-SP WJ-2 en caso de mantenimiento.

MÉTODO DE APLICACIÓN

- **Equipo airless**
Similar a Graco Bulldog 30:1, boquilla 0.019" a 0.023" con filtro malla 60.

- **Equipo convencional a presión**
Similar a Devilbiss JGA-502, boquilla 704E con regulador de presión, filtros de aceite y humedad.
- **Brocha y rodillo**
Resistentes a disolventes epóxicos.

TIEMPOS SECADO a 21 °C (ASTM D1640)

Al tacto	1 - 2 horas
Al tacto duro	6 - 10 horas
Repintado mínimo	8 horas
Repintado máximo	
Jet 85MP	6 meses
Poliuretanos	30 días
Antifouling	Al tacto (tacky)

CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	Mínima	Máxima
De la superficie	4 °C	50 °C
Del ambiente	4 °C	50 °C
Humedad Relativa	85%	

La temperatura de la superficie debe ser 3 °C mayor que el punto de rocío.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes.
2. Homogenice cada componente por separado previo a la mezcla. Use un agitador neumático o eléctrico a prueba de explosión.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Para facilitar la aplicación, agregue un máximo de 1/8 de galón del disolvente JET ECOPOXY 90 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez. Diluir al 20% para espesores de 4 mils seco.
6. Filtre la mezcla usando una malla 30.
7. Aplique la pintura en pasadas uniformes, traslapando al 50% de cada pasada.
8. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
9. Repintar dentro del "tiempo de repintado" recomendado.
10. Cuando se aplica a rodillo, usar uno de pelo corto. Pasar con una brocha al final para asegurar adecuada eliminación de aire.

IMPRIMANTES RECOMENDADOS

- Puede aplicarse directamente al metal, pero también puede usarse imprimantes como Jet Zinc I-860, Jet Zinc I-760, Jet Zinc IR-600, Jet Primer Epoxi, Anticorrosivo Durapox R o cualquier imprimante epóxico de la marca JET.

ACABADOS RECOMENDADOS

- Puede ser repintado con otra capa de Jet 85MP. Sin embargo para mejorar su resistencia a la luz solar se recomienda un acabado poliuretano como Jethane 650HS, Jethane 650HCR o cualquier acabado similar en la marca JET.

DATOS DE ALMACENAMIENTO

- **Peso por galón**

"Parte A"	5.75 ± 0.3 Kg.
"Parte B"	6.22 ± 0.1 Kg.
- **Punto inflamación**

"Parte A"	16 °C
"Parte B"	4 °C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4 °C a 38 °C.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

- Lea la hoja de seguridad de cada componente antes del empleo.
- El manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.
- No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, lentes, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire sobre todo en espacios limitados como interiores de tanque u otros.
- Si usted necesita mayores detalles, consultar con el Departamento Técnico de QROMA.

JETHANE 650HS

Poliuretano de alto brillo y resistencia química



DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y USOS

- Producto Poliuretano Acrílico Alifático de alta solidez a la radiación ultravioleta, usado como acabado, de secado rápido, excelente brillo y buena retención de color.
- Película dura y flexible.
- Buena resistencia a la abrasión.
- Alta resistencia a la intemperie y a diferentes tipos de ambientes corrosivos.
- Resiste salpicadura de soluciones ácidas y alcalinas, vapores ácidos, salpicadura de solventes y agua.
- Para el pintado de estructuras metálicas, exterior de tanques, maquinarias, obra muerta y cubierta de embarcaciones, etc.

DATOS FÍSICOS

Acabado	Brillante	Resistencia a la temperatura en seco	
Color	Según cartilla	Continúa	93°C
Componentes	Dos	Intermitente	120°C
Relación de la mezcla (en volumen)	4 de resina (parte A) 1 de catalizador (parte B)	Brillo	Mínimo 90 GU a 60°, excepto color aluminio mínimo 50 GU a 60°
Curado	Evaporación de solventes y reacción química	Adhesión por tracción	
Sólidos en volumen	65% ± 3%	ASTM D4541	1200 Psi
Espesor película seca	2 - 3 mils (50 - 75 micrones)	Resistencia al Impacto	
Número de capas	Uno	ASTM D2794	40 - 50 lb x pulg, directo
Rendimiento teórico	48.4 m ² /gal a 2 mils de espesor seco	Flexibilidad Mandril Cónico	
Disolvente	JET ECOPOL o UNIPOL	ASTM D522	>32% elongación
Tiempo de vida útil	2 horas a 25°C	Dureza al Lápiz	
		ASTM D3363	H - 2H
		Dureza Péndulo Persoz	
		ASTM D4366B	220 ciclos
		Abrasión Taber a 1000 ciclos, rueda CS-17, 1 Kg de peso	
		ASTM D4060	30 - 40 mg de pérdida

El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.
Para mayores detalles de servicio consultar con el Departamento Técnico Pinturas JET.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- **Sobre imprimante epóxico**
Limpiar para eliminar suciedad y contaminantes.

La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.

MÉTODO DE APLICACIÓN

- **Equipo airless**
Similar a Graco Bulldog 30:1, boquilla 0.013" a 0.017" con filtro malla 60.
- **Equipo convencional a presión**
Similar a Devilbiss JGA-502, boquilla 704E con regulador de presión, filtros de aceite y humedad.
- **Brocha y rodillo de pelo corto**
Resistentes a diluyentes epóxicos.



TIEMPOS SECADO a 21 °C (ASTM D1640)

Al tacto	30 minutos
Al tacto duro	4 - 6 horas
Repintado mínimo	6 horas
Repintado máximo	7 días

CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	Mínima	Máxima
De la superficie	-5 °C	49 °C
Del ambiente	-5 °C	49 °C
Humedad Relativa		85%

* A condiciones normales, la temperatura de la superficie debe ser 3 °C mayor que el punto de rocío.

** Se puede aplicar sobre superficies calientes, entre 50 °C a 90 °C para servicio de no inmersión. Dependiendo de la temperatura se debe diluir hasta 25% y aplicar en pasadas delgadas para evitar la formación de pin holes y/o ampollamiento. Si se requiere repintar sobre esta superficie caliente, se debe lijar y limpiar previamente.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes.
2. Homogenice cada componente por separado previo a la mezcla. Use un agitador neumático o eléctrico a prueba de explosión.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Filtre la mezcla usando una malla 30.
6. Para facilitar la aplicación, agregue un máximo de ¼ de galón del disolvente recomendado por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
7. Aplique la pintura en pasadas uniformes, traslapando al 50% de cada pasada.
8. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
9. Repintar dentro del "tiempo de repintado" recomendado.

IMPRIMANTES RECOMENDADOS

- Jet 70MP, Jet 85MP, Jet POX 2000, Jet Mastic 800, Jet 62ZP, Jet Primer Epoxi, Anticorrosivo Durapox R o cualquier imprimante de la marca JET.

ACABADOS RECOMENDADOS

- No requiere.

DATOS DE ALMACENAMIENTO

- Peso por galón
"Parte A" 5.0 ± 0.4 Kg.
"Parte B" 4.4 ± 0.2 Kg.
- Punto de inflamación
"Parte A" 41 °C
"Parte B" 27 °C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento para la resina hasta por 12 meses y para el catalizador hasta 6 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4 °C a 38 °C.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

- Lea la hoja de seguridad de cada componente antes del empleo.
- El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.
- No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, lentes, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire sobre todo en espacios limitados como interiores de tanque u otros.
- Si usted necesita mayores detalles, consultar con el Departamento Técnico Pinturas JET.

DESCRIPCIÓN, VENTAJAS Y USOS

- Disolvente ecológico verde, formulado con insumos innovadores de bajo contenido de VOC, según la EPA - Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos y bajo contenido de HAP (Contaminantes Peligrosos de Aire).
- Presenta bajo olor durante la aplicación.
- No contiene insumos químicos fiscalizados.
- Como disolvente de pinturas industriales epóxicas por debajo de 90% sólidos en volumen.
- Para limpieza de equipos de aplicación.

DATOS FÍSICOS

Color	Transparente
Peso por galón	3.74 ± 0.1 Kg.
Punto de Inflamación	16.7 °C
VOC	285 g/lit.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. De acuerdo a las hojas de información técnica de los productos.
2. El empleo inapropiado del disolvente Jet Ecopoxy 90 puede causar inadecuada nivelación, bajo brillo, descolgamiento, etc. en el sistema de pinturas.
3. Siempre emplee el disolvente recomendado por el fabricante de pinturas.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4 °C a 38 °C.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

- Mantenga el producto fuera del alcance de los niños.
- Mantenga el producto alejado del fuego y otras fuentes de calor.
- Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.
- Aplicar el producto en ambientes ventilados empleando guantes, mascarilla y lentes protectores.
- En caso de contacto con los ojos y la piel, lávelos con abundante agua.
- Si ocurre inhalación llevar a la persona a un lugar ventilado. De haber problemas respiratorios hacer respiración boca a boca.
- Si es ingerido, lavar la boca con abundante agua y no provocar vómitos.
- En caso de emergencia busque auxilio médico llevando el envase o indicando el tipo de producto.

Anexos 5 – Acta de Supervisión de OSINERGMIN

ACTA DE VISITA DE SUPERVISIÓN Y/O FISCALIZACIÓN

Pre - Operativa / ITF	<input checked="" type="checkbox"/>	Operativa / Monitoreo de ISS	<input type="checkbox"/>	Otros (Especificar):
Pre - Operativa / Actas de Verificación	<input type="checkbox"/>	Especial / Emergencias	<input type="checkbox"/>	<i>Pruebas de Hermeticidad de Tanques</i>
Operativa / Condiciones de	<input type="checkbox"/>	Especial / Denuncias	<input type="checkbox"/>	
Seguridad Operativa / PDJ	<input type="checkbox"/>			

DATOS DE LA SUPERVISIÓN Y DE LA INSTALACIÓN Y/O AGENTE SUPERVISADO:			
Expediente N°: <i>201700134140</i>		Periodo de visita	
ORDEN DE SERVICIO N°:	Fecha de Inicio: <i>30-08-2018</i>	Fecha de Término: <i>05-09-2018</i>	
	Hora de Inicio: <i>09:00</i>	Hora de Término: <i>01:00</i>	
UTM 1:	UTM 2:	UTM 3:	UTM 4:
Dirección: <i>Unidad Minera Minas Justa</i>			
Distrito: <i>Marcona</i>		Provincia: <i>Marica</i>	Departamento: <i>ICA</i>
Instalación y/o agente: <i>Consumidora Directa C.L.</i>		Código de Instalación y/o Agente: <i>052</i>	Placa / Matrícula: <i>-</i>
Registros de Hidrocarburos: <i>-</i>		Código Osinermin: <i>-</i>	
Declaración Jurada N°: <i>-</i>		Teléfono: <i>-</i>	

DATOS DEL SOLICITANTE U OPERADOR:			
Nombre o Razón Social (Natural o Jurídica): <i>Marcobare S.A.C.</i>			
DNI: <i>-</i>	RUC: <i>20508972734</i>	Teléfono: <i>-</i>	Correo electrónico: <i>-</i>
Domicilio Legal: <i>Calle Esquiache N° 371 San Isidro</i>			
Distrito: <i>San Isidro</i>		Provincia: <i>Trujillo</i>	Departamento: <i>Trujillo</i>

DATOS DE LA EMPRESA SUPERVISORA CONTRATISTA DE OSINERMIN:		
Razón Social: <i>ANC ENERGY CONSULTING & SUPERVISION S.A.C.</i>		
Apellidos y Nombres del profesional que realiza la visita: <i>CASTRO BARRIOS OSMAR JAVIER</i>		
Colegio Profesional y N° de Colegiatura del profesional: <i>120349</i>	DNI: <i>43446805</i>	Teléfono: <i>956730131</i>

De conformidad con las facultades previstas en los literales a) y b) del artículo 13° de la Ley de Creación del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Ley N° 26734, modificada por la Ley N° 28954 y demás normas sobre la materia, se deja constancia mediante el presente documento que se ha realizado la visita de supervisión en la fecha indicada por la empresa supervisora contratista de Osinermin arriba mencionada.

La presente visita de supervisión se llevó a cabo con la finalidad de verificar el cumplimiento de la normatividad vigente del subsector hidrocarburos.

OBSERVACIONES: *Se Realizo la prueba de hermeticidad de 02 Tanques de Capacidad 100 000 galones cta. de acuerdo a lo siguiente.*

- Tanque 01 Superficial Vertical de 100 000 galones
- Tanque 02 Superficial Vertical de 100 000 galones

Se Tomo fotografías a fin de Realizar el Activo Pasivo Tanque.


 Firma del Representante de Empresa Supervisora
 Contratista de DSR - Osinermin


 Firma del Receptor
 Apellidos y Nombre: *ATOCIA HERNANDEZ, HANS*
 DNI: *21571520*
 Relación con el solicitante u operador: *ING. CIVIL*

Nro. de Solicitud:	201800134140
Nº de Expediente del ITF:	201700101555
Nº de Informe Técnico Favorable:	287806-I-052-2017
Nº Resolución de Osinergmin:	11670-2017-OS/OR ICA
Nº Registro de Hidrocarburos	-----

1.2e

ACTA DE VERIFICACIÓN DE CONFORMIDAD

**INSTALACIONES DE CONSUMIDOR DIRECTO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS Y/U OPDH
 TANQUES SUPERFICIALES**

(D.S. Nº 045-2001-EM, D.S. Nº 052-93-EM, NFPA 30 (2008))

DEL SOLICITANTE Y DIRECCION DE LAS INSTALACIONES A VERIFICAR:

Nombres y apellidos / Razón Social:	MARCOBRE S.A.C.				
Dirección del Establecimiento:	UNIDAD MINERA MINA JUSTA				
Distrito:	MARCONA	Provincia:	NAZCA	Departamento:	ICA

REQUERIMIENTOS GENERALES

Nº	Código	DESCRIPCIÓN DEL REQUERIMIENTO	Cumple		No Aplica
			SI	NO	

1		Las instalaciones a ser verificadas, ¿cuentan con Informe Técnico Favorable?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Obs:				

RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL
 ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
 OSINERGMIN Nº 193-2014-OS/GG

2		¿Se han empleado para la construcción del (los) tanque (s), alguna de las normas indicadas a continuación: API 650; API 12B; API 12D; API 12 F; UL 142, UL 2080, ANSI/UL 2085, ANSI/UL 80?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obs:					
3		¿Tiene(n) el(los) tanque(s) facilidades de acceso al interior del mismo para propósitos de inspección y limpieza?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obs:					
4		Si el tanque tiene capacidad menor a 10 metros cúbicos (10 m ³) (2,640 gal), ¿se ha dimensionado el venteo normal del tanque, en concordancia con la norma API 2000 u otra norma aprobada; considerando, alternativamente, que debe ser al menos tan grande como lo sea la conexión mayor de llenado o vaciado; y en ningún caso menor de treinta y dos milímetros (32.00 mm - 1.25 pulg) de diámetro nominal interno?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Obs:					
5		Si el tanque tiene capacidad mayor a 10 metros cúbicos (10 m ³) (2,640 gal), ¿se ha dimensionado el venteo normal del tanque, en concordancia con la norma API 2000 u otra norma aprobada; considerando, alternativamente, que debe ser al menos tan grande como lo sea la conexión mayor de llenado o vaciado; y en ningún caso menor de cuarenta milímetros (40 mm - 1.50 pulg) de diámetro nominal interno?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obs:					
6		En caso de contar adicionalmente con tanques para almacenamiento de GLP, ¿es 3 metros la distancia mínima entre los tanques de GLP y el borde del área estanca de los tanques de almacenamiento de líquidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Obs:					
7		En caso de contar adicionalmente con tanques para almacenamiento de GLP, ¿es de seis metros (6 m) la distancia horizontal mínima entre los tanques de GLP y los tanques de almacenamiento de líquidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL
 ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
 OSINERGMIN Nº 193-2014-OS/GG

	Obs:															
8		¿Cuentan cada tanque con una escalera adecuada en caso que requiera realizar la inspección, medición o muestreo desde el techo del tanque superficial?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
	Obs:															
9		¿Están ubicadas las descargas de los venteos en la parte alta de los tanques sin estar dirigidas hacia el tanque, estructuras o edificaciones?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>											
	Obs:															
		Si almacenarán líquidos Clase I, Clase II o Clase IIIA en tanques ubicados en áreas con protección o sin protección contra incendios, ¿están estos tanques distanciados de los linderos de propiedad de terceros, o del lado más próximo de una vía pública, o del edificio importante más cercano dentro de la misma propiedad, conforme a las distancias señaladas en la Tabla (6) y Tabla (1), siendo la separación mínima de un metro con cincuenta centímetros (1.50 m)?														
10		<p style="text-align: center;">TABLA (1)</p> <p style="text-align: center;">Distancias mínimas en metros para tanques con líquidos estables</p> <p style="text-align: center;">Presión de Operación de 0.175 Kg/cm (2.5 psig2) o menor</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de Tanque</th> <th>Protección</th> <th>Distancia mínima a linderos de propiedad de terceros donde existan o puedan existir edificaciones, incluye el lado opuesto de vías públicas y no será menor de 1.5 metros.</th> <th>Distancia mínima al lado más próximo de una vía pública o al edificio importante más cercano dentro de la misma propiedad y no será menor de 1.5 metros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Techo Flotante</td> <td>Área Protegida</td> <td>1/2 diámetro</td> <td>1/6 diámetro</td> </tr> <tr> <td>Sin Protección</td> <td>1 diámetro, pero no más de 55 m</td> <td>1/6 diámetro</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de Tanque	Protección	Distancia mínima a linderos de propiedad de terceros donde existan o puedan existir edificaciones, incluye el lado opuesto de vías públicas y no será menor de 1.5 metros.	Distancia mínima al lado más próximo de una vía pública o al edificio importante más cercano dentro de la misma propiedad y no será menor de 1.5 metros	Techo Flotante	Área Protegida	1/2 diámetro	1/6 diámetro	Sin Protección	1 diámetro, pero no más de 55 m	1/6 diámetro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tipo de Tanque	Protección	Distancia mínima a linderos de propiedad de terceros donde existan o puedan existir edificaciones, incluye el lado opuesto de vías públicas y no será menor de 1.5 metros.	Distancia mínima al lado más próximo de una vía pública o al edificio importante más cercano dentro de la misma propiedad y no será menor de 1.5 metros													
Techo Flotante	Área Protegida	1/2 diámetro	1/6 diámetro													
	Sin Protección	1 diámetro, pero no más de 55 m	1/6 diámetro													

[Handwritten Signature]

RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL
 ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
 OSINERGMIN Nº 193-2014-OS/GG

Techo fijo con unión debilitada de techo a pared	Sistema de espuma o de gas inerte en tanque con diámetro menor de 45 m	1/2 diámetro	1/6 diámetro
	Área protegida	1 diámetro	1/3 diámetro
	Sin protección	2 diámetro, pero no más de 110 m	1/3 diámetro
Vertical u horizontal con válvula de alivio a 0.175 Kg/cm (2.5 psig2)	Sistema de gases inertes o de espuma en tanques verticales	1/2 veces Tabla (6)	1/2 veces Tabla (6)
	Área Protegida	Tabla (6)	Tabla (6)
	Sin Protección	2 veces Tabla (6)	Tabla (6)

TABLA (6)

Tabla de referencia para ser usada con tablas (1), (2), (3) y (4)

Capacidad de tanque (galones)	Distancia mínima a linderos de propiedad de terceros donde existan o puedan existir edificaciones, incluye el lado opuesto de vías públicas y no será menor de 1.5 metros	Distancia mínima al lado más próximo de una vía pública o al edificio importante más cercano dentro de la misma propiedad y no será menor de 1.5 metros
0 - 792	1.5	1.5
792 - 13,208	4.5	1.5
13,208 - 31,700	6.0	1.5
31,700 - 50,192	9.0	3.0
50,192 - 100,384	15.0	4.5
100,384 - 501,923	25.0	8.0
501,923 - 1'003,846	30.0	10.5

RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL
 ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
 OSINERGMIN Nº 193-2014-OS/GG

		1'003,846 - 2'007,692	40.0	14.0			
		2'007,692 - 3'011,538	50.0	16.5			
		3'011,538 y más	55.0	18.0			
Obs:							
11	Si almacenarán líquidos Clase I, Clase II o Clase IIIA en tanques adyacentes, ¿están los tanques separados según las distancias señaladas en la Tabla (7)?						
TABLA (7): Mínimos Espaciamientos entre Tanques							
Diámetro del tanque		Tanques con techo flotante	Tanques horizontales o de techo fijo				
			Líquidos Clase I o Clase II	Líquidos Clase IIIA			
Tanques Menores a 45 m de diámetro		1/6 de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes, pero nunca inferior a 1,5 m	1/6 de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes, pero nunca inferior a 1,5 m	1/6 de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes, pero nunca inferior a 1,5 m			
Tanques con diámetros superiores a 45 m	Tanques en los cuales los posibles derrames se conducen a otra zona	1/6 de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes	1/4 de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes	1/6 de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Tanques Ubicados en Zonas Estancas	1/4 de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes	1/3 de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes	1/4 de la suma de los diámetros de los tanques adyacentes			
Obs:							
12	¿Están ubicadas las conexiones para el llenado y vaciado del tanque en la parte exterior de edificios, en lugares libres de cualquier fuente de ignición y separados una distancia no menor de un metro con cincuenta centímetros (1.50 m) de cualquier abertura en edificios?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[Handwritten signature]

RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL
 ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
 OSINERGMIN Nº 193-2014-OS/GG

	Obs:			
13	¿Están contruidos los tanques con los soportes suficientes, para prevenir la excesiva concentración de cargas, en la parte sostenida del cuerpo, de acuerdo con las normas de diseño y construcción utilizadas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Obs:			

Los ítems señalados anteriormente corresponden a la evaluación de los siguientes tanques (y sus correspondientes puntos de emanación de gases); información referida al Informe Técnico Favorable de Instalación/Modificación. Marcar con "X" y llenar la información en los espacios en blanco donde corresponda:

- Tanque Nº 1 Capacidad..... 100 000 galones Producto..... Diesel B5 S-50
- Tanque Nº 2 Capacidad..... 100 000 galones Producto..... Diesel B5 S-50
- Tanque Nº 3 Capacidad..... Producto.....
- Tanque Nº 4 Capacidad..... Producto.....
- Tanque Nº 5 Capacidad..... Producto.....

OBSERVACIONES ADICIONALES: (de ser el caso):

20

**RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL
ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 193-2014-OS/GG**

Nota: Si por circunstancias imprevistas durante la construcción, la ubicación final de las instalaciones difiere de la ubicación aprobada en el Informe Técnico Favorable de Instalación o Modificación, esta ubicación final deberá cumplir con los requerimientos aplicables establecidos en la normativa vigente, lo cual será verificado en los Planos conforme a obras que deberán presentar como requisito para la inscripción o modificación del registro.


RESULTADO DE LA VISITA:

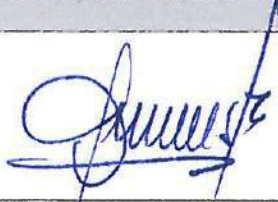
Conforme No Conforme

Todos los documentos presentados y declaraciones formuladas por el administrado se presume que responden a la verdad; encontrándose sujetos a fiscalización posterior acorde con los principios establecidos en los numerales 1.7 y 1.16 del Título Preliminar de la Ley del Procedimiento Administrativo General, Ley N° 27444.

El representante de Osinergmin que suscribe la presente Acta, declara con su leal saber y entender, que de la verificación de la información proporcionada por el administrado, no se ha encontrado evidencia de incumplimientos a la normatividad vigente. Es responsabilidad única y exclusiva del administrado, verificar y certificar que las instalaciones construidas cumplan con las condiciones técnicas y de seguridad contempladas en el marco normativo vigente, no existiendo responsabilidad de Osinergmin, ni de quien suscribe este documento, por daños o lesiones personales, daños a la propiedad, o por cualquier tipo de pérdidas que se derive de esta verificación, su posterior puesta en servicio u operación.

Suscriben la presente Acta de Verificación de Conformidad:

SUPERVISOR OSINERGMIN	
Firma	
Nombre	OSMAR JAVIER CASTRO BARRIOS
D.N.I.	43446805
Colegio Profesional / N° de colegiatura	CIP N° 120349

REPRESENTANTE DE LA EMPRESA SUPERVISADA	
Firma	
Nombre	HANS ATOCHA H.
D.N.I.	21571529
Cargo	INGENIERO CIVIL.

Fecha de supervisión: 05 07 18



1.1 a

N° de solicitud:	201800134140	Motivo del trámite:	Nuevo establecimiento:	<input checked="" type="checkbox"/>	N° Tanque / Compartimiento
N° de Informe Técnico Favorable:	287806-I-052-2017		Modificación del Establecimiento:	<input type="checkbox"/>	

ACTA DE VERIFICACIÓN DE PRUEBAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO - COMBUSTIBLES LIQUIDOS / OPDH

N° APT-020-OCB-2018

Base Legal: D.S. N° 054-93-EM; D.S N° 052-93-EM; D.S. N° 045-2001-EM; NFPA 30

DEL SOLICITANTE Y DIRECCION DE LAS INSTALACIONES A PROBAR

Nombres y apellidos / Razón Social:		MARGOSRE S.A.C.			
Dirección del Establecimiento:		UNIDAD MINERA MINA JUSTA			
Distrito:	MARCONA	Provincia:	NAZCA	Departamento:	ICA

Del Supervisor de Osinergmin

Nombres y apellidos:		OSMAR JAVIER CASTRO BARRIOS		CIP/CAP:	CIP. 120349
Unidad de Fiscalización:		OFICINA REGIONAL ICA		DNI:	43446005

Datos del tanque (marcar con X donde corresponda)					
Norma de fabricación:	API 650	Vertical	<input checked="" type="checkbox"/>	Horizontal	<input type="checkbox"/>
Tipo de instalación del tanque según diseño aprobado (marcar con X según corresponda)					
Soterrado	En superficie	<input checked="" type="checkbox"/>	En Bóveda	En edificio	Otros (especificar)
En caso que el diseño contemple que el tanque será soterrado ¿Cómo se encontró el tanque durante la prueba? (Marcar con X donde corresponda)					
Soterrado	Semi - enterrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Descubierto	Otros (especificar)	
Tipo de prueba realizada					
Presión	Fluido empleado	—		Hidrostática (aseguramiento)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Presión al inicio	—		con Petróleo Diesel	
	Presión al término	—		Otros (especificar)	

DE LA PRUEBA EFECTUADA

Instrumentos empleados y datos de su calibración:					
—					
Fecha de inicio de prueba:	30/08/2018	Hora de inicio:	09:00 a.m.		
Fecha de culminación de prueba:	01/09/2018	Hora de culminación:	04:15 p.m.		
Datos del tanque, obtenidos en campo					
Diametro (mts)	7.64	Longitud (mts)	9.00	Material	ASTM A-36
				Espesor (pulg)	1/4
				Volumen (gls)	100 000 gls
Datos del Certificado en maestranza o fabricación en sitio					
Fabricante	SC Ingeniería y Construcción - S.A.C.	Volumen	100 000	Fecha de fabricación	2018
Serie	—	Reforzado sí/no	—	Presión en taller	—

Observaciones (de ser el caso):
Se realizó la prueba de estanqueidad, según datos del diámetro del tanque e inspección visual al 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de la capacidad total.

DEL RESULTADO OBTENIDO (Para ser llenado por el supervisor / marcar con una X)

Conforme
 No conforme

Todos los documentos presentados y declaraciones formuladas por el administrado se presume que responden a la verdad, encontrándose sujetos a fiscalización posterior acorde con los principios establecidos en los numerales 1.7 y 1.16 del Título Preliminar de la Ley del Procedimiento Administrativo General, Ley N° 27444.
El representante de Osinergmin que suscribe la presente Acta, declara con su feal saber y entender, que de la verificación de la información proporcionada por el administrado, no se ha encontrado evidencia de incumplimientos a la normatividad vigente. Es responsabilidad única y exclusiva del administrado, verificar y certificar que las instalaciones construidas cumplan con las condiciones técnicas y de seguridad contempladas en el marco normativo vigente, no existiendo responsabilidad de Osinergmin, ni de quien suscribe este documento, por daños o lesiones personales, daños a la propiedad, o por cualquier tipo de pérdidas que se deriven de esta verificación, su posterior puesta en servicio u operación.

Suscriben la presente Acta de Verificación de Prueba:

Firma:

Nombres y Apellidos: VANEZ AGUILAR CRUZ
Especialidad: I.N.S. CIVIL
Responsable de efectuar la Prueba

Firma:

Nombres y Apellidos: HANS ATOCHA HERNÁNDEZ
Cargo: INGENIERO CIVIL
Representante del Establecimiento

Firma:

Nombres y Apellidos: OSMAR JAVIER CASTRO BARRIOS
Supervisor de Osinergmin

Fecha de suscripción del Acta: 05/09/2018



1.1 a

Nº de solicitud:	201800134140	Motivo del trámite:	Nuevo establecimiento:	<input type="checkbox"/>	Nº Tanque / Compartimiento
Nº de Informe Técnico Favorable:	287806-I-052-2017		Modificación del Establecimiento:	<input type="checkbox"/>	

ACTA DE VERIFICACIÓN DE PRUEBAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO - COMBUSTIBLES LIQUIDOS / OPDH

Nº APT-021-OCB-2018

Base Legal: D.S. Nº 054-93-EM; D.S Nº 052-93-EM; D.S. Nº 045-2001-EM; NFPA 30

DEL SOLICITANTE Y DIRECCION DE LAS INSTALACIONES A PROBAR

Nombres y apellidos / Razón Social:		MARGOBRE S.A.C			
Dirección del Establecimiento:		UNIDAD MINERA MINA JUSTA			
Distrito:	MARCONA	Provincia:	NAZCA	Departamento:	ICA

Del Supervisor de Osinergmin

Nombres y apellidos:		OSMAR JAVIER CASTRO BARRIOS	CIP/CAP:	CIP: 120349
Unidad de Fiscalización:		OFICINA REGIONAL ICA	DNI:	43448805

Datos del tanque (marcar con X donde corresponda)					
Norma de fabricación	API-650	Vertical	X	Horizontal	
Tipo de instalación del tanque según diseño aprobado (marcar con X según corresponda)					
Soterrado	En superficie	X	En Bóveda	En edificio	Otros (especificar)
En caso que el diseño contemple que el tanque será soterrado ¿Cómo se encontró el tanque durante la prueba? (Marcar con X donde corresponda)					
Soterrado	Semi - enterrado		Descubierto		Otros (especificar)
Tipo de prueba realizada					
Presión	Fluido empleado	-		Hidrostática (asentamiento)	X
	Presión al inicio	-		con Petróleo Diesel	
	Presión al término	-		Otros (especificar)	

DE LA PRUEBA EFECTUADA

Instrumentos empleados y datos de su calibración:					
-					
Fecha de inicio de prueba:		02/09/2018	Hora de inicio:		10:00 a.m.
Fecha de culminación de prueba:		04/09/2018	Hora de culminación:		12:00 a.m.
Datos del tanque, obtenidos en campo					
Diametro (mts)	7.64	Longitud (mts)	9.00	Materia	A515A-36
				Espesor (pulg)	11/4
				Volumen (gls)	100000 gls
Datos del Certificado en maestranza o fabricación en sitio					
Fabricante	SE Ingeniería y Construcciones S.A.C.	Volumen	100000	Fecha de fabricación	2018
Serie	-	Reforzado sí/no	-	Presión en taller	-


Observaciones (de ser el caso):
Se realizó la prueba de asentamiento se tomaron datos del diametro del tanque e inspección visual al 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de la capacidad total.


DEL RESULTADO OBTENIDO (Para ser llenado por el supervisor / marcar con una X)

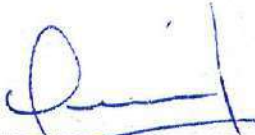
Conforme No conforme

Todos los documentos presentados y declaraciones formuladas por el administrado se presume que responden a la verdad, encontrándose sujetos a fiscalización posterior acorde con los principios establecidos en los numerales 1.7 y 1.10 del Título Preliminar de la Ley del Procedimiento Administrativo General, Ley Nº 27444. El representante de Osinergmin que suscribe la presente Acta, declara con su feal saber y entender, que de la verificación de la información proporcionada por el administrado, no se ha encontrado evidencia de incumplimientos a la normatividad vigente. Es responsabilidad única y exclusiva del administrado, verificar y certificar que las instalaciones construidas cumplan con las condiciones técnicas y de seguridad contempladas en el marco normativo vigente, no exiéndole responsabilidad de Osinergmin, ni de quien suscribe este documento, por daños o lesiones personales, daños a la propiedad, o por cualquier tipo de pérdidas que se derive de esta verificación, su posterior puesta en servicio u operación.

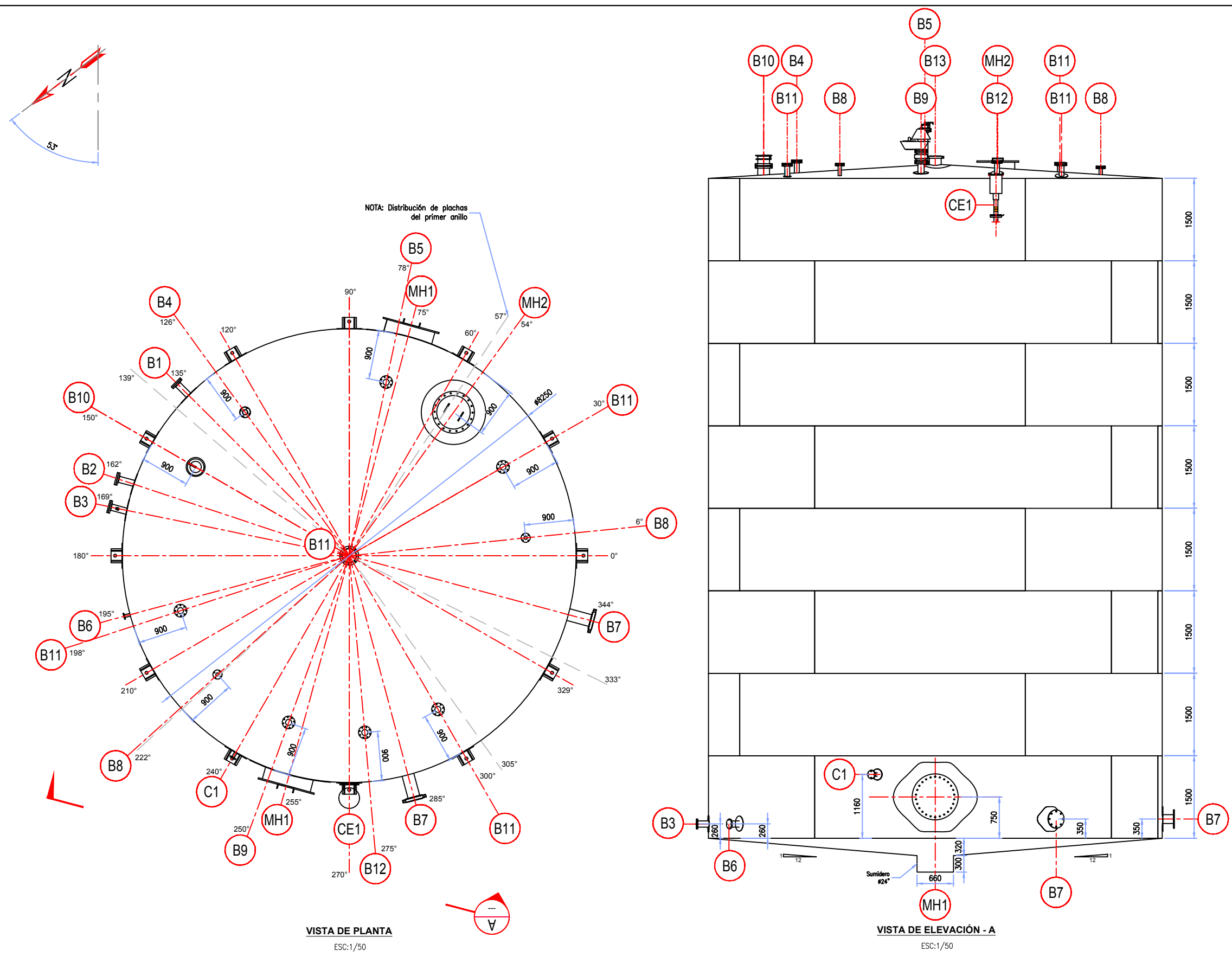
Suscriben la presente Acta de Verificación de Prueba:

Firma: 
 Nombre y Apellido: VANER AGUILAR CRUZ
 Especialidad: INE. CIVIL
 Responsable de efectuar la Prueba

Firma: 
 Nombre y Apellido: HANS ATOCCHA HERNANDEZ
 Cargo: INGENIERO CIVIL
 Representante del Establecimiento

Firma: 
 Nombre y Apellido: OSMAR JAVIER CASTRO BARRIOS
 Supervisor de Osinergmin

Fecha de suscripción del Acta: 05/09/2018



LISTA DE BOQUILLAS DE CASCO						
ITEM	SERVICIO	TAMAÑO (PULG.)	CANT.	SCH.	RATING	TIPO DE BRIDA CONEX. ROSC.
B1	RECEPCIÓN	4	1	40	150#	SO ---
B2	DESPACHO - TOMA BAJA	4	1	40	150#	SO ---
B3	DESPACHO - TOMA ALTA	4	1	40	150#	SO ---
B6	DRENAJE	2	1	40	150#	SO ---
B7	RESERVA	8	2	40	150#	SO ---
MH1	MANHOLE DE CASCO	24	2	---	---	PPI ---
CE1	CÁMARA DE ESPUMA	6	1	---	---	---
C1	TERMOCUPLA	2	1	40	150#	SO ---

LISTA DE BOQUILLAS DE TECHO						
ITEM	SERVICIO	TAMAÑO (PULG.)	CANT.	SCH.	RATING	TIPO DE BRIDA CONEX. ROSC.
MH2	MANHOLE DE TECHO	24	1	---	---	ANSI ---
B4	RADAR	3	1	40	150#	SO ---
B5	TUBO DE MEDICIÓN	4	1	40	150#	SO ---
B8	RESERVA	2	2	40	150#	SO ---
B9	VÁLVULA PRESIÓN / VACÍO	4	1	---	---	SO ---
B10	VENTEO DE EMERGENCIA	8	1	40	150#	SO ---
B11	RESERVA	4	3	40	150#	SO ---
B12	BLANKETING	4	1	40	150#	SO ---
B13	LIMPIEZA DE TANQUE	8	1	40	150#	SO ---

DATOS DE DISEÑO

GENERAL:

- ESTANDAR DE DISEÑO: API 620
- CAPACIDAD NOMINAL: 641 m³
- PRODUCTO: OPDH
- MÁXIMA TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 120°C
- GRAVEDAD ESPECÍFICA: 0,8 @20°C
- ESPESOR DE CORROSIÓN: 1/16"
- DISEÑO SÍSMICO: SEGÚN RNE Y ASCE 7-05
 - ZONA SÍSMICA: 3
 - FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DEL SUELO: S2
- CARGAS DE VIENTO: SEGÚN RNE Y ASCE 7-05
 - VELOCIDAD: 16 km/h

TECHO:

- SOBRECARGA POR ACCESORIOS Y CONEXIONES DE TECHO: 20lb/ft²
- PRESIÓN DE DISEÑO MÁXIMA: 15 Lb/in²

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. MATERIALES:

- TUBERÍAS: ASTM A53 Gr.B SIN COSTURA - SCH 40
- PERFILES: ASTM A36
- PLANCHAS: ASTM A36
- ACCESORIOS FORJADOS: ASTM A105
- ESPÁRRAGOS: ASTM A193 GRADO B7
- TUERCAS: ASTM A194 2H GRADO 2H
- EMPAQUETADURAS: - FLEXIBLES SIN ASBESTO

2. PROTECCIÓN DE SUPERFICIE:

- EXTERIOR
 - PREPARACIÓN DE SUPERFICIE: NACE2 o SSPC-10
 - PRIMER: 4 - 5 MILLS (ESP) ZINC INORGÁNICO
 - INTERMEDIA: 4 - 5 MILLS (ESP) EPOXY POLIAMIDA
 - ACABADO: 2 - 3 MILLS (ESP) POLIURETANO

3. PRUEBAS:

SEGÚN API 620, SECCIÓN 7 (INSPECCIÓN, EXAMINACIÓN Y PRUEBAS)

NOTAS

- REALIZAR TRAZO Y REPLANTEO
- EL TRAZO Y REPLANTEO ESTARÁ A CARGO DEL CONSTRUCTOR
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO
- LA VISTA DE ELEVACIÓN MUESTRA LAS CONEXIONES DE MANERA REFERENCIAL LO QUE SE INTENTA MOSTRAR ES LA ALTURA DONDE SE UBICARÁN. PARA UBICACIÓN EN FORMA RADIAL VER VISTA DE PLANTA
- EL CONSTRUCTOR DEBERÁ TENER ESPECIAL CUIDADO EN EL MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TECHO Y DE LAS BOQUILLAS DE TECHO A FIN EVITAR INTERFERENCIAS.
- SE DEBE VERIFICAR LA ORIENTACIÓN Y ALTURAS CON RESPECTO A LOS PLANOS DE PIPING
- LA BOQUILLA C1 SERÁ INSTALADO A 1500 mm RESPECTO AL NPT.

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE	
DIRECCIÓN LEGAL: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR KM.25 #25050 LURÍN - LIMA	
COORDINADOR: ING. MONTALBETTI	N° DE CONTRATO: O/C 007498/10

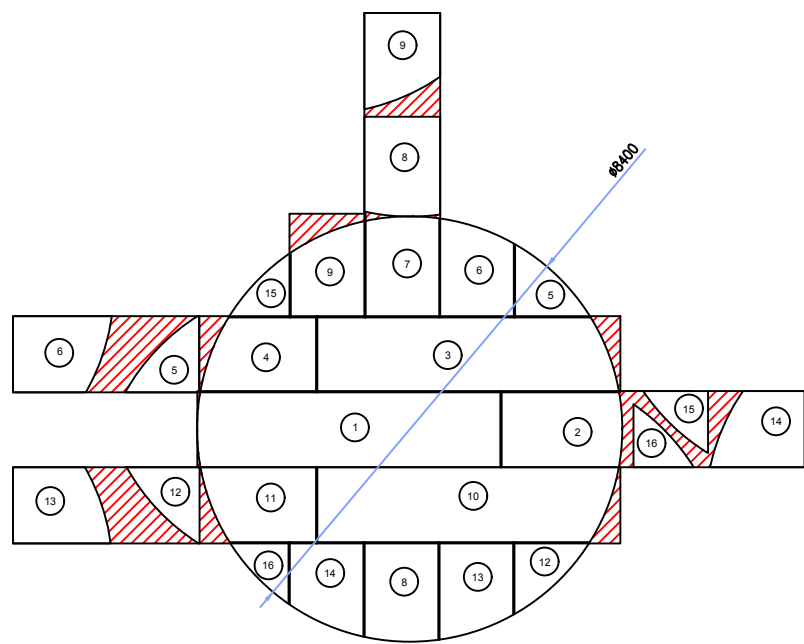
REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN
B	A. GUZMAN	C. MASCARO	84784	06-03-2012	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE
C	A. GUZMAN	C. MASCARO	84784	26-06-13	EMITIDO PARA REVISIÓN Y COMENTARIOS DEL CLIENTE

PLANOS DE REFERENCIA	
CÓDIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN

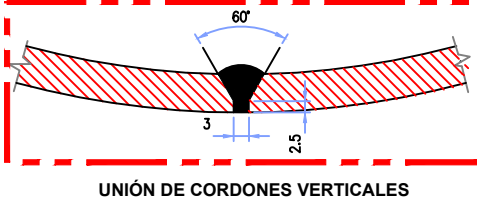
HIM Proyectos y Consultorias S.A.C.	
DIBUJADO POR: J. LOLI	DISEÑADO POR: A. GUZMAN
REVISADO POR: W. MACO	APROBADO POR: C. MASCARO



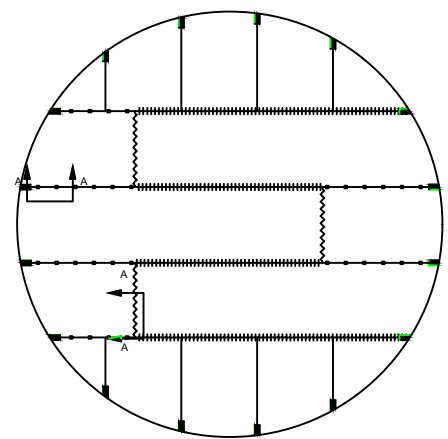
INSTALACIÓN:	PERUQUIMICOS S.A.C		
PROYECTO:	MODIFICACIÓN/AMPLIACIÓN DE PLANTA DE OPDH		
PLANO:	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK 308: VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN		
ESCALA:	INDICADA	CÓDIGO DEL PLANO:	AZ-007498-10-ME-008
FECHA:	26-06-13	REV.:	C



DISTRIBUCIÓN DE PLANCHAS DE FONDO
1-16 PLANCHAS 5/16"
ESC: 1:100

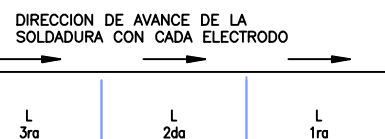


UNIÓN DE CORDONES VERTICALES
ESC: S/E



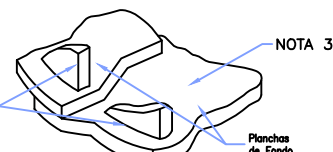
ORDEN DE SOLDADURA
PLANCHAS DE FONDO
ESC: 1:100

NOTA 2



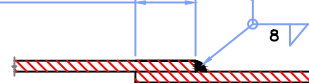
DIRECCION GENERAL DE AVANCE DEL ELECTRODO

L = Longitud Soldada con un Electrodo

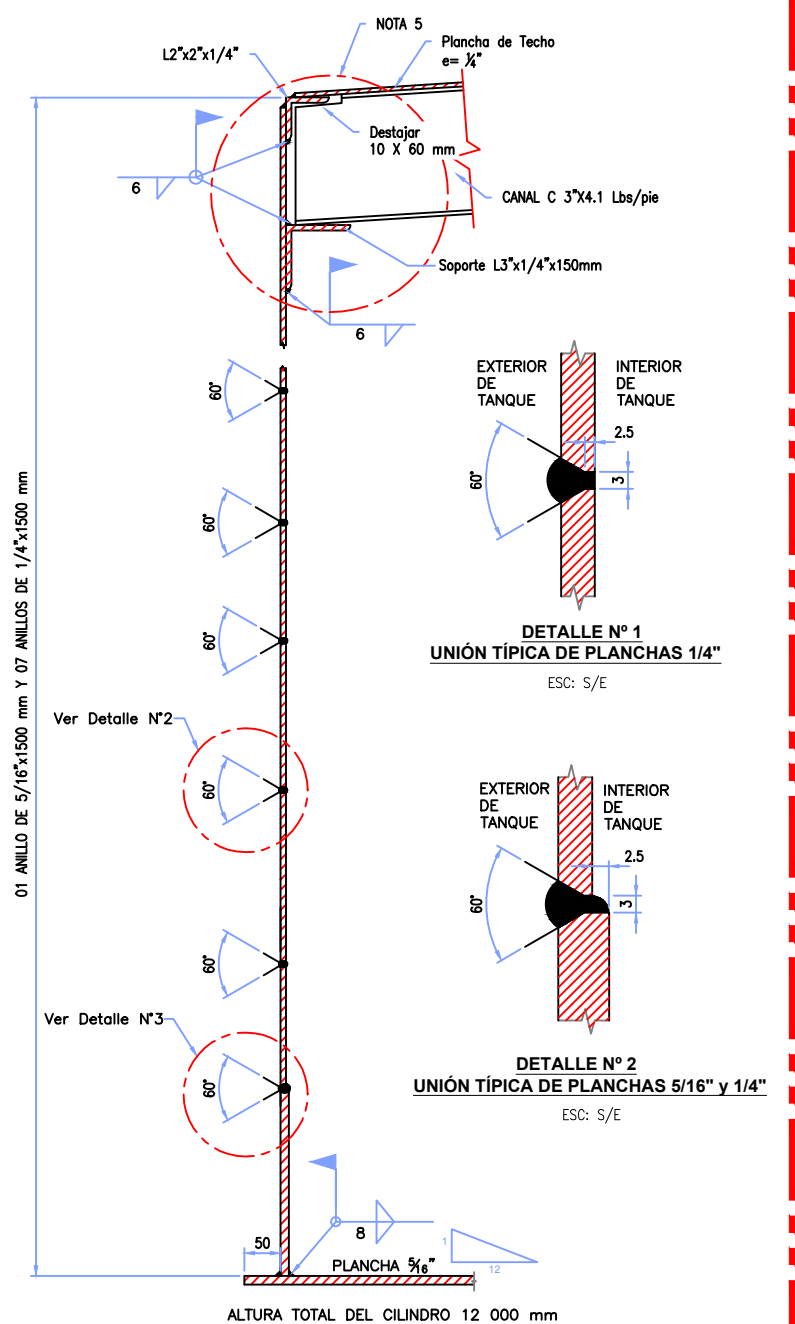


ESC: S/E

Min. 25.4 mm



ESC: S/E



DETALLE DEL CILINDRO
CORTE
ESC: S/E

	333"	57"	139"	222"	305"	333"	
8° Primer Anillo e = 1/4"	1	2	3	4	5	6	1500
7° Primer Anillo e = 1/4"	6	7	8	9	10	11	1500
6° Primer Anillo e = 1/4"	11	12	13	14	15	16	1500
5° Primer Anillo e = 1/4"	16	17	18	19	20	21	1500
4° Primer Anillo e = 1/4"	21	22	23	24	25	26	1500
3° Primer Anillo e = 1/4"	26	27	28	29	30	31	1500
2° Primer Anillo e = 1/4"	31	32	33	34	35	36	1500
1° Primer Anillo e = 5/16"	36	37	38	39	40		1500
	6000	6000	6000	6000	1900		12000
	25910						

DISTRIBUCIÓN DE PLANCHAS DE CASCO
1-35 PLANCHAS DE 1/4"
36-40 PLANCHAS 5/16"
ESC: 1:100

- NOTAS**
1. ÁREA ACHURADA EN PLANCHAS ES MATERIAL SOBRANTE.
 2. CADA SOLDADURA DE FONDO Y TECHO SE HARÁ POR EL MÉTODO DE "PASO DEL PEREGRINO" COMO SE MUESTRA.
 3. MÉTODO DE PREPARAR PLANCHAS DE FONDO DEBAJO DE LAS PLANCHAS DEL CILINDRO.
 4. TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN MILÍMETROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
 5. VER DETALLE EN PLANO A3-007498-10-ME-020.

LEYENDA DE FONDO	
LÍNEA	DESCRIPCIÓN
~~~~~	PRIMERA SOLDADURA
+++++	SEGUNDA SOLDADURA
-----	TERCERA SOLDADURA
-----	CUARTA SOLDADURA
-----	SOLDADURA ANTES DE COLOCAR EL 1ER ANILLO

<b>INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE</b>	
DIRECCIÓN LEGAL: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR KM.25 #25050 LURÍN - LIMA	
COORDINADOR: ING. MONTALBETTI	N° DE CONTRATO: O/C 007498/10

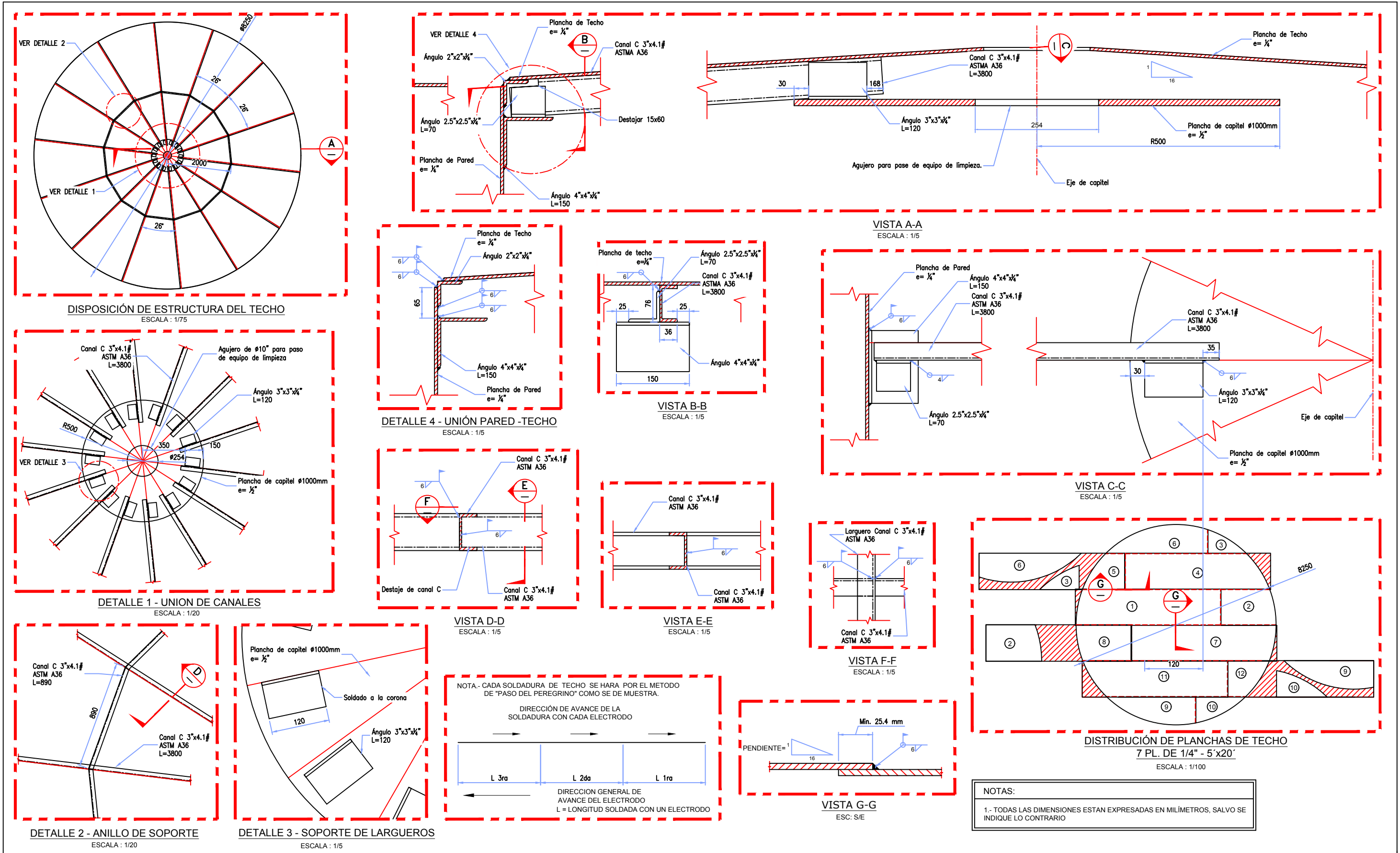
REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN
B	D.DIAZ	C.MASCARO	84784	05-03-2012	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE
C	D.DIAZ	C.MASCARO	84784	26-06-2013	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE

PLANOS DE REFERENCIA	
CÓDIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
A3-007498-10-ME-020	DISTRIBUCIÓN DE PLANCHAS DE TECHO Y SOPORTE DE TANQUE
A2-007498-10-ME-008	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK-308 - VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN

<b>HIM Proyectos y Consultorias S.A.C.</b>	
DIBUJADO POR: J.LOLI	DISEÑADO POR: D.DIAZ
REVISADO POR: W. MACO	APROBADO POR: C. MASCARO



INSTALACIÓN:	PERUQUIMICOS S.A.C		
PROYECTO:	MODIFICACIÓN/AMPLIACIÓN DE PLANTA DE OPDH		
PLANO:	DISTRIBUCIÓN DE PLANCHAS DE FONDO Y CILINDRO TANQUE TK 308		
ESCALA:	INDICADA	CÓDIGO DEL PLANO:	A2-007498-10-ME-016
FECHA:	26-06-2013	REV.:	C



NOTA.- CADA SOLDADURA DE TECHO SE HARÁ POR EL METODO DE "PASO DEL PEREGRINO" COMO SE VE EN LA MUESTRA.

DIRECCIÓN DE AVANCE DE LA SOLDADURA CON CADA ELECTRODO

DIRECCIÓN GENERAL DE AVANCE DEL ELECTRODO  
L = LONGITUD SOLDADA CON UN ELECTRODO

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE	
DIRECCIÓN LEGAL: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR KM.25 #25050 LURÍN - LIMA	
COORDINADOR: ING. MONTALBETTI	N° DE CONTRATO: O/C 007498/10

REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN
B	D. DIAZ	C. MASCARO	84784	05-03-2012	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE
C	D. DIAZ	C. MASCARO	84784	26-06-2013	EMITIDO PARA REVISIÓN Y COMENTARIOS DEL CLIENTE

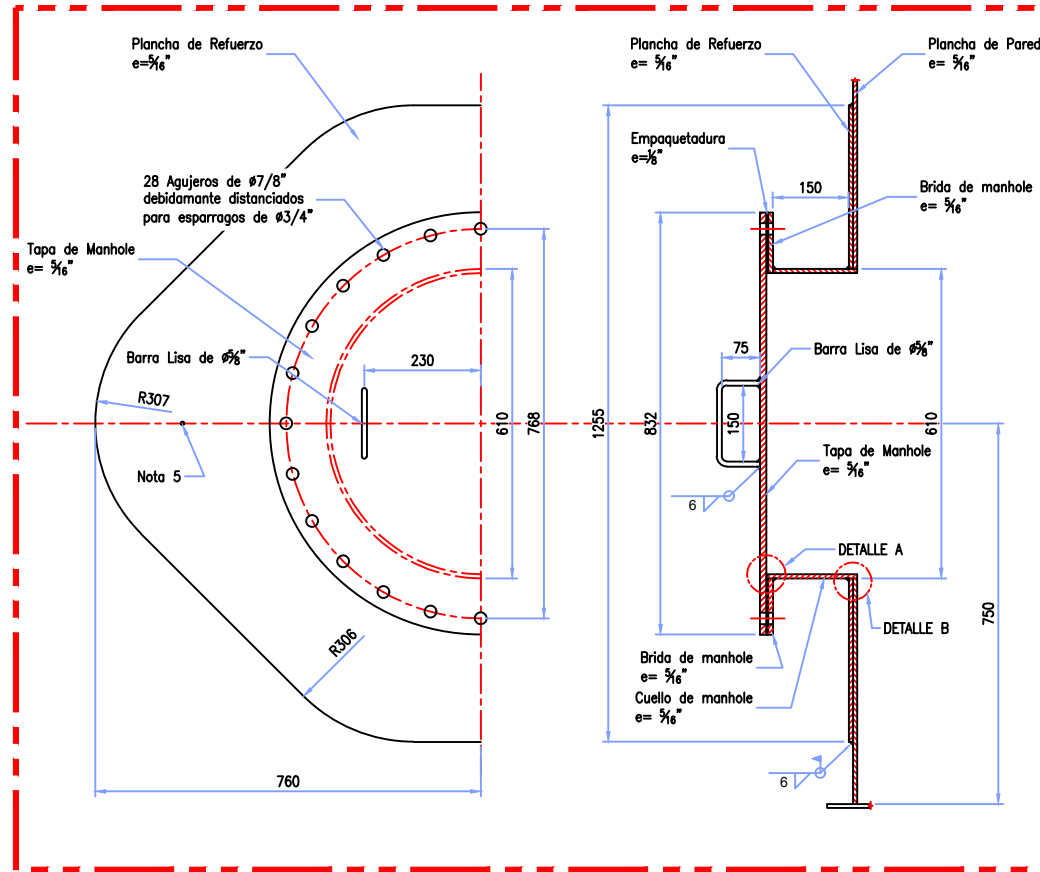
PLANOS DE REFERENCIA	
CÓDIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
A2-007498-10-ME-002	VISTA DE PLANTA Y ELEVACIÓN
A2-007498-10-ME-008	VISTA DE PLANTA Y ELEVACIÓN

<b>HIM Proyectos y Consultorias S.A.C.</b>	
DIBUJADO POR: D. DIAZ	DISEÑADO POR: D. DIAZ
REVISADO POR: W. MACO	APROBADO POR: C. MASCARO

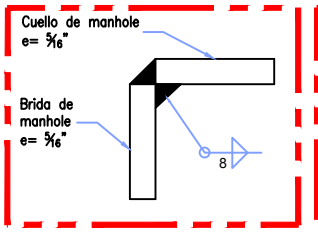


INSTALACIÓN:	<b>PERUQUIMICOS S.A.C.</b>		
PROYECTO:	MODIFICACIÓN/AMPLIACIÓN DE PLANTA DE OPDH		
PLANO:	DISTRIBUCIÓN DE PLANCHAS DE TECHO Y SOPORTE TK-302/308		
ESCALA:	INDICADA	CÓDIGO DEL PLANO:	A2-007498-10-ME-020
FECHA:	26-06-13	REV:	C

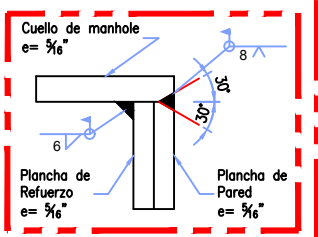




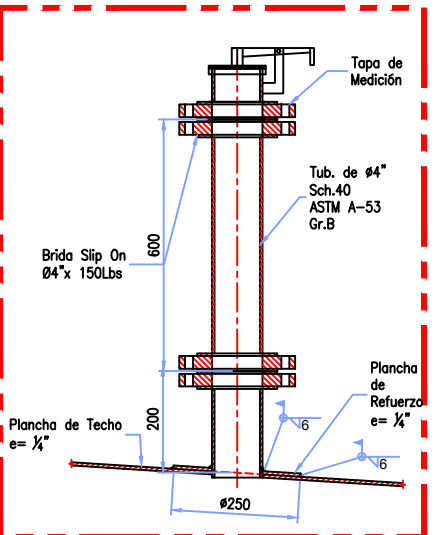
MANHOLE Ø24" - MH1  
ESC: 1:10



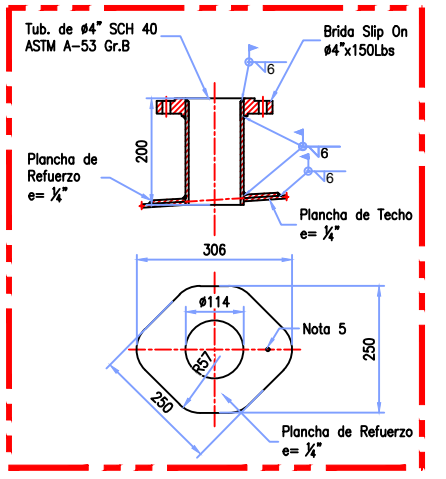
DETALLE A  
ESC: 1:10



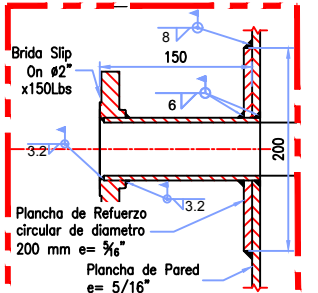
DETALLE B  
ESC: 1:10



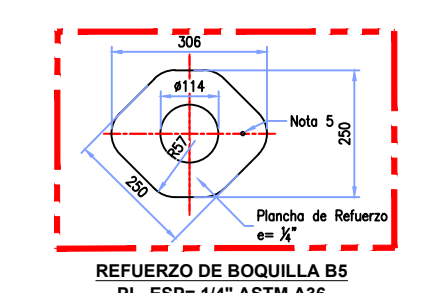
BOQUILLA B5  
ESC: 1:10



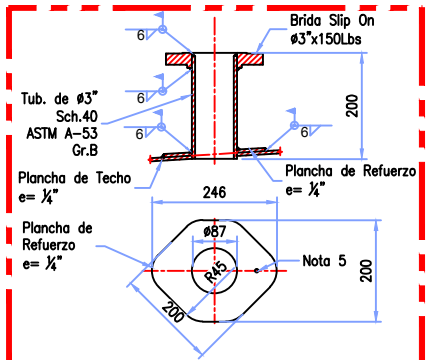
BOQUILLA B9/B11/B12  
ESC: 1:10



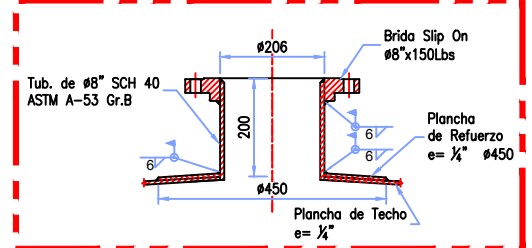
BOQUILLA C1  
ESC: 1:5



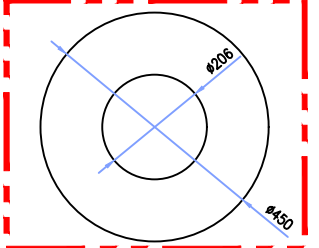
REFUERZO DE BOQUILLA B5  
PL. ESP= 1/4" ASTM A36  
ESC: 1:10



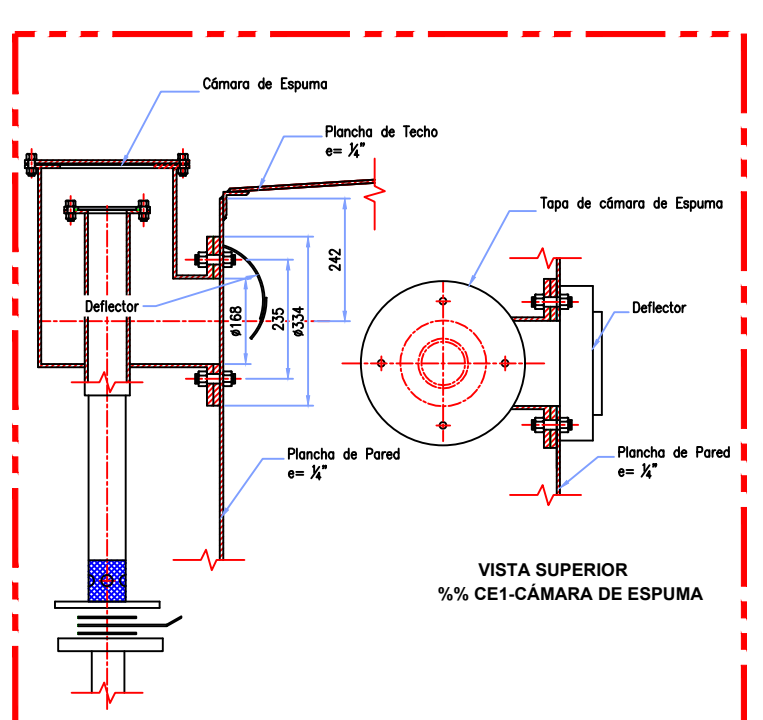
BOQUILLA B4  
ESC: 1:10



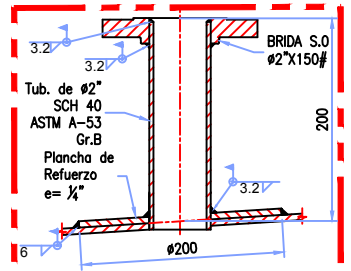
BOQUILLA B13  
ESC: 1:10



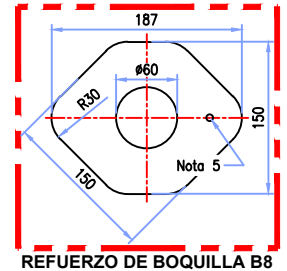
REFUERZO DE BOQUILLA 13  
PL. ESP= 1/4" ASTM A36  
ESC: 1:10



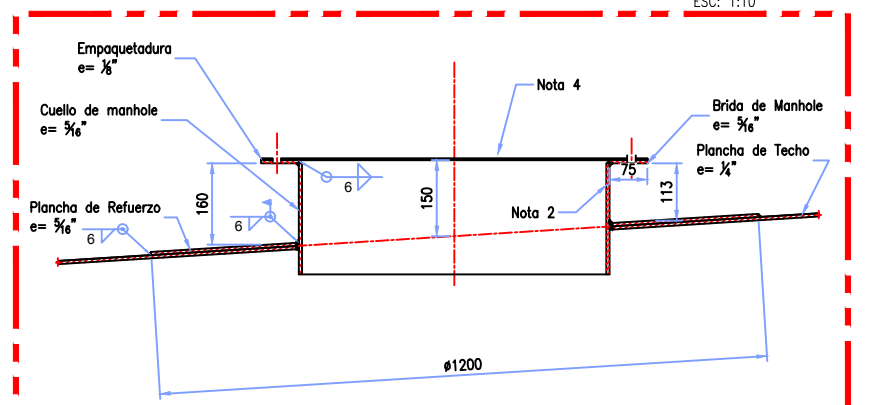
CE1-CÁMARA DE ESPUMA  
ESC: 1:10



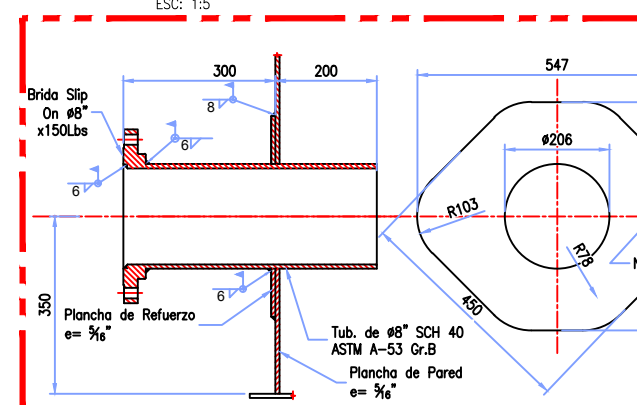
BOQUILLA B8  
ESC: 1:5



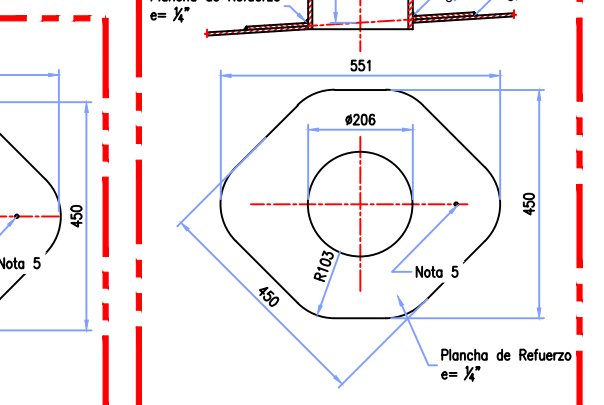
REFUERZO DE BOQUILLA B8  
PL. ESP= 1/4" ASTM A36  
ESC: 1:5



MANHOLE TECHO Ø24" - MH2  
ESC: 1:10



BOQUILLA B7  
ESC: 1:10



BOQUILLA B10  
ESC: 1:10

LISTA DE BOQUILLAS DE CASCO

ITEM	SERVICIO	TAMAÑO (PULG.)	CANT.	SCH.	RATING	TIPO DE BRIDA	CONEX. ROSC.
B1	RECEPCIÓN	4	1	40	150#	SO	---
B2	DESPACHO - TOMA BAJA	4	1	40	150#	SO	---
B3	DESPACHO - TOMA ALTA	4	1	40	150#	SO	---
B6	DRENAJE	2	1	40	150#	SO	---
B7	RESERVA	8	2	40	150#	SO	---
MH1	MANHOLE DE CASCO	24	2	---	---	---	---
CE1	CÁMARA DE ESPUMA	6	1	---	---	---	---
C1	TERMOCUPLA	2	1	40	150#	SO	---

LISTA DE BOQUILLAS DE TECHO

ITEM	SERVICIO	TAMAÑO (PULG.)	CANT.	SCH.	RATING	TIPO DE BRIDA	CONEX. ROSC.
MH2	MANHOLE DE TECHO	24	1	---	---	---	---
B4	RADAR	3	1	40	150#	SO	---
B5	TUBO DE MEDICIÓN	4	1	40	150#	SO	---
B8	RESERVA	2	2	40	150#	SO	---
B9	VÁLVULA PRESIÓN / VACÍO	4	1	---	---	SO	---
B10	VENTEO DE EMERGENCIA	8	1	40	150#	SO	---
B11	RESERVA	4	3	40	150#	SO	---
B12	BLANKETING	4	1	40	150#	SO	---
B13	LIMPIEZA DE TANQUE	8	1	40	150#	SO	---

ITEM	NOTAS
1	EL DETALLE DE LA BOQUILLA RECEPCIÓN, DESPACHO-TOMA BAJA, DESPACHO-TOMA ALTA Y DRENAJE SE MUESTRAN EN LOS PLANOS A2-007498-10-ME-030@035
2	LA BOQUILLA DE MANHOLE DEBERÁ SER CONSTRUIDO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DEL EQUIPO A INSTALAR.
3	TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN EN MILIMETROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
4	BRIDA DE MANHOLE DEBERÁ SER CONSTRUIDA CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DEL EQUIPO A INSTALAR.
5	01 AGUJERO #1/4" PARA PRUEBA NEUMÁTICA

**INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE**

**PERUQUIMICOS S.A.C.**

DIRECCIÓN LEGAL: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR  
KM.25 #25050 LURÍN - LIMA

COORDINADOR: ING. MONTALBETTI N° DE CONTRATO: O/C 007498/10

REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN
B	D. DIAZ	C. MASCARO	84784	05-03-2012	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE
C	D. DIAZ	C. MASCARO	84784	26-06-2013	EMITIDO PARA REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL CLIENTE

PLANOS DE REFERENCIA	
CÓDIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN

**HIM Proyectos y Consultorias S.A.C.**

DIBUJADO POR: D. DIAZ  
DISEÑADO POR: A. GUZMAN

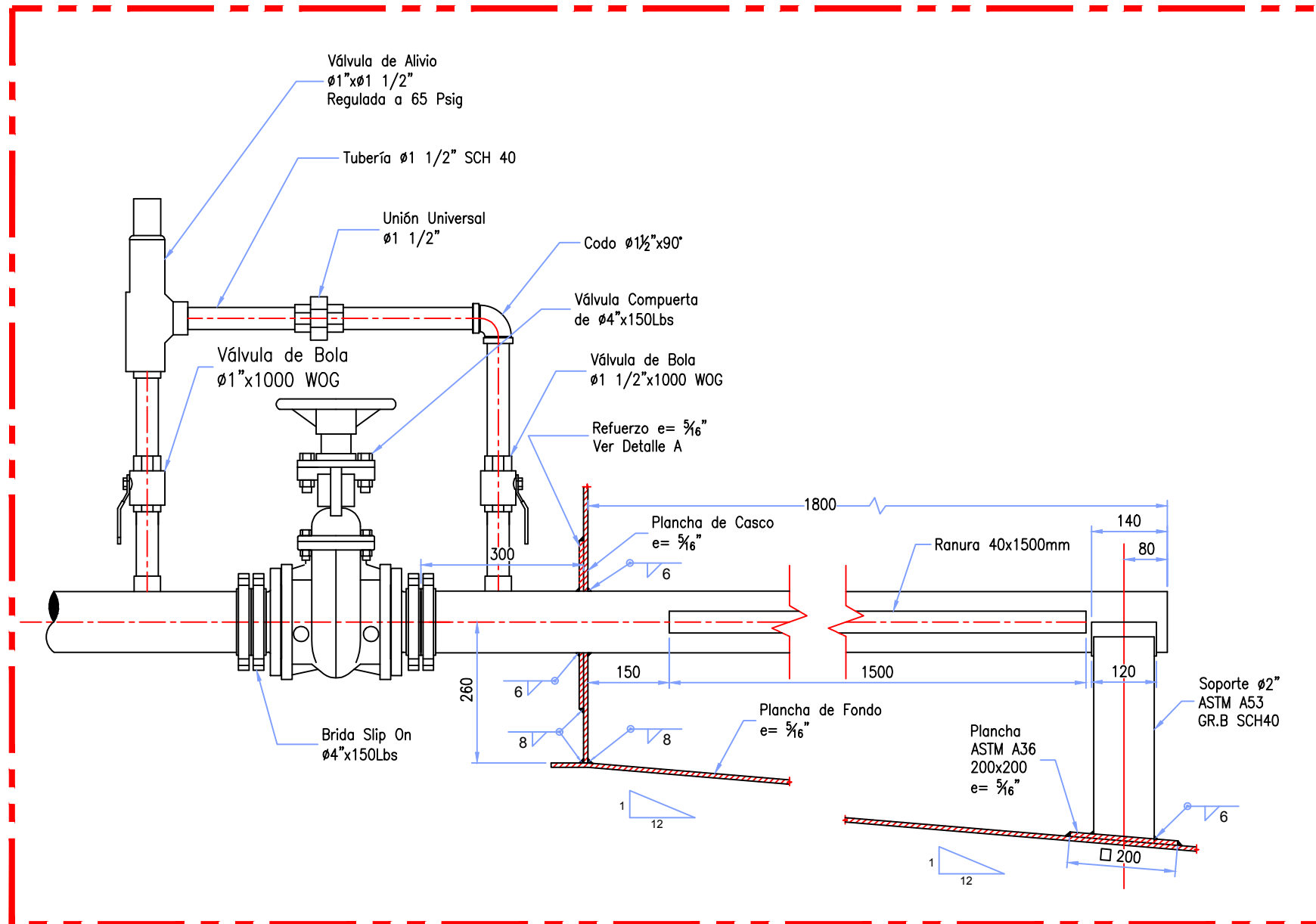
REVISADO POR: W. MACO  
APROBADO POR: C. MASCARO

**HIMSAC**  
PROYECTOS Y CONSULTORIAS

INSTALACIÓN:	PERUQUIMICOS S.A.C
PROYECTO:	MODIFICACIÓN/AMPLIACIÓN DE PLANTA DE OPDH
PLANO:	DETALLES TÍPICOS DE TANQUES TK-302@308
ESCALA:	INDICADA
CÓDIGO DEL PLANO:	A2-007498-10-ME-022
FECHA:	26-06-13
REV:	C

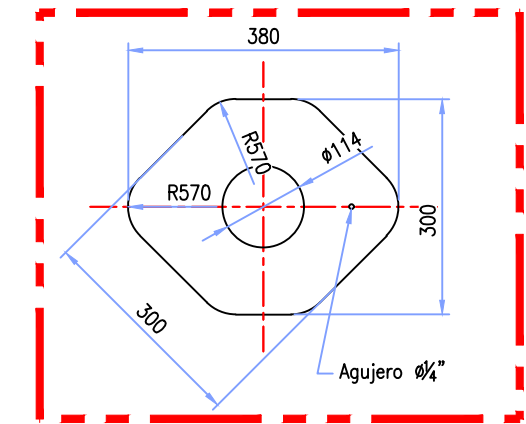
LISTA DE BOQUILLAS DE CASCO

ITEM	SERVICIO	TAMAÑO (PULG.)	CANT.	SCH.	RATING	TIPO DE BRIDA	CONEX. ROSC.
B1	RECEPCIÓN	4	1	40	150#	SO	--
B2	DESPACHO - TOMA BAJA	4	1	40	150#	SO	--
B3	DESPACHO - TOMA ALTA	4	1	40	150#	SO	--
B6	DRENAJE	2	1	40	150#	SO	--
B7	RESERVA	8	2	40	150#	SO	--
MH1	MANHOLE DE CASCO	24	2	--	--	--	--
CE1	CÁMARA DE ESPUMA	6	1	--	--	--	--
C1	TERMOCUPLA	2	1	40	150#	SO	--



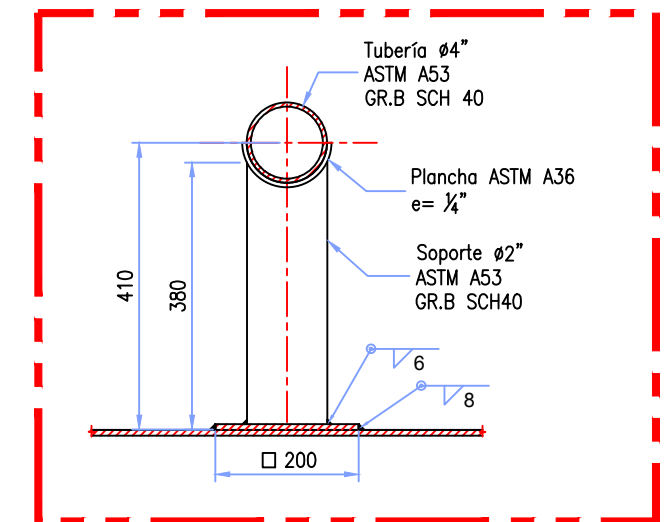
**BOQUILLA B1 - RECEPCIÓN**  
**TUBO DIFUSOR DE Ø4"**

ESC: 1:10



**DETALLE A - PLANCHA DE REFUERZO**  
**PARA TUBERÍA DE Ø4" - EN CASCO**  
**ESP= 5/16" - ASTM A36**

ESC: 1:10



**SOPORTERÍA DE TUBERÍA**

ESC: 1:10

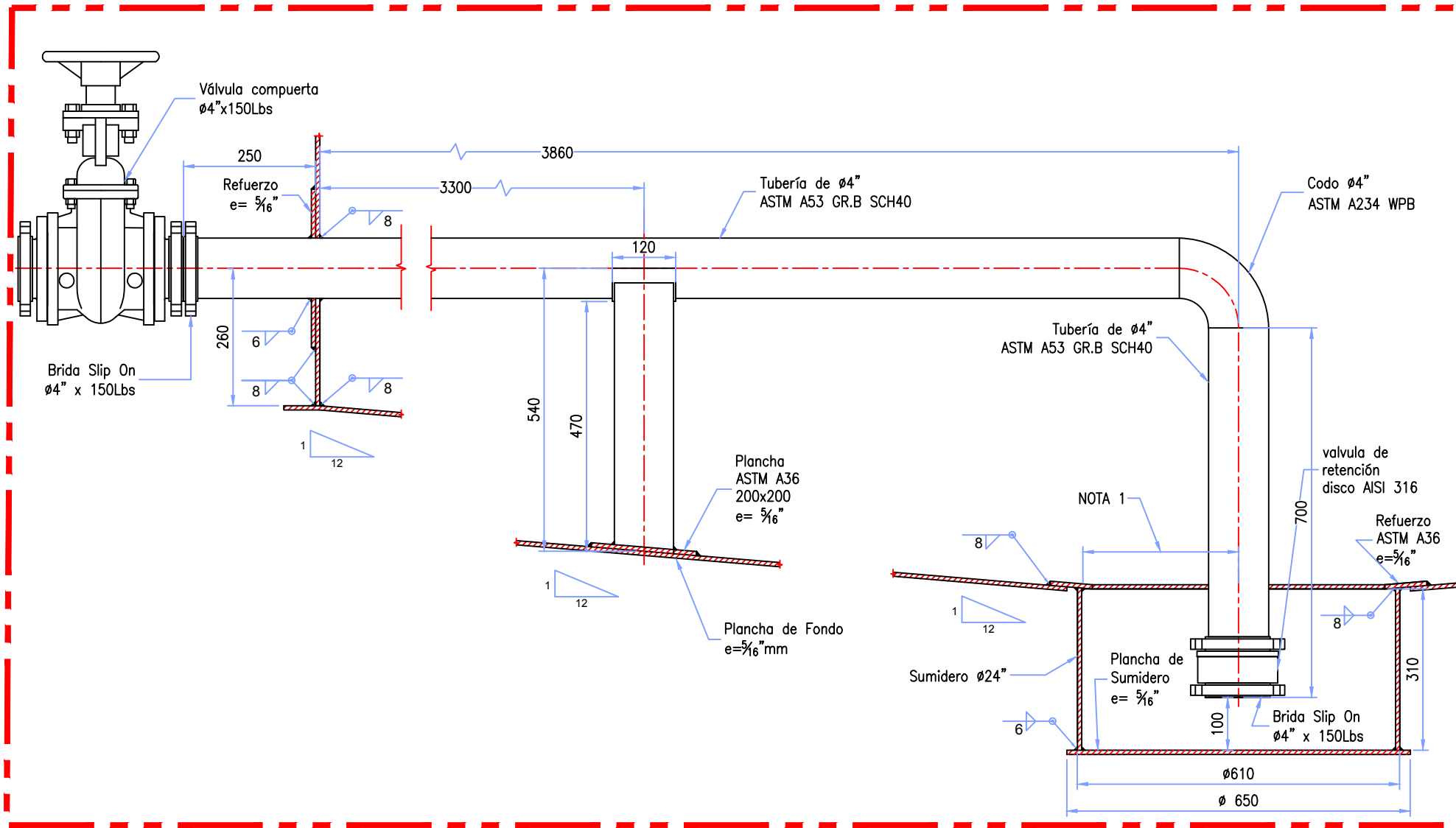
INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE		REVISIONES					PLANOS DE REFERENCIA		HIM Proyectos y Consultorías S.A.C.		PERUQUIMICOS S.A.C				
 DIRECCIÓN LEGAL: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR KM.25 #25050 LURÍN - LIMA COORDINADOR: ING. MONTALBETTI Nº DE CONTRATO: OJC 007498/10		REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO POR:	DISEÑADO POR:	INSTALACIÓN:	PERUQUIMICOS S.A.C		
		B	J.LOLI	C. MASCARO	84784	11/10/2011	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE	A3-007498-10-ME-002	VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN DE TANQUE TK-302	J.LOLI	A. GUZMAN	PROYECTO:	MODIFICACIÓN/AMPLIACIÓN DE PLANTA DE OPDH		
		C	J.LOLI	C.MASCARO	84784	26/06/2013	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE	A3-007498-10-ME-003	VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN DE TANQUE TK-303	W. MACO	C. MASCARO	PLANO:	DETALLE DE RECEPCIÓN DE TANQUES TK-302/303/304/305/306/307/308		
							A3-007498-10-ME-004	VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN DE TANQUE TK-304			ESCALA:	COD. PLANO:	Fecha:	REV.:	
							A3-007498-10-ME-008	VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN DE TANQUE TK-308			INDICADA	A3-007498-10-ME-030	26-06-13	C	

FORMAT. "A3"

LA INFORMACIÓN TÉCNICA CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD CONJUNTA DE H.I.M PROYECTOS Y CONSULTORÍAS S.A.C. Y EL CONTRATANTE. SE PROHIBE SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA Y POR ESCRITO

LISTA DE BOQUILLAS DE CASCO

ITEM	SERVICIO	TAMAÑO (PULG.)	CANT.	SCH.	RATING	TIPO DE BRIDA	CONEX ROSC.
B1	RECEPCIÓN	4	1	40	150#	SO	---
B2	DESPACHO - TOMA BAJA	4	1	40	150#	SO	---
B3	DESPACHO - TOMA ALTA	4	1	40	150#	SO	---
B6	DRENAJE	2	1	40	150#	SO	---
B7	RESERVA	8	2	40	150#	SO	---
MH1	MANHOLE DE CASCO	24	2	---	---	---	---
CE1	CÁMARA DE ESPUMA	6	1	---	---	---	---
C1	TERMOCUPLA	2	1	40	150#	SO	---

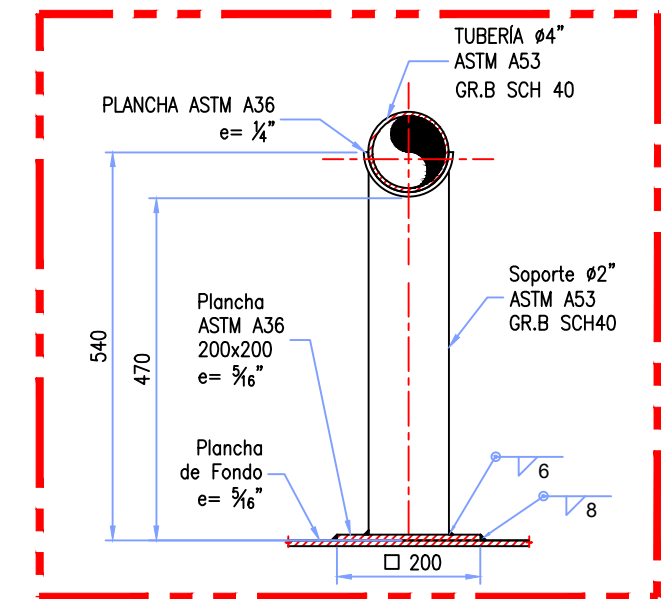


**BOQUILLA B2 - DESPACHO  
TOMA BAJA Ø4"**

ESC: 1:10

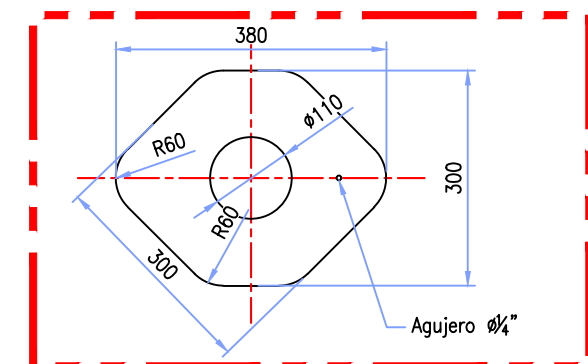
NOTAS

1. REALIZAR TRAZO Y REPLANTEO DE CONEXIONES DE DESPACHO Y DRENAJE EN OBRA.



**SOPORTE DE TUBERIA**

ESC: 1:10



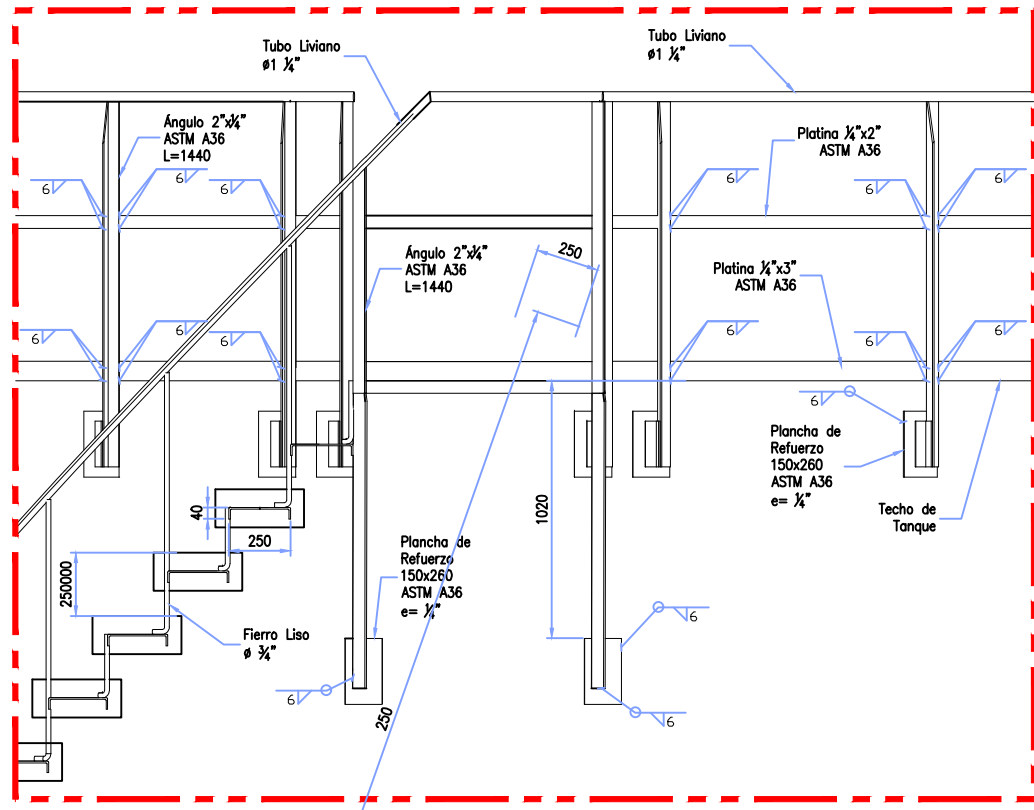
**DETALLE A - PLANCHA DE REFUERZO  
PARA TUBERÍA DE Ø4" - EN CASCO  
ESP= 5/16" - ASTM A36**

ESC: 1:10

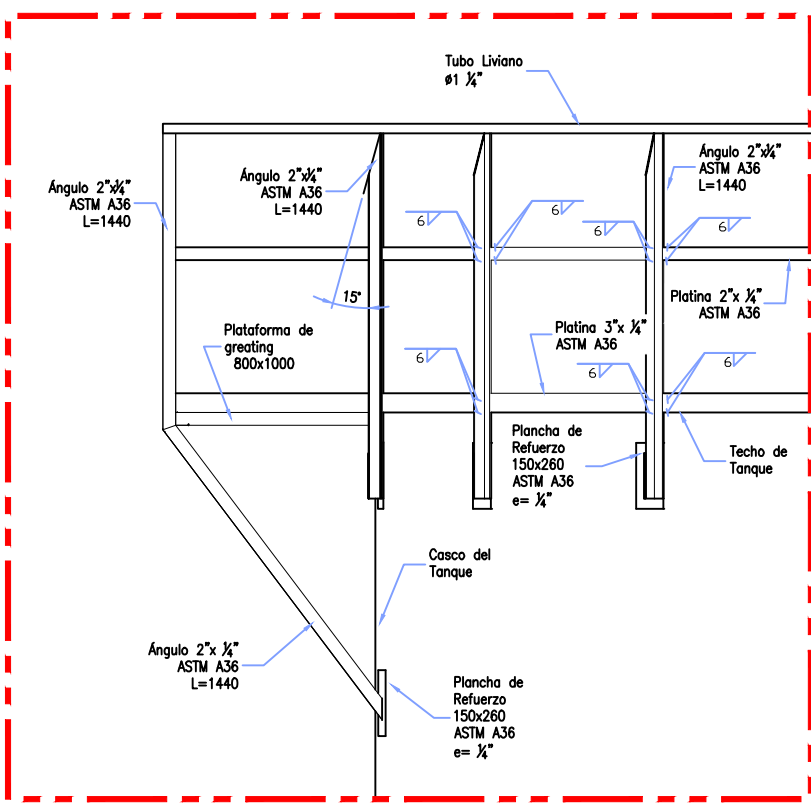
INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE		REVISIONES					PLANOS DE REFERENCIA		HIM Proyectos y Consultorias S.A.C.		PERUQUIMICOS S.A.C.						
 DIRECCIÓN LEGAL: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR KM.25 #25050 LURÍN - LIMA COORDINADOR: ING. MONTALBETTI Nº DE CONTRATO: OJC 007498/10		REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO POR:	DISEÑADO POR:	INSTALACIÓN:	PERUQUIMICOS S.A.C.				
		B	J.LOLI	C. MASCARO	84784	11/10/2011	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE	A3-007498-10-ME-002	VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN DE TANQUE TK-302	J.LOLI	A. GUZMAN	PROYECTO:	MODIFICACIÓN/AMPLIACIÓN DE PLANTA DE OPDH				
		C	J.LOLI	C.MASCARO	84784	26/06/2013	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE	A3-007498-10-ME-003	VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN DE TANQUE TK-303	REVISADO POR:	APROBADO POR:	PLANO:	DETALLE DE DESPACHO TOMA BAJA DE TANQUES TK-302/303/304/308				
								A3-007498-10-ME-004	VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN DE TANQUE TK-304	W. MACO	C. MASCARO	ESCALA:	INDICADA	COD. PLANO:	A3-007498-10-ME-032	Fecha:	26-06-13
								A3-007498-10-ME-008	VISTA PLANTA Y ELEVACIÓN DE TANQUE TK-308								

FORMAT. "A3"

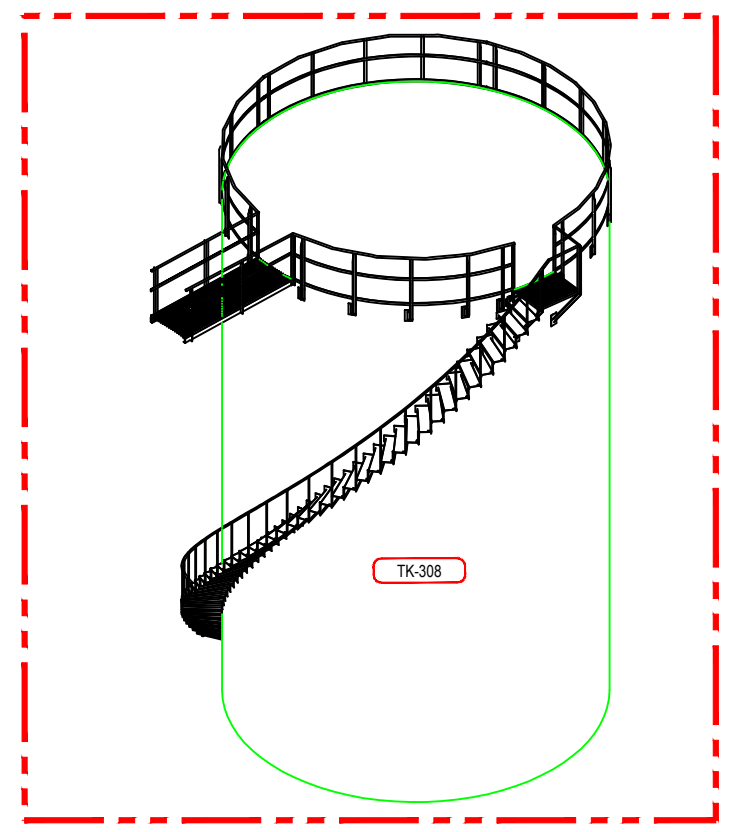
LA INFORMACIÓN TÉCNICA CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD CONJUNTA DE H.I.M PROYECTOS Y CONSULTORÍAS S.A.C. Y EL CONTRATANTE. SE PROHIBE SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA Y POR ESCRITO



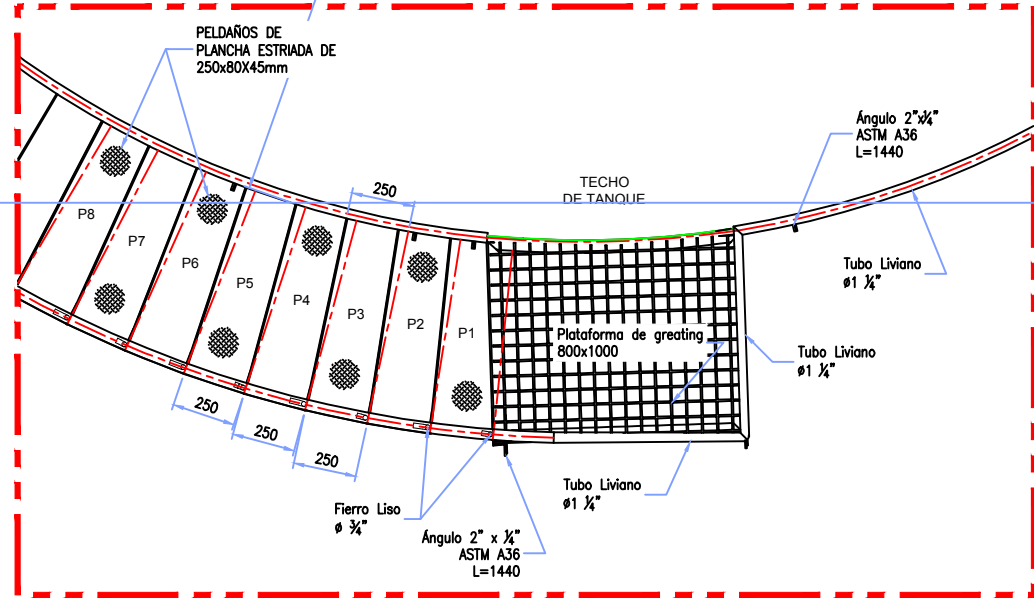
DETALLE ESCALERA EN ESPIRAL  
ESCALA : 1/20



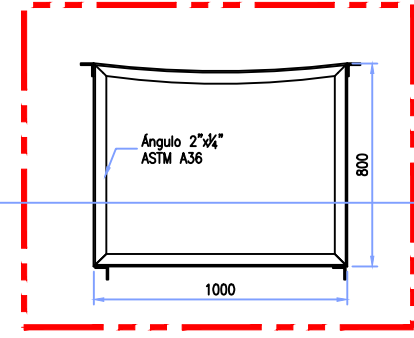
DETALLE ESCALERA EN ESPIRAL  
ESCALA : 1/20



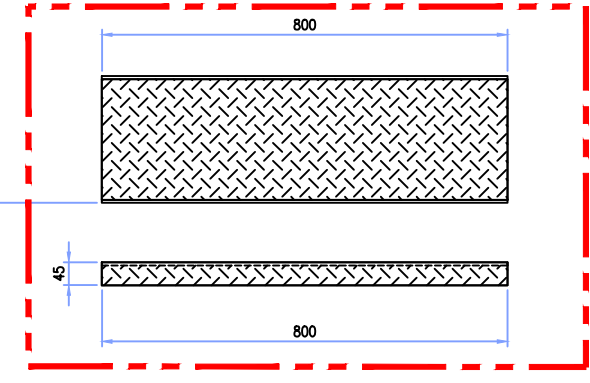
TANQUE 305 - ISOMÉTRICO  
ESCALA : S/E



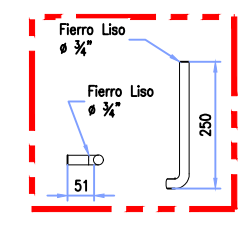
VISTA DE PLANTA  
ESCALA : 1/20



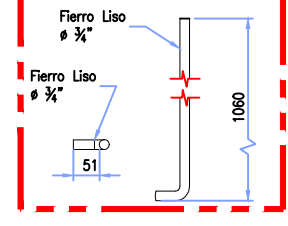
DETALLE - BASE DE PLATAFORMA DE TECHO  
ESCALA : 1/20



DETALLE DE PELDAÑO  
ESCALA : 1/10



FIERRO LISO CORTO  
ESCALA : 1/10



FIERRO LISO LARGO  
ESCALA : 1/10

<b>INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE</b>	
DIRECCIÓN LEGAL: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR	
COORDINADOR: ING. MONTALBETTI	N° DE CONTRATO: O/C 007498/10

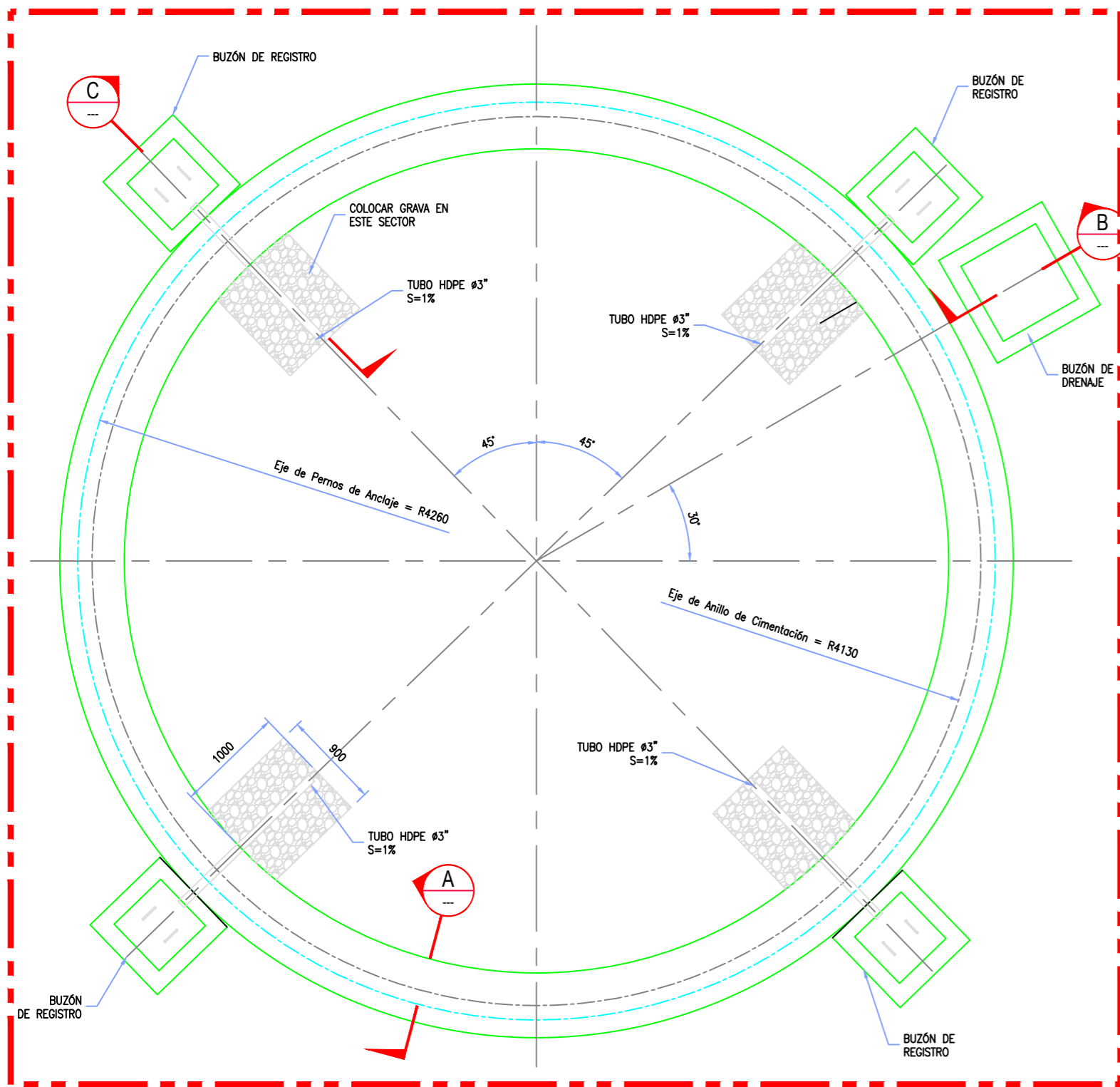
REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN
A	D. DIAZ	C. MASCARO	84784	18-06-13	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE
B	D. DIAZ	C. MASCARO	84784	18-06-13	EMITIDO PARA APROBACIÓN DEL CLIENTE

PLANOS DE REFERENCIA	
CÓDIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN
A2-007498-10-ME-007	TANQUE DE ALMACENAMIENTO TK 307: VISTA PLANTA Y ELEVACION

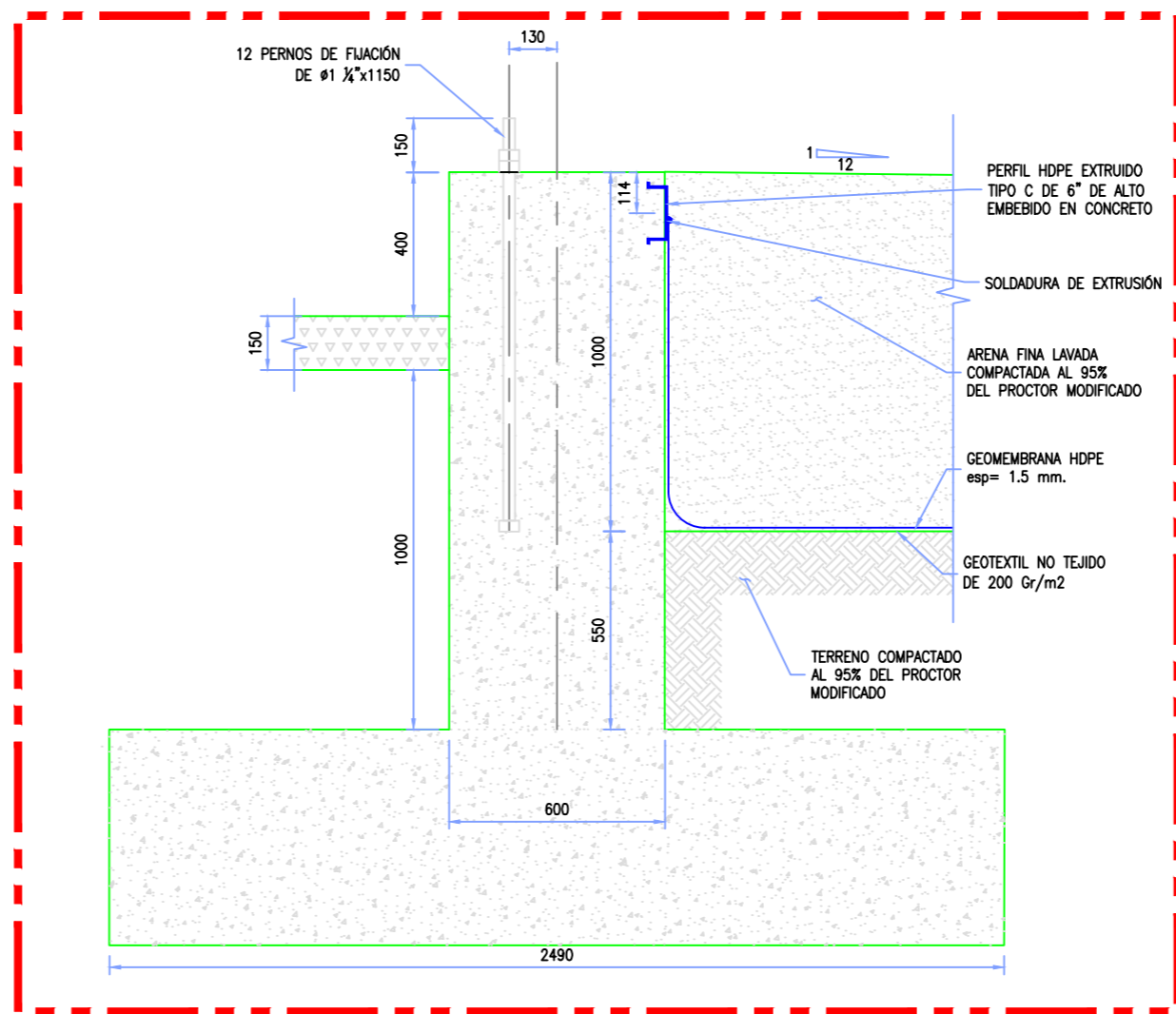
<b>HIM Proyectos y Consultorias S.A.C.</b>	
DIBUJADO POR: D. DIAZ	DISEÑADO POR: D. DIAZ
REVISADO POR: W. MACO	APROBADO POR: C. MASCARO



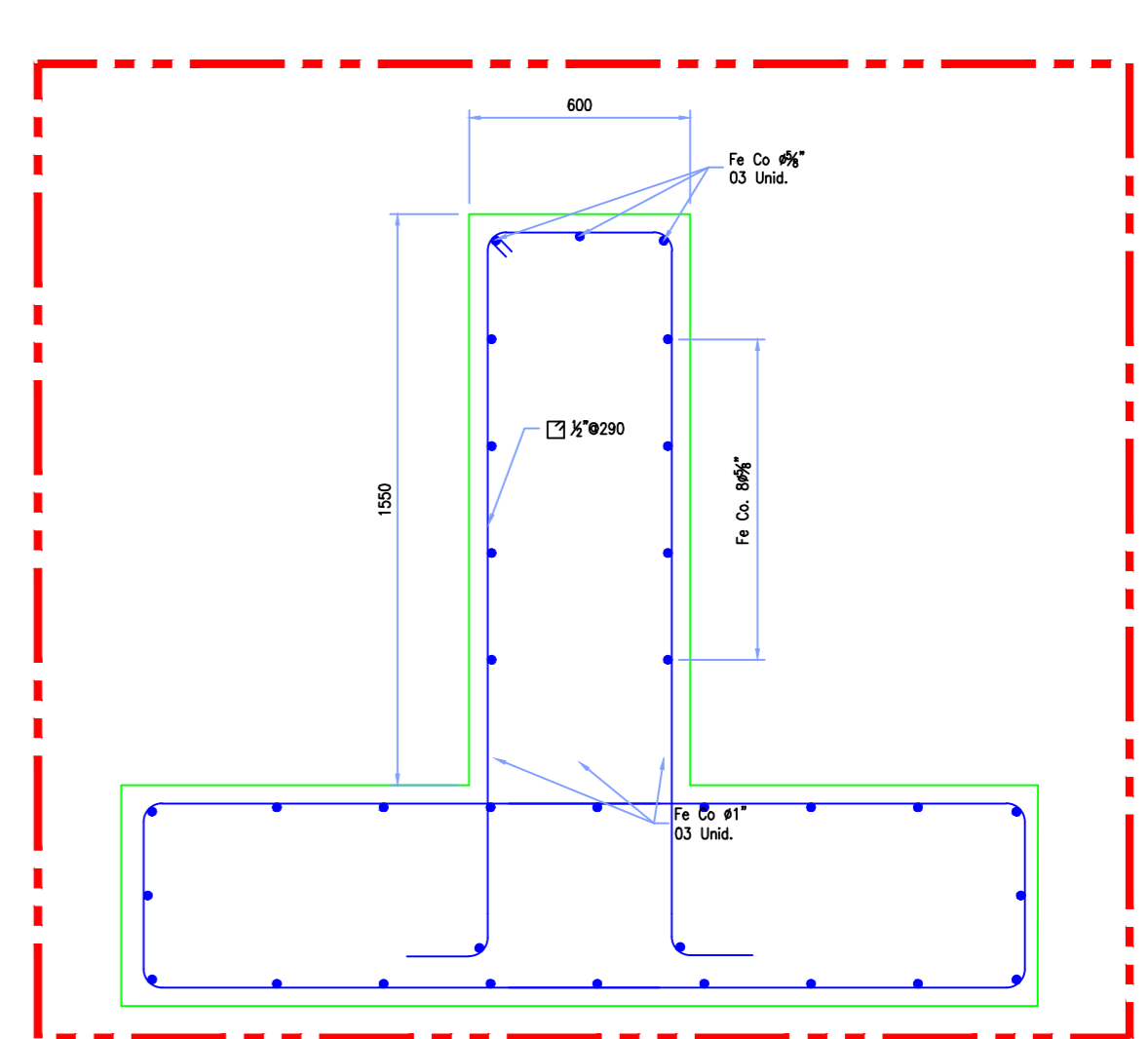
INSTALACIÓN:	PERUQUIMICOS S.A.C		
PROYECTO:	MODIFICACIÓN/AMPLIACIÓN DE PLANTA DE OPDH		
PLANO:	DETALLES TÍPICOS - ESCALERA DE TANQUE 308		
ESCALA:	INDICADA	CÓDIGO DEL PLANO:	A2-007498-10-ME-091
FECHA:	26-06-13	REV:	B



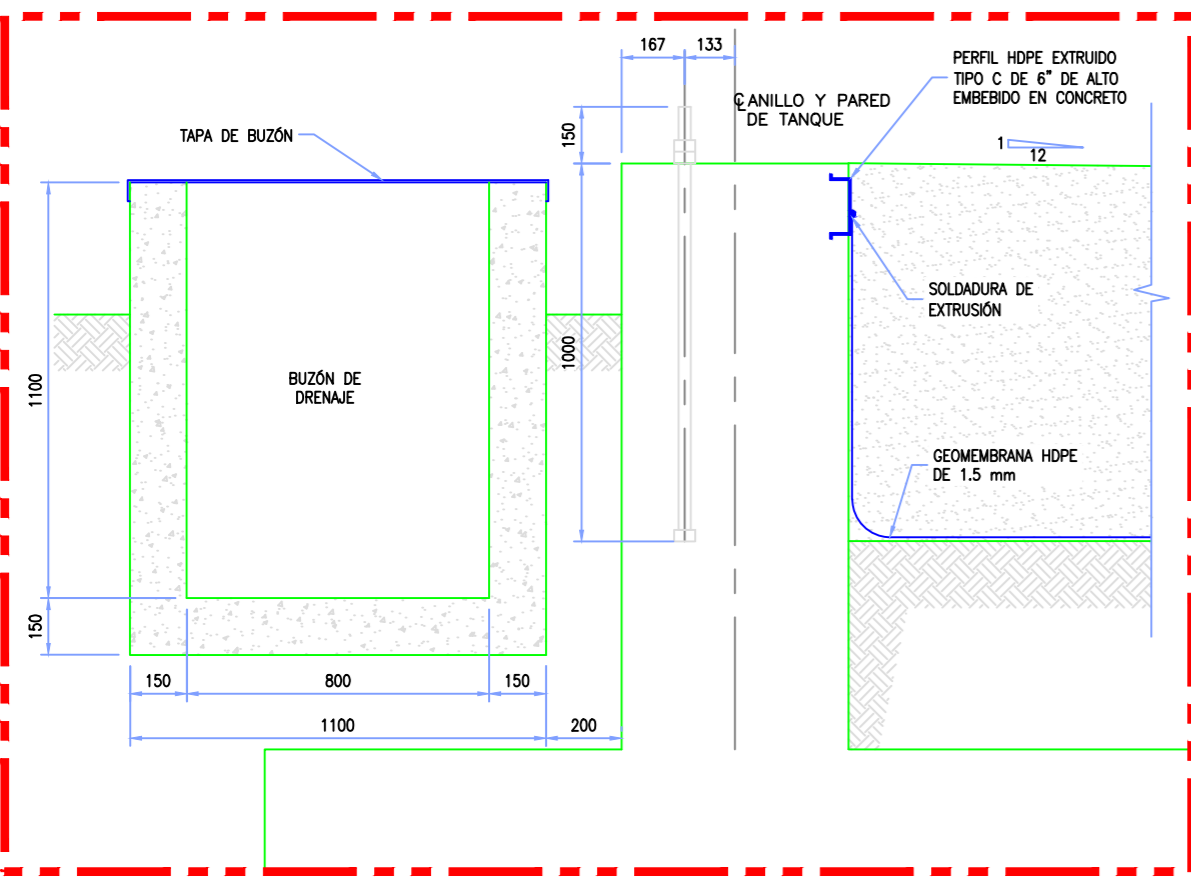
PLANTA CIMENTACIÓN - ENCOFRADO  
ESC:1/50



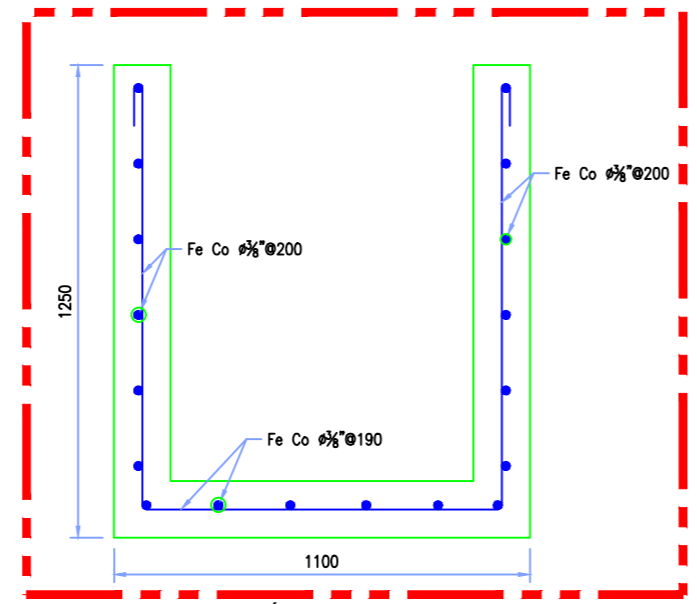
SECCIÓN A  
ESC. 1/20



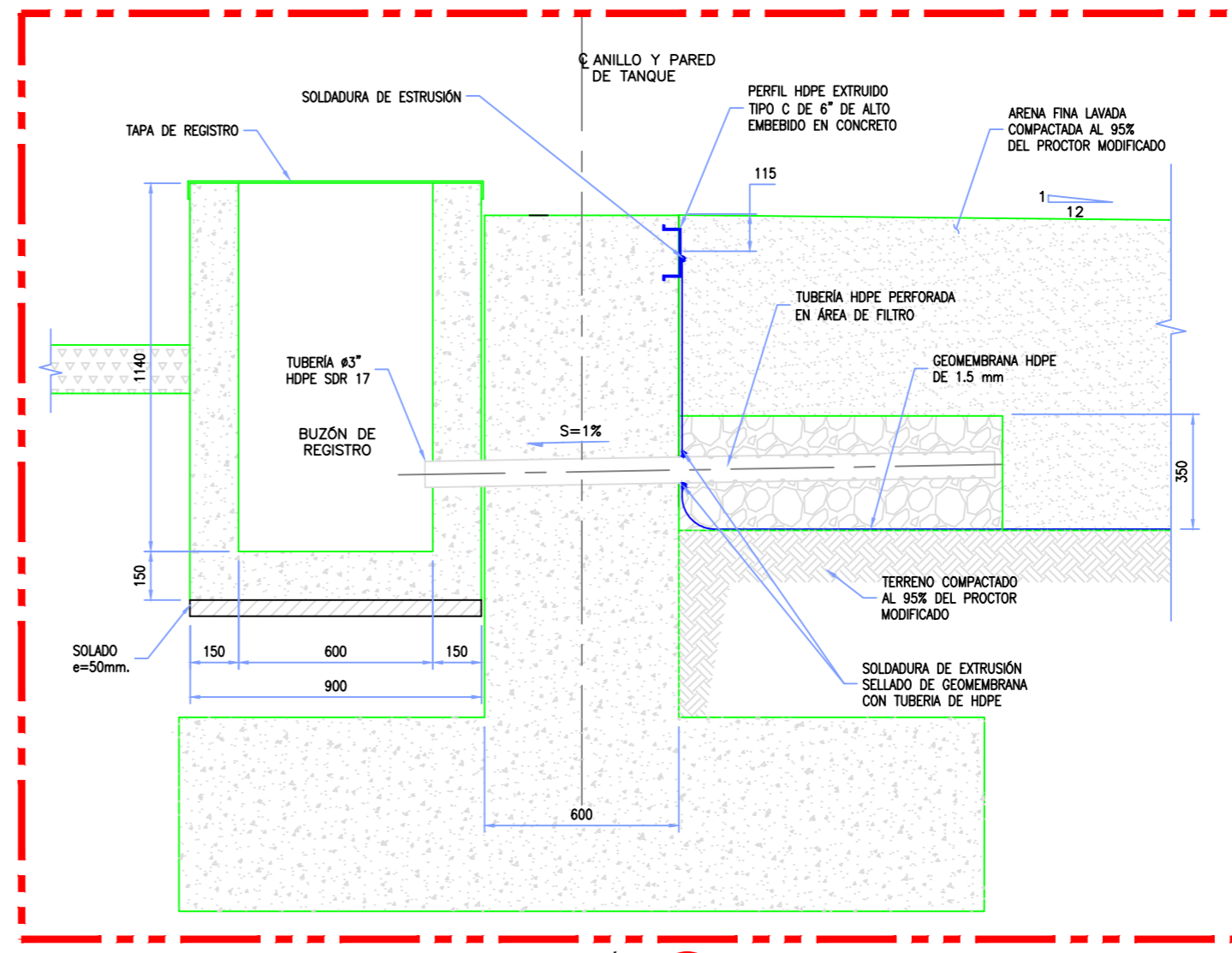
CIMENTACIÓN REFUERZO  
ESC:1/20



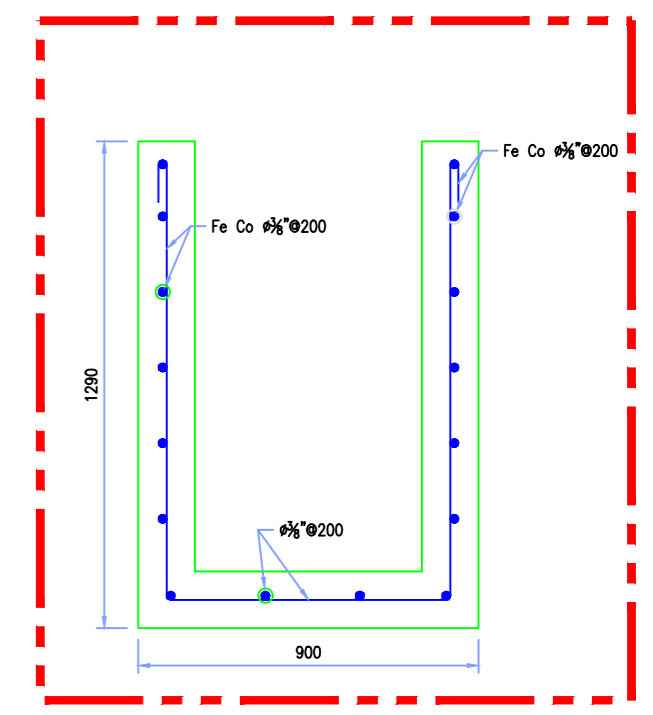
SECCIÓN B  
ESC. 1/20



BUZÓN DE DRENAJE REFUERZO  
ESC:1/20



SECCIÓN C  
ESC. 1/20



CAJA DE REGISTRO REFUERZO  
ESC:1/20

ESPECIFICACIONES GENERALES	
CONCRETO	f _c = 28 Mpa
FALSA ZAPATA	f _c = 10 Mpa + 30% P.G. 6" TAM. MAX.
SOLADO	f _c = 10 Mpa
ACERO DE REFUERZO	f _y = 420 Mpa
SUELO (A VERIFICAR EN OBRA)	RELLENO SEGUN ESTUDIO DE SUELOS
RECUBRIMIENTO DE REFUERZO	5 Cm.

**INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE**

DIRECCIÓN LEGAL: AUTOPISTA PANAMERICANA SUR  
KM.25 #25050 LURIN - LIMA

COORDINADOR: ING. MONTALBETTI N° DE CONTRATO: O/C 007498/10

NOTAS:

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EXPRESADAS EN MILÍMETROS.
- ANTES DE PROCEDER CON EL VACIADO DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO SE DEBEN COLOCAR LOS INSERTOS, ELEMENTOS EMBEBIDOS Y ENTUBADOS, INDICADOS EN PLANOS ELÉCTRICOS, DE INSTRUMENTACIÓN, TUBERÍAS Y CIVILES DEL PROYECTO.

REVISIONES					
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CIP	FECHA	DESCRIPCIÓN
1	F. MARTINEZ	R. TOCAS	78308	21/11/13	AS-BUILT

PLANOS DE REFERENCIA	
CODIGO DE PLANO	DESCRIPCIÓN

DIBUJADO POR: F. MARTINEZ  
DISEÑADO POR: R. TOCAS  
REVISADO POR: J. MEZA  
APROBADO POR: R. TOCAS

INSTALACIÓN:	PERUQUIMICOS S.A.C.		
PROYECTO:	MODIFICACIÓN/AMPLIACIÓN DE PLANTA DE OPDH		
PLANO:	CIMENTACIÓN TANQUES T-302, T-303, T-304, T-308		
ESCALA: INDICADA	COD. PLANO: A2-007498-10-OC-002	Fecha: 21/11/13	REV.: 1