

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UN
TANQUE DE ACIDO SULFURICO DE 10 000
TONELADAS”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

JAVIER ALFREDO PAREDES GARCIA

PROMOCION 1994-II

LIMA-PERU

2006

TABLA DE CONTENIDOS

TITULO: “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE ÁCIDO SULFÚRICO DE 10 000 TONELADAS”

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO 1	
INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Alcances y limitaciones	4
CAPÍTULO 2	
PRINCIPIOS APLICABLES DE LA GERENCIA DE PROYECTOS	
2.1 Generalidades	6
2.2 Procesos de la Gerencia de Proyectos	9
2.3 Áreas del conocimiento de la Gerencia de Proyectos	11
CAPÍTULO 3	
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	
3.1 Descripción	14
3.2 Relación entre involucrados del proyecto	16

CAPÍTULO 4

ALCANCE DE LOS TRABAJOS

4.1 Documento de inicio	18
4.2 Memoria descriptiva	19
4.3 Especificaciones técnicas	21

CAPÍTULO 6

PROCESOS DE PLANIFICACIÓN

5.1 Plan general de obra	27
5.2 Planificación esencial	31
5.2.1 Determinación de las actividades	31
5.2.2 Secuencia y duración de actividades	38
5.2.3 Cronograma	39
5.2.4 Planificación de recursos	43
5.2.5 Estimación de costos	43
5.3 Planes de Facilitación	46
5.3.1 Planificación de la Calidad	46
5.3.2 Plan de Gerencia de Personal	55
5.3.3 Planificación de la Procura	60
5.3.4 Planificación del Riesgo	62

CAPÍTULO 6

PROCESOS DE EJECUCIÓN Y CONTROL

6.1 Procedimientos de Construcción	66
6.1.1 Procedimiento de montaje	66
6.1.2 Procedimiento de arenado y pintado	78

6.1.3 Otros procedimientos	80
6.2 Control	81
6.3 Aseguramiento de la calidad	86
CAPÍTULO 7	
BALANCE DE OBRA	
7.1 Cierre de contrato	100
7.2 Balance económico	101
7.3 Lecciones aprendidas	101
CONCLUSIONES	112
BIBLIOGRAFÍA	114
APÉNDICE	
Apéndice 1. Información técnica sobre aplicación de pintura	116
Apéndice 2. Información técnica sobre soldadura automática en tanques	135
Apéndice 3. Procesos de soldadura y equipos para geomem- branas de HDPE	138
Apéndice 4. Fotos de los trabajos en obra	141

PLANOS

200723-2000-05-19-100 Rev 2	Disposición General y Detalles
200723-2000-05-19-101 Rev 1	Detalles de Conexiones
200723-2000-05-19-102 Rev 2	Plano de Estructuras
200723-2000-05-19-103 Rev 0	Distribución de Planchas
200723-2000-05-142-100 Rev 0	Ampliación de Contenedor Auxiliar
200723-2000-05-142-101 Rev A	Ampliación de Contenedor Auxiliar - Excavación Secciones
200723-2000-05-142-102 Rev B	Tanque de Acero N° 9 – Explanación Planta – Secciones
200723-2000-05-142-103 Rev 0	Cimentación Tanque de Acero N° 9 Encofrado – Armadura
200723-2000-05-142-104 Rev 0	Muro de Contención Perimetral – Tanque de Acero N° 9 Encofrado - Armadura

PRÓLOGO

El presente tema referido a la construcción de un tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico recoge las experiencias obtenidas durante las diversas etapas del proyecto, desde su concepción hasta su culminación. El proyecto se desarrollará usando la metodología propuesta por el PMI (Project Management Institute) que ha recopilado principios y conocimientos de diferentes proyectos y que son aplicables a cualquier proyecto que emprendamos .

En el **capítulo uno** haremos la introducción al tema a desarrollar, tratando sobre los antecedentes, objetivos, alcances y limitaciones del presente informe.

En el **capítulo dos** abarcaremos los principios que son aplicables en un proyecto, en nuestro caso sería la construcción de un tanque para ácido sulfúrico, definiendo la terminología básica y los procesos de un proyecto. También se dará una descripción de lo que son las áreas del conocimiento que sirven de apoyo al desarrollo de los planes y la ejecución y control de los proyectos.

En el **capítulo tres** describiremos todo el entorno del trabajo de la construcción de un tanque de almacenamiento como parte de un proyecto integral, originado por

la necesidad del propietario de mejorar las instalaciones de la planta.

En el **capítulo cuatro** definiremos el alcance de los trabajos de construcción, es decir las actividades que se ejecutarán presentándose además las especificaciones técnicas bajo las cuales se desarrollarán los trabajos.

En el **capítulo cinco** trataremos la planificación del proyecto presentando los planes esenciales y planes de facilitación o complementarios, aplicándolos directamente al tema en particular de la construcción del tanque.

En el **capítulo 6** trataremos los procesos de ejecución y control, desarrollando los temas técnicos y constructivos enfocados bajo la metodología de gestión de proyectos.

Finalmente el **capítulo 7** que se denomina Balance de Obra básicamente veremos el resultado económico del proyecto, pero también se comentarán experiencias que pueden ser aplicadas en proyectos similares.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes.-

Los actuales tiempos de competencia y globalización exigen una concepción de proyectos distinta a la que se tenía años atrás, donde los precios impuestos podían cubrir los costos en la ejecución de los proyectos y muchas veces el manejo de los mismos no era el adecuado o se encomendaba a profesionales con experiencia técnica y de campo, pero con poco conocimiento de herramientas de gestión. Ahora debido a diversos factores como los problemas económicos del país que se siguen arrastrando y la competencia cada vez más dura, han hecho que los precios se ajusten a niveles donde sólo los que demuestren eficiencia podrán seguir operando.

Ante esta situación el profesional en ingeniería debe combinar los conocimientos técnico-científicos con las herramientas de gestión que se traducirán en mejorar las habilidades del profesional de forma práctica. Muchas de estas herramientas se encuentran sistematizadas en la teoría de proyectos que se pone en práctica con la gerencia de proyectos.

En la actualidad se vienen realizando diversos proyectos, que involucran la construcción de tanques de almacenamiento, algunos ya se ha ejecutado y otros están en fase de licitación. Tenemos por ejemplo los tanques ya construidos para la planta de Camisea en Paracas, los tanques a construirse en Pampa Melchorita para el mismo proyecto Camisea, tanques para la ampliación de las diversas plantas de Petro Perú, en la Refinería La Pampilla, etc. El auge del sector minero también requiere de la construcción de tanques de almacenamiento de diversas capacidades y sustancias utilizadas en los procesos de producción.

Empresas importantes establecidas en Perú como Repsol YPF Perú y Cementos Lima se encuentran ejecutando sus proyectos bajo la metodología presentada por el PMI, otras empresas ya están capacitando a su personal como Refinería Cajamarquilla, Telefónica del Perú, Tecnoquímica S.A, Oracle Perú, Banco de Crédito, etc. Los proyectos que se pueden llevar a cabo con la metodología de gestión de proyectos pueden ser de distintas especialidades de ingeniería como la mecánica, eléctrica, electrónica, civil, química, sistemas, industrial, etc.

1.2 Objetivo

El objetivo del presente trabajo es conocer las distintas etapas, procedimientos y herramientas aplicables en la construcción de un tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico. Aplicando las experiencias y conocimientos a exponer podremos tener una visión clara para el manejo otros proyectos y conseguir mejoras en aspectos como son: Mejora de metodologías, procedimientos, costos, calidad, seguridad, protección al medio ambiente, y relación con el entorno social. Esto hará crecer a las empresas de diversos sectores, y empezaremos a despegar en

aspectos que aún dependemos de la ingeniería extranjera, como actualmente ocurre en el campo de la investigación, dirección de megaproyectos y la misma construcción de tanques de gran capacidad como son los tanques criogénicos a construirse en Pampa Melchorita.

1.3 Alcances y limitaciones

El trabajo desarrollará lo concerniente a la construcción de un tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico. Este proyecto de construcción de un tanque forma parte de un proyecto más amplio como es el aumento de la capacidad de una planta. La construcción del tanque sería un sub-proyecto que al asumirlo una empresa contratista lo asume como un proyecto y así debe tratarlo.

Este proyecto comprende varias actividades de diversas especialidades como las especialidades de ingeniería civil, ingeniería mecánica, e inclusive ingeniería química. A manera a de ejemplo podemos mencionar:

- Construcción de anillo de concreto: especialidad de ingeniería civil.
- Construcción de tanque: Especialidad de ingeniería mecánica.
- Aplicación de pintura: ingeniería química (al analizar las propiedades de la pintura).
- Instalación de geomembrana de HDPE. Tema que abarca varias especialidades.

Todos estos trabajos son muy diversos y no se pretende entrar al detalle de cada especialidad, sino como enfrentarlos siguiendo la metodología de proyectos.

CAPITULO 2

PRINCIPIOS APLICABLES DE LA GERENCIA DE PROYECTOS

2.1 Generalidades

Lo que origina un proyecto es una necesidad. En el caso analizado, el propietario tiene la necesidad de aumentar su capacidad de despacho de ácido para satisfacer la demanda de sus clientes, ahí tiene nacimiento el proyecto. Un contratista tiene la necesidad de obtener utilidades a partir de los trabajos que desarrolle, por lo que también sus trabajos parten de una necesidad.

Para proseguir con el tema debemos tener claro algunos términos como son:

- **Proyecto**

Los proyectos se han venido realizando hace muchos años sin embargo las definiciones han ido variando así como lo que realmente implican. En la actualidad como definición podemos decir que: Es la combinación de los recursos necesarios reunidos en una organización temporal para transformar una idea en realidad.

De esta definición podemos observar que un proyecto debe definir un propósito (qué idea llevará a cabo, el alcance, qué se obtendrá) un costo (los recursos) y el plazo o tiempo que tomará llevarlo a cabo (organización temporal).

- **Gerencia de proyectos**

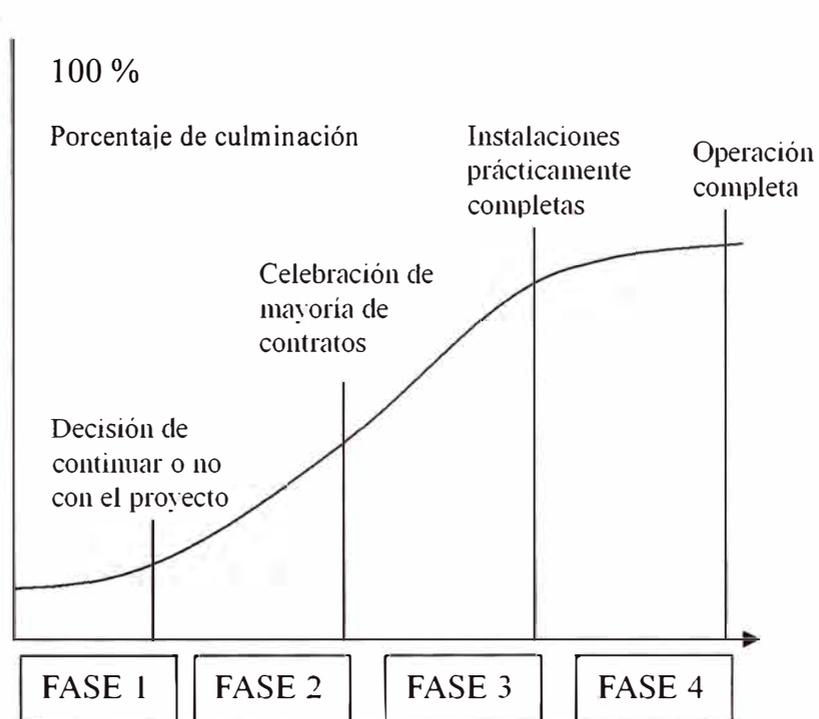
De acuerdo a la definición de PMBOK (Project Management Body of Knowledge) tenemos: “Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para atender los requerimientos del proyecto”.

Debemos tener presente que no sólo bastan los conocimientos adquiridos de diversas formas (instrucción formal, experiencia, imitación) sino es tan o más importante la manera como los pongamos en práctica considerando que trabajamos con un recurso muy complejo, como viene a ser el recurso humano. Para lograr los objetivos debemos motivar a las personas involucradas en el proyecto para que la conjunción de esfuerzos y conocimientos permitan conseguir los objetivos.

- **Fases y ciclo de vida del proyecto**

Existen diversos tipos de proyectos, cada cual con su particularidad. En nuestro caso el tipo de proyecto analizado es un proyecto industrial.

El proyecto industrial tiene un ciclo de vida típico que se puede representar como se observa en la figura 1:



- Fase 1 : Factibilidad
- Fase 2 : Planeación y diseño
- Fase 3: Construcción
- Fase 4: Entrega y puesta en marcha

Figura 1. Ciclo de vida de un proyecto

En un proyecto industrial se aprecian todas estas fases; en nuestro caso particular de la construcción de un tanque éste se encontraría enmarcado principalmente en las fases de planeación y construcción.

Los trabajos que ejecutará el Contratista tienen inicio luego de un concurso que convoca el propietario para evaluar la capacidad, la experiencia en trabajos similares, los precios y los plazos de entrega a los que se compromete. Una vez conocidos los resultados la empresa contratista asume el trabajo a ejecutar como un proyecto.

2.2 Procesos de la Gerencia de Proyectos

Un proceso es una serie de acciones que provocan un resultado. De acuerdo a lo que se ha venido estudiando en los casos reales el PMI ha recopilado 39 procesos (ver figura 3).

Estos procesos de la gerencia de proyectos se pueden organizar en grupos de procesos, compuestos ya sea de uno o más procesos. Estos grupos de procesos que se indican a continuación nos permitirán hacer un seguimiento lógico del desarrollo del proyecto.

- **Procesos de inicio.**- Autoriza el proyecto, en este caso se considera la firma del contrato.
- **Procesos de planificación.**- Define y refina los objetivos y selecciona las mejores alternativas de acción para lograr los objetivos del proyecto.
- **Procesos de ejecución.**- Coordina los recursos para ejecutar el plan.
- **Procesos de control.**- Asegura que los objetivos se cumplan mediante el monitoreo, la medición progresiva y regular.
- **Procesos de cierre.**- Formaliza la aceptación del proyecto o fase

La relación que debemos tener presente entre estos procesos se indica en la figura 2 :

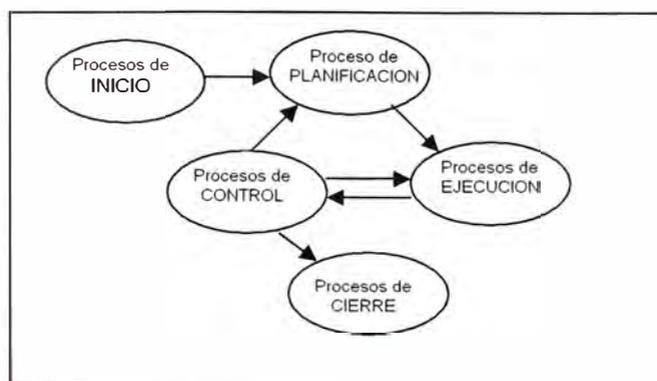


Figura 2. Relación entre procesos de la Gerencia de Proyectos

Grupos de Proceso Área de Conocimiento	Iniciación	Planificación	Ejecución	Control	Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto		4.1 Desarrollo del Plan del Proyecto	4.2 Ejecución del Plan del Proyecto	4.3 Control de Cambios Integrado	
5. Gestión del Alcance del Proyecto	5.1 Iniciación	5.2 Planificación del Alcance 5.3 Definición del Alcance		5.4 Verificación del Alcance 5.5 Control de Cambios del Alcance	
6. Gestión de Tiempos del Proyecto		6.1 Definición de Actividades 6.2 Secuenciamiento de las Actividades 6.3 Estimación de la Duración de las Actividades 6.4 Desarrollo del Cronograma		6.5 Control del Cronograma	
7. Gestión de Costos del Proyecto		7.1 Planificación de los Recursos 7.2 Estimación de Costos 7.3 Asignación del Presupuesto de Costos		7.4 Control de Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificación de la Calidad	8.2 Aseguramiento de la Calidad	8.3 Control de Calidad	
9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		9.1 Planificación de la Organización 9.2 Asignación de Personal	9.3 Desarrollo del Equipo		
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificación de las Comunicaciones	10.2 Distribución de la Información	10.3 Informe de Rendimiento	10.4 Cierre Administrativo
11. Gestión de Riesgos del Proyecto		11.1 Planificación de la Gestión de Riesgos 11.2 Identificación de Riesgos 11.3 Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificación de la Respuesta a Riesgos		11.6 Supervisión y Control de Riesgos Cierre	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificación de las Adquisiciones 12.2 Planificación de la Búsqueda de Proveedores	12.3 Búsqueda de Proveedores 12.4 Selección de Proveedores 12.5 Administración del Contrato		12.6 Cierre del Contrato

Figura 3-9. Clasificación de los Procesos de Dirección de Proyectos según los Grupos de Procesos y las Áreas de Conocimiento

3.5 ORGANIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE DIRECCIÓN DEL PROYECTO

La **figura 3-9** muestra la organización de los treinta y nueve procesos de gestión del proyecto, dentro de los cinco grupos de procesos de dirección del proyecto: iniciación, planificación, ejecución, control y cierre y a las nueve áreas de conocimiento en los capítulos 4 a 12.

Este diagrama no pretende ser exclusivo pero sí indicar, de modo general, dónde se ubican los procesos de dirección del proyecto, tanto en los grupos de procesos de gestión del proyecto como en las áreas de conocimiento de la dirección del proyecto.

Figura 3. Clasificación de los procesos de dirección de proyectos (Tomado del PMBOK)

En los procesos de planificación existen procesos esenciales y procesos de facilitación, lo que nos llevará elaborar también planes esenciales y planes de facilitación o complementarios, tiene esta calificación debido a su incidencia en la consecución de los objetivos del proyecto.

Un aspecto a tener en cuenta es la triple restricción costo, plazo, calidad; para lograr un equilibrio de estos tres aspectos debemos tener presente las áreas del conocimiento y como se van aplicando en cada uno de los procesos.

2.3 Áreas del conocimiento

Cuando hablamos de proyecto debemos tener clara la diferencia entre gerenciar un proyecto y gerenciar procesos de producción, ya que los procesos se vuelven repetitivos y con herramientas de gerencia muy bien desarrolladas por las diversas teorías administrativas, en cambio los proyectos son únicos.

Para los proyectos, los conocimientos y prácticas de la gerencia de proyectos han sido organizados en nueve áreas del conocimiento. Es en estas áreas del conocimiento donde se agrupan todos los 39 procesos identificados:

1. Gerencia de Integración del Proyecto
2. Gerencia del Alcance del Proyecto
3. Gerencia de Tiempos del Proyecto
4. Gerencia del Costo del Proyecto
5. Gerencia de Calidad del Proyecto
6. Gerencia de los Recursos Humanos del Proyecto

7. Gerencia de la Comunicaciones del Proyecto

8. Gerencia de los Riesgos del Proyecto

9. Gerencia de la Procura del Proyecto

Del PMBOK tenemos las siguientes definiciones:

1. Gerencia de Integración.- Incluye todo el proceso requeridos para asegurar que los diversos elementos del proyecto sean apropiadamente coordinados; esto básicamente se refleja en el plan de proyecto y la forma en que se llevará acabo la ejecución y control del mismo

2. Gerencia del Alcance.- Incluye los procesos requeridos para asegurar que solamente el trabajo requerido sea el que se realice.

3. Gerencia de los tiempos.- incluye los procesos requeridos para culminar el proyecto a tiempo.

4. Gerencia del costo.- incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto sea completado dentro del presupuesto aprobado

5. Gerencia de calidad.- incluye los procesos requeridos para asegurar que el proyecto pueda satisfacer las necesidades para las cuales fue emprendido.

6. Gerencia de recursos humanos.- incluye los procesos requeridos para hacer más efectivo el uso de las personas involucradas con el proyecto.

7. Gerencia de las comunicaciones.- incluye los procesos requeridos para garantizar la generación, recolección, distribución, almacenamiento y disposición final de la información del proyecto en forma apropiada y oportuna.

8. Gerencia de los riesgos.- Es el proceso sistemático para identificar, analizar, y responder al riesgo del proyecto.

9. Gerencia de la procura.- incluye el proceso requeridos para adquirir bienes y servicios externos a la organización ejecutora, para lograr el alcance del proyecto.

CAPITULO 3

DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

3.1 Descripción

El desarrollo de las actividades de ejecución del proyecto será en el Terminal de Almacenamiento y Despacho de Ácido Sulfúrico de la Sociedad Minera Cerro Verde situado en la ciudad de Matarani ubicada en la costa del departamento de Arequipa. La planta de ácido es abastecida por buques y llegan al tanque de almacenamiento por medio de tuberías de acero al carbono. Este ácido es utilizado en las operaciones de la mina ubicada en la ciudad de Arequipa, y también para venta a otras compañías mineras. El transporte se realiza en camiones cisterna que son abastecidos en “islas de despacho”.

La planta venía operando desde cerca de 30 años, tiempo en que la inversión realizada y los trabajos de mantenimiento no fueron llevados de la mejor manera, y esto se observaba desde que se llegaba a la planta y se veían los tanques con la pintura en mal estado, elementos de medición antiguos (reglas de nivel de madera), capacidad de despacho limitada (2 islas de despacho antiguas).falta de vías de circulación (únicamente tierra afirmada), etc.

Debido a las necesidades de los clientes (tanto internos como externos) y a las necesidades de mejora de infraestructura se decide hacer trabajos conducentes a mejorar las instalaciones de la planta, tanto en capacidad como en calidad.

El proyecto total consiste de varios trabajos que son: Ampliación de Capacidad de Almacenamiento (nuevo tanque), tuberías de recepción y despacho del tanque nuevo, construcción de islas de despacho, automatización de las operaciones, ampliación de contenedor auxiliar(para derrames), Mejoramiento y ampliación de pistas interiores, mejoramiento de iluminación de la planta, construcción de nueva sub estación, instrumentación, y trabajos menores (mejoramiento de puerta de ingreso, caseta de vigilancia, plataforma de pesaje).

Para llevar a cabo este proyecto el propietario contrata a una empresa proyectista que en este caso sólo elaborará los documentos del proyecto (bases del concurso, desarrollo de ingeniería y planos), debido a que el propietario cuenta con un departamento de proyectos que considera está en la capacidad material y técnica de controlar la ejecución del proyecto.

Los trabajos a ejecutar son agrupados de manera que sea factible llevarlos a un concurso, esta división depende principalmente del tipo de trabajo predominante o la especialización que el trabajo requiera. Así podemos elaborar el siguiente cuadro 1:

CONTRATO	DESCRIPCION
Contrato N° 1	Construcción de tanque y poza de

	contención
Contrato N° 2	Contenedor auxiliar
Contrato N° 3	Construcción de islas de despacho y Montaje de tuberías de recepción y despacho
Contrato N° 4	Automatización de operaciones
Contrato N° 5	Construcción de pistas
Contrato N° 6	Construcción de nueva sub estación e iluminación de instalaciones

Cuadro 1 . Relación de Contratos del Proyecto Integral

Los trabajos menores que se han mencionado se van ejecutando a manera de órdenes de servicio que no tienen que seguir todos los procedimientos administrativos de trabajos mayores.

3.2 Relación entre involucrados del Proyecto

Primeramente enmarcamos donde se encuentra el proyecto de construcción del tanque, En el cuadro adjunto apreciamos las interrelaciones a tener en cuenta entre los principales involucrados (propietario, proyectistas y contratistas) ya que en la ejecución del trabajo se debe tener claro con quién y cuándo poder hacer las coordinaciones necesarias. Toda esta situación la podemos visualizar en el esquema de la figura 4.

En esta figura vemos que no existe relación directa entre la empresa proyectista y los contratistas, en otro tipo de proyectos de mayor envergadura o que involucran tecnología nueva la empresa proyectista es contratada por el propietario y asume también funciones de supervisión.

RELACIONES DE EMPRESAS CONTRATISTAS CON PROPIETARIO

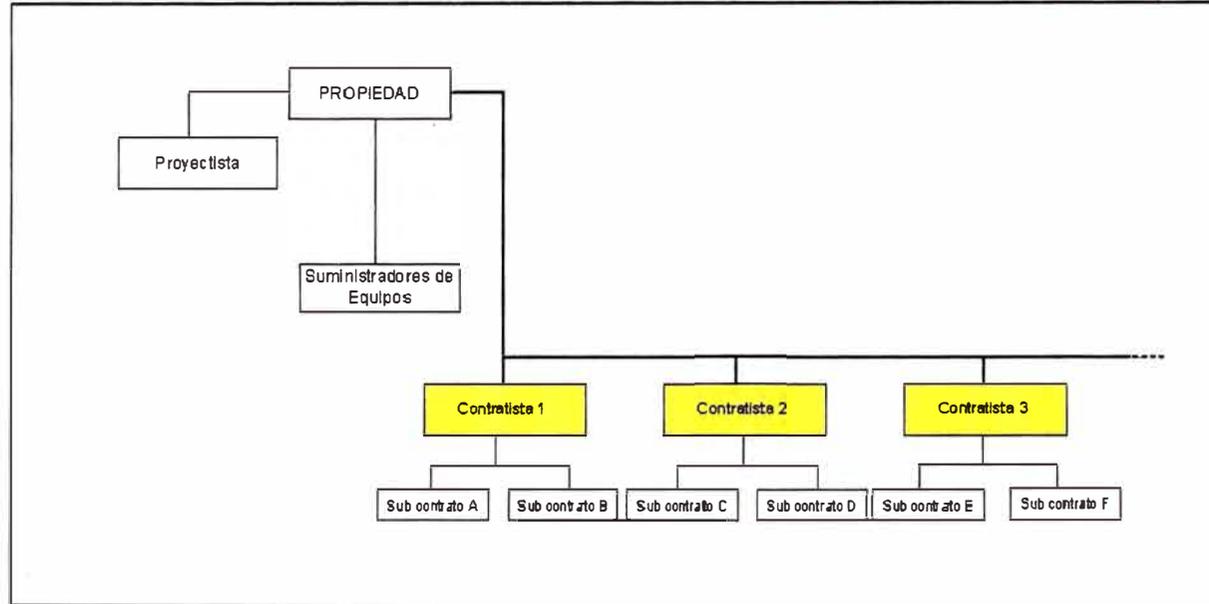


Figura 4

CAPITULO 4

ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Hemos visto el ámbito total del proyecto ahora tal como vimos en el alcance de este informe analizaremos la construcción del tanque de ácido sulfúrico de 10,000 TM y las obras asociadas a este trabajo.

4.1 Documento de inicio

El documento de inicio viene a ser el contrato firmado, en este contrato se incluyen diversos anexos que vienen a formar parte del documento oficial de inicio. Forman parte de este documento la propuesta técnica y económica del contratista, las especificaciones técnicas y anexos que dan pautas respecto a la seguridad del personal, de las instalaciones y de protección al medio ambiente. En este documento de inicio tenemos puntos importantes a considerar para proceder luego con el proceso de planificación, tenemos entonces que:

- Define el tipo de contrato, esto realmente debe estar definido desde la propuesta, sin embargo el contrato lo formaliza. En este caso fue un contrato a suma alzada o denominado también a precio fijo cerrado.

- Define los **objetivos** a obtener, como son la construcción del tanque y contenedor circundante.
- Se define el **plazo** de ejecución que será de 112 días calendario.
- Se define el **precio pactado** y las condiciones para la aprobación de trabajos adicionales.
- El contratista realizará las obras de acuerdo a las especificaciones técnicas.
- Se define la forma de pago y la forma de entrega de la obra. No se dará adelanto y los pagos se efectuarán según valorizaciones quincenales. Esto es importante para estimar un flujo de caja y prever el financiamiento de la obra durante su desarrollo.
- Se deben cumplir con la documentación pertinente como son inscripción en ESSALUD de todo el personal, el seguro complementario por trabajo de riesgo, cartas fianzas, etc.

4.2 Memoria descriptiva

Antes de la ejecución de los proyectos, el Terminal de almacenamiento contaba con ocho tanques de 2,500 Ton. de Capacidad. El nuevo tanque tendrá una capacidad de 10,000 Ton. con un diámetro de 23 m y una altura de 13.5 m. Con lo que se lograría una capacidad de despacho 230 Ton/día. Al construirse el nuevo tanque debe ser rodeado de una poza de contención contra derrames que será forrada con una membrana de HDPE, empalmándose ésta con la ya existente de los otros tanques.

Las condiciones de terreno para el trabajo son muy especiales dada la dificultad de acceso a todo alrededor del tanque a construir y al terreno de tipo rocoso tal como indica al estudio de suelos entregado.

Los trabajos que se ejecutarán son:

4.2.1 Obra civiles para construcción de tanque

- Corte de terreno.
- Relleno y nivelación.
- Construcción de anillo de concreto.
- Construcción de columnetas.
- Construcción de muro perimetral (para derrames).

4.2.2 Obras metal mecánicas

- Construcción de tanque
- Fondo, cilindro, techo, estructura de soporte de techo, columnas.
- Fabricación de escaleras y barandas.
- Boquillas del tanque: Manhole, boquillas para recepción y despacho.

4.2.3 Otras

- Arenado y pintado exterior del tanque.
- Instalación de Geomembrana de HDPE bajo el tanque y en todo el contenedor de derrame alrededor del tanque.

Los trabajos del proyecto a desarrollar están indicados en forma general en el contrato y se detallan en el expediente técnico correspondiente.

4.3 Especificaciones técnicas.-

4.3.1 Obra civil

a. Movimiento de tierras

Corte de Terreno.- será realizado con máquina cargador frontal o a mano. De acuerdo al estudio de suelos se ha estimado la composición del terreno. En el presupuesto base se indican las cantidades de terreno a cortar. Deberá tenerse cuidado en anotarse las cantidades retiradas, de ser mayores al presupuesto base el metrado favorecerá al contratista.

Relleno.- El relleno será realizado con material afirmado que cumplirá con la prueba del próctor modificado al 95 %

Excavaciones.- podrán realizarse en forma manual o con martillos neumáticos. Dada la proximidad de estructuras cercanas no se podrá utilizar explosivos.

b. Trabajos de concreto (Anillo de concreto y muro de contención)

Encofrado.- se efectuará un encofrado caravista con madera triplay de $\frac{3}{4}$ " de espesor y con los "amarres" que soporten la carga del vaciado de concreto. De acuerdo a las especificaciones iniciales el vaciado sería en seis partes.

Fierro.- el fierro utilizado en la armadura será de las dimensiones indicadas en los planos.

Concreto El concreto será 210 Kg/cm², se utilizará cemento portland tipo V de marca YURA, las piedras serán de hasta 3/4", los agregados finos y gruesos estarán en conformidad con la norma ASTM C33.

El vaciado podrá ser realizado con mezcladora y bomba o en forma manual, en ningún caso la caída del concreto debe superar una altura de caída libre de 6m. deberá utilizarse vibrador para obtener una mezcla homogénea.

Columnetas.- Se harán de acuerdo a los planos con los procedimientos indicados para el caso anterior. En las especificaciones iniciales indicaba el uso de tecnopor entre el encofrado y la roca en la parte de la zapata de la columna.

El interior del anillo de concreto será rellenado en sucesivas capas de afirmado, cada capa tendrá un espesor máximo de 20 cm. dando la pendiente adecuada. Se realizarán las pruebas del próctor cada dos capas.

4.3.2 Obra Metal mecánica

4.3.2.1 Tanque

Para la construcción del tanque se considera como norma fundamental la norma API-650.

a.- Materiales.- El material a utilizarse en el fondo, casco, techos serán planchas de acero ASTM A-285 Gr C. Los accesorios del tanque que estén en contacto con el producto (Ácido sulfúrico) serán también de esa calidad, los que no estén en contacto con el producto como los refuerzos de las aberturas en el casco serán de planchas ASTM A-36.

El material de estructuras de soporte del techo serán perfiles A-36.

Todo el material A-285 Gr C será proporcionado por el propietario el resto de material será proporcionado por el constructor

Para las planchas A-285 Gr C se utilizarán electrodos de soldadura E- 7018, para los de calidad A-36 podrán utilizar electrodos E-6011 y/o E-7018.

Inicialmente se consideró en el diseño que las tuberías de inmersión serían de acero inoxidable A-316 sin costura, debido a la imposibilidad de conseguir este material en el mercado, las tuberías serán de calidad ASTM-53 SCH 80.

b.- Procedimientos de soldadura.- antes de iniciar los trabajos de soldadura deben presentarse los procedimientos de soldadura definitivos a utilizarse; de acuerdo a lo indicado en el código ASME Sección IX.

Se indicarán los procedimientos para:

- Soldadura de fondo
- Soldadura de techo

- Soldadura de casco
- Soldadura de filete
- Soldadura de tuberías

c.- Pruebas a realizarse.- Las pruebas a realizarse y garantizarán la calidad de los trabajos son:

Prueba en el fondo y techo. Se realizará la prueba de vacío en el 100% de las costuras.

Prueba de casco.- Se realizaran pruebas radiográficas. La ubicación de los puntos a ser radiografiados será de acuerdo a la norma API 650 y la interpretación de los resultados será de acuerdo al código ASME sección VIII. El 100% de las costuras verticales del primer anillo serán radiografiadas. La empresa deberá tener la autorización correspondiente de operación como tal y de sus operadores así como el certificado de calidad de sus equipos que eviten cualquier riesgo personal.

Prueba casco -fondo Se realizará la prueba de aceite caliente en el primer pase interior y al final de toda la soldadura.

Prueba de refuerzos.- se inyectará aire comprimido por el agujero en el refuerzo y se revisará las costuras con una solución jabonosa

Prueba hidrostática.- Debido a la imposibilidad de conseguir agua para prueba hidrostática está no se realizará.

Personal que ejecute los trabajos.- será personal calificado y con amplia experiencia en estos trabajos, para el caso de los soldadores tendrán que presentar sus certificados de homologación para las posiciones de soldadura a utilizar.

4.3.3 Arenado y pintado del tanque

- Arenado. El arenado se realizará de acuerdo a la norma SSPC-5 (Arenado al metal blanco) con arena de río con bajo contenido de sales que debe ser aprobado por la supervisión. Debe garantizarse la rugosidad de la superficie en un valor de 2 mils en promedio.
- Pintado.- El sistema a utilizarse será el sistema epoxi-poliuretano especial para ambientes severos:

Base ZUMAZINC (zinc inorgánico)	Espesor 3 mils
Esmalte SHERTILE	Espesor 5 mils
Poliuretano Sumatane	Espesor 2 mils

La aplicación será con equipo airless de acuerdo a las recomendaciones del proveedor de pintura.

El tanque será de color blanco con una franja color lila (código RAL 4005) con un ancho de 3.6 m que abarca el cuarto y quinto anillo.

Deberá garantizarse el espesor de película seca de cada capa, la adherencia y la continuidad (no pinholes). El interior del tanque no se pintará.

4.3.4 Instalación de geomembrana de HDPE

Como medida de precaución se deberá colocar una geomembrana bajo el tanque y alrededor de toda la poza de contención contra derrames.

En la poza de contención contra derrames se colocarán dos tuberías de HDPE dispuestas para funcionar como rebose que conecta este contenedor a una poza auxiliar contra derrames.

CAPITULO 5

PROCESO DE PLANIFICACION

5.1 Planificación general de obra.-

Hasta el momento hemos descrito restricciones y precisiones del contrato aspectos técnicos que se consideran, pero para la ejecución de un proyecto se deben hacer un plan de proyecto con los planes esenciales y subsidiarios o complementarios que correspondan con el debido detalle de acuerdo a la complejidad o magnitud del proyecto. Toda planificación tiene que cumplir con tres aspectos como son: Plazo, costo y calidad. Se debe tener presente que el proceso de planificación es el principal proceso de un proyecto, sin pretender afirmar que lo es todo.

De acuerdo a los principios de la gerencia de proyectos para afrontar un proyecto distribuiremos el trabajo en los grupos de procesos; de planificación, ejecución, control y cierre. Para el presente trabajo visto de una manera retrospectiva se pueden presentar los planes que tienen que realizarse para una ejecución eficiente aplicando a cada etapa el área del conocimiento de la gerencia de proyectos que le corresponde.

Para ubicarnos en el tiempo mencionaremos las fechas reales de ejecución; el tiempo disponible para la obra es reducido siendo el inicio el día 1ro de diciembre del 2001 y el termino contractual el 22 de marzo 2002, esto implica tener en cuenta días feriados por Navidad y año a nuevo así como coordinar viajes del personal administrativo por descanso a Lima.

Debemos identificar las actividades principales y las actividades secundarias:

Primeramente a grandes rasgos (figura 5) para luego llegar al detalle necesario.

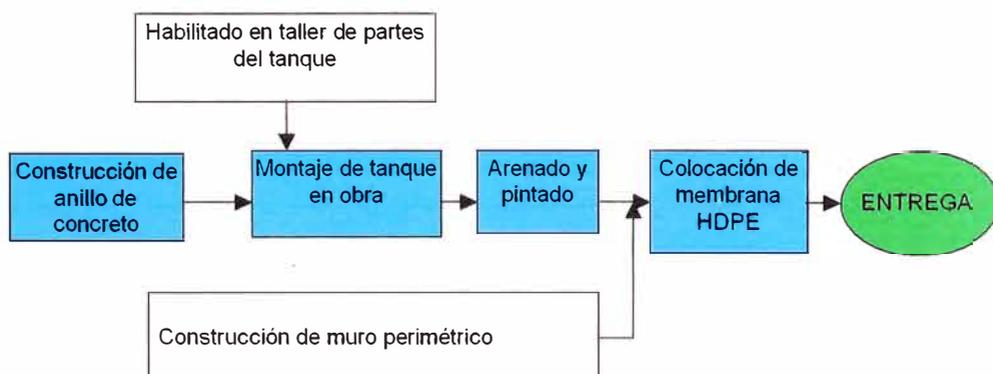


Figura 5. Esquema general de ejecución de obra

El tiempo que se tiene contractualmente para terminar la obra es de 112 días y debemos ajustarlas actividades a este tiempo, de acuerdo a la experiencia y a parámetros de rendimiento. Debemos determinar el número de días que se requerían para cada actividad y luego verificar la manera de cumplir esos tiempos, por ejemplo debe decidirse trabajar ya sea un turno, dos turnos, horarios extendidos o lo que corresponda. Como punto de partida están los cálculos y estimaciones hechas en el presupuesto base, pero tiene que verificarse nuevamente al inicio del proyecto, esto debido a que el personal que hace el

presupuesto no es el mismo que se encarga del proyecto, además que no se profundiza por razones inherentes a un departamento de presupuestos.

Luego de primeras estimaciones se decide trabajar doce horas diarias incluido los sábados y domingos, esto principalmente para los trabajos de construcción del tanque. Este mismo régimen de trabajo se considera para las demás actividades siempre controlando en que momento se puede flexibilizar este horario, ya sea para hacer descansar al personal y evitar sobre costos por pago de horas extras, esto último si es que el rendimiento real supera al rendimiento estimado. En primera instancia los días que se no se trabajarán será el 25 de diciembre y el 1ro de Enero.

Hitos

Los hitos son eventos significativos que suceden en el transcurso del proyecto o lo acompañan. Estos serán:

- 1.- Entrega de terreno.- 1 de diciembre.
- 2.- Entrega de planchas por parte del propietario.- Día 7 de enero en taller de Lima.
- 3.- Entrega del base de concreto del tanque (incluido afirmado) 13 de enero
Inicio del montaje del tanque.- 15 de enero.
- 4.- Culminación del montaje del tanque (incluido pruebas) 28 de febrero.
- 5.- Inicio de arenado.- 1ro de marzo
- 6.- Culminación de arenado. 10 de marzo
- 7.- Inicio de pintado 11 de marzo

- 8.- Culminación de pintado 15 de marzo
- 9.- Entrega de muro perimétrico.- 1ro de marzo
- 10.- Inicio de colocación de membrana HDPE .- 15 de marzo
- 11.-Término de colocación de membrana HDPE.- 20 de marzo
- 12.- Entrega de obra.- 22 de marzo

Para los trabajos de concreto del anillo de cimentación, y las columnetas se tiene un mes de plazo, para luego empezar con el relleno de afirmado en el interior del anillo. Debido a la modalidad del trabajo las excavaciones y trabajos continuos y/o especializados (ferrería, encofrados) se realiza con personal estable en planilla, pero para los vaciados grandes se contratará a personal por un sólo día con autorización del propietario y cumpliendo las normas de seguridad. La alternativa de hacer vaciados grandes con bomba fue descartada debido a que a la imposibilidad de conseguir estos equipos en la zona.

El trabajo de construcción de los muros de concreto presenta la dificultad de que ciertos sectores interferirían con el trabajo de montaje del tanque, ya que se podría obstruir el paso del camión grúa con las planchas alrededor del tanque. Para evitar esto se debe programar los trabajos en los muros que interfieren hasta cuando se monten las planchas del primer anillo, para que de esta manera el fin de de la construcción de muros de concreto termine conjuntamente con la construcción del tanque

Para lo trabajos construcción del tanque no interfieran con los de la construcción de muros, se colocara alrededor de todo el anillo de concreto una plataforma de

tablones fijada al tanque con perfiles estructurales, de acuerdo a lo que se observa en la figura 13 . Esto evita el uso de andamios que obstruiría la circulación de los obreros de construcción civil.

Para el que proyecto sea un éxito la gerencia de procura o sea el suministro de materiales no puede tener ningún retraso, por lo que se debe revisar el plan de gerencia de procura.

Debemos disponer de todos los recursos para cumplir las fechas establecidas, si es posible días antes para poder evitar cualquier imprevisto.

5.2 Planificación esencial

5.2.1 Determinación de actividades

Todo lo que pasamos a describir es indispensable para una ejecución eficiente de todas las actividades que llevarán a un feliz término del proyecto.

Precisamente debemos determinar todas las actividades a realizar ya que el presupuesto sólo nos da una referencia, en este caso el cliente sólo proporcionó partidas para la obra civil, para las obras de construcción del tanque dejó libertad para establecer las partidas que el contratista creyera conveniente.

Para determinar las actividades hay que ir sub dividiendo las actividades de mayor envergadura a menor para lo cual podemos guiarnos de un diagrama que se complementa al diagrama de ruta crítica presentado en líneas precedentes, podemos partir del WBS que se indica en la figura 6.

- A partir del WBS se hace más fácil la definición de actividades y nos permite también definir los recursos necesarios y el tiempo que tomará la obra. Definiremos ahora las actividades con el mayor detalle posible (y necesario):

Detalle de actividades

Actividades de taller.

- Recepción de materiales
- Cuadrado de planchas.- ya que las planchas de fábrica no vienen con medidas exactas.
- Biselado de planchas.- Se debe seguir lo indicado en los planos de fabricación.
- Prefabricados. Definir que accesorios se pueden prefabricar y hasta que nivel Así tenemos:
 - ◆ Manholes de techo y pared : prefabricados cuello con brida (soldados), planchas de refuerzo cortadas a la medida y roladas
 - ◆ Conexiones: Generalmente va soldado el cuello con la brida, la plancha de refuerzo de haberla va aparte para unir todo el paquete en posición.
 - ◆ Escalera y barandas. Los pasos de las escaleras van cortados a la medida con el dobléz de acuerdo a lo indicado en los planos.

WBS (WORK BEAKDOWN STRUCTURE)

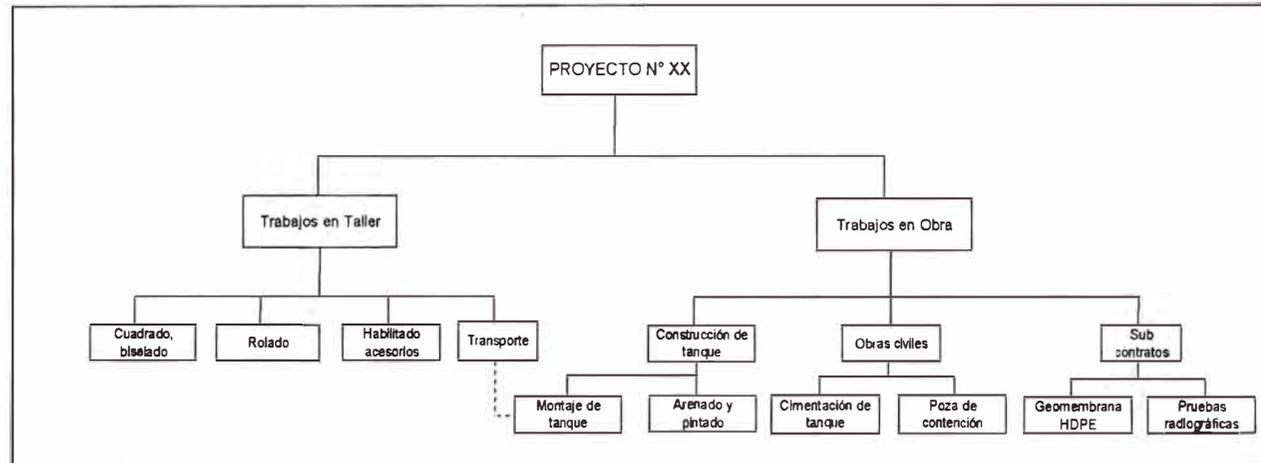


Figura 6.

- ◆ Las barandas del techo van roladas en sectores de 6 metros cada uno (longitud de los tubos), las barandas de la escalera también van roladas pero los tubos van separados, esto debido a que la forma helicoidal se debe ajustar en el terreno.

El programa de envío de materiales debe buscar abastecer a la obra en el momento oportuno y enviando siempre el máximo peso por viaje para minimizar los costos de transporte.

Actividades en obra

Actividades preliminares

Levantamiento de instalaciones provisionales: almacén, comedor de personal.

Obras civiles

Movimiento de tierras a realizarse con cargador frontal hasta llegar a las cotas establecidas.

Anillo de concreto

- Excavación de zanja para anillo de concreto en material rocoso, debe utilizarse martillos neumáticos. Notamos que al definir las

actividades vamos encontrando también los recursos, como serán los martillos neumáticos lo cual también nos permitirá definir los costos. Estos dos puntos se irán detallando en los siguientes apartados.

- Vaciado de solado: realizado con mezcladoras de concreto.
- Habilitación del fierro de la armadura del anillo.
- Encofrado del anillo primera etapa.
- Vaciado de anillo de concreto primera etapa.
- Encofrado de anillo segunda etapa.
- Vaciado de anillo de concreto segunda etapa.
- Desencofrado.

Columnetas

- Excavación .
- Vaciado de solado .
- Habilitación del fierro de la armadura .
- Encofrado.
- Vaciado .

Muro de Contención

- Excavación de zanjas
- Vaciado de zapatas
- Habilitación del fierro de la armadura
- Encofrado
- Vaciado

- Relleno con afirmado compactado del piso de la poza
- Instalación de tuberías HDPE de rebose

En el caso del muro de contención se vuelve crítico determinar la secuencia y duración de actividades para evitar interferencias con otras actividades

Obras metal mecánicas

- Habilitar platinas de respaldo apuntalándolas a las planchas de fondo.
- Habilitar soportes plataforma a instalarse en todo el borde del anillo de concreto
- Montaje de planchas del fondo
- Soldadura de planchas de fondo
- Montaje de elementos de izaje (columnas y soportes)
- Montaje y soldadura de anillos del cilindro(ocho anillos)
- Montaje de estructura de soporte de techo (columnas, vigas, viguetas).
- Montaje y soldadura de planchas de techo
- Montaje y soldadura de escalera del tanque
- Montaje y soldadura de baranda del techo
- Montaje y soldadura de accesorios en cilindro y techo (manholes, boquillas)
- Pruebas radiográficas
- Prueba de soldaduras del fondo y unión fondo-cilindro.
- Prueba de soldaduras de techo
- Prueba de soldaduras de refuerzos

Arenado y pintado de base

- Arenado y aplicación de pintura base en:
- Cilindro y escalera
- Techo y baranda

Aplicación pintura de segunda capa

- Cilindro
- Techo
- Escalera
- Baranda

Aplicación pintura de tercera capa

- Pintado de franja de color lila
- Pintado de cilindro color blanco
- Pintado de barandas y escaleras

Otras actividades

Instalación de geomembrana de HDPE en el contenedor

Debemos tener en cuenta que hay actividades fuera del lugar de la obra sumamente importantes que si se realizan de manera correcta no se notan pero si fallan producen efectos muy graves; estas actividades son

- Compra de materiales.
- Envío de materiales y equipos.

- Transporte de material habilitado .
- Envío de recursos en el momento solicitado (recursos materiales o humanos).

5.2.2 Secuencia y duración de actividades

Definidas las actividades debemos determinar cómo se ejecutarán en el tiempo, se traslaparán o serán consecutivas. Parte de la respuesta está explicado en plan general de obra pero ahora debemos buscar los métodos de determinar los tiempos.

La estimación de la duración de las actividades se hace principalmente en base a datos históricos y a duraciones basadas cuantitativamente en ratios de producción como Kg/h-h, m³/día, m³/h-h. También interviene el juicio experto. Sin embargo la estimación de estas actividades siempre implica un riesgo tanto más novedosa sea la actividad. Las fechas de inicio y fin de actividades, duraciones y dependencias se apreciarán en el cronograma.

Para el caso de la obra civil los rendimientos están más definidos debido a que las actividades son típicas (excavaciones, encofrado, vaciados) y en base a estos debemos restringir nuestros tiempos a las fechas claves o hitos indicados, con esta información definiremos el personal requerido.

Para la actividad de construcción del tanque debemos considerar:

Dependencias obligatorias: por ejemplo el montaje de las planchas del techo tiene que hacerse después de montar la estructura de soporte.

Dependencias discrecionales: estas dependencias surgen básicamente de la experiencia y el conocimiento de las mejores prácticas y/o de algún aspecto inusual del proyecto. En nuestro caso por ejemplo El montaje de las columnas de soporte del techo deberían montarse cuando van colocados dos anillos del cilindro, sin embargo esto no es restrictivo ya que puede montarse mucho después, pero con un costo mayor.

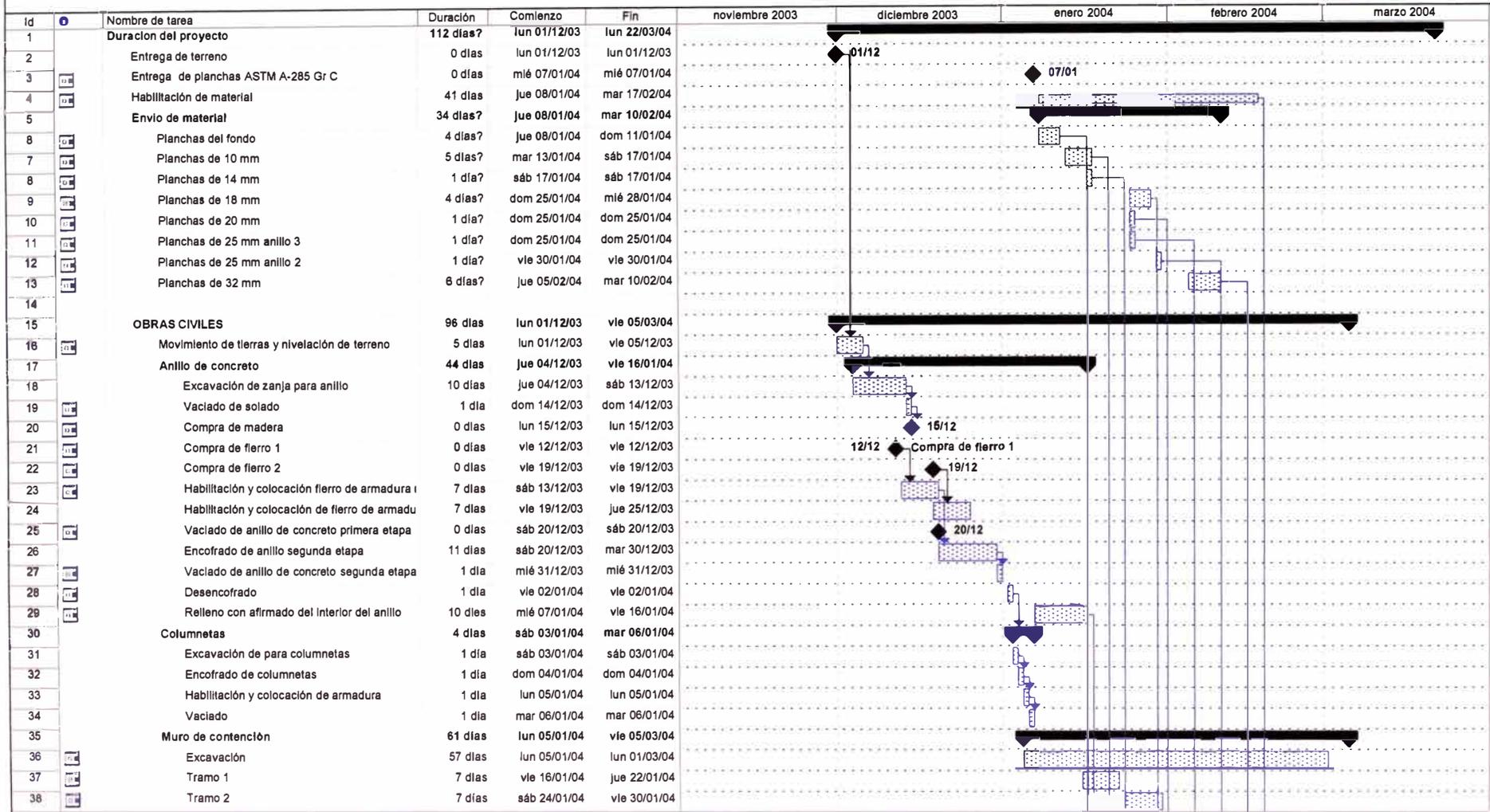
Dependencias externas: no están bajo el control de la empresa ejecutora. En nuestro caso la entrega de planchas de calidad ASTM A-285 Gr C.

Toda esta secuencia se puede plasmar en un diagrama de flechas o de precedencia. En nuestro caso ya que el número de actividades es relativamente pequeño bastará con un diagrama de barras de Gantt donde también se visualizarán las dependencias entre actividades y las fechas de inicio y fin de las actividades.

5.2.3 Cronograma

Se adjunta cronograma con una breve explicación de aspectos resaltantes. Para la elaboración del cronograma se ha hecho uso del programa MS Project (de Microsoft).

**CRONOGRAMA
CONSTRUCCION DE TANQUE PARA ACIDO SULFURICO 10,000 TM**



Proyecto: TANQUE DE ACIDO
 Fecha: lun 21/08/06

Tarea		Progreso		Resumen		Tareas externas		Fecha límite
División		Hito		Resumen del proyecto		Hito externo		

**CRONOGRAMA
CONSTRUCCION DE TANQUE PARA ACIDO SULFURICO 10,000 TM**

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	noviembre 2003		diciembre 2003		enero 2004		febrero 2004		marzo 2004	
39	Tramo 3	8 días	mar 27/01/04	mar 03/02/04										
40	Tramo 4	6 días	jue 29/01/04	mar 03/02/04										
41	Tramo 5	8 días	jue 05/02/04	jue 12/02/04										
42	Tramo 6	8 días	mié 18/02/04	mié 25/02/04										
43	Tramo 7	8 días	sáb 21/02/04	sáb 28/02/04										
44	Tramo 8	9 días	mié 25/02/04	jue 04/03/04										
45	Tramo 9	9 días	jue 26/02/04	vie 05/03/04										
46	Relleno de base	28 días	mar 03/02/04	sáb 28/02/04										
47	Entrega de muro perimétrico	0 días	vie 05/03/04	vie 05/03/04										05/03
48	OBRAS MECANICAS	42 días	sáb 17/01/04	sáb 28/02/04										
49	Montaje de panchas de fondo	3 días	sáb 17/01/04	lun 19/01/04										
50	Colocación de elementos provisionales	2 días	mar 20/01/04	mié 21/01/04										
51	Soldadura de fondo	30 días	mar 20/01/04	mié 18/02/04										
52	Erección del cilindro incluido armado y soldad	32 días	mié 21/01/04	sáb 21/02/04										
53	Montaje y soldadura de anillo 7 y 8	6 días	mié 21/01/04	lun 26/01/04										
54	Montaje y soldadura de anillo 6 (Pl 14 mm)	4 días	sáb 24/01/04	mar 27/01/04										
55	Montaje y soldadura de ángulo de rigidez	3 días	sáb 24/01/04	lun 26/01/04										
58	Montaje y soldadura de anillo 5 (PL 16 mm)	3 días	jue 29/01/04	sáb 31/01/04										
57	Montaje y soldadura de anillo 4 (PL 20 mm)	5 días	dom 01/02/04	jue 05/02/04										
58	Montaje y soldadura de anillo 3 (PL 25 mm)	5 días	vie 06/02/04	mar 10/02/04										
59	Montaje y soldadura de anillo 2 (PL 25 mm)	5 días	mié 11/02/04	dom 15/02/04										
60	Montaje y soldadura de anillo 1(PL 32 mm)	6 días	lun 18/02/04	sáb 21/02/04										
61	Erección de estructura de techo	11 días	dom 08/02/04	mié 18/02/04										
62	lataje, presentación, armado y soldado de techo	7 días	jue 19/02/04	mié 25/02/04										
63	Montaje de accesorios del cilindro	10 días	mié 18/02/04	vie 27/02/04										
64	Montaje de escalera	6 días	mié 16/02/04	lun 23/02/04										
65	Montaje de baranda	6 días	dom 22/02/04	vie 27/02/04										
66	Desmontaje de accesorios provisionales para ere-	2 días	vie 20/02/04	sáb 21/02/04										
67	Prueba de vacio de fondo	1 día	mar 24/02/04	mar 24/02/04										
68	Prueba de vacio de techo	1 día	mié 25/02/04	mié 25/02/04										
69	Pruebas de planchas de refuerzo	1 día	jue 26/02/04	jue 26/02/04										
70	Pruebas radiográficas de soldadura en cilindro	16 días	mié 26/01/04	jue 19/02/04										
71	Entrega de tanque	0 días	sáb 26/02/04	sáb 28/02/04										
72	OTROS TRABAJOS	20 días	lun 01/03/04	sáb 20/03/04										
73	Arenado exterior del tanque	11 días	lun 01/03/04	jue 11/03/04										
74	Pintado exterior de tanque	8 días	jue 11/03/04	mar 18/03/04										
75	Colocación de geomebrana de HDPE	5 días	mar 16/03/04	sáb 20/03/04										
76	Entrega de obra	0 días	lun 22/03/04	lun 22/03/04										22/03

Proyecto: TANQUE DE ACIDO
Fecha: lun 21/08/06

Tarea		Progreso		Resumen		Tareas externas		Fecha limite
División		Hito		Resumen del proyecto		Hito externo		

CRONOGRAMA RESUMEN
CONSTRUCCION DE TANQUE PARA ACIDO SULFURICO 10,000 TM

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	noviembre 2003	diciembre 2003	enero 2004	febrero 2004	marzo 2004
1	Duración del proyecto	112 días?	lun 01/12/03	lun 22/03/04	[Barra de proyecto: 01/12 a 22/03]				
2	Entrega de terreno	0 días	lun 01/12/03	lun 01/12/03	[Hito: 01/12]				
3	Entrega de planchas ASTM A-285 Gr C	0 días	mié 07/01/04	mié 07/01/04	[Hito: 07/01]				
4	Habilitación de material	41 días	jue 08/01/04	mar 17/02/04	[Barra de división: 08/01 a 17/02]				
5	Envío de material	34 días?	jue 08/01/04	mar 10/02/04	[Barra de división: 08/01 a 10/02]				
14									
15	OBRAS CIVILES	96 días	lun 01/12/03	vie 05/03/04	[Barra de proyecto: 01/12 a 05/03]				
16	Movimiento de tierras y nivelación de terreno	5 días	lun 01/12/03	vie 05/12/03	[Barra de división: 01/12 a 05/12]				
17	Anillo de concreto	44 días	jue 04/12/03	vie 18/01/04	[Barra de división: 04/12 a 18/01]				
30	Columnetas	4 días	sáb 03/01/04	mar 06/01/04	[Barra de división: 03/01 a 06/01]				
35	Muro de contención	81 días	lun 05/01/04	vie 05/03/04	[Barra de división: 05/01 a 05/03]				
48	OBRAS MECANICAS	42 días	sáb 17/01/04	sáb 28/02/04	[Barra de división: 17/01 a 28/02]				
72	OTROS TRABAJOS	20 días	lun 01/03/04	sáb 20/03/04	[Barra de división: 01/03 a 20/03]				
76	Entrega de obra	0 días	lun 22/03/04	lun 22/03/04	[Hito: 22/03]				

Proyecto: TANQUE DE ACIDO
Fecha: lun 21/08/06

Tarea [Barra de división] Progreso [Barra de división] Resumen [Barra de división] Tareas externas [Barra de división] Fecha limite [Barra de división]
División [Barra de división] Hito [Barra de división] Resumen del proyecto [Barra de división] Hito externo [Barra de división]

En este cronograma se traduce en fechas todo lo expuesto anteriormente, es decir se programa las actividades. Vemos que el envío de planchas siempre tiene un margen de tiempo antes del inicio de su montaje, es decir son actividades que tienen una holgura o un periodo que pueden extenderse sin afectar el avance de la obra. Las actividades de montaje del cilindro vemos que están relacionadas y cualquier retraso en un de estas actividades retrasaría la obra.

5.2.4 Planificación de Recursos

La planificación de recursos como la planificación de costos debe ser paso fundamental, considerando que el contrato es a suma alzada debe hacerse otro enfoque que el de sólo basarse en las partidas del presupuesto, para ello podemos dividir todos los recursos en los siguientes rubros:

- a. Materiales
- b. Mano de obra
- c. Equipos
- d. Supervisión
- e. Sub contratos
- f. Gastos generales

Todos estos rubros se pueden subdividir en los que se crean convenientes para un mejor control tanto de los recursos como de los costos.

5.2.5 Estimación de costos

Cada uno de los recursos debe asignarse a su rubro y de ser posible a su actividad, esto de acuerdo al nivel de control que se desee. Cada recurso

representa un costo efectivo de existir un desembolso monetario o un costo por depreciación como sería en el caso de equipos e infraestructura propia. Un costo puede ser en algunos casos independiente del tiempo, y en otros dependerá del tiempo o duración que se estime para su utilización. Al sumar los costos debemos comprobar que será menor al monto total del presupuesto.

Al inicio del proyecto debe presentarse un cuadro inicial con las estimaciones, siendo esto la proyección inicial que nos permitirá controlar la evolución y hacer los ajustes en los aspectos que así lo requieran. Esta proyección nunca podrá ser igual a los resultados finales, ya que siempre existen variaciones, sobre todo cuando las condiciones de cada trabajo son distintas a las usualmente conocidas.

Adjuntamos los costos estimados iniciales. Al inicio se deben identificar los costos que más inciden. Uno de las estimaciones más importantes para nuestro caso es la de la mano de obra ya que está directamente relacionado al tiempo de duración de la obra y a su influencia en los gastos generales; los materiales a comprar están definidos, los subcontratos están definidos. En el caso particular de construcción de un tanque, los ratios de mano de obra son conocidos, pero deben ser corroborados en la práctica. Ver cuadro 2

PRESUPUESTO BASE

DESCRIPCION	CANT.	UNID.	P.UNIT US\$	P.PARCIAL US\$	P. TOTAL US\$
Materiales de Materiales Mecánicos					37,064.70
Tubo de acero 12" ø SCH 80 ASTM A-53	96.00	ml	133.70	12,835.20	
Viga WF 10" x 30' x 20# ASTM A-36	36.00	ml	118.00	4,248.00	
Viga C 6" x 20' x 8.2 # ASTM A-36	76.00	ml	34.30	2,606.80	
Angulo 3"x3"x3/8" x 20' ASTM A-36	13.00	ml	45.00	585.00	
Materiales inox 316 L	326.00	Kg	8.00	2,608.00	
Tubo de acero inox 316 L	14.00	ml	750.00	10,500.00	
Tubo 1"ø sch40 x 20'	174.00	ml	2.10	365.40	
Tubo 3/4"ø sch40 x 20'	252.00	ml	1.90	478.80	
Plancha estriada 3/16" 4' x 8'	643.00	Kg	0.50	321.50	
Otros materiales de acero	3,700.00	kg	0.68	2,516.00	
Materiales de Construcción Civil					63,157.61
Cemento tipo V	3,900.00	bolsas	5.90	23,010.00	
Arena gruesa	249.00	m3	9.71	2,417.79	
Piedra chancada	398.00	m3	7.25	2,885.50	
Triplay 12 mm 4' x 8'	100.00	und	21.74	2,174.00	
Cuartones 2" x 3" x 22"	3,960.00	pie	0.51	2,019.60	
Fierro corrugado	38,678.26	Kg	0.39	15,084.52	
Clavos	160.00	Kg	1.01	161.60	
Afirmado	1,573.00	m3	4.20	6,606.60	
Otros materiales civ + mec (10%)	1.00	Glb	8,798.00	8,798.00	
Pintura y Consumibles					51,789.48
Pintura	1560	m2	5.92	9,235.20	
Soldadura	4,141.37	Kg	2.25	9,318.08	
Peróleo D-2	4,950.00	Gal	1.90	9,405.00	
Oxigeno	2,071.00	m3	4.20	8,698.20	
Gas	21.00	Balones	75.00	1,575.00	
Arena para arenado	90.00	m3	9.70	873.00	
Discos de desbaste (4 unid/ton)	1,104.00	und	4.50	4,968.00	
Discos de corte	1,104.00	und	3.50	3,864.00	
Otros consumibles	1.00	Glb	3,853.00	3,853.00	
Elementos de seguridad y repuestos					5,660.00
Utiles de protección y seguridad industrial	1.00	Glb	4,960.00	4,960.00	
Repuestos y accesorios para máquinas y equipos	1.00	Glb	700.00	700.00	
MANO DE OBRA					105,917.82
Mano de obra Tanque	24,000.00	H-h	1.99	47,760.00	
Mano de obra Pintura	1,512.00	H-h	1.87	2,827.44	
Eléctrico	720.00	H-h	1.79	1,288.80	
Construcción civil	28,896.00	H-h	1.38	39,876.48	
Mantenimiento técnico	1,720.00	H-h	1.49	2,562.80	
Seguridad	3.50	Mes	495.00	1,732.50	
Chofer	1,720.00	H-h	1.49	2,562.80	
Otros M-O (5%)	1.00	Glb	7,307.00	7,307.00	
SUPERVISION					35,200.00
Gerente de Proyecto	1	Glb	12,800.00	12,800.00	
Ing. de Campo	1.00	Glb	12,800.00	12,800.00	
Ing. de seguridad	1.00	Glb	6,400.00	6,400.00	
Administrador	1.00	Glb	3,200.00	3,200.00	
EQUIPOS					32,725.00
Equipos propios					
Grupo electrógeno	3.50	mes-máq	600.00	2,100.00	
Máquina de soldar	1.00	Glb	900.00	900.00	
Equipo de corte	1.00	Glb	450.00	450.00	
Herramientas de izaje	1.00	Glb	2,500.00	2,500.00	
Compresora para arenado	25.00	día-máq	75.00	1,875.00	
Camioneta	4.00	mes-máq	600.00	2,400.00	
Equipos alquilados					
Compresora	4	mes-máq	600.00	2,400.00	
Marillos neumáticos	16.00	mes-máq	500.00	8,000.00	
Rodillo compactador	180.00	H-máq	25.00	4,500.00	
Grúa 3 ton	90.00	H-máq	40.00	3,600.00	
Grúa 20 ton	40.00	H-máq	100.00	4,000.00	

DESCRIPCION	CANT.	UNID.	P.UNIT US\$	P.PARCIAL US\$	P. TOTAL US\$
SUB CONTRATOS					58,915.59
Eliminación de excedentes	545.00	m3	3.19	1,738.55	
Suministro y montaje de manta HDPE	1,762.00	m3	7.17	12,633.54	
Suministro e instalación de tubería HDPE 16"	8.70	m3	60.00	522.00	
Rolado de planchas	158,810.00	Kg	0.09	14,292.90	
Cuadrado y biselado de planchas	158,810.00	Kg	0.06	9,528.60	
Transporte de planchas y materiales	1.00	Glb	11,700.00	11,700.00	
Transporte de rodillo compactador	1.00	Glb	300.00	300.00	
Pruebas radiográficas	1.00	Glb	4,000.00	4,000.00	
Otros	1.00	Glb	4,200.00	4,200.00	
GASTOS GENERALES					16,354.66
Pasajes nacionales e internacionales	1.00	Glb	1,423.50	1,423.50	
Teléfono y comunicaciones	1.00	Glb	1,200.00	1,200.00	
Seguros en general	1.00	Glb	500.00	500.00	
Gastos por alimentación en obra	1.00	Glb	4,173.91	4,173.91	
Gastos por alojamiento en obra	1.00	Glb	1,200.00	1,200.00	
Carta fianza y otros gastos bancarios	1.00	Glb	2,833.75	2,833.75	
Mantenimiento de camioneta	1.00	Glb	2,400.00	2,400.00	
Extinguidores y baños	1.00	Glb	1,200.00	1,200.00	
Otros	1.00	Glb	1,423.50	1,423.50	

TOTAL PRESUPUESTO BASE US\$ 406,784.86

Cuadro 2 . Presupuesto Base

5.3 Planes de facilitación

5.3.1 Planificación de la calidad

Una empresa que busca ser competitiva en estos tiempos debe contar con una certificación de ISO 9000, para poder dar consistencia a sus operaciones y garantizar la plena satisfacción de los clientes. Manejar una organización en tal sentido se podría decir que es más sencillo cuando se trata de procesos ya que estos son repetitivos y pueden analizarse con herramientas administrativas muy bien desarrolladas, en cambio los proyectos tiene la característica de ser únicos y con una duración limitada.

La empresa debe tener una política de calidad para poder lograr la certificación y esto debe reflejarse y aplicarse en toda la empresa ya sea en el local principal o fuera de aquel, como es el caso del proyecto a analizar que se encuentra fuera de Lima.

A) Implementación de Gestión de Calidad

Para la implementación de una gestión de calidad se deben cumplir con los requisitos expuestos en la norma técnica peruana NTP-ISO 9001. Los requisitos generales son:

- a) Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización.
- b) Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- c) Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces.
- d) Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos.
- e) Realizar el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos
- f) Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

Para cumplir todos los requisitos e implementar el sistema se requiere del compromiso de la alta dirección, y de su representante en los temas de la gestión de la calidad.

Hay puntos que debemos tener muy en cuenta cuando se trabaja en proyectos como son:

- Personal operativo temporal, que no tiene a veces conocimientos básicos de conceptos de calidad.

- Temporalidad del proyecto: En tiempos muy reducidos o presupuestos muy bajos pueden restringirse algunos requisitos de la calidad.
- Costos. En muchos casos es aún complicado una implementación plena, sobre todo en nuestro país ya que explícitamente muchas veces no se solicita un plan de calidad, y muchas empresas concursantes que participan no consideran esto y sus presupuestos tiene precios menores, sin embargo de acuerdo a la evolución histórica, estas empresas que no cumplen con estándares serán relegadas progresivamente.

Una de las acciones a tomar inicialmente en la empresa es capacitar al personal que estará a cargo de la obra, dando a conocer todos los procedimientos a seguir en caso de personal nuevo y verificar que se cumplan en todo momento, sobre todo al principio ya que posteriormente esto se realizará de una manera automática.

La implementación de un sistema de gestión de calidad en una empresa depende de muchos factores, como son las personas que la integran, cultura de la organización, liderazgo, recursos, resultados. Todos estos aspectos deben reflejarse en una documentación que permita verificar que se llevan a cabo las acciones del sistema de Gestión de Calidad.

Como parte del requisito de la documentación debe haber un manual de calidad.

B) Manual de Calidad

Este documento debe indicar los alcances y exclusiones, definir los procesos, debe establecer la visión, misión y política de calidad. Todos estos aspectos deben tenerse como referencia en la ejecución de los proyectos de la empresa.

Como puntos importantes del manual de calidad podemos mencionar:

Sistema de gestión de la calidad, donde se establecen requisitos generales y requisitos de documentación.

Responsabilidad de la dirección. Declaración formal de la alta dirección de su compromiso en la implementación y mejora continua del sistema. Se indican también que la alta dirección debe designar las responsabilidades y comunicarlas de acuerdo a una estructura orgánica (organigrama).

Gestión de recursos los recursos que se manejan en un proyecto son recursos humanos y recursos materiales. Existe una declaración respecto a los recursos humanos que dice "El personal que realiza trabajos que afecten la calidad del producto es competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas". Esta declaración incluye al personal profesional y técnico, incluido ayudantes. Para garantizar de alguna manera el desempeño del recurso humano y para tener un control de este recurso se deben llevar algunos formatos:

- Descripción del puesto
- Evaluación y desempeño

- Lista de asistencia a capacitaciones
- Pedido de personal Empleado
- Pedido de Personal Obrero

Compras, se establece y mantiene un procedimiento documentado, con el fin de asegurar que todos los productos adquiridos cumplan con los requisitos de compra especificados.

Producción y entrega del servicio.- Se establece el control de las operaciones de producción y de servicio, la validación de las operaciones de producción y servicios y la identificación y trazabilidad y preservación de los productos por medios adecuados.

Control de los instrumentos de medición y seguimiento .- Establece que los resultados y pruebas realizadas durante la fabricación y/o montaje deberán llevarse, junto con el Plan de Aseguramiento de Calidad, en el Dossier de Calidad.

Medición y Seguimiento, establece y mantiene el procedimiento documentado MEDICION ANALISIS Y MEJORA. Se recalca la necesidad de auditorías internas por lo menos dos veces al año, y la manera en que se llevarán a cabo. Se debe llevar a cabo el control de producto no conforme y análisis de datos. De igual forma para la mejora se establecen las pautas para la mejora continua, las acciones correctivas y las acciones preventivas.

Lo expuesto es un resumen de los principales puntos incluido en el manual de calidad de la empresa y que debe seguirse en todos los proyectos que se ejecuten.

Todo lo expuesto debe ser aplicado en el proyecto y debe ser sustentable de ahí la necesidad de elaborar el plan de calidad y el dossier de calidad. Esto nos permitirá garantizar los trabajos y evitar rehacer trabajo, que muchas veces por “ahorrar” en calidad, se llega incluso a duplicar los costos.

C) Plan de calidad

El manual de calidad nos da el entorno de todo el sistema de gestión de calidad el plan de calidad se encuentra más enfocado al aseguramiento de calidad, es decir al control técnico de los trabajos.

El plan de calidad es un documento que establece:

El seguimiento de este plan de acuerdo a ISO 9001:2000 dará confiabilidad de que los trabajos ejecutados estén de acuerdo con los requisitos de la calidad aplicables al presente proyecto.

Se establece las responsabilidades para llevar acabo este plan encargándose al gerente de proyecto la responsabilidad máxima y al encargado del control de calidad a preparar el dossier con los registros de calidad necesarios.

En el plan de calidad deben figurar documentación de sustento de las actividades a ejecutarse y también el plan de puntos de inspección, que nos indicará que actividades son la que se medirán y registrarán y que procedimiento le corresponde

La documentación base que se tendrá es:

Instructivos de calidad

- Vaciado de concreto
- Montaje de tanques Construcción de tanque
- Habilitación y armado de material
- Soldadura
- Calificación de procedimientos de soldadura
- Protección anticorrosivo
- Montaje de equipo
- Almacén
- Asignación de recursos
- Entrega

Procedimientos de calidad

- Medición, análisis y mejora
- acciones, preventivas, correctivas y productos no conformes
- Diseño e ingeniería de detalle
- Producción
- Compras

Formatos de calidad

- Hoja de ruta de producción
- Información del proyecto
- Ficha de proveedores
- Control de avances y rendimientos
- Control de emisión de documentos
- Hoja de ruta de diseño
- Hoja de ruta de diseño
- Reporte de indicadores
- Solicitud de equipos de mantenimiento
- Requerimiento de equipo informático
- Encuesta de satisfacción del cliente
- Lista maestra de documentos internos

Registros de calidad

Para el control directo de los trabajos deben llevarse registros de calidad, ya sean solicitados por el cliente o si son necesarios para garantizar la calidad de un trabajo, definidos por la empresa contratista. Así es que definimos el plan de puntos de inspección en el campo de acuerdo a las siguientes consideraciones:

¿La inspección será visual o con instrumentos?, o de los dos tipos?. ¿Debe hacer referencia al código o norma aplicable?. Algunos de los registros pueden ser hechos por empresa especializada, y también debe incluirse en el dossier de calidad, tenemos :

- Registro de diseño de mezcla

- Registro de prueba de agregados
- Registro de próctor modificado
- Registros de vaciado de concreto
- Registro de niveles de la cimentación del tanque
- Registro de inspección visual de soldadura
- Registro de reporte radiografía de soldadura
- Registro de prueba de vacío
- Registro de prueba de refuerzos
- Registro de prueba de aceite caliente
- Registro de dimensiones del tanque
 - Circularidad
 - Horizontalidad
- Registro de calidad de arena de arenado
- Registro de preparación superficial
- Registro de protección superficial
- Registro de condiciones ambientales

Códigos y normas aplicados. Los procedimientos a ejecutarse tienen un sustento en normas internacionales. Los códigos y normas aplicados son:

- ACI -318 (Building Code Requirements for Reinforce Concrete)
- API-650 Welded Steel tanks for Oil storage
- Norma NACE
- SSPC/ASTM D4417 (SP-5 , PA-2)
- Código ASME Section IX
- Código ASME Section VIII

- Norma ASTM

5.3.2 Planificación de recursos humanos

Lo primero que se debe considerar son las personas que se encargarán del proyecto. Definiremos primero:

Roles del equipo de proyecto

- **Gerente de Proyecto.**- Coordinar con el cliente todo los trabajos y aspectos contractuales. Controlar los resultados técnicos económicos.
- **Ingeniero de planificación y control de costos.**- Llevar el control de los costos y reflejarlos en informes económicos mensuales. Actualizar el cronograma verificando el cumplimiento de los plazos. Tener al tanto a la gerencia de proyectos de los problemas que surjan de manera oportuna.
- **Ingeniero mecánico.**- Verificar la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo a las especificaciones técnicas y dentro de los plazos establecidos, coordinando con el supervisor o maestro de obra metal mecánica.
- **Ingeniero de obra civil.**- Verificar la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo a las especificaciones técnicas y dentro de los plazos establecidos, coordinando con el supervisor o maestro de obra civil.
- **Ingeniero de seguridad.**- Verificar el cumplimiento de las normas de seguridad con al el fin de evitar pérdidas materiales o humanas. Control de las charlas de seguridad diarias y formatos de seguridad que el propietario exija.
- **Administrador.**- Se encarga de la elaboración y pago de planillas y asuntos laborales; manejo del dinero de la obra, elaborando los reportes de estado cuentas y liquidaciones de gastos correspondientes.

- **Maestro de obra metal mecánica.**- Distribuir al personal a su cargo para la ejecución eficiente del trabajo. Controlar la disciplina del personal.
- **Maestro de obra civil.**- Distribuir al personal a su cargo para la ejecución eficiente del trabajo. Controlar la disciplina del personal.
- **Almacenero.**- Control de insumos correspondientes, de acuerdo a procedimientos establecidos. Verificar sus stocks de consumibles haciendo aviso oportuno de los consumibles que se van agotando.
- **Chofer.**- Manejo y mantenimiento de la camioneta a su cargo. Hacer las compras menores para la obra.
- **Electricista y mantenimiento de equipos.** Salvaguardar la operatividad de todos los equipos, realizando el mantenimiento oportuno.
- **Soldadores.**- Será personal calificado con experiencia en la empresa.
- **Esmeriladores.**- Serán principalmente de la zona con experiencia en el trabajo.
- **Operarios de obra civil.** -De la zona
- **Ayudantes de obra metalmecánica** .- De la zona
- **Ayudantes de obra civil.**- De la zona

El trabajo en el campo se distribuirá de acuerdo al organigrama de la figura 7

ORGANIGRAMA DE EMPRESA CONTRATISTA

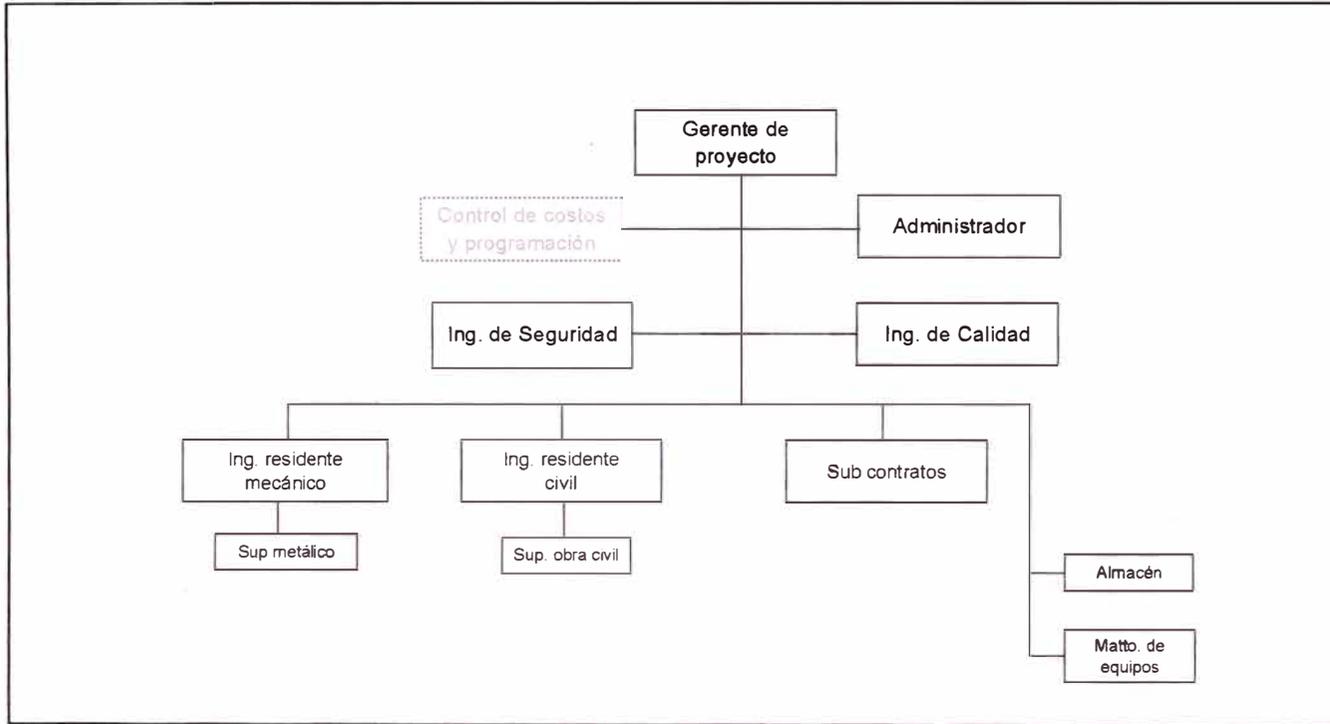


Figura 7. Organigrama de la empresa contratista en obra

Todo el personal que ingrese a la obra debe pasar por la charla de seguridad que pone como requisito la mina para los trabajos. Esta charla se realiza en la sede central de la mina en Arequipa.

Todo este grupo de trabajo está interrelacionado con la organización principal de acuerdo al esquema indicado en la figura 8.

Incorporación de personal

Para la incorporación de personal de la zona a deben requerirse por norma el curriculum de cada trabajador y analizar sus referencias y experiencia en el trabajo que realizarán. En caso sea una zona donde la empresa ya ha trabajado debe haber un registro histórico el desempeño de los trabajadores locales, para volver a tomar a los de mejor rendimiento. Se deben llenar los formatos indicados en la sección de calidad.

Desarrollo del equipo

En este aspecto debe mantenerse unido y coordinado todo el grupo para mejorar la performance del equipo. Para conseguir esto son de gran importancia las habilidades de gerencia general como son:

Liderazgo, comunicación, negociación, capacidad para resolver problemas y la influencia que se tenga en la organización.

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA CONTRATISTA

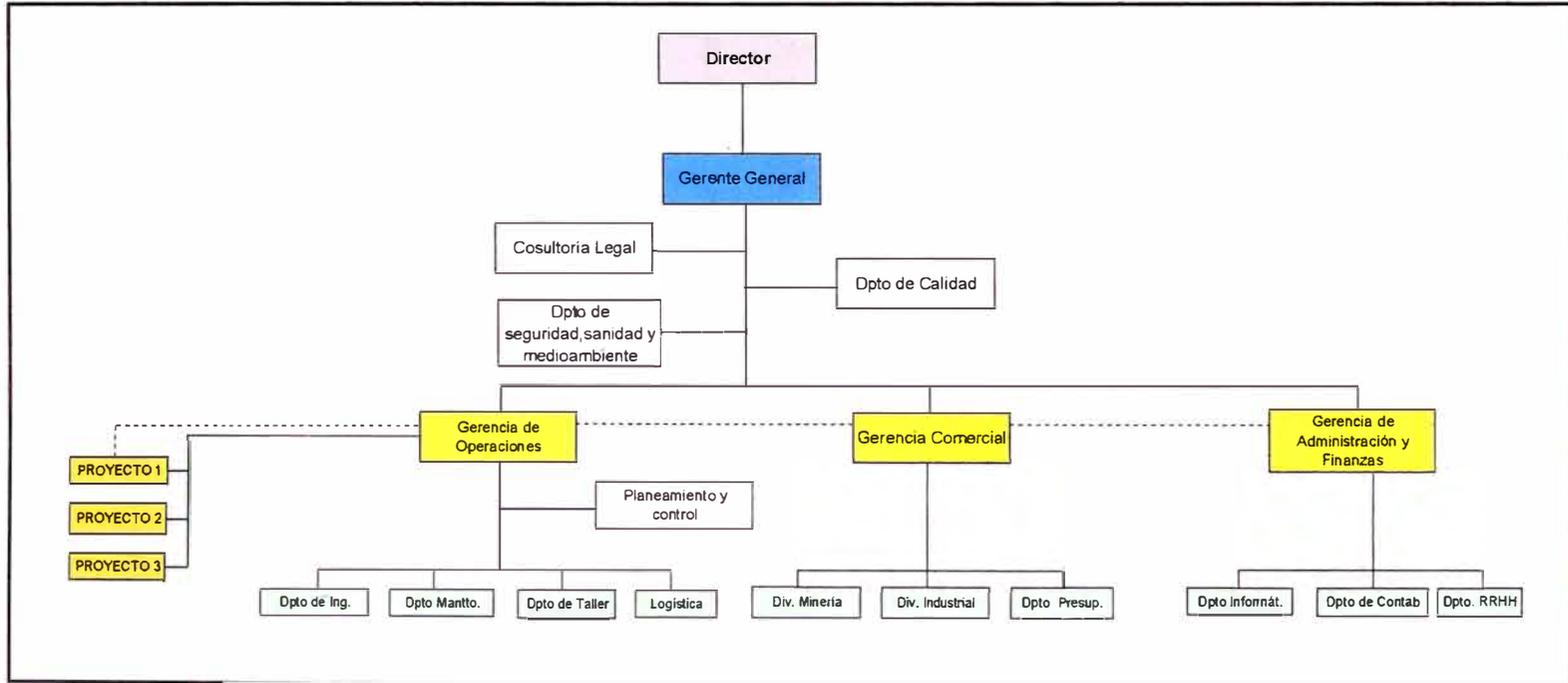


Figura 8. Organigrama de la organización contratista

5.3.3 Planificación de Procura

Esta planificación debe ser una guía para que la adquisición de bienes y servicios.

Materiales.-

Una vez firmado el contrato se procede a la cotización de todos los materiales considerando forma de pago, tiempo de entrega calidad de servicio.

Se debe hacer un plan de compras y desembolsos para no desfinanciar la obra que tiene que manejarse principalmente con un adelanto y con las valorizaciones por avance, en este caso serán quincenales.

El plan incluye definir qué compras se harán en obra y cuales se harán en la oficina central por medio del departamento de logística. Esto depende de la disponibilidad de dinero y la facilidad para acceder a créditos.

Todo el material de obra civil será comprado en la zona, todo el material metálico será comprado en Lima.

Las compras locales deben realizarse en forma que permitan llevar un control de los costos, esto se consigue codificando las facturas y registrándolas periódicamente en el rubro de costo que le corresponda.

Se definirá que contratos serán necesarios y las condiciones que deben cumplir:

Termofusión HDPE .- Contrato suma alzada de acuerdo a planos entregados. Incluye suministros.

Efectuar las pruebas de control de calidad correspondientes Prueba de vacío y de filamento de cobre.

Pruebas radiográficas .- Contrato por precios unitarios (número de placas).

Cumplir con todas las reglamentaciones y permisos de operación, dado el riesgo por el trabajo con material radioactivo.

Una compra importante es la pintura del tanque; para definir la compra el proveedor debe comprometerse a una presencia permanente de asesoría en la aplicación y la entrega de un informe final con las pruebas necesarias.

Principales compras

Material de obra civil

Cemento tipo V

Madera

Fierro

Agregados

Material consumible

Soldadura

Pintura

Material metálico

Tubos para columnas de soporte del techo

Perfiles de estructura de techo

Servicios

Pruebas radiográficas

Termofusión de membrana HDPE

Transporte de materiales Lima Matarani

Alquiler de maquinaria pesada

Alquiler de perforadoras

Alquiler de grúa

Evidentemente estas no son todas las compras a realizar pero como porcentaje representa el 80 %. En el listado de recursos figuran estos materiales con su respectivo costo

5.3.4 Planificación del riesgo

Para planificar el riesgo debemos identificarlo y conocer de que manera afectaría el avance de la obra. En base a esto definiremos:

El riesgo, su consecuencia, la probabilidad de que ocurra, la acción a tomar y el o los responsables.

Riesgos

En proyectos de corta duración como el que estamos abarcando los riesgos y la probabilidad de que ocurran son menores por lo cual la amplitud del estudio queda limitado.

Sin embargo haremos un listado de riesgos

Accidentes incapacitantes:

- Caída de altura.
- Electrocuci3n.
- Esquirla en los ojos.
- Aplastamiento de extremidades.
- Corte por elementos abrasivos giratorios (discos e esmeril).
- Caída de material de excavaci3n en zanjas.
- Cualquier lesi3n incapacitante.

Todos estos riesgos pueden ser minimizados con un plan de seguridad que debe estar a cargo del ingeniero de seguridad o el mismo ingeniero residente

Falta de fondos a la obra: Sea cual fuere el motivo de esta situaci3n, se generaría graves perjuicios para el avance de la obra, la manera de solucionarlo es crear canales de comunicaci3n efectivos y planificar los desembolsos mediante un flujo de caja enviado con antelaci3n

Problemas en el envío de los materiales por problemas en las carreteras o vehículos de transporte: De la misma gravedad de la situaci3n anterior. La manera de reducir estos riesgos es en el primer caso enviar los materiales de acuerdo a un programa que de unos días de margen a cualquier dificultad, y el segundo caso seleccionando adecuadamente a la empresa transportista para cumpla con las condiciones requeridas en una evaluaci3n previa.

Es importante también conocer los riesgos inherentes a trabajar en una planta que almacena un producto como el ácido sulfúrico, por lo cual mencionaremos las principales características de este producto.

El producto almacenado es ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 98% , gravedad específica de 1.843 . Es un líquido altamente corrosivo particularmente en concentraciones abajo de 77.67% ; corroe los metales con excepción del oro, iridio y rodio, dando lugar al desprendimiento de hidrógeno. Reacciona exotérmicamente con el agua cuando la proporción es de 2 a 1 llegando a temperaturas de 158° C. En contacto con la piel o los ojos provoca graves quemaduras y la inhalación de sus vapores provoca daños a los pulmones.

El ácido no es inflamable pero cuando está almacenado en recipientes metálicos causa desprendimiento de hidrógeno, que si es explosivo en un rango determinado de proporción volumétrica con respecto al aire.

Todos estos riesgos deben ser minimizados con medidas de seguridad que deben ser conocidas por todo aquel que ingrese a trabajar en la planta. Parte de esto se cumple con la charla de inducción que da la mina y que debe ser reforzado por el contratista en las charlas de seguridad programadas .

Las medidas tener presente para estar preparados a cualquier contingencia son:
Conocer la ubicación y funcionamiento de las duchas y lavaojos de seguridad, que deben usarse en casos de salpicadura irrigando la zona afectada por lo menos 15 minutos.

Evitar realizar trabajo cerca de los despachos de ácido sulfúrico debido a la presencia de gases, del contrario utilizar máscara antigás.

No realizar trabajos de soldadura u oxicorte en tuberías o tanques que no hayan sido debidamente purgados .Se requiere una ventilación adecuada para prevenir explosiones por presencia de hidrógeno.

Medidas más exigentes y un entrenamiento debe seguir el personal que trabajará directamente con el ácido

CAPITULO 6

PROCESOS DE EJECUCION Y CONTROL

6.1 Procedimientos de Construcción

En esta parte se describirá cómo se realizó la obra y que problemas se enfrentaron y cómo se solucionaron. En teoría la obra debe realizarse de acuerdo al plan de obra pero siempre existen modificaciones.

6.1.1 Procedimientos de Construcción

Se debe tener muy claro el procedimiento de montaje para afrontar con éxito el trabajo, inclusive debido a la especialización de la empresa debe haber un documento escrito o instructivo de como se procede para el montaje. Nos guiaremos de diagramas de flujo genéricos (figuras 9 a 12) y detallaremos cada caso con la amplitud necesaria para comprender claramente la manera en que se debe proceder.

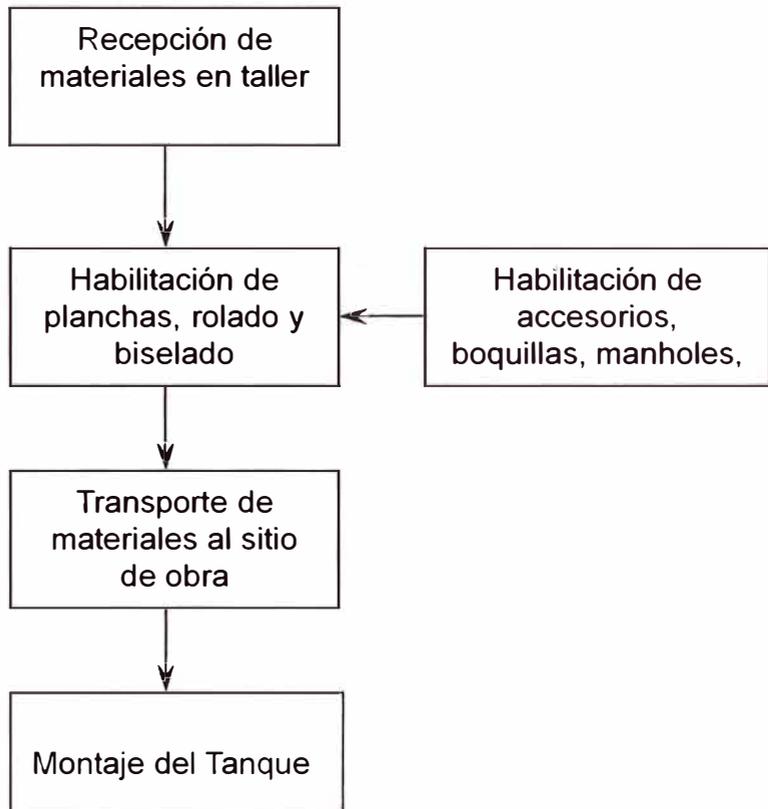
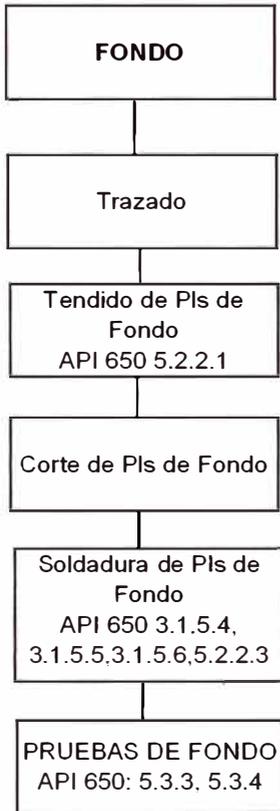


Figura 9 . Diagrama para ejecución de trabajos

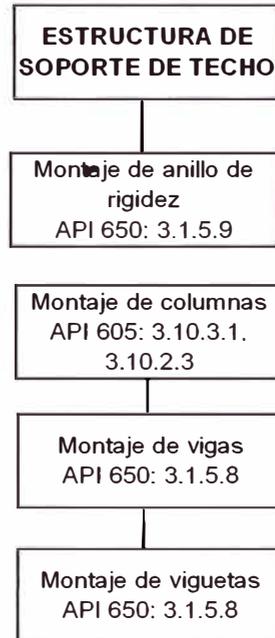
Primeramente se define el método a utilizar en este caso será el método de “gateo” es decir con el uso de gatas hidráulicas .La elección del método de gateo se hace en función del diámetro, para diámetros hasta 5 metros puede utilizarse un camión grúa para el montaje.

Previo al inicio de los trabajo en sí, se debe verificar el anillo de concreto que soportará el tanque, comprobándose la circularidad y la horizontalidad del mismo. Se marcarán los puntos cardinales para hacer la correcta distribución del fondo.

**DIAGRAMA DE MONTAJE
DE FONDO**



**DIAGRAMA DE MONTAJE
DE ESTRUCTURA
SOPORTE DE TECHO**



**DIAGRAMA DE MONTAJE
DE TECHO**

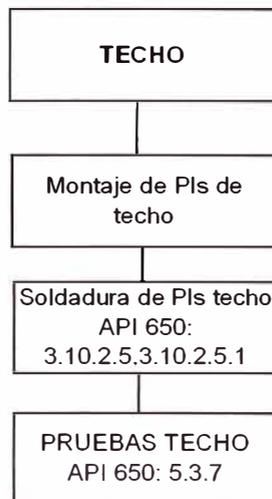


Figura 10. Diagramas para montaje de fondo, soporte de techo y techo

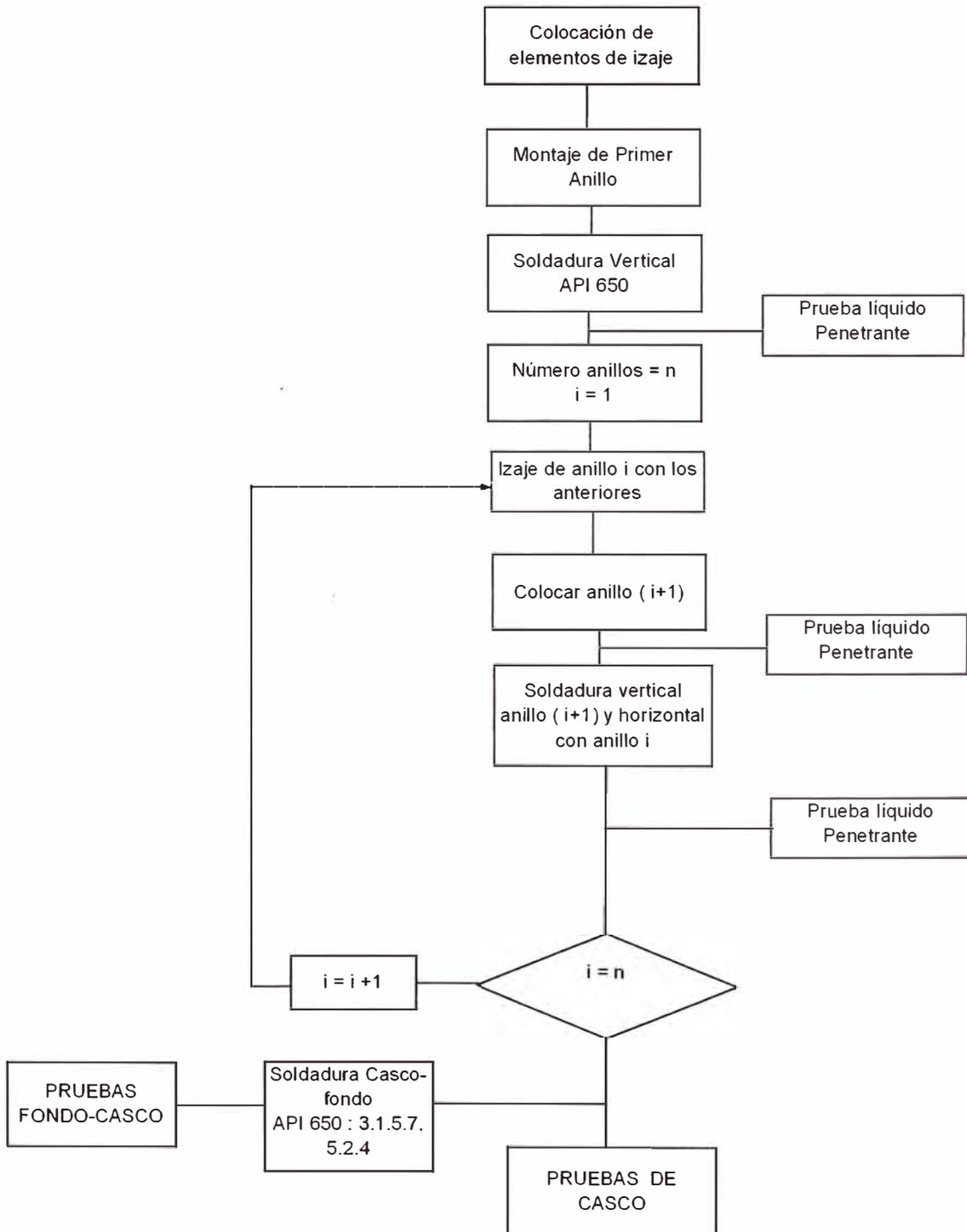
DIAGRAMA DE FLUJO DEL MONTAJE DEL CASCO

Figura 11. Diagrama para montaje de casco

DIAGRAMA DE MONTAJE DE CONEXIONES

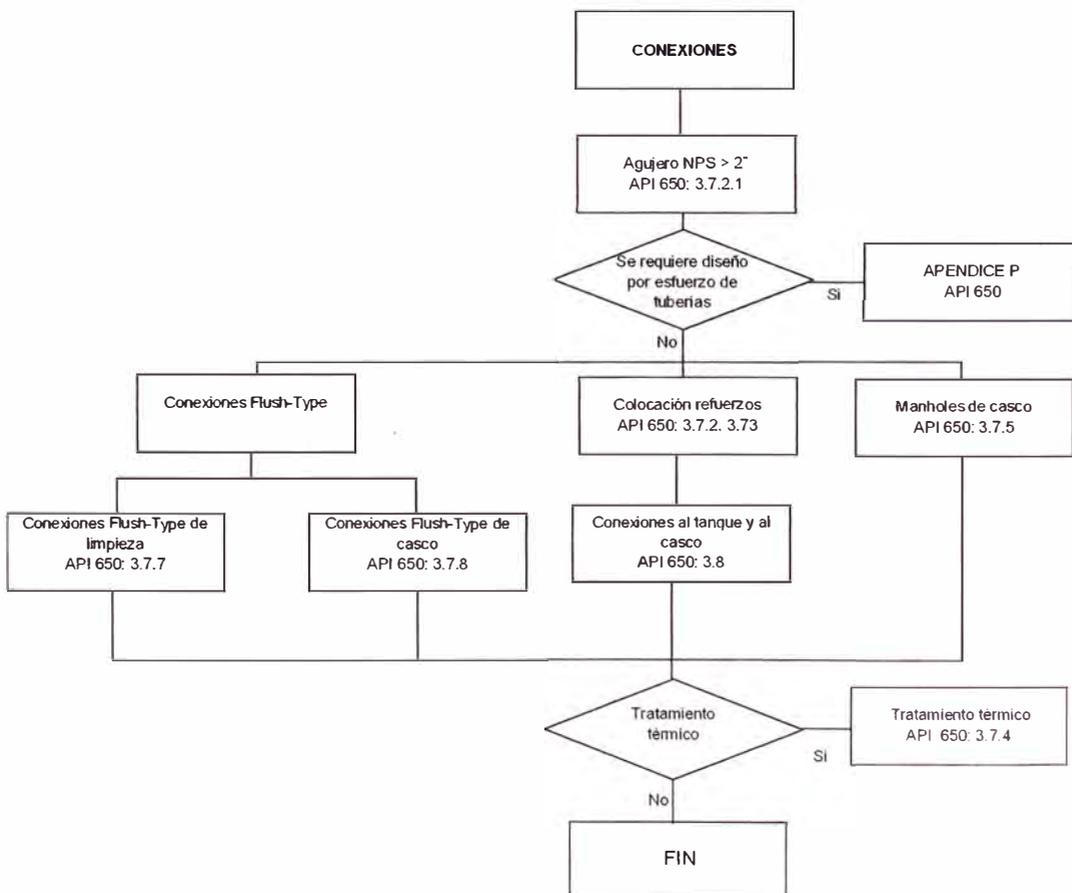


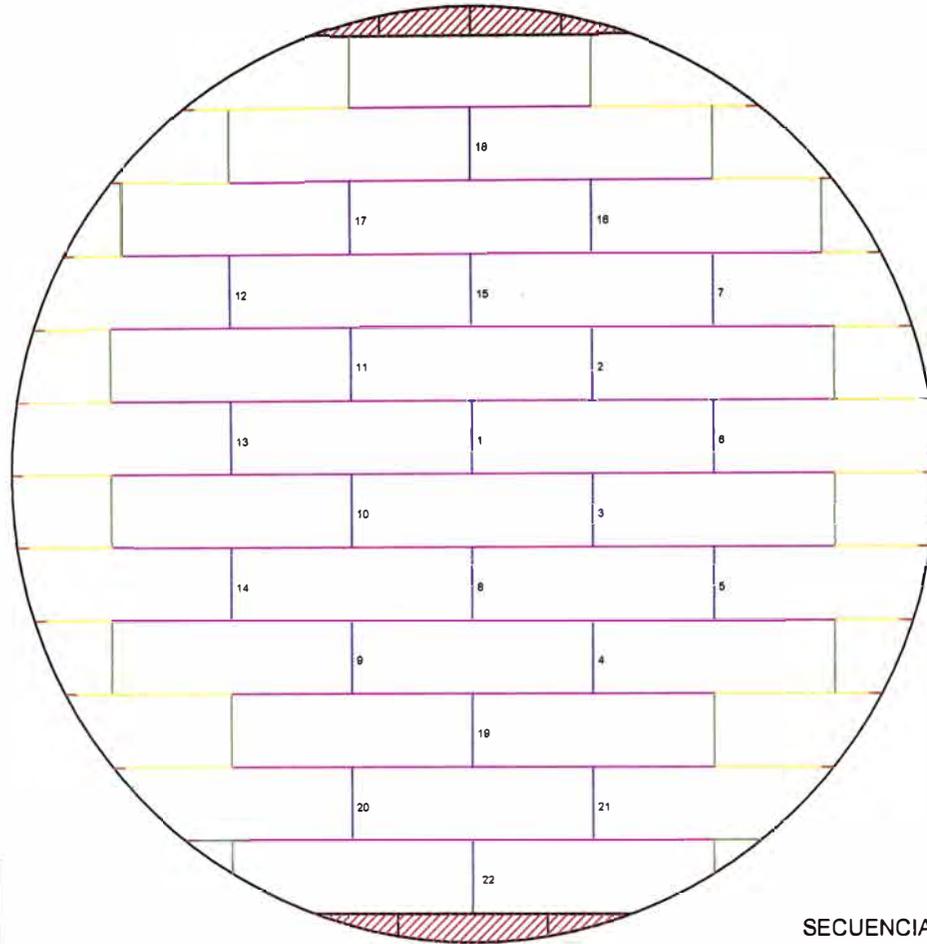
Figura 12. Diagrama de montaje de conexiones

Previo al montaje se apuntalan las platinas de respaldo en las planchas del fondo de manera que al momento de distribuirlas encajen correctamente. En nuestro caso particular y dado el peso de las planchas de fondo de 16 mm (5/8") se colocaron con la ayuda de un camión grúa, una vez distribuidas y apuntaladas las planchas del fondo se prosigue con le procedimiento de soldadura previamente establecido y que adjuntamos.



Figura 13. Montaje de planchas del cilindro

El método del ganeo nos permite continuar con el montaje del cilindro sin terminar la soldadura del fondo ya que los anillos del cilindro no se sueldan al fondo sino hasta el final del procedimiento lo que permite avanzar en el fondo de una manera que no se produzcan deformaciones por contracciones y dilataciones por temperatura .Para la soldadura del fondo se debe seguir una secuencia de soldadura tal como se muestra en la figura 14



LEYENDA

1 ra sold	
2 da sold	
3 ra sold	
4 ta sold	
5 ta sold	
6 ta sold	

SECUENCIA GENERAL DE SOLDADURA DEL FONDO

Figura 14.



Figura 15. Soldadura de planchas de fondo

Se procede a cortar las planchas del fondo para darle la forma circular dejando una pestaña que debe ser de mínimo 2" de acuerdo a lo especificado por la norma API 650. Se colocan las columnas de izaje espaciadas cada 3 metros y 5 "buritos" entre columnas, en total tendremos 24 columnas de izaje y 120 burritos o apoyos de las planchas. Dado que el fondo no es plano sino con inclinación cónica invertida las columnas de izaje y los apoyos deben nivelarse con planchitas cuadradas para darle la verticalidad. Para levantar el primer anillo sólo se trabaja con la mitad de las gatas que son de 20 Ton Haciendo el cálculo de los pesos podemos hacer la siguiente tabla (tabla 1) para conocer los pesos con los que trabajaremos

ANILLO	ESPESOR MM	PESO POR ANILLO KG	PESO ACUMULADO KG
8	10	5,370	5,370
7	10	10,730	16,100
6	14	13,290	31,390
5	16	16,990	48,380
4	20	22,090	70,470
3	25	27,180	97,650
2	25	27,180	124,830
1	32	33,980	158,810

Tabla 1. Peso del cilindro

En el montaje es muy importante mantener la circularidad del cilindro para ello se sigue el siguiente procedimiento, en las parte interior de cada junta vertical se colocan cinco plantillas (Figura 16) con para dar la circunferencia del plano



Figura 16. Colocación de plantillas

En las columnas de izaje se utilizan los denominados pianos que mediante cuñas se consigue las planchas siempre estén pegadas a las columnas de izaje (figura 17)

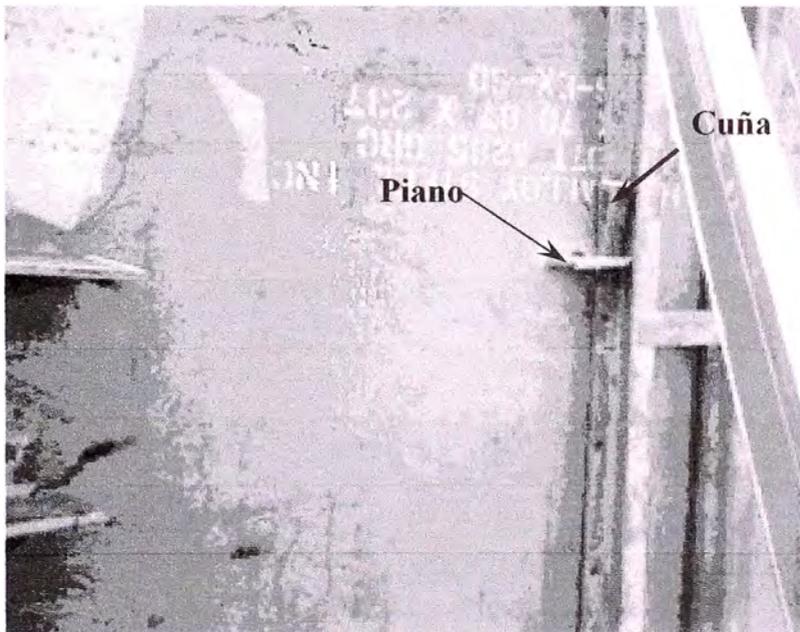


Figura 17. Colocación de pianos y cuñas

Se procede a soldar las costuras verticales por fuera de acuerdo al procedimiento establecido. Las soldaduras se realizan de forma ascendente, una vez terminadas las soldaduras exteriores se proceden con las soldaduras interiores, dejándose la plancha de cierre para el final; antes de culminar esta junta ya se puede proceder al montaje del anillo siguiente.

Aquí es donde viene el procedimiento de gateo que será repetitivo: El material que se utiliza son las gatas, los tubos de apoyo (juego de 5 tubos de 4" de diámetro de SCH 80) y los "candados" que fijan la gata a la plancha del anillo que se levanta para evitar que se salga de su posición. Las gatas se van levantando de forma

coordinada y se va dando altura; una vez el pistón ha desplegado toda su longitud (ver figura 18) se van sacando intercaladamente las gatas para colocarlas sobre un tubo de mayor longitud y volviendo el pistón de la gata a su posición de reposo, así se va procediendo hasta llegar dejar el espacio necesario para colocar el siguiente anillo que descansará en los “burritos” o apoyos.

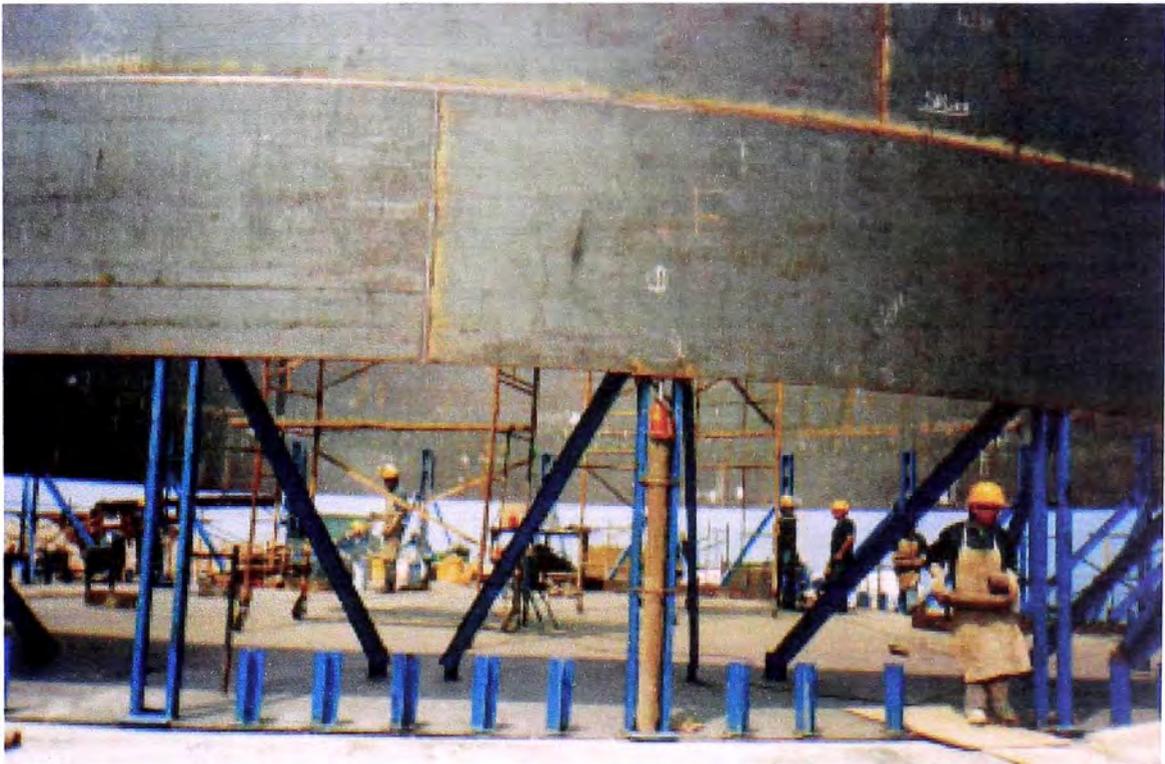


Figura 18. Proceso de izaje con gatas hidráulicas

Los cordones que se van efectuando son probados mediante la prueba de tintes penetrantes, aplicando primero el tinte en sí y luego el revelador.

El procedimiento de montaje de techo comienza con el montaje de las columnas, que puede iniciarse cuando se tiene 3 anillos montados, esto facilita las maniobras y reduce los riesgos por posiciones forzadas de una grúa.

Luego viene la colocación de vigas y viguetas de acuerdo a las disposiciones indicadas en el plano.

El montaje de las planchas del techo fue realizado con grúa para la soldadura del techo se sigue un procedimiento similar al del fondo.

Simultáneamente se van colocando todos los accesorios en el cilindro como son manholes, boquillas de entrada, salida, drenaje y para equipos de medición y control.

Lo conveniente es hacer las pruebas radiográficas en el cilindro cuando se va por el tercer anillo de acuerdo a lo recomendado por API 650 sección 6, esto para ir controlando la calidad de las soldaduras y hacer las correcciones y/o recomendaciones necesarias al soldador que incurre en fallas.

En un esquema de las placas tomadas, se coloca el código del soldador y no su nombre para evitar cualquier suspicacia. Las pruebas radiográficas deben ser realizadas por una empresa con la autorización correspondiente dado los peligros que implica el uso de radiación más aún en este caso que se utilizan rayos gamma (de fuente iridio 192) que son altamente penetrantes.

Las demás pruebas a efectuarse y que están indicadas en la norma API:

Fondo y techo: Prueba de vacío al 100% de las soldaduras, realizado con una cámara de vacío, se debe alcanzar un vacío de 3 PSI.

Junta cilindro - fondo: Prueba de Diesel caliente, debido a la propiedad del diesel de penetrar en los poros de la soldadura se pasa el diesel caliente por la parte interior del tanque, si se hubiera alguna imperfección el exterior será manchado con el diesel.

Refuerzos: Prueba de aire comprimido, se efectúa inyectando aire comprimido por un agujero de $\frac{1}{4}$ " en el refuerzo, la presión alcanzada debe mantenerse de lo contrario indica la presencia de una falla que se detecta echando una solución jabonosa en los bordes del refuerzo.

Las tolerancias que se debe verificar son durante el proceso de construcción son la verticalidad y circularidad del cilindro.

6.1.2 Procedimiento de Arenado y Pintado

El arenado y pintado es de suma importancia por que va a garantizar una larga vida del producto sin los problemas que puede producir la corrosión, por tal motivo es uno de los procedimientos que deben estar claramente comprendidos y establecidos.

EL correcto funcionamiento de un sistema de pintura depende directamente de la calidad de la preparación superficial en este caso arenado de acuerdo a la norma SSPC 5. Empezamos por esto seleccionando el material abrasivo a utilizar en este caso arena de río, con las cantidades de sulfatos y cloruros al mínimo 300 ppm como máximo. El proveedor de pintura que es un interesado que sus productos

cumplan su cometido puede hacer las pruebas respectivas para garantizar la calidad de la arena.

El equipo seleccionado debe estar en condiciones óptimas y seleccionado para las condiciones de trabajo requeridas. Condición importante es la presión en boquilla de salida de arenado (100 PSI) y capacidad por boquilla en CFM (pies cúbicos por minuto); la compresora que utilizemos debe satisfacer estas condiciones. Se debe tener en cuenta la longitud de mangueras para evitar la caída de presión .

Los trabajos de arenado y aplicación de la capa base de pintura deben realizarse en las condiciones ambientales propicias es decir:

- La primera capa de pintura debe ser aplicada como máximo 6 horas después de concluido el arenado.
- No se podrá pintar la superficie de metal que está menos de 3° C por encima del punto e rocío o con humedad relativa sobre 85%.
- Deben seguirse las indicaciones dadas por el fabricante en las hojas técnicas de la pintura.

Estas mismas condiciones se dan en la aplicación de capas sucesivas, donde además debe verificarse:

- Espesores de película seca
- Ausencia de rugosidades, grietas, ampollas, chorreaduras

En este caso particular se tuvo que pintar una franja de color lila (indicativo de ácido) siguiendo los siguientes pasos:

El día siguiente de aplicar la capa intermedia (Sher Tile), y a primera hora se procede a pintar la franja con la pintura de acabado color lila (Sumatane) , por lo que esta zona ya habrá alcanzado el espesor requerido. Debido a que esta pintura es de rápido secado, por la tarde y verificando al tacto el secado se procede a forrar toda la franja con plástico, para el día siguiente aplicar la pintura de acabado de color blanco al resto del tanque.

Las escaleras y barandas se pintan con brocha. Para evitar el pulverizado que se origina cuando se pintaron máquina y que dañaría las superficies pintadas.

EL tanque debe estar identificado indicando el producto que contiene, su capacidad, y el rombo de seguridad

6.1.3 Otros procedimientos

Existen otros procedimientos que describiremos, como son el procedimiento de pruebas radiográficas y el de colocación de geo membrana de HDPE, ambos son realizados por empresas especializadas pero cuyos procedimientos generales debemos conocer.

Para cordones planos y de longitud se usa la máquina de cuña caliente. Se traslapan los bordes de la membrana y mediante una máquina con una cuña que se calienta por medio de resistencias se funden el material traslapado por lo cual se produce la fusión.

Colocación de geomembrana

Para uniones de difícil acceso se usan la máquina extrusora que requiere material de aporte que va uniendo los extremos de la membrana.

Pruebas radiográficas:

Para el caso del tanque lo primero que debemos tener definido es cuales serán los puntos donde se tomarán las placas radiográficas, las recomendaciones para la elección de estos puntos están en la norma API 560. Debemos programar el personal de apoyo a los especialistas para que trabajen en horas de la noche o madrugada para reducir los riesgos de contaminación radioactiva, ya que a esas horas no hay personal trabajando en la planta.

6.2 Control

El control tiene que darse en los aspectos administrativos y técnicos. Los controles administrativos tiene la función de optimizar los recursos y procesos y reducir los costos. El control debe centrarse principalmente en la programación y presupuesto.

Una manera de controlar la programación es mediante el uso de software de control de proyectos como podría ser el MS-Project o el Primavera Project Planner por citar los más conocidos en nuestro medio. El uso de estos programas facilita la elaboración de reportes de avance y costo de acuerdo a los rubros que programemos. También pueden usarse formatos en hojas de cálculos para hacer estos reportes. La elección del método de control dependerá de la complejidad del proyecto y de la capacitación para implementar el sistema de control, que no sólo

debe ser para un proyecto de la empresa sino que debe estandarizarse para todos los proyectos de la empresa.

También podemos llevar un control de avance general de obra para contrastar el porcentaje de avance programado con el avance real; para esto podemos elaborar una hoja de cálculo que refleje gráficamente estos avances mediante la denominada curva S de avance. Para la elaboración de esta curva tomaremos como patrón la unidad de trabajo definida por Unidad x duración, en nuestro caso las h-h. Se adjunta una curva de avance que presenta sólo los principales rubros, las horas hombre de este cuadro resumen viene de cuadros detallados donde se anotan las horas hombre empleadas por actividad, que su vez de coincidir con lo especificado en el cronograma base.

Para el control de presupuesto se elaborará informes económicos con formatos que nos permitan comparar los costos programados con los reales, esto es muy importante ya que no sólo será un control de un proyecto único sino que servirán como referencia para futuros proyectos.

Para el control de los trabajos de producción debe seguirse lo establecido en el plan de calidad. Durante la ejecución de los trabajos muchas veces surgen cambios que afectan el alcance inicial de los trabajos y por lo tanto también en el plan de calidad y en los costos; estos cambios deben reportarse y cuantificarse para disminuir conflictos entre las partes.

HORAS HOMBRE DE MANO DE OBRA DIRECTA

ACTIVIDADES	Fecha de Inicio	Fecha de término	Nro de personas	H-H	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	
OBRAS CIVILES																					
Movimiento de tierras y nivelación de terreno	1/Dec	5/Dec	10	800.00	800																
Anillo de concreto	4/Dec	16/Jan	19	9,132.00	576	1,176	1,896	1,368	1,524	1,452	1,140										
				9,732.00	1,176	1,176	1,896	1,368	1,624	1,462	1,140										
Columnetas	3/Jan	6/Jan	6	268.00					144	144											
Muro de contención	5/Jan	5/Mar	19	13,092.00						420	1,956	1,596	1,596	1,596	1,596	1,596	1,596	1,596	1,140		
OBRAS MECANICAS																					
Montaje de Tanque	17/Jan	28/Feb	30	16,060.00							624	2,376	2,520	2,700	2,840	2,840	1,980				
OTROS TRABAJOS																					
Arenado exterior del tanque	1/Mar	11/Mar	11	1,452.00															924	528	
Pintado exterior de tanque	11/Mar	16/Mar	11	782.00																	264
Colocación de geomembrana de HDPE	16/Mar	20/Mar	5	300.00																	300
					1,176	1,176	1,896	1,368	1,668	2,016	3,720	3,972	4,116	4,296	4,636	4,636	3,676	2,064	1,066	664	
			HH ACUMULADO	41,738.00	1,176.00	2,352.00	4,248.00	5,616.00	7,284.00	9,300.00	13,020.00	16,992.00	21,108.00	25,404.00	29,940.00	34,476.00	38,052.00	40,116.00	41,172.00	41,738.00	
			% DE AVANCE DEL TRABAJO		2.82%	5.64%	10.16%	13.46%	17.45%	22.28%	31.20%	40.71%	50.58%	60.67%	71.74%	82.60%	91.17%	96.12%	98.65%	100.00%	

Figura 20.

AVANCE POR ACTIVIDAD

ACTIVIDADES	Fecha de inicio	Fecha de término	Nro de personas	H-H	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
OBRAS CIVILES																				
Movimiento de tierras y nivelación de terreno	1/Dec	5/Dec	10	800.00	800															
Anillo de concreto	4/Dec	16/Jan	19	9,132.00	578	1178	1898	1388	1524	1452	1140									
				9,732.00	12.08%	12.08%	19.48%	14.06%	15.66%	14.92%	11.71%									
					12.08%	24.17%	43.65%	57.71%	73.37%	88.29%	100.00%									
Columnetas	3/Jan	6/Jan	8	288.00					144	144										
									50%	50%										
									50.00%	100.00%										
Muro de contención	5/Jan	5/Mar	19	13,092.00						420	1958	1598	1598	1598	1598	1598	1598	1598	1140	
										3.21%	14.94%	12.19%	12.19%	12.19%	12.19%	12.19%	12.19%	12.19%	6.71%	
										3.21%	16.18%	30.34%	42.83%	54.72%	66.91%	79.10%	91.29%	100.00%		
OBRAS MECANICAS																				
Montaje de Tanque	17/Jan	28/Feb	30	16,080.00							624	2378	2520	2700	2940	2940	1980			
											3.88%	14.78%	15.67%	16.79%	18.28%	18.28%	12.31%			
											3.88%	16.66%	34.33%	51.12%	69.40%	87.69%	100.00%			
OTROS TRABAJOS																				
Arenado exterior del tanque	1/Mar	11/Mar	11	1,452.00														924	528	
																			63.64%	36.36%
																			63.64%	100.00%
Pintado exterior de tanque	11/Mar	18/Mar	11	792.00																528
																				67%
																				67%
																				88.7%
Colocación de geomembrana de HDPE	18/Mar	20/Mar	5	300.00																300
																				100%
																				100%

Figura 21.

6.3 Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad tiene su respaldo el plan de calidad establecido previo a la ejecución de la obra pero que siempre pueden hacerse las mejoras que se vean convenientes.

En muchos trabajos se asumen los términos de aseguramiento de calidad y control de calidad, considerándose que el primero supervisa al segundo para que cumpla con todos los aspectos del plan de puntos de inspección y con documentación que se solicite como pueden ser, certificados de calibración de equipos, certificados de calidad de material, pruebas especiales etc.

Los principales registros de calidad establecidos deben llenados a lo largo de la obra. Para la confección de los formatos de registros no existe un patrón rígido, sin embargo deben seguirse algunas recomendaciones:

Debe tener un encabezado donde figure el nombre de la empresa, con su logotipo y nombre y/o código del proyecto.

Como datos generales deben estar el código y numeración del registro, el electo que se controla, la fecha de elaboración y muy importante la norma o normas de referencia ya que esta nos indicará que parámetros deben ser controlados y mediante que procedimientos; estos parámetros figurarán en el registro para ser llenados con los datos obtenidos en el control. Debe considerarse espacios adecuados para anotar alguna observación pertinente. Estos registros pueden incluir un gráfico o esquema que permita

una mejor visualización de la situación. Al pie de página debe registrarse las firmas autorizadas para dar la aprobación al registro.

En el presente trabajo el proceso de construcción más importante es el de soldadura, para garantizar la calidad y seguridad de las juntas deben tenerse los procedimientos de soldadura (WPS) de acuerdo al código ASME sección IX, antes del inicio de los trabajos. Entre los datos que se requieren para la elaboración de un WPS tenemos:

PQR de respaldo de la junta, o especificar su precalificación de acuerdo a la norma AWS; especificar también la posición para soldar. Para nuestro caso además tenemos datos comunes como son el metal base a soldar, electrodo a utilizar (clase y diámetro). se adjunta también los datos que se requieren para completar los procedimientos de soldadura.

Estos datos presentados en las figuras del 22 al 33 que se adjuntan son referenciales y deben verificarse para cada nueva aplicación. Como ejemplo de la denominación de las juntas tenemos:

V 7-8 : Juntas verticales aplicables a los anillos 7 y 8

V 6 : Juntas verticales aplicables al anillo 6

H 7-8 : Junta horizontal entre anillos 7 y 8

JUNTA : FONDO
 Posición : Plana

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	3	(+)	140-150	28-29	10
2	E 7018	4	(+)	210-220	32-33	18
3	E 7018	4	(+)	210-220	32-33	25
4	E 7018	4	(+)	210-220	32-33	25

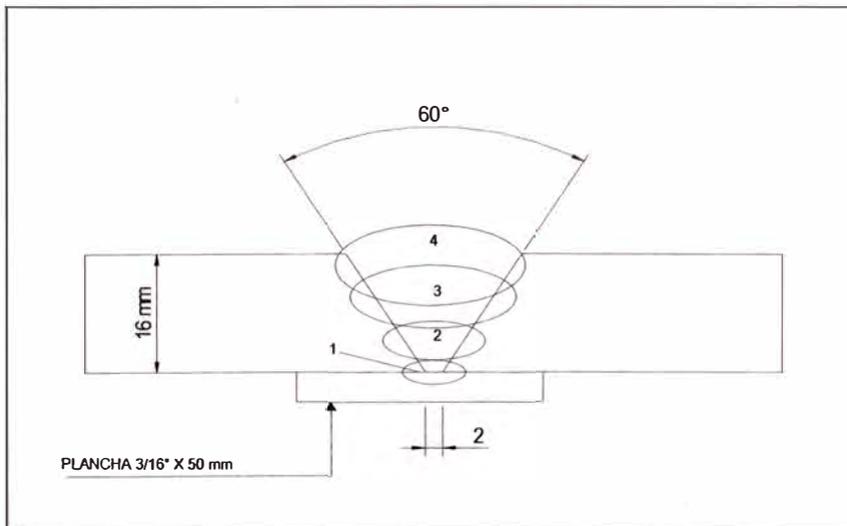


Figura 22.

JUNTA: V 6

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	3.2	(+)	90-100	21-24	8-10
2	E 7018	3.2	(+)	120-140	22-27	8-10
3	E 7018	3.2	(+)	120-140	22-27	8-10
4	E 7018	3.2	(+)	120-140	22-27	8-10

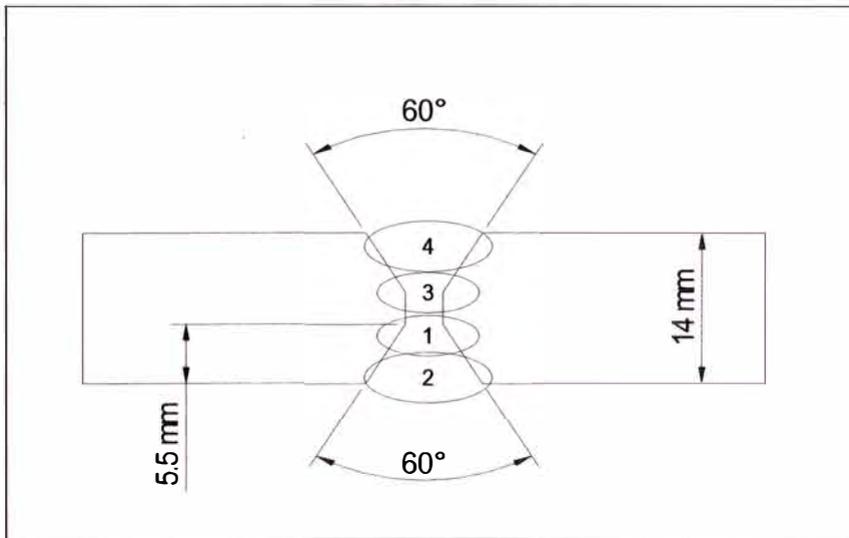


Figura 24.

JUNTA: V 5

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	3.2	(+)	90-105	23-24	6-10
2	E 7018	3.2	(+)	115-130	23-24	10-12
3	E 7018	3.2	(+)	115-130	23-24	8-10
4	E 7018	3.2	(+)	120-125	23-24	12-14
5	E 7018	3.2	(+)	120-125	23-24	10-12

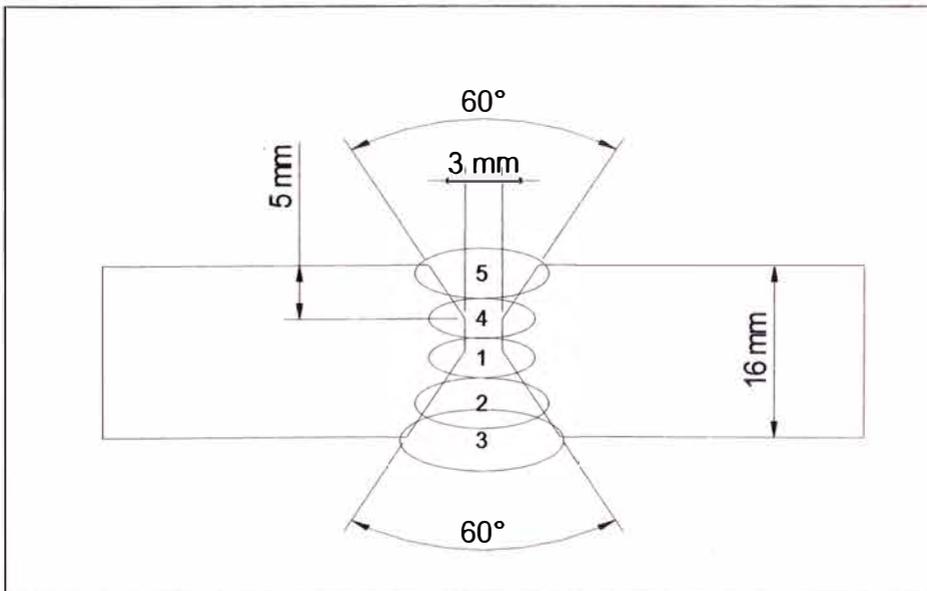


Figura 25.

JUNTA: V 4

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	3.2	(+)	90-105	23-24	6-10
2	E 7018	4.0	(+)	140-165	23-24	8-10
3	E 7018	4.0	(+)	140-165	23-24	8-10
4	E 7018	4.0	(+)	140-165	23-24	8-10
5	E 7018	3.2	(+)	120-125	23-24	12-14
6	E 7018	3.2	(+)	120-125	23-24	10-12

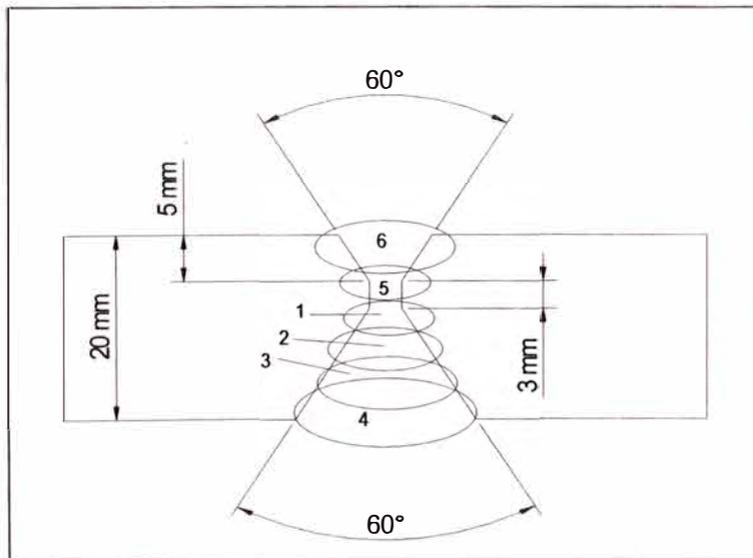


Figura 26.

JUNTA: V 3-2

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	4	(+)	160-175	28-29	8-10
2	E 7018	4	(+)	210-220	32-33	8-10
3	E 7018	4	(+)	210-220	32-33	10-12
4	E 7018	4	(+)	210-220	32-33	12-14
5	E 7018	3	(+)	120-140	23-24	12-14
6	E 7018	4	(+)	190-210	32-33	12-14
7	E 7018	3	(+)	120-140	23-24	10-12

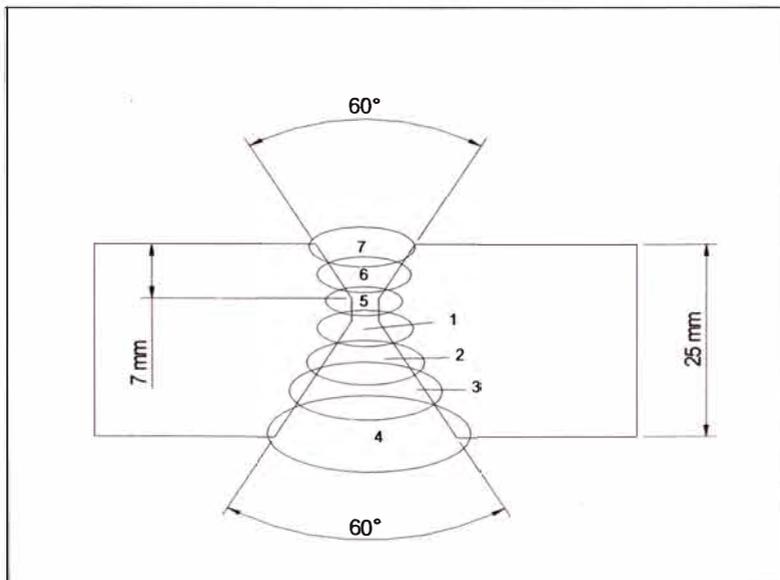


Figura 27.

JUNTA : H 7-8

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	3		120-140	22-25	15-18
2	E 7018	4		170-190	22-23	21-23
3	E 7018	3		120-140	22-25	15-18
4	E 7018	3		120-140	22-25	15-18

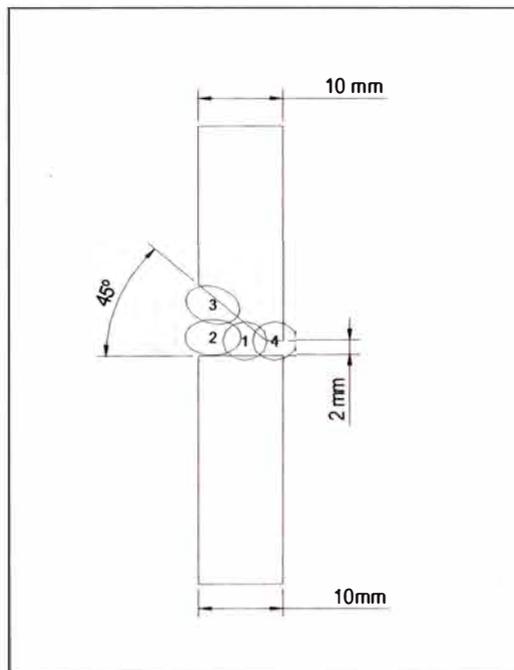


Figura 28.

JUNTA : H 6-7

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	4	(+)	145-165	23-24	8-10
2	E 7018	3	(+)	120-140	22-25	15-18
3	E 7018	4	(+)	170-195	21-22	14-16
4	E 7018	3	(+)	120-140	22-25	15-18
5	E 7018	4	(+)	170-195	21-22	14-16
6	E 7018	3	(+)	120-140	22-25	15-18

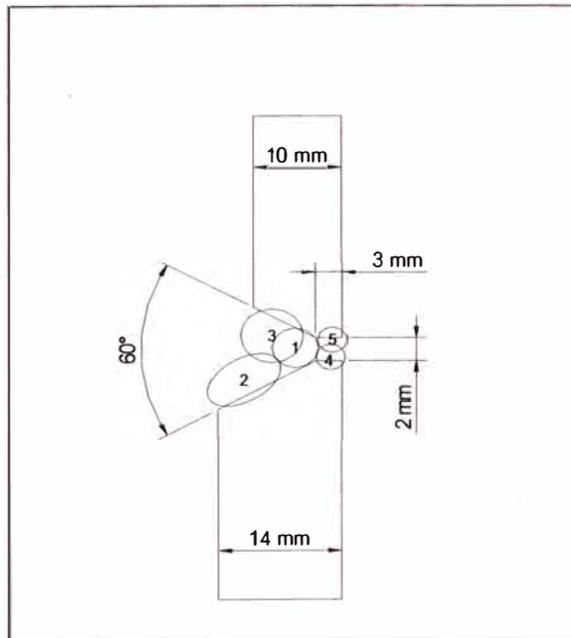


Figura 29.

JUNTA: 5-6

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	4	(+)	145-165	23-24	8-10
2	E 7018	5	(+)	165-195	21-22	12-14
3	E 7018	4	(+)	170-195	21-22	14-16
4	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	21-23
5	E 7018	4	(+)	165-195	22-25	13-15
6	E 7018	4	(+)	165-195	22-25	13-15
7	E 7018	4	(+)	165-195	22-25	13-15
8	E 7018	3	(+)	120-140	22-25	15-18

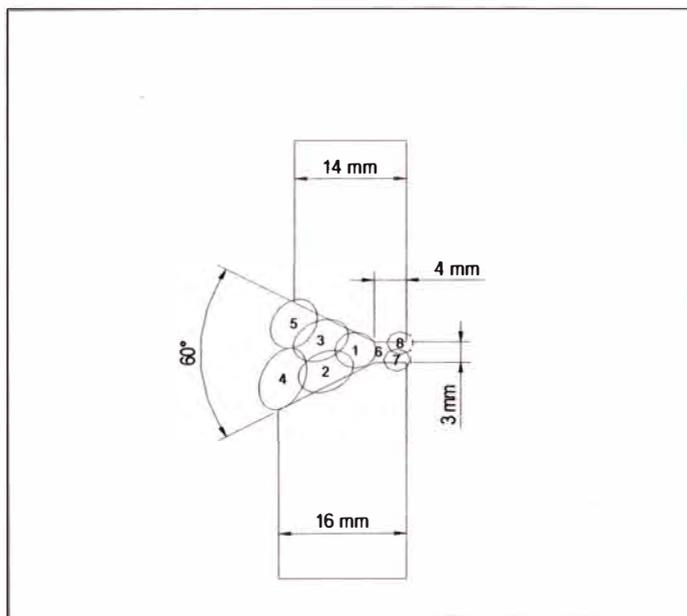


Figura 30.

JUNTA: H 4-5

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	4	(+)	145-165	23-24	10-12
2	E 7018	5	(+)	165-195	22-25	12-14
3	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	14-16
4	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
5	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
6	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
7	E 7018	4	(+)	170-190	22-23	21-23
8	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
9	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
10	E 7018	4	(+)	170-190	22-23	13-15

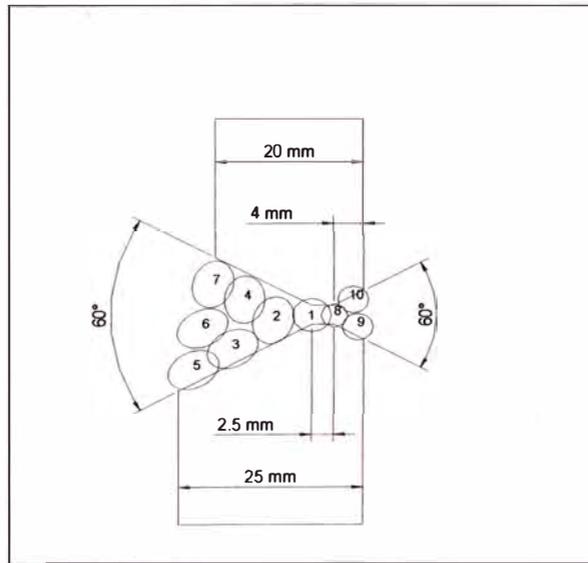


Figura 31.

JUNTA: H 2-3

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	4	(+)	145-165	23-24	8-10
2	E 7018	5	(+)	165-195	22-25	12-14
3	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	14-16
4	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
5	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
6	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
7	E 7018	4	(+)	170-190	22-23	21-23
8	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
9	E 7018	5	(+)	190-210	21-22	19-21
10	E 7018	4	(+)	170-190	22-23	21-23

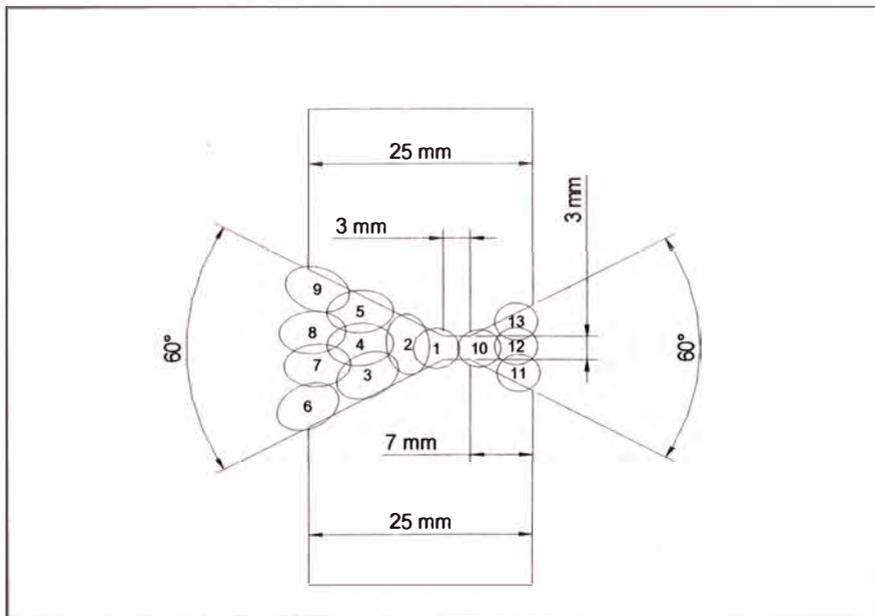


Figura 32.

JUNTA : H 1-2

Posición : Horizontal

PASE N°	Metal de aporte		Corriente		Voltaje	Velocidad de avance (cm/min)
	Clase	Diámetro (mm)	Polaridad	Amperaje		
1	E 7018	4.0	(+)	145-165	23-24	8-10
2	E 7018	5.0	(+)	165-195	21-22	12-14
3	E 7018	5.0	(+)	190-210	21-22	14-16
4	E 7018	5.0	(+)	190-210	21-22	19-21
5	E 7018	5.0	(+)	190-210	21-22	19-21
6	E 7018	5.0	(+)	190-210	21-22	21-23
7	E 7018	5.0	(+)	190-210	21-22	21-23
8	E 7018	5.0	(+)	190-210	21-22	21-23
9	E 7018	4.0	(+)	165-195	22-25	13-15
10	E 7018	4.0	(+)	165-195	22-25	13-15
11	E 7018	4.0	(+)	165-195		
12	E 7018	4.0	(+)	165-195		
13	E 7018	3.2	(+)	120-140		

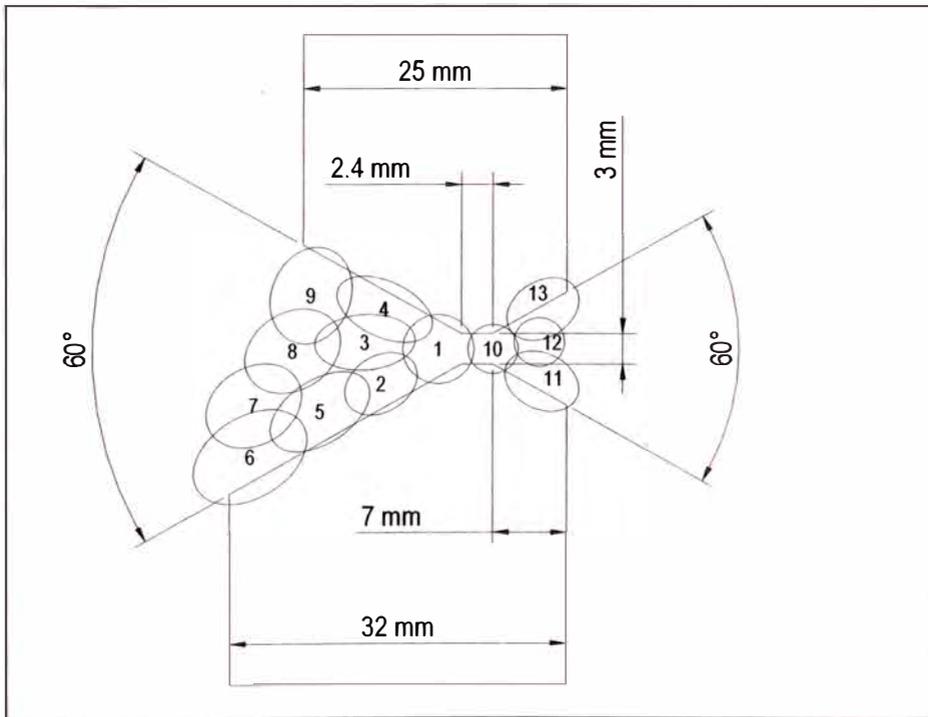


Figura 33.

CAPTITULO 7

BALANCE DE OBRA

7.1 Cierre de contrato.-

Al finalizar los trabajos y pruebas deben seguirse procedimientos establecidos ya sea por el propietario y por el contratista. El contratista debe tener un formato de seguimiento de actividades para realmente asegurar la culminación de todas las actividades y no se deje nada por hacer, esto se realiza revisando los alcances iniciales y los alcances de los cambios registrados a lo largo de la obra. EL propietario establece para recepción de obra. Entrega de documentación establecida en el contrato, registros de calidad, Planos As-Built, Conciliación de valorizaciones y trabajos adicionales cuando los hay, La existencia de trabajo adicionales muchas debe ser aprobadas durante la ejecución de la obra, pero otras veces por agilizar los trabajos los acuerdos finales respecto a precios se deja para el final de todos los trabajos, sin embargo esto se debe hacer teniendo un estimado de los costos ya que para trabajos adicionales se establece montos límites con respecto al monto contractual.

La importancia de de llegar a un cierre correcto de la obra radica en que la fecha de cierre se establece como el límite de responsabilidades, garantías de trabajo y de las instalaciones, multas por retraso o bonos por finalizar antes del plazo, liberación de cartas fianzas, etc.

7.2 Balance económico

Con los rubros establecidos se van controlando los costos, así podemos ver los cuadros finales (cuadros del 5 al 9) comparando el total presupuestado con el total real, como se hace en el balance del cuadro 3. Obviamente no debemos esperar hasta el final para descubrir ingratas sorpresas, sino que como ya hemos mencionado, debe haber el seguimiento con la periodicidad establecida. Para el caso de los gastos generales sólo se controló un monto global, que al final de la obra prácticamente coincide con lo presupuestado, como se puede ver en el balance del cuadro 3.

Adjuntamos como referencia el presupuesto base que nos permitirá comprobar que tan preciso fue el presupuesto para poder reducir los márgenes de riesgo y aumentar las utilidades de la empresa.

7.1 Lecciones aprendidas

El trabajo de montaje de tanque es una de las actividades principales de la empresa contratista que se viene realizando por año, pero justamente por la particularidad de cada proyecto se pueden aun así cada trabajo deja lecciones que se pueden tomar en cuenta. En este caso estas lecciones deben conducir a lo que

es lo principal en una empresa, las utilidades. Entre estas lecciones a tener en cuenta tenemos:

Llevar de manera fidedigna el control de los costos y ratios. Esto implica dependiendo de la magnitud de los trabajos tener personal exclusivo de dedicado a esta actividad. Contra lo que se pensaba algunos años, esto no debe considerarse como un gasto sino como una inversión, Ya que permitirá ganar más presupuestos.

Estos ratios podemos resumirlos en el cuadro 10. Estos ratios son los más importantes y son de gran ayuda para futuros presupuestos y planificaciones.

BALANCE ECONOMICO DEL PROYECTO

ITEM	CONCEPTO	COSTOS ACUMULADOS	
		ACTUAL	PRESUP
I. INGRESOS			
1	Adelanto de Obra		
2	Valorizaciones por Avance	465,603.07	465,603.07
TOTAL INGRESOS		465,603.07	465,603.07
II. EGRESOS			
1	Materiales	105,657.58	157,671.79
2	Mano de Obra	93,210.44	105,917.82
3	Supervision	28,800.00	35,200.00
4	Equipos	48,918.66	32,725.00
5	Sub - Contratos	63,583.50	58,915.59
6	Gastos Generales de Obra	16,669.15	16,354.66
		356,839.33	406,784.86
7	Gastos de Oficina Central	28,547.15	32,542.79
TOTAL EGRESOS		385,386.48	439,327.65
III. UTILIDAD (I - II)		80,216.59	26,275.42
IV. MARGEN DE UTILIDAD (%)		17.2%	5.6%

Cuadro 3. Balance

CONSTRUCCION DE TANQUE Y CONTENEDOR PARA ACIDO SULFÚRICO
PRESUPUESTO

Item	Descripción de la partida	Unidad	Metrado	P.unit US\$	P.Parcial US\$	Sub Total US\$
1.0 OBRAS PRELIMINARES						
1.01	Construcciones provisionales	Glb	1.00	200.00	200.00	
1.02	Movilización de personal	Glb	1.00	480.00	480.00	
1.03	Movilización de equipos y consumibles	Glb	1.00	900.00	900.00	
1.04	Movilización de materiales Lima-Matarani	Glb	1.00	10,800.00	10,800.00	
1.05	Trazo y replanteo	m2	1,546.00	0.75	1,159.50	
1.06	Energía eléctrica	Glb	1.00	9,100.00	9,100.00	22,639.50
2.0 PLATAFORMA DE NUEVO CONTENEDOR						
2.01	Excavación manual de material suelto	m3	131.60	8.25	1,085.70	
2.02	Excavación de roca sin explosivos	m3	131.60	64.31	8,463.20	
2.03	Relleno estructural con material de préstamo	m3	316.00	13.54	4,278.64	
2.04	Eliminación de material excedente	m3	288.60	4.20	1,212.12	
2.05	Suministro y colocación de membrana HDPE	m2	1,007.00	8.60	8,660.20	23,699.86
3.0 CIMENTACION DEL NUEVO TANQUE						
3.1 Anillo de cimentación						
3.1.1	Excavación manual de material suelto	m3	44.44	8.25	366.63	
3.1.2	Excavación de roca sin explosivos	m3	44.44	64.31	2,857.94	
3.1.3	Relleno estructural con material de préstamo	m3	1,151.30	13.54	15,588.60	
3.1.4	Eliminación de material excedente	m3	88.88	4.20	373.30	
3.1.5	Concreto F c = 10 MPa	m3	2.17	68.00	147.56	
3.1.6	Concreto F c = 20 MPa	m3	160.42	80.00	12,833.60	
3.1.7	Encofrado caravista	m2	170.64	9.50	1,621.08	
3.1.8	Acero de refuerzo Fy= 420 MPa	Kg	30,519.00	0.85	25,941.15	
3.1.9	Aplicación de resina epóxica	m2	19.44	30.00	583.20	
3.1.10	Suministro y colocación de membrana HDPE	m2	1,007.00	8.60	8,660.20	68,973.26
3.2 Columnetas						
3.2.1	Excavación manual de material suelto	m3	7.20	8.25	59.40	
3.2.2	Excavación de roca sin explosivos	m3	7.20	64.31	463.03	
3.2.3	Eliminación de material excedente	m3	14.40	4.20	60.48	
3.2.4	Concreto F c = 20 MPa	m3	28.13	80.00	2,250.40	
3.2.5	Encofrado caravista	m2	84.50	9.50	802.75	
3.2.6	Acero de refuerzo Fy= 420 MPa	Kg	1,630.26	0.85	1,385.72	5,021.78
4.0 MURO DE CONTENCION PERIMETRAL						
4.01	Excavación manual de material suelto	m3	160.80	8.25	1,326.60	
4.02	Excavación de roca sin explosivos	m3	160.80	64.31	10,341.05	
4.03	Relleno estructural con material de préstamo	m3	105.40	13.54	1,427.12	
4.04	Eliminación de material excedente	m3	321.60	4.20	1,350.72	
4.05	Concreto F c = 20 MPa	m3	281.00	80.00	22,480.00	
4.06	Encofrado caravista	m2	462.00	9.50	4,389.00	
4.07	Acero de refuerzo Fy= 420 MPa	Kg	6,529.00	0.85	5,549.65	
4.08	Junta de dilatación	m	25.10	7.50	188.25	
4.09	Suministro e instalación de tubería HDPE 16"	m	8.70	85.00	739.50	47,791.89
6.0 CONSTRUCCION DE TANQUE DE ACERO						
6.01	Revisión,limpieza,biselado y corte de PL fondo y techo	Kg	84,040.00	0.08	6,723.20	
6.02	Revisión,limpieza,biselado y corte de PL del cilindro	Kg	158,810.00	0.06	9,528.60	
6.03	Presentación,armado y soldado de planchas de fondo	Kg	60,630.00	0.35	21,220.50	
6.04	Rolado en taller de planchas de cilindro	Kg	158,810.00	0.09	14,292.90	
6.05	Erección del cilindro, incluido armado y soldado de PL	Kg	158,810.00	0.60	95,286.00	
6.06	Armado, soldado y erección de estructura del techo	Kg	24,941.00	0.45	11,223.45	
6.07	Armado y soldado de planchas del techo	Kg	24,000.00	0.45	10,800.00	
6.08	Suministro de materiales para estructura del techo	Kg	21,106.00	0.78	16,462.68	185,537.33
7.0 ACCESORIOS DE TANQUE						
7.01	Fabricación y montaje de manhole inferior con empaquetadura	Und	1.00	2,338.70	2,338.70	
7.02	Fabricación y montaje de manhole de techo con empaquetadura	Und	1.00	460.00	460.00	
7.03	Fabricación y montaje de conexión de llenado	Und	1.00	1,247.25	1,247.25	
7.04	Fabricación y montaje de conexión de descarga	Und	1.00	513.75	513.75	
7.05	Fabricación y montaje de conexión para reboso a tanques	Und	1.00	192.00	192.00	

Item	Descripción de la partida	Unidad	Metrado	P.unit US\$	P.Parcial US\$	Sub Total US\$
7.06	Fabricación y montaje de sumidero	Und	1.00	582.75	582.75	
7.07	Fabricación y montaje de conexión para sistema de venteo	Und	2.00	75.00	150.00	
7.08	Fabricación y montaje de conexión para control de nivel por radar	Und	1.00	32.00	32.00	
7.09	Fabricación y montaje de conexión para toma de muestra	Und	4.00	50.00	200.00	
7.1	Fabricación y montaje de conexión para nivel magnético	Und	1.00	24.00	24.00	
7.11	Fabricación y montaje de conexión para nivel a presión	Und	1.00	16.00	16.00	
7.12	Fabricación y montaje de conexión para rebose	Und	1.00	32.00	32.00	
7.13	Fabricación y montaje de escalera y barandas de techo	Kg	1,565.00	0.75	1,173.75	
7.14	Fabricación y montaje de conexión para control de temperatura	Und	1.00	191.25	191.25	
7.15	Suministro de materiales para conexiones, escalera y baranda	Glb	1.00	3,623.35	3,623.35	
7.16	Suministro de materiales de acero inox AISI 316 L	Glb	1.00	14,525.00	14,525.00	25,301.80
8.0 PINTURA DE TANQUE						
8.01	Arenado de tanque al metal blanco	m2	1,392.47	3.00	4,177.41	
8.02	Pintado exterior con sistema base zinc, epoxi-poliuretano	m2	1,392.47	8.52	11,863.84	
8.03	Arenado de escalera y baranda de techo y accesorios	m2	93.67	3.50	327.85	
8.04	Pintado de escalera, baranda y accesorios	m2	93.67	9.70	908.60	17,277.70
9.0 PRUEBAS DEL TANQUE						
9.01	Prueba de vacío en el fondo y techo	m2	834.02	1.15	959.12	
9.02	Prueba de planchas de refuerzo	Glb	1.00	260.00	260.00	
9.03	Pruebas radiográficas según norma API en el cilindro	Glb	1.00	5,210.00	5,210.00	
9.04	Control de asentamiento de la base	Glb	1.00	850.00	850.00	7,279.12
10.0 TRABAJOS ELÉCTRICOS						
10.01	Aterramiento del nuevo tanque, poza 5 ohm	Und	3.00	450.00	1,350.00	1,350.00

COSTO DIRECTO	US\$	404,872.24
GASTOS GENERALES (10%)	US\$	40,487.22
UTILIDAD (5%)	US\$	20,243.61
COSTO TOTAL	US\$	465,603.07

Cuadro 4. Presupuesto base

Cuadro 5. MANO DE OBRA

1,0 PERSONAL PARA OBRA CIVIL

CARGO	Cant.	Días	Hrs/día	H-h	US\$/h-H	US\$
Capataz	1	100	12	1,200.00	2.42	2,906.40
Operarios	7	100	12	8,400.00	1.60	13,473.60
Ayudantes	12	100	12	14,400.00	1.04	15,033.60
Ayudantes para vaciado	30	2	12	720.00	1.04	751.68
				24,720.00	1.30	32,165.28

2,0 PERSONAL PARA OBRA METAL-MECANICA

Trabajos en taller

Accesorios	Peso (Kg)	HH	US\$/ H-H	US\$
Estructura soporte de techo	24,811.63	1,654.11	1.80	2,977.40
Accesorios	3,890.00	486.25	1.80	875.25
Escalera y barandas	1,589.00	264.83	1.80	476.70
		2,405.19		4,329.35

Montaje en obra

CARGO	Cant.	Días	Hrs/día	H-h	US\$/h-H	US\$
Supervisor	1	45	12	540.00	5.47	2,951.64
Operario soldador	11	45	12	5,940.00	2.83	16,798.32
Operario calderero	3	45	12	1,620.00	2.83	4,581.36
Oficial calderero	3	45	12	1,620.00	2.07	3,356.64
Esmeriladores	11	45	12	5,940.00	2.07	12,307.68
Chofer camión grúa	2	45	12	1,080.00	2.36	2,548.80
				16,740.00	2.54	42,544.44

El peso total del tanque : 262,790.63 Kg

Ratio de montaje : (262,790.63 Kg/16,740 H-h) = 15.70 US\$/HH

3,0 PERSONAL PARA ARENADO Y PINTADO

CARGO	Cant.	Días	Hrs/día	H-h	US\$/h-H	US\$
Arenador pintor	3	17	12	612.00	2.25	1,378.22
Ayudantes	8	17	12	1,632.00	1.04	1,703.81
				2,244.00	1.37	3,082.03

El área total aproximada 1,500.00 m²

Ratio para este trabajo 2.05 US\$/m²

PERSONAL PARA CENTROS COMUNES

CARGO	Cant.	Días	Hrs/día	H-h	US\$/h-H	US\$
Almacenero	1	112	12	1,344.00	1.78	2,397.70
Mantenimiento	1	112	12	1,344.00	2.07	2,784.77
Chofer camión grúa	1	70	12	840.00	2.36	1,982.40
Chofer	1	112	12	1,344.00	1.60	2,155.78
Vigilante	1	112	12	1,344.00	1.32	1,768.70
				6,216.00	1.78	11,089.34

TOTAL MANO DE OBRA

HH 52,325.19 US\$ 93,210.44

Cuadro 6. LISTADO Y COSTO DE MATERIALES

DESCRIPCION		CANT.	UNID.	P.UNIT US\$	P.TOT US\$
MATERIALES PARA OBRA METAL MECANICA					20,539.96
Tubo de acero 12" ø SCH 80	ASTM A-53	102.00	m	106.34	10,846.68
Viga WF 10" x 30' x 20#	ASTM A-36	6.00	pzas	200.00	1,200.00
Viga C 6" x 20' x 8.2 #	ASTM A-36	76.00	pzas	35.00	2,660.00
Canal 10" x 20' x 15.3 #	ASTM A-36	3.00	pzas	81.92	245.76
Angulo 3"x3"x3/8" x 20'	ASTM A-36	27.00	pzas	38.41	1,037.07
Plancha de acero 1" 5'x10'	ASTM A-36	1.00	plancha	450.00	450.00
Platina 3/16" x 2" x 20'	ASTM A-36	52.00	pzas	5.48	284.96
Plancha LAC 1200X400 SAE 1020		15.00	pzas	43.85	657.75
Tubo 1"ø sch40 x 20'		348.00	m	2.06	715.42
Tubo 3/4"ø sch40 x 20'		216.00	m	1.59	343.44
Plancha estriada 3/16" 4' x 8'		7.00	pza	39.70	277.90
Codo 12" x 45° SCH 80		1.00	pza	307.00	307.00
Codo 8" x 90° SCH 80		1.00	pza	41.00	41.00
Brida Slip on 14"ø		1.00	pza	51.80	51.80
Brida Slip on 12"ø		3.00	pzas	36.80	110.40
Brida Slip on 8"ø		1.00	pza	15.50	15.50
Brida Slip on 4"ø		3.00	pzas	7.40	22.20
Esparragos rosca corrida 1 1/8"ø 8 UN	A-193 Gr B6	7.00	m	10.50	73.50
Esparragos rosca corrida 1"ø 8 UNC	A-193 Gr B6	4.00	m	22.36	89.44
Esparragos rosca corrida 3/4"ø 10 UNC	A-193 Gr B6	4.50	m	13.65	61.43
Esparragos rosca corrida 5/8"ø 11 UNC	A-193 Gr B6	1.00	m	15.50	15.50
Tuercas extra heavy 1 1/8" ø, 8 UN	A-193 clase 3	32.00	pzas	0.56	17.92
Tuercas extra heavy 1" ø, 8 UNC	A-194 clase 3	56.00	pzas	0.38	21.28
Tuercas extra heavy 3/4" ø, 10 UNC	A-194 clase 3	72.00	pzas	0.16	11.52
Tuercas extra heavy 3/4" ø, 11 UNC	A-194 clase 3	40.00	pzas	0.11	4.40
Otros materiales mecánicos		5.00	%	19,561.87	978.09
PINTURA					10,687.73
SWP sher Tile HS		72.00	gals	22.50	1,620.00
SWP Sumatane HS Brillante		50.00	gals	40.00	2,000.00
SWP Zumazinc		98.00	gals	43.63	4,275.74
Diluyente		31.00	gals	10.46	324.26
Arena para arenado		80.00	m3	9.71	776.80
Kit de reparación GRACO # 237-239		1.00	pzas	109.5	109.50
Jebes para acople rápido 1"		60.00	pzas	0.68	40.80
Guantes de jebe para pintor		4.00	par	1.65	6.60
Guantes de cuero para arenador		6.00	par	2.9	17.40
Cinta maskintape 1 .5"		30.00	rollos	3	90.00
Cartuchos antigas para ácidos		18.00	pzas	1.39	25.02
Brocha nylon 3"		4.00	pzas	5	20.00
Brocha nylon 2"		2.00	pzas	5	10.00
Brocha nylon 1"		6.00	pzas	5	30.00
Boquilla para arenado CLEMCO		2.00	pzas	5	10.00
Boquilla GRACO GND 415, 417,419		6.00	pzas	60	360.00
Otros materiales para pintura		10.00	%	9,716.12	971.61
CONSUMIBLES					11,166.86
Soldadura E-7018 1/8"		660.00	Kg.	2.37	1,564.20
Soldadura E-7018 5/32"		1,760.00	Kg.	1.79	3,150.40
Soldadura E-7018 3/16"		140.00	Kg.	2.06	288.40

DESCRIPCION	CANT.	UNID.	P.UNIT US\$	P.TOT US\$
Soldadura E-6010 1/8"	240.00	Kg.	2.06	494.40
Oxigeno (botella de 10 m3)	50.00	botellas	17.14	857.00
Gas	15.00	botellas	30.20	453.00
Discos de desbaste (4 unid /ton)	900.00	und	1.90	1,710.00
Disco de corte	770.00	und	1.76	1,355.20
Escobilla circular de acero	59.00	und	19.14	1,129.26
Tintes penetrantes (removedor y revelador)	15.00	pza	11.00	165.00
MATERIALES SOBRA CIVIL				48,499.08
Cemento tipo I	79.00	bolsa	4.36	344.44
Cemento tipo V	3,469.00	bolsa	5.33	18,489.77
Arena gruesa	308.00	m3	9.47	2,916.76
Arena fina	10.00	m3	8.86	88.60
Piedra chancada	264.00	m3	8.00	2,112.00
Triplay 12 mm 4' x 8'	121.00	plancha	11.61	1,404.81
Maderas	1.00	Glb	2,052.50	2,052.50
Fierro liso 1"	598.00	pza	13.59	8,126.82
Fierro corrugado 5/8"	608.00	pza	5.24	3,185.92
Fierro corrugado 1/2"	850.00	pza	3.30	2,805.00
Fierro corrugado 3/8"	56.00	pza	1.83	102.48
Alambre (16 y 8)	1,692.00	Kg	0.50	846.00
Clavos	422.00	Kg	0.61	257.42
Afirmado	1,567.00	m3	3.68	5,766.56
COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES				9,436.23
Petróleo D-2	5,776.30	gal	1.53	8,837.74
Gasolina 84	110.00	gal	1.79	196.90
Lubricantes	1.00	gal	401.59	401.59
UTILIES DE SEGURIDAD				2,654.79
Zapatos de seguridad con punta de acero	70.00	par	12.72	890.40
Cascos	40.00	und	2.10	84.06
Lentes de seguridad	150.00	und	2.14	321.00
Guantes cortos	150.00	par	2.12	318.00
Guantes para soldador	35.00	par	2.72	95.20
Mandil para soldador	30.00	und	4.85	145.50
Mica para careta de esmerilar	95.00	und	3.01	285.95
Tapones para oidos	150.00	und	0.91	136.50
Mascarilla para polvo	550.00	und	0.12	66.00
Guantes de hilo	106.00	und	1.53	162.18
Otros	1.00	Glb	150.00	150.00
MATERIALES DE OFICINA				570.86
Materiales de oficina varios	1.00	Glb	570.86	570.86
Medicina	1.00	Glb	40.00	40.00
Materiales de aseo y limpieza	1.00	Glb	50.00	50.00
Utiles y enseres para campamento	1.00	Glb	744.66	744.66
OTROS				1,267.41
Soldadura Cadwell	1.00	Glb	71.73	71.73
Cinta vulcanizante	1.00	Glb	42.13	42.13
Enchufe monofásico	1.00	Glb	30.00	30.00
Moldes Cadwell	1.00	Glb	230.00	230.00
Accses FG(+ VARIOS)	1.00	Glb	128.37	128.37
Tiza, nylon	1.00	Glb	20.12	20.12
Pernos 1/2" x 2' x 3'c arandelas	1.00	Glb	148.24	148.24
Tubo pesado PVC 3/4"	1.00	Glb	49.73	49.73
SIKADUR	1.00	Glb	140.68	140.68
Tecnopor	1.00	Glb	39.22	39.22
OTROS	1.00	Glb	367.19	367.19

TOTAL MATERIALES US\$ 105,657.58

ELEMENTOS DE IZAJE

DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.	P.UNIT US\$	P.TOT US\$
Columnas de izaje	25.00	pza	-	-
burritos	130.00	pza	-	-
Octavos PI 3/8"	150.00	pza	-	-
Octavos PI 1/2"	120.00	pza	-	-
Octavos PI 5/8"	150.00	pza	-	-
Octavos PI 1"	115.00	pza	-	-
Octavos PI 1 1/4"	150.00	pza	-	-
Punzones 3/4" x 6"	170.00	pza	-	-
Punzones 1" x 8"	150.00	pza	-	-
Gata Hidráulica 20 Ton. con palanca	16.00	pza	-	-
Gata hidráulicas de 20 ton c/palanca	10.00	pza	-	-
Gata Hidráulica 15 Ton. con palanca	4.00	pza	-	-
Tubo 4" (5 pzas por juego) 125 pzas	25.00	pza	-	-
Ángulos para candados	25.00	pza	-	-
Abrazaderas para tubo 4"	135.00	pza	-	-
Disco de plancha 1/4" para columna	6.00	pza	-	-
Base de plancha para gata	30.00	pza	-	-
cuñas	60.00	pza	-	-
pianos	43.00	pza	-	-
Orejas PL	35.00	pza	-	-
Octavos	120.00	pza	-	-
planchita 2"x2"x1/4" aprox.	1,000.00	pza	-	-
Barretilas redondas	12.00	pza	-	-
Candados con ángulos	25.00	pza	-	-

La mayoría de estos elementos no se compran, sino que existen en almacén para cualquier proyecto que lo requiera. Sin embargo estos elementos tienen un costo que debe ser considerado.

OTROS MATERIALES PARA PINTURA

(Se valorizan a un 10% del costo de los materiales principales)

DESCRIPCIÓN	CANT.	UNID.
Soga manila 3/4" X 60 MTS C/UNO (NYLON)	4	pzas
Soga de nylon	60	M
Patescas de madera 2 vías	4	pzas
Patescas de madera 1 vías	4	pzas
Niples de Fierro 1"	2	pzas
Conexión para manguera de 2"	2	pzas
Manguera para pintar GRACO de 1/4" x 50' c/u	4	pzas
Pistola p pintar T vaso fynik	1	pzas
Acople rápido 1"	30	pzas
Abrazaderas mullenbach 2"	4	pzas
Abrazadera mullenbach 2"	2	pzas
Abrazadera Mullenbach 1"	6	pzas
Abrazadera mullenbach 1 1/4"	8	pzas
Acoples rápidos c/niples soldados	30	pzas
Unión para manguera 1 1/4"	1	pzas
Porta boquilla p/boquilla de arenado	2	pzas
Porta boquilla GRACO #222674	2	pzas
Válvula de bola 3/8"	6	pzas
Válvula de bola 3/4"	4	pzas
Válvula de bola 2"	1	pzas
Válvula de bola 1/2"	2	pzas
Válvula de bola 1"	12	pzas

Cuadro 7. SUPERVISION

DESCRIPCION	CANT.	UNID.	Tiempo (meses)	C.Mensual US\$	P.TOT US\$
Gerente (jefe) de Proyecto	1		4	2,800.00	11,200.00
Ingeniero mecánico	1		4	1,500.00	6,000.00
Ingeniero de obra civil	1		2	1,500.00	3,000.00
Ingeniero de seguridad	1		2	1,000.00	2,000.00
Ingeniero de control de calidad	1		2	1,000.00	2,000.00
Administrador	1		4	900.00	3,600.00
Supervisión de trabajos en taller	1		1	1,000.00	1,000.00
TOTAL SUPERVISION US\$					28,800.00

Cuadro 8. EQUIPOS

DESCRIPCION	CANT.	UNID.	P.UNIT US\$	P.TOT US\$
Equipo para trabajo metalmeccánico				
Grupo electrógeno	6.50	mes-máq	933.78	6,069.60
Máquina de soldar	16.00	mes-máq	132.29	2,116.60
Equipo de corte	4.00	mes-máq	43.80	175.20
Elementos de izaje	1.00	Glb	2,500.00	2,500.00
Equipo de corte semiautomático				0.00
Esmeriles de 7"	28.00	mes-máq	73.00	2,044.00
Esmeriles de 4 1/2"	40.00	mes-máq	32.40	1,296.00
Equipo para obra civil				
Mezcladora	82.00	día-maq	4.80	393.60
Vibradores	157.00	día-maq	2.93	460.30
Equipo para trabajos de pintura				
Compresora para arenado	5.60	mes-máq	1,698.75	9,513.00
Equipo de pintura GRACO bulldog	1.00	mes-máq	279.20	279.20
Vehículos de carga y transporte				
Camión grúa 6 Ton	3.75	mes-máq	2,112.00	7,920.00
Camioneta 4 x 2	7.75	mes-máq	1,270.84	9,849.00
Equipos alquilados				
Martillos neumáticos	4.85	mes-máq	250.12	1,213.08
Rodillo compactador	128.58	H-máq	10.00	1,285.83
Grúa 20 ton	33.75	H-máq	40.00	1,350.00
Grúa 40 ton	17.17	H-máq	60.00	1,030.20
Mezcladoras	15.00	día-máq	16.00	240.00
Compactadoras	17.00	día-máq	15.30	260.10
Cargador frontal	35.00	H-máq	26.37	922.95
				0.00
TOTAL EQUIPOS US\$				48,918.66

Cuadro 9. SERVICIOS DE TERCEROS

DESCRIPCION	CANT.	UNID.	P.UNIT US\$	P.TOT US\$
Producción				
Rolado de planchas	158,810.00	Kg	0.12	19,057.20
Cuadrado y biselado	158,810.00	Kg	0.09	14,292.90
Eliminación de excedentes	900.00	m3	2.00	1,800.00
Suministro y montaje de manta HDPE	1,007.00	m2	5.03	5,065.21
Suministro e instalación de tubería HDPE 16"	2.00	pza	350.00	700.00
Transporte de planchas y materiales	1.00	Glb	15,046.55	15,046.55
Transporte de rodillo compactador	1.00	Glb	100.00	100.00
Pruebas radiográficas	1.00	Glb	3,586.00	3,586.00
Diseño de mezcla	1.00	Glb	128.00	128.00
Levantamiento topográfico	1.00	Glb	1,018.06	1,018.06
Fabricación de espárragos	1.00	Glb	240.00	240.00
Otros	1.00	Glb	100.00	100.00
Centros comunes				
Transporte de container (Mollendo -Matarani)	1.00	Glb	100.00	100.00
Transporte de personal a charlas de seguridad	1.00	Glb	550.00	550.00
Reparación de computadora	1.00	Glb	65.00	65.00
Cambio de aceite y filtro	1.00	Glb	13.59	13.59
Mantenimiento de computadora	1.00	Glb	1.74	1.74
Transporte de madera en trailer	1.00	Glb	219.25	219.25
Otros	1.00	Glb	1,500.00	1,500.00

TOTAL SERVICIOS DE TERCEROS US\$

63,583.50

Cuadro 10. RATIOS DE MONTAJE

Incidencia por rubro

CONCEPTO	Total	%
Materiales	105,657.58	27.42%
Mano de Obra	93,210.44	24.19%
Supervision	28,800.00	7.47%
Equipos	48,918.66	12.69%
Sub - Contratos	63,583.50	16.50%
Gastos Generales de Obra	16,669.15	4.33%
	356,839.33	92.59%
Gastos de Oficina Central	28,547.15	7.41%
TOTAL EGRESOS	385,386.48	100.00%

Mano de obra directa

CARGO	H-h
Supervisor	540.00
Operario soldador	5,940.00
Operario calderero	1,620.00
Oficial calderero	1,620.00
Esmeriladores	5,940.00
Chofer camión grúa	1,080.00
	H-h 16,740.00

Elemento	Peso (kg)
Peso de planchas	232,500.00
Estructura soporte de techo	24,811.63
Accesorios	3,890.00
Escalera y barandas	1,589.00
	Kg 262,790.63

$$\text{Ratio} = \frac{262,790.63}{16,740.00}$$

$$\text{Ratio} = 15,7 \text{ Kg/H-h}$$

Otros ratios de importancia

Descripción	Cantidad	Unidad
Soldadura	2,800.00	Kg
Discos abrasivos	1,670.00	Und

Descripción	Ratio
Soldadura	1.07% del peso total
Discos abrasivos	6.35 Unds/Ton

CONCLUSIONES

1. Es indispensable tener una metodología que permita llevar a cabo proyectos; esto es conocer y aplicar los procedimientos técnicos y de gestión de proyectos. Esto hace la diferencia entre las empresas que lo aplican y las que no lo hacen, tanto en los resultados inmediatos como a futuro, debido a que el tener la metodología apropiada nos permite registrar los aspectos positivos y negativos del proyecto para obtener más beneficios en proyectos similares.
2. La experiencia obtenida es aplicable a otros casos como por ejemplo la construcción del nuevo tanque de ácido sulfúrico de igual capacidad y que se construirá al costado del tanque que ha sido materia del presente informe. También es utilizable como referencia para la construcción tanques con dimensiones similares y equipos que requieran el método de gateo hidráulico.
3. Llevar el control de proyectos nos permite obtener datos importantes para futuros presupuestos.

4. En el caso de estudio se obtuvo como resultado un buen margen de utilidad a pesar de la competencia previa por obtener el trabajo, parte de este resultado se debe a la especialización en el trabajo de construcción de tanques, sin embargo con un buenos registros y ratios y aplicando las lecciones aprendidas, se puede aumentar la competitividad en diversos rubros.

5. La mejora de utilidades va de la mano con la mejora de los rendimientos y los ratios involucrados, esto se puede conseguir mediante el uso de nuevas tecnologías. Para el caso de tanques tenemos el método de gateo automático con sistema hidráulico y el sistema automático de soldadura. (ver información técnica referencial en los anexos).

6. Es necesario hacer un seguimiento a todo el desarrollo del proyecto para evitar salirse de lo planificado, de ocurrir cambios en los planes deben haber los mecanismos necesarios para evitar distorsiones drásticas.

7. Siendo la planificación de la calidad un plan complementario, adquiere una importancia mayor al permitir como uno de sus aspectos fundamentales la satisfacción del cliente.

8. Para la ejecución de proyectos se requiere conocimientos técnicos en diversos campos de la ingeniería y aplicar las herramientas disponibles en el campo de la informática aplicándolas en el presupuesto, la ingeniería, la planificación y control de costos. Los conocimientos técnicos deben estar acompañados de capacidades y cualidades humanas para conseguir resultados óptimos.

BIBLIOGRAFÍA

1. - Project Management Body of Knowledge (PMBOK[®] Guide), 2000 Edition
2. - API Standard 650, Welded Steel Tanks for Oil Storage, Tenth Edition
3. - Teoría General del Proyecto Volumen I, Manuel de Cos Castillo, 1999
4. - Teoría General del Proyecto Volumen II, Manuel de Cos Castillo, 1999
5. - Aplicaciones Prácticas del Pert y CPM, Luis Yu Chuen-Tao, 1974 5ta Edición
6. - Manual de Proyectos HAUG S.A, Claudio Baldasari y Christian Álvarez, 2002
7. - Manual de la Calidad HAUG S.A, Lima 2002
8. - Norma Técnica Peruana NTP-ISO-9001-2001
9. - Página web www.franquiciapemex.com
- 10.- Página web www.isiven.com

APÉNDICE

Apéndice 1

Información técnica sobre aplicación de pintura



EL MEJOR USO DE LOS EQUIPOS AIRLESS

La aplicación de pinturas usando equipos por rociado (airless) es, y ha sido por muchos años el método escogido en el pintado industrial de grandes proyectos. Aunque, la industria sabe de la diferencia existente entre equipos de diferentes proveedores, alguno de los conceptos básicos de la aplicación con equipos airless no está siendo adecuadamente comunicado a los aplicadores. Es importante para la calidad y la economía del proyecto que todos entiendan y pongan adecuada atención a estos conceptos básicos.

Hay cuatro áreas que requieren la atención de los aplicadores y fabricantes de pinturas.

Estos son:

1. **Boquillas desgastadas.**
2. **Presión excesiva en la aplicación.**
3. **Selección adecuada de boquillas.**
4. **Variabilidad en el espesor de película aplicada.**

By: Gary Tinklenberg
Corrosion Consultants and Labs, Inc.
USA.



BOQUILLAS DESGASTADAS

Nada desperdiciará más pintura en menos tiempo que una boquilla desgastada. Las especificaciones requieren que el pintor aplique la pintura a un mínimo de espesor de película seca (EPS). Las boquillas desgastadas incrementan el promedio de EPS, afectando la uniformidad de la película de pintura aplicada. Las boquillas desgastadas también afectan la calidad.

Una boquilla estará completamente desgastada, si el patrón de rociado es redondo. La forma más fácil de entender la dinámica de una boquilla, es pensar que el patrón de rociado redondo es el resultado de rociar la pintura a través de un orificio circular. El patrón de rociado adecuado es elongado. Esto se consigue apretando el metal a los dos lados opuestos de la abertura circular. Cuanto más se aprieta, se adelgaza el orificio, por lo tanto se alarga el patrón ó abanico.

En realidad, existen dos pequeñas "alas" de metal que son usados para "apretar" al abanico. El patrón de rociado llega a ser más redondo, cuanto más redondo se forma ésta pieza por el desgaste originado por la acción abrasiva de los pigmentos en la pintura. Cuanto más redonda sea la abertura, la pintura se deposita en la superficie rápidamente y sin control, y el resultado de la aplicación es usualmente inaceptable. Sin embargo, antes que éstas "alas" se desgasten completamente, la boquilla depositará una cantidad uniforme de pintura en todo el ancho del abanico.

COATINGS S.R.L.
Subsidiaria de Sherwin Williams Co.

Av. Arboleda 115, Urb. Santa Raquel - Ate, Lima
Telf. 349 4770 Fax 349 6275
E-mail: coatings@sherwin.com.pe





La cantidad de pintura en el centro del abanico comienza a incrementar. Si el abanico no es uniforme, la variabilidad del EPS incrementa, y se necesitaría más pintura para alcanzar el EPS mínimo.

Existe una prueba muy simple para determinar si la boquilla está desgastada. Se toma una pieza de cartón (ó cualquier superficie lisa), y se coloca en posición vertical. Se sostiene la pistola de aplicación tan estable como

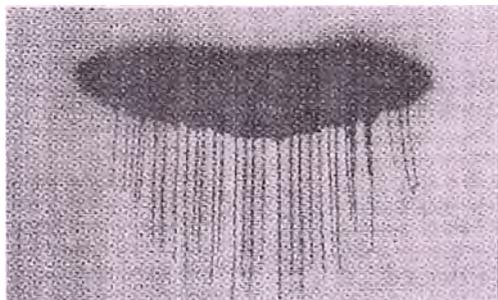
sea posible y en una posición tal que se aplique un patrón horizontal en la superficie, aplicar un pequeño chorro de pintura.

Obviamente esto resultará en una cantidad excesiva de pintura que se deposita a la superficie, y la pintura goteará o se descolgará por la superficie. Examinar el patrón de descuelgue.

Fig. 1: Patrón satisfactorio de una Boquilla nueva.



Fig. 2: Patrón de descuelgue que indica una boquilla desgastada.



Si estos descuelgues son todos uniformes y homogéneamente espaciados y de igual longitud, la boquilla estará satisfactoria. (Ver Fig. 1). Si los descuelgues son más largos en el centro del patrón, la boquilla estará desgastada y debe ser reemplazado. (Ver Fig. 2). Esta prueba tan simple debe de ser desarrollado al menos diariamente.

¿Por qué, algo tan simple y de bajo costo no es parte de la rutina normal de los aplicadores de pintura?. La respuesta es simple.

Algunas veces, se olvida el verdadero costo del trabajo. Se pone mucha importancia al costo del equipo en vez que costo de la pintura y el trabajo de aplicarla.

Primero, vamos a considerar el costo de la pintura. Una vez que la superficie a sido arenada ó preparada, ésta necesita ser pintada tan rápidamente como sea posible. Sin embargo, las boquillas desgastadas pueden originar que se aplique un promedio de 25 micrones (1 mil) de EPS adicional de pintura que al aplicar con boquillas nuevas.

Este problema puede originar que en la aplicación de pintura se use un galón extra de pintura por cada 46-74 metros cuadrados de superficie aplicado, dependiendo de lo sólidos de la pintura y de la configuración de la superficie. El costo de gastar ésta pintura adicional, puede ser usada para comprar una nueva boquilla.

PRESION EXCESIVA EN LA APLICACION

La mayoría de los aplicadores saben que la baja presión en los equipos de aplicación, pueden causar problemas. Es raro ver a los aplicadores ajustando la presión como algo rutinario, aún cuando comienzan un nuevo proyecto y usarán una nueva pintura. También mucha presión puede ser más costoso y afectar la calidad.

La presión apropiada depende de muchas variables, incluyendo la temperatura, viscosidad de la pintura, variabilidad de lote a lote, tamaño de la boquilla, y resistencia al flujo. Dado que es imposible saber las consecuencias de todas éstas variables cada vez que se aplica las pinturas; se realiza un simple método de campo para llegar a la presión adecuada. Si existe insuficiente presión, el patrón de rociado resultará en "rayas" (Fig. 3). Un patrón con "Rayas" es la evidencia de insuficiente presión de aire.



ASISTENCIA TÉCNICA

En otras palabras, como la pistola de aplicación se mueve en pasadas normales, se presentan líneas en la parte superior e inferior del abanico, que separan al rociado normal del patrón. Si se presentan éstas "rayas", debe incrementarse paulatinamente la presión, hasta que éstas rayas desaparezcan.

Otra vez, nos hacemos la misma pregunta: ¿Por qué algo tan simple como esto, no es parte de la rutina diaria del pintor?. Existen muchas razones, pero la más importante es que no se entiende adecuadamente, las consecuencias de usar presiones más altas que las necesarias.

Una de las características más importantes que los fabricantes de equipos de rociado, están preocupados por incrementar es: incrementar la eficiencia de transferencia comparado con un equipo convencional.

Transferir eficiencia, significa que el mayor porcentaje de pintura llegue a la superficie. Sin embargo, ésta eficiencia se reduce cuando se aplica excesiva presión. La pintura tendrá una excesiva energía cuando llega a la superficie, causando un rebote de la pintura en vez de adherirse homogéneamente a la superficie. Excesiva presión causará un gasto adicional de pintura y un mayor desgaste de las boquillas, problemas los cuales estamos tratando en éste artículo.

Alta presión en el rociado, presentará el origen del "rociado seco" (dry spray). Pintura que se va secando en el camino de llegar a la superficie. El rociado seco, resultará en una pobre formación de película, debido a que la pintura no uniformizará en forma continua. Cuando esto sucede, el rociado seco necesitará ser "lijado", y será necesario aplicar una nueva capa de pintura. Esto hará que el costo de aplicación sea más alto.

Trabajar con la presión adecuada, parece fácil, pero a menudo es ignorado. El aplicador puede poner la presión de la bomba al máximo y aplicar. Esto no funcionará idealmente pero funcionará.

El rociado seco, es uno de los defectos más comunes que se encuentran en las aplicaciones por rociado, y es una de las cosas más simples de corregir.

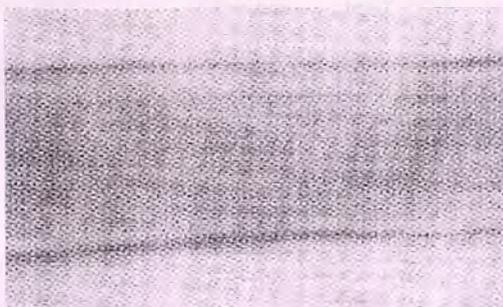


Fig. 3 : Patrón con "rayas" resultado De muy baja presión.

SELECCIÓN APROPIADA DE LA BOQUILLA

La boquilla apropiada está determinada por la viscosidad del material, el tamaño del objeto a ser pintado, y en algunos casos el tamaño de partícula de las materias primas usadas para producir las pinturas.

Sin embargo, antes de determinar la adecuada selección de boquillas, es necesario discutir como son designados los tamaños de las boquillas.

Existen dos importantes características para boquillas airless. El primero es, el tamaño del orificio de la boquilla. Esto representa el diámetro del orificio si éste es perfectamente circular. Así, cuán largo es el orificio, tan largo será el orificio de la boquilla. El segundo es, el ancho del abanico.

Los fabricantes usan diferentes métodos de denominar el ancho del abanico. Usualmente, el ancho del abanico está designado por el ángulo del material cuando sale de la boquilla. Un abanico de 20 grados es muy angosto, mientras que un abanico de 80 grados es un abanico muy amplio. Una boquilla designada como 4-19, significa que tiene 40 grados de abanico (8 pulgadas) y 0.019 milésimas de pulgada de orificio.

Una de las primeras reglas en la selección de boquillas es que cuanto mas suelto (baja viscosidad) es la pintura para ser aplicado, se requerirá un orificio más pequeño. De acuerdo al fabricante de los equipos, la mejor regla práctica es usar el abanico más amplio y el orificio más pequeño posible.

Sin embargo, ¿Cuáles son los factores para determinar ésta práctica?. El pintor que debe iniciar el trabajo en un proyecto, a menudo es quién determina que tipo de boquilla es práctico.

Es recomendable una Inversión en la compra de un juego de diferentes boquillas con diferentes abanicos, si el aplicador quiere tener listo el equipo para cualquier tipo de proyecto.

Se debe considerar el tamaño del objeto que será pintado, cuando se selecciona una boquilla.

En un reciente proyecto una empresa metalmecánica se encontraba pintando ángulos de acero de 3" x 3"; se encontraban usando una boquilla con un abanico de 10" (519). Cuando se les preguntó ¿Por Qué?, su respuesta fue muy simple: "Es que siempre usamos esta boquilla, y es la única que tenemos". El uso de esta boquilla representó en el consumo de cerca de dos galones (7.5 litros) de pintura por cada componente pintado. Pero la mayor parte de ésta pintura fue pulverizado al aire debido al exceso de abanico de la boquilla. Obviamente, la reducción del ancho del abanico a 2" ó 4" (boquillas 1XX, 2XX) reducirán el desperdicio de las pinturas por lo menos a la mitad.

COATINGS S.R.L.
Subsidiaria de Sherwin Williams Co.

Av. Arboleda 115, Urb. Santa Raquel - Ate, Lima
Tel. 349 4770 Fax 349 6275
E-mail: coatings@sherwin.com.pe



ASISTENCIA TÉCNICA

(Es interesante notar que, en este caso la metalmecánica podría haber reducido el desperdicio y ahorrado dinero usando un método convencional de aplicación. El costo de la pintura desperdiciada por el uso del equipo airless fue más que el costo adicional requerido por el uso del equipo convencional.)

VARIABILIDAD EN LOS ESPESORES DE PELÍCULA APLICADOS

La aplicación de pinturas con equipos "airless" generalmente obtienen una diferencia de espesores en relación a lo que se especifica en las Hojas Técnicas. Este problema puede ser manejado de dos maneras. Primero, los usuarios deben de estar concientes de que siempre existirá una variación de espesores; segundo, las Hojas técnicas deben de especificar límites aceptables.

Los aplicadores, generalmente no son capaces de aplicar pintura a lo largo de una superficie obteniendo variación de espesores de película húmeda (EPH)

no menores a 100 micrones (4 mils). Así, lo mejor que puede esperarse de un aplicador es que consiga un EPH mas o menos 50 micrones (2 mils).

También, una buena técnica de aplicación requiere un "traslape" de la pintura de 10 cm. Entre cada pasada. Por lo tanto existirá franjas que tengan mayor espesor seco.

Las pinturas actuales están siendo formulados cada vez con menos contenido de Organicos Volátiles (VOC). Esto tiene por consecuencia mayormente un alto contenido de sólidos. Al mismo tiempo la información consignada en la Hojas Técnicas en relación a la tolerancia y los márgenes de los espesores no necesariamente a sido cambiado.

Un ejemplo reciente provee una buena explicación. Un proyecto requirió que la pintura sea aplicada de acuerdo a las especificaciones de la Hoja Técnica del fabricante, lo que requirió que una pintura de 65% de sólidos en Volumen sea aplicado a 40-65 micrones (1.5-2.5 mils) EPS.

El propietario asumió que estos espesores eran el mínimo y el máximo. Como éste era un proyecto grande, la única forma de aplicar era con un equipo airless. Con éste equipo el EPS mínimo conseguido para cubrir la superficie fue de 2.0 mils. Por lo tanto 2.0 mils viene a ser el mínimo, y no 1.5 mils como estaba especificado. El EPH (Espesor de película húmeda) mínimo en una pintura de 65% de sólidos en volumen podría ser 3.0 mils. Usando 3 mils como EPH mínimo y con una variación de +/- 2.0 mils de EPH, el rango total computado sería de 3 a 7 mils. ó (5.0 +/- 2.0 mils). Así, la variación del EPS de una pintura de 65% de sólidos en volumen es de 2.0 a 4.5 mils EPS, donde $EPS = \%SV \times EPH$.

En estructuras de formas complicadas se puede encontrar lecturas de 5.0 mils. Y esto es lo mejor que se puede encontrar. Aún bajo las mejores condiciones, el aplicador no podrá aplicar con una variabilidad de 0.5 mils de EPS como promedio. Esta conclusión está basado en en una revisión de datos de laboratorio de las principales compañías fabricantes y laboratorios independientes.

Los Fabricantes de Pinturas y los Propietarios deben darse cuenta que mientras el porcentaje de sólidos en volumen se incrementan, la habilidad de los aplicadores a mantener +/- 2.0 mils de EPH no cambia. Los fabricantes deben proveer una rango de espesores realistas en sus Hojas Técnicas; deben de tener también una esperanza realista de los rangos en el campo. El incremento de los sólidos, implica que la aplicación de la pintura con equipos airless llegará a ser más exigente. El aplicador deberá poner mayor énfasis en las técnicas adecuadas de aplicación.

CONCLUSIÓN

Se podrá incrementar la calidad y la economía de las aplicaciones con equipos "Airless" , poniendo una gran atención a los equipos y el establecimiento de una correcta presión de aplicación. La adecuada selección de la boquilla, la adecuada presión, y el oportuno reemplazo de las boquillas "desbocadas", reducirán el desperdicio de la pintura, el descolgamiento ("Sagging"), y resultará en una aplicación más uniforme. Se debe también de establecer rangos de espesores de pintura más realistas, considerando aún los más nuevos tipos de pinturas (Los alto Sólidos).

ARTICULO:
"Getting The Most Out of Airless Spray"

FUENTE:
Applicator Training Bulletin
Journal of Protective Coatings & Linings

TRADUCCION:
Ing. Jaime Baldeón Garibaldi
Jefe Dpto. Asistencia Técnica

COATINGS SRL
Subsidiaria de Sherwin Williams Co.

COATINGS S.R.L.
Subsidiaria de Sherwin Williams Co.

Av. Arboleda 115, Urb. Santa Raquel - Ate. Lima
Tlf. 349 4770 Fax 349 6275
E-mail: coatings@sherwin.com.pe



Asistencia Técnica



BOLETÍN DE ENTRENAMIENTO DEL APLICADOR FUNDAMENTOS DE REFUERZOS EN BORDES, CORDONES DE SOLDADURA, PERNOS Y CANTOS VIVOS

By: Jon R. Cavallo
Corrosion Consultants and Labs, Inc.
USA.

información acerca del Refuerzo de estas áreas :

Considere el siguiente escenario que apunta a una de las mayores preocupaciones en el pintado de estructuras de acero.

Se planea cuidadosamente un proyecto que incluye especificaciones claras y bien escritas, una cuidadosa evaluación y selección de materiales, contratistas calificados e inspección exhaustiva. El proyecto se realiza a tiempo, dentro de lo presupuestado y sin reclamos posteriores por algún trabajo extra. Dos años después, una inspección visual del proyecto, revela que el 99% de las estructuras pintadas no presentan fallas, sin embargo cada borde, filo, cordón de soldadura, se está oxidando.
Qué sucedió?

La especificación del proyecto no requería un refuerzo de zonas como bordes, canto vivo o cordón de soldadura durante el trabajo, ¿es este el problema?. Tal vez sí....Talvez no.

¿QUE SON "BORDES" O "REFORZAMIENTO DE BORDES"?

Se trata de una capa de pintura aplicada solo a los bordes, cantos vivos y cordones de soldadura en estructuras de acero, antes o después que se aplique una capa completa de pintura.

De acuerdo a la especificación en Aplicación de pinturas #1 (Shop, field And Maintenance Painting of Steel) de la SSPC (The Society for Protective Coatings) incluye la siguiente

- Si se especifica un refuerzo para algún proyecto, entonces a cada borde, esquina, filo y cordón de soldadura deben recibir un refuerzo con el "Primer" (anticorrosivo) antes que el acero reciba la capa general del mismo.
- El refuerzo debe extenderse por lo menos 2 cm. del borde.
- Para prevenir que el refuerzo sobre las zonas antes descritas se remuevan con la capa general, se debe esperar que la pintura esté seca al tacto , sin embargo no se puede esperar demasiado como para que el resto del área se oxide.
- Como alternativa, el refuerzo se puede aplicar después de una capa completa de "primer", especialmente si requiere un tiempo prolongado de secado, así la zona que no está pintada con el "primer", no se deteriorará.
- Se puede entintar la pintura que se usará como refuerzo para que exista un contraste.
- El refuerzo es más efectivo en bordes redondeados por esmeriles.

La especificación acota que el refuerzo es ventajoso en cuanto previene falla prematura de la pintura en bordes, etc. De ambientes altamente corrosivos pero es una operación costosa y solo debe ser justificada cuando se cree que el costo va a ser compensado por una vida prolongada del sistema de pintura.



Asistencia Técnica



¿ES NECESARIO REFORZAR CON PINTURA?

Un refuerzo en cada filo, borde, canto vivo y cordón de soldadura es comúnmente especificado ya que las pinturas líquidas tienden a fluir fuera de estos lugares. Este es el resultado de la Tensión Superficial en la película de pintura y el encogimiento de la misma durante el proceso de curado.

Si esto ocurre, la película de pintura cercana a los bordes será más delgada que en el resto de la superficie y el resultado puede llevar a una corrosión prematura en dichas áreas.

Esta situación puede convertirse en crítica cuando la pintura falla en las tuercas, bordes, ribetes y cordones de soldadura porque estos son los que mantienen las piezas juntas.

Los beneficios del refuerzo de estas zonas son dos: el primero es que tiende a rellenar irregularidades en el sustrato (como los poros del cordón de soldadura) y segundo es que si se deja curar hasta el secado al tacto, el refuerzo retarda que la próxima capa de pintura fluya lejos de los bordes.

Las pinturas de altos sólidos son menos propensas a tener zonas más delgadas que las pinturas con bajos sólidos porque generalmente tienen mayor tiempo de secado, mayor viscosidad y menor tensión superficial.

Hace un tiempo, la mayor parte del trabajo de pintado a estructuras de acero se realizaba con pinturas de bajos sólidos, de corto tiempo de curado y materiales a base de aceites (pinturas alquídicas).

El hecho que las industrias tiendan hacia el uso de pinturas de secado rápido con producto de mayor contenido de sólidos que muestran una menor tendencia a fluir lejos de los bordes.

La corrosividad del medio siempre determinará si es necesario un refuerzo en las zonas antes mencionadas.

El refuerzo de bordes, cordones, etc. Es bien visto en el tema costo-beneficio en ambientes altamente corrosivos como interior de tanques y exposiciones químicas o marinas.

En ambientes moderadamente corrosivos como aquellos frecuentemente en contacto con agua fresca se debe tomar una buena decisión con respecto al tipo de pintura y tener un buen control durante la aplicación para que sin necesidad de hacer refuerzos posteriores puede resultar adecuado para proteger la estructura en forma efectiva tanto en el comportamiento del sistema, como en costo del mismo.

En ambientes ligeramente corrosivos como aquellos con baja humedad o en interiores, no es necesario realizar refuerzo alguno.

Al revisar la literatura técnica disponible no se encuentran guías ni estándares para refuerzos, particularmente, no hay información sobre:

- Cuando debe especificarse un refuerzo en bordes, cordones etc.
- Que tipo de pinturas requieren refuerzo.



Asistencia Técnica

- Que capa de pintura es adecuada para realizar un refuerzo Ej. solo "primer".
- La necesidad de dilución.
- Que espesor se requiere para un refuerzo.
- Qué métodos de aplicación se usan para los refuerzos.

Consecuentemente cada persona encargada de la especificación y el aplicador de pintura debe interpretar la necesidad, medios y métodos para realizar los refuerzos.

Por lo tanto la información es provista al lector, basada en la experiencia e interacción del autor con muchos fabricantes de pinturas, aplicadores y personas que se dedican a realizar las especificaciones.

¿CUANDO DEBE ESPECIFICARSE UN REFUERZO?

Cuando la historia de la estructura indica que la falla en los bordes ha sido un problema. En ambientes altamente corrosivos, también debe considerarse.

¿SE CONSIDERA AL REFUERZO, UNA CAPA ADICIONAL DE PINTURA?

Suelen haber discrepancias entre dueños de obra y contratistas por si se trata de una capa adicional de pintura. Eso depende de lo que la especificación diga. La necesidad de recubrir una superficie arenada es inmediata en ambientes muy corrosivos. Entonces lo lógico sería dar el refuerzo respectivo después del Primer, en este caso, el refuerzo se considera como una etapa extra. Por el otro lado, en ambientes moderados o con pocos bordes, es posible aplicar el refuerzo justo antes de

la aplicación general del primer, entonces el contratista debe tener personal que haga la aplicación de los refuerzos antes que se aplique la capa general, en este caso, ambos pueden pintar de la misma lata, este procedimiento no necesariamente debe ser considerado como paso adicional.

¿Qué tipo de pintura se considera para refuerzos?

Literatura industrial y hojas técnicas de los fabricantes, no proveen guía alguna concerniente a los refuerzos según tipo de pintura. En general, las pinturas de bajo contenido de sólidos / baja viscosidad (como las alquídicas) tienden a beneficiarse con el refuerzo. En general, las pinturas de rápido secado (como las de zinc inorgánico) y pinturas de alto contenido de sólidos / alta viscosidad (como los epoxy mastics) no se alejan de los bordes.

El refuerzo provee un espesor adicional a los bordes que pudieron no haber recibido suficiente pintura en un principio.

¿Qué capa de pintura garantiza un refuerzo de bordes, etc?

Teniendo en cuenta que el principal beneficio de los reforzamientos es la compensación de espesores posiblemente reducidos en bordes, filos, etc. E irregularidades del substrato, es razonable concluir que solo el primer debe ser reforzado. Después de la aplicación del primer, se cubren las irregularidades del substrato.

Aplicar refuerzos a todas las capas de pintura puede ser perjudicial en vez de beneficioso. Mucha pintura aumenta la tensión en la película, pudiendo causar craqueamiento o peeling. La tendencia de pinturas líquidas de huir de bordes se reduce una



vez que se haya aplicado la primera capa. Es muy común medir 30 mils o más de espesor de pintura en una superficie cercana de algún borde donde se especificó refuerzo de un sistema de 3 capas de 12-18 mils de espesor.

¿El refuerzo se debe aplicar antes o después de la capa general del Primer?

Si se especifica un alto nivel de limpieza del metal como SSPC-SP 10/Nace N° 2, arenado cercano al metal blanco (equivalente a Sa 2 ½ en ISO 8501-1), el aplicador solo tiene un corto periodo de tiempo, dependiendo de las condiciones atmosféricas, para aplicar el primer al sustrato antes que comience a oxidarse la superficie. Para prevenir esto probablemente deba pintarse con primer toda la superficie para después darle el refuerzo. En esos casos la pintura usada para el refuerzo debe entintarse para que sea más obvio el reconocimiento de los lugares aplicados y si falta alguno de ellos.

¿ Es necesario diluir la pintura para el refuerzo?

Así como el caso anterior, ni la literatura industrial ni las hojas técnicas de los fabricantes de pintura dan algún tipo de recomendación sobre la necesidad de dilución

Si se especifica un refuerzo con un tipo determinado de pintura, se debe consultar la hoja técnica respectiva para las instrucciones de dilución según el método de aplicación. Por ejemplo, si se hacen los refuerzos a brocha, se deben seguir las indicaciones referentes a dilución para aplicación con brocha. No se debe diluir más. Si se aplica mucho solvente en una pintura, especialmente cuando el refuerzo se aplica antes que el

“primer”, requerirá mayor tiempo para un secado al tacto. Esto puede ocasionar un atrapamiento de solvente, burbujeo o pinholes.

¿Debe especificarse un espesor para el refuerzo?

Como las zonas donde se aplica el refuerzo son normalmente irregulares, puede ser complicado tomar una lectura correcta de espesor de película seca. A pesar de esto es importante recordar que si se excede el espesor seco total por la aplicación general y el refuerzo, pueden ocurrir defectos en la película.

Para lograr un refuerzo que no tenga un espesor excesivo, la especificación puede requerir que la pintura que se va a utilizar en la aplicación, produzca un efecto visual de cambio de color en las áreas aplicadas y no especificar un espesor en particular.

Debe destacarse que sólo una porción de la pintura que se aplica directamente a los bordes, filos, etc, se aleja de los mismos, es decir que se necesita solamente una cantidad pequeña para que estos lugares tengan el mismo espesor que la superficie plana.

¿Qué métodos de aplicación se deben usar para un refuerzo?

Nuevamente, no existe información acerca de los métodos de aplicación. La persona que realiza la especificación así como los encargados de la aplicación deben examinar la calidad requerida por el refuerzo y determinar el método óptimo de aplicación. En general, la calidad requerida del refuerzo son:



Asistencia Técnica

- Rellenar irregularidades en las áreas afectadas del sustrato.

Proveer una superficie lo suficientemente pegajosa para que a continuación se aplique una capa general y

No exceder el espesor óptimo de película seca del refuerzo en combinación con la capa general.

Dos métodos de aplicación cumplen con estos requisitos: utilizando brocha o equipos asistidos por aire, ya sean convencionales o del tipo airless. La persona que realiza la especificación debe permitir todos estos métodos de aplicación para los refuerzos dependiendo de las condiciones específicas del trabajo. Por ejemplo, se puede utilizar brocha para reforzar zonas complejas y pequeñas y el uso de equipo estaría apropiado para los bordes de estructuras más grandes.

Aquellos tipos de aplicación que suelen depositar un alto volumen de pintura sobre la superficie (Ej. Rodillos de pelo largo o esprayado del airless) deben evitarse para prevenir espesor excesivo y posibles fallas de la película. (Esto asume que el refuerzo o la primera capa general de primer debe aplicarse mientras la capa que se encuentra debajo está aún seca al tacto. Una mayor latitud en los métodos de aplicación se podrían aceptar si se aplica una capa general de primer y se deja curar hasta su tiempo de repintado, Aquí se puede pensar que el refuerzo se trata de una capa adicional de pintura aplicada sobre el primer.)



CONCLUSION

Se utiliza el refuerzo de bordes, cantos vivos, filos y cordones de soldadura para extender la vida de ciertos sistemas de pintura en ambientes corrosivos. Compensa a los revestimientos líquidos que no suelen llegar a los bordes de estructuras de acero, reduciendo el espesor en estas zonas. Para que el refuerzo sea efectivo y atractivo en el tema costo-beneficio, la persona encargada de la especificación debe considerar la configuración de la estructura a pintar y el sistema de pinturas que se aplicará.

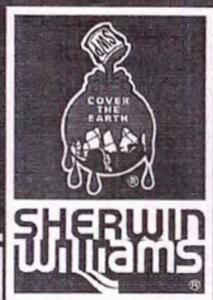
El refuerzo debe estar limitado a una capa de pintura para evitar sobre espesores en la película seca. Se requiere una aplicación apropiada de los refuerzos para evitar defectos en la película de pintura que puede causar otros problemas además de una oxidación temprana, que fue el propósito de al aplicación del refuerzo.

ARTICULO: Fundamentals of Striping Coating

*FUENTE: Applicator Training Bulletin
Journal of Protective Coatings & Linings
Jmay 2001.*

*TRADUCCION: Tatiana Castillo
COATINGS SAC*

AGOSTO-2001



ASISTENCIA TÉCNICA

BOLETÍN DE ENTRENAMIENTO
DEL APLICADOR

Nº4 / Julio , 2002

FUNDAMENTOS DE DETECCIÓN CON HOLIDAY DETECTOR

Un Recubrimiento debe ser aplicado como una película continua para desarrollar su verdadera función. Existirá una falla prematura si existe alguna discontinuidad ó "Holiday", como comunmente es llamado al pin hole, craqueo, espesor bajo ó algún contaminante sobre la película de la pintura.

Muchos de los defectos son imperceptibles a simple vista, pero se pueden ubicar usando un equipo de detección de Holidays (Holiday Detector).

Normalmente se realizan detecciones con Holiday Detector en sistemas diseñados para servicios críticos como inmersión ó almacenamiento de productos químicos; también se realiza en sistemas aplicados sobre acero que están en contacto con el suelo (superficies enterradas) y/o se encuentran en constante humedad; algunos ejemplos incluyen tuberías enterradas, fondos de tanques, etc.

El boletín de este mes, discute el funcionamiento del Holiday Detector, la operación de detectores de alto y bajo voltaje sobre estructuras pintadas sobre sustratos de acero y concreto y reparación ó resane de los Holidays (imperfecciones).

Por: Lloyd M. Smith
Ph.D Corrosion Control Consultants
and Labs, Inc.
USA



PRINCIPIOS DE OPERACION

Los Holiday Detector son instrumentos que utilizan electricidad para localizar discontinuidades en la película de pintura. La mayoría de los recubrimientos son malos conductores eléctricos, tanto que éstos actúan como aislantes. Por otra parte, un sustrato metálico como el acero es conductivo a la electricidad.

Un Holiday Detector está compuesto de una fuente de poder, cable a tierra y el electrodo, se conectan a la fuente de poder. La corriente fluirá si se une el cable a tierra con el borde del electrodo, si estos están conectados a la fuente de poder. Si el cable a tierra se conectara a un área del acero cubierta con pintura y el electrodo se coloca sobre una superficie también cubierta con pintura, ésta actuaría como aislante y no habría flujo de corriente. Sin embargo, si se presenta algún holiday (imperfección) en la película, habrá un pasaje por el cual fluirá la corriente. Los Holiday Detector tienen un indicador que puede ser una luz o sonido que avisa cuando la corriente fluye, así cuando el indicador da aviso de flujo de corriente significa que se encontró un Holiday.

Algunos recubrimientos, especialmente los anticorrosivos ricos en zinc, son excelentes conductores eléctricos debido a la naturaleza conductiva de sus partículas, por lo tanto no se puede utilizar el Holiday Detector sobre este tipo de pinturas. A pesar de esto, si se aplica una pintura no conductiva como algún epóxico o poliuretano sobre el anticorrosivo conductivo, la prueba sería válida. En estos casos, la prueba no distinguiría si la discontinuidad llega hasta el anticorrosivo o al sustrato.

COATINGS S.R.L.
Subsidiaria de Sherwin Williams Co.

Av. Arboleda 115, Urb. Santa Raquel - Ate, Lima
Telf. 349 4770 Fax 349 6275
E-mail: coatings@sherwin.com.pe



ASISTENCIA TÉCNICA

HOLIDAY DETECTOR DE BAJO VOLTAJE

Los Holiday Detector de bajo voltaje (ver Figura 1), se usan sobre recubrimientos que son menores a los 20 mils (500micrones). Utilizan una batería con rangos de voltaje entre 5 y 90 Voltios de corriente continua, dependiendo del fabricante. Los holiday detector de bajo voltaje cuentan también con un sonido o luz indicadora de la discontinuidad. El electrodo consiste en una esponja similar a la usada para limpiar en la cocina.

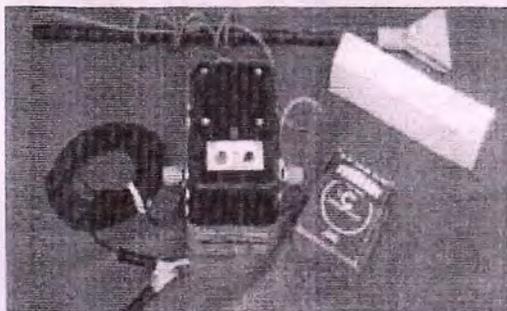


Fig.1 Holiday Detector de Bajo Voltaje

El recubrimiento a probar debe estar suficientemente seco y curado antes de realizar la prueba; ya que los solventes atrapados en la película pueden dar falsos resultados. Se debe verificar con el fabricante de pinturas si se puede realizar estas pruebas en pintura fresca. Además se debe medir el Espesor de película seca para asegurar que sea menor a los 20 mils.

Si se requiere hacer una prueba para espesores mayores a 20 mils, se recomienda usar el Holiday Detector de alto voltaje.

Se debe seguir las instrucciones del fabricante para armar la unidad, existen diferencias entre los que están disponibles en el mercado pero todos requieren que se ajuste un cable a tierra al terminal de la fuente de poder y la otra al electrodo.

La esponja se debe empapar en agua común. No utilizar agua destilada porque ésta debe soportar una corriente y requiere de algunas impurezas (conductoras) que se remueven si el agua se destila, no es necesario añadir sal al agua para mejorar su conductividad, al hacer esto se esparciría un contaminante corrosivo sobre la superficie.

Como el agua debe ser capaz de fluir hasta el más pequeño de los pinholes, se le suele agregar un agente surfactante, algunas personas creen que no se requiere usar agentes mojanteres si el espesor de película seca es menor a 10 mils,

Otros no recomiendan el uso de detergentes como agentes mojanteres porque un exceso podría bloquear los pinholes después de la prueba. Humedecer la esponja hasta que esté suave y saturada, entonces escurrir la esponja para remover cualquier exceso de agua. El agua debería gotear ligeramente cuando la esponja se mueve sobre la superficie a probar.

Encender la fuente de poder después que la unidad se ensambló y chequear el instrumento, poniendo en contacto la esponja con el cable a tierra. Esta acción debe completar el circuito eléctrico y debe causar que la luz o sonido de aviso se encienda. Si no lo hace revisar las conexiones, los cables, la batería y la humedad de la esponja, no hay muchas cosas que pueden fallar.

Para realizar un test de detección de pin holes, colocar el cable a tierra a la estructura sujeta a verificación, debe estar en contacto directo con el metal. El lugar más sencillo es colocarlo en un perno o borde. Lijar o retirar la pintura para que se tenga buen contacto con el metal. Asegúrese de reparar estas áreas después de realizar la prueba.

También se puede comprobar que el instrumento está correctamente conectado a tierra tocando alguna zona descubierta con el electrodo, si no hay acceso al metal desnudo, hacer (y marcar) un "holiday" en la pintura, este debe realizarse en un lugar donde una discontinuidad tendría las consecuencias más leves. Debe comprobar periódicamente que el equipo se encuentra conectado a tierra de manera correcta.

Ubique la esponja sobre la superficie y muévala a través de ella a una velocidad moderada (0.3 m/seg). Aplique suficiente presión sobre el electrodo para que la superficie aparezca húmeda justo detrás del paso de la esponja. Mojarla nuevamente si fuese necesario.

La luz o sonido indicador se activará al encontrar una discontinuidad. Esta prueba debe realizarse sobre toda la superficie, por esto es mejor pasar el electrodo con un patrón regular, similar al patrón de pintado, prestando especial atención a los bordes, pernos, ribetes, etc. No olvidarse de marcar las áreas donde se colocaron las grapas, para que sean reparados.

Algunas personas prefieren realizar la prueba antes de la capa final. La razón es que si se encuentra un holiday en la capa de acabado, la capa de reparación será delgada, mientras que al hacerlo en la capa intermedia daría mayor espesor al lugar donde se encuentran los holidays. Para testear discontinuidad entre capas, se debe utilizar sólo agua, sin agente surfactante, para que no deje una capa fina de contaminante en la superficie que pueda reducir la adherencia,

COATINGS S.R.L.
Subsidiaria de Sherwin Williams Co.

Av. Arboleda 115, Urb. Santa Raquel - Ate, Lima
Tel. 349 4770 Fax 349 6275
E-mail: coatings@sherwin.com.pe



ASISTENCIA TÉCNICA

HOLIDAY DETECTOR DE BAJO VOLTAJE

Se utiliza el Holiday detector de alto voltaje cuando el espesor de la capa de pintura es mayor a los 500 micrones (20 mils). Los componentes básicos de los Holiday Detectors (Ver Fig. 2) de alto voltaje también incluyen una fuente de poder, cable a tierra, electrodo e indicador. Sin embargo la fuente de poder para estas unidades proveen de cientos y miles de voltios y el electrodo utilizado está hecho de hilos de cobre o carbon-embedded rubber. (Caucho embebido con carbón)

Por seguridad personal, se debe tener cuidado al manipular holiday detectors de alto voltaje, estas unidades generan corrientes relativamente bajas, mientras se encuentran en uso, lo que es bueno ya que altas corrientes pueden ser muy peligrosas. A pesar de esto, cuando se manipule una probeta de alto voltaje en un ambiente eléctricamente aislado, uno se puede cargar al voltaje de la prueba, lo que puede causar un shock por la energía estática acumulada. El shock en particular no es peligroso, pero la manera cómo reacciona la persona afectada es lo peligroso, especialmente si puede ocasionar un salto o caída. Siempre se debe mantener la probeta lejos del cuerpo y no debe tocársele si el instrumento se encuentra encendido. Se deben leer las indicaciones de manejo cuidadosamente.



Fig.2 Holiday Detector de Alto Voltaje

No todos los holiday detectors de alto voltaje tienen baterías, aunque casi todos lo tienen hoy en día. Algunos pueden conectarse a la corriente eléctrica, otros usan baterías recargables y otros utilizan pilas secas. Si es de batería, se debe chequear que el voltaje de salida sea el adecuado antes de efectuar cualquier prueba. (Según el manual del proveedor), Después conecte la probeta y el cable a tierra y encienda el equipo. Toque con la probeta el cocodrilo de puesta a tierra y asegúrese que el equipo emita la señal.

Un Holiday Detector de alto voltaje causa que el aire entre la probeta y el sustrato conduzca la electricidad. O como se llama frecuentemente que rompa la porción de aire dentro de la película. El tamaño de la porción de aire en la pintura varía según el espesor de la película y la ruptura de ésta porción, dependerá de condiciones ambientales como de la

humedad relativa.

Se puede colocar una pieza (no conductora) delgada de plástico, que sea del mismo espesor que la película de pintura y se puede poner sobre una superficie limpia de acero para probar si el detector causa un CHISPA que salta a través del plástico, si lo hace, entonces el voltaje es muy elevado.

Establecer el voltaje apropiado es crítico ya que un voltaje muy elevado puede producir holidays en la película en lugar de detectarlas. El primer paso, por lo tanto es determinar el voltaje apropiado, este se basa en el espesor de la película a medir.

Operar un holiday detector de alto voltaje es muy similar a la operación de uno de bajo voltaje. Se conecta un cable a una superficie de acero que haga contacto con tierra y se prueba el funcionamiento haciendo contacto al electrodo con la puesta a tierra. Mueva el electrodo sobre la superficie en una sola pasada a una velocidad aproximada de 0.3 m/seg. Cuando el instrumento advierta un holiday, pase despacio por ese lugar, mientras observa el electrodo, Podrá observar una chispa azul y podrá marcar el lugar para su reparación.

Existen accesorios disponibles para detectar los holidays en tuberías (Ver Fig. 3). Estos incluyen electrodos de media y circunferencia completas. Se tiene también un cable especial a tierra para dar mayor movilidad al operador si las tuberías están conectadas a tierra. Este cable mide aproximadamente 7 metros y se mueve a lo largo de la tierra en lugar de encontrar superficie de acero descubierta. Si no se encuentran holiday, se puede tocar ocasionalmente el electrodo al metal para ver si el equipo emite señal, Si no lo hace, es posible que el cable a tierra se encuentre sucio o pueda que tenga alta resistencia (muy seco).

Los peligros de manipular un holiday detector de alto voltaje pueden evitarse. No tocar el electrodo y mantenerlo lejos del contacto con el cuerpo mientras se encuentre encendido. Después que el instrumento se haya apagado, siempre ponerlo en contacto con la tierra para disipar cualquier carga residual.

Recuerde también que puede existir un ambiente explosivo en espacios confinados o áreas cerradas si se encuentran presentes trazas de solvente.



Fig. 3 Holiday Detector Alto Voltaje, con electrodo circular para tubos

COATINGS S.R.L.
Subsidiaria de Sherwin Williams Co.

Av. Arboleda 115, Urb. Santa Raquel - Ate, Lima
Telf. 349 4770 Fax 349 6275
E-mail: coatings@sherwin.com.pe



ASISTENCIA TÉCNICA

Detectando Holidays en Concretos

También se pueden detectar holidays en concreto ya sea usando el de alto o bajo voltaje, dependiendo del espesor de la película.

El concreto puede ser conductor dependiendo del contenido de humedad que posea, del tipo, la densidad del mismo y la ubicación de los fierros que conforman el cubeto.

Antes de recubrirlo, se debe determinar si el concreto es conductor. Haga los arreglos del Holiday Detector de tal manera que el cable a tierra pueda ubicarse en uno de los fierros que conforman el cubeto a ser llenado. Si no se puede acceder a este acero reforzado, el cable a tierra puede ubicarse en un lugar del concreto con un trapo o papel embebido de agua y una bolsa llena de arena, también se puede hacer contacto con alguna pieza de metal o clavo que se encuentre firmemente puesto en el concreto. Direcciona el electrodo hacia algún lugar sin concreto para verificar que el instrumento responda. Si no lo hace será necesario utilizar una capa conductora, la mayoría de estos son recubrimientos que contienen rellenos de Carbono o Grafito ó polímeros conductores. La capa que se pondrá debajo debe ser compatible con la de encima ya que será parte del sistema. La capa previa puede ser un primer o alguna que se use como capa intermedia dependiendo de cómo se haya diseñado el sistema.

El test para determinar holidays en concreto, se puede realizar, tal como se detalló previamente, con los instrumentos de alto y bajo voltaje, dependiendo del espesor que se tenga.

En resumen, si el concreto no es conductor y no se incorpora algún recubrimiento previo, la detección con Holiday Detector de alto voltaje no sería posible.

Debido a la expansión de las juntas en construcciones puede que no exista continuidad eléctrica entre secciones, por lo tanto sería necesario chequear la respuesta del Holiday Detector cuando uno se mueve hacia otro panel. Si no existe continuidad eléctrica, mueva la conexión a tierra hacia el panel que está siendo testeado.

REPARANDO HOLIDAYS

Todos los Holidays deben repararse después de haber culminado la prueba. Consulte con el proveedor de pintura acerca de cómo realizar la reparación. Una preparación de superficie puede involucrar un lavado o lijado, etc. de la superficie. La superficie, a su vez, debe lavarse con agua limpia si se utilizó algún agente tenso reductor mojante. Algunas veces los holidays son el resultado de partículas abrasivas atrapadas en la película, en este caso deberán removerse y reaplicarse a las áreas donde se encontraron los holidays. Es importante repetir la prueba con el holiday detector después de la reparación para mostrar que ha sido satisfactorio, esto sólo será necesario en las áreas que se presentaron fallas.



Los Holiday Detectors pueden detectar defectos en la pintura que no son visibles y asegurar el sistema protectorio

RESUMEN

Se utiliza la prueba con el Holiday Detector para encontrar discontinuidades en películas de pintura que no siempre son visibles. Generalmente se realizan este tipo de pruebas en interiores de tanques, envases de almacenamiento de químicos y estructuras enterradas debido a la importancia de mantener una protección adecuada en condiciones de servicio agresivos. Se utiliza un Holiday Detector de bajo voltaje cuando el sistema es menor a 20 mils (500 micras) de espesor. El de alto voltaje se utiliza cuando el sistema aplicado tiene mayor espesor. Un holiday detector de alto voltaje requiere especial cuidado y atención para no ocasionar daños a la pintura ni a su operador. Hoy en día existen Holiday Detectors de alto voltaje para todos los espesores ya que cuentan con un dispositivo graduable de voltaje.

Tip de Seguridad :

Antes de realizar alguna prueba con el holiday detector en espacios confinados o lugares con poca ventilación donde puede estar presente algún gas o vapor inflamable, se debe asegurar de seguir los procedimientos adecuados para chequear (si fuese necesario purgar), la atmósfera en el lugar donde se realizará la prueba para prevenir que el Holiday Detector se convierta en una fuente de ignición.

ARTICULO:

"Fundamentals of Holiday Detection"

FUENTE:

Applicator Training Bulletin
Journal of Protective Coatings & Linings

TRADUCCION:

Ing. Tatiana Castillo
Dpto. Asistencia Técnica
COATINGS SRL
Subsidiaria de Sherwin Williams Co.

COATINGS S.R.L.

Subsidiaria de Sherwin Williams Co.

Av. Arboleda 115, Urb. Santa Raquel - Ate, Lima

Tel. 349 4770 Fax 349 6275

E-mail: coatings@sherwin.com.pe

BOLETÍN DE ENTRENAMIENTO DEL APLICADOR

PRUEBAS DE ADHESIÓN EN ACERO

Por: Lloyd M. Smith
Ph.D. of Corrosion Control Consultants
and Labs Inc. Herndon, Virginia, USA

La protección satisfactoria del acero depende de una buena adhesión del recubrimiento al sustrato. La Prueba de Adhesión determina que tan bien una pintura está adherida al sustrato.

Hay varias razones para querer evaluar la adhesión. El especificador y contratista quisieran saber la adhesión cuando consideren o desarrollen trabajos de repintado debido a que la nueva pintura pueda actuar como capa sellante sobre una pintura protectora con pobre adhesión. Otra razón para realizar la prueba de adhesión es por propósitos evaluativos. Conociendo la adhesión de la pintura existente nos los rangos que pueden ser archivados. Algunas veces la adhesión es medida durante la aplicación, cuando lo requiere alguna especificación. Además, las pruebas de adhesión son desarrolladas por el fabricante de pinturas cuando evalúa la calidad del recubrimiento. Sus datos resultantes son dados en sus Hojas Técnicas.

Una prueba de adhesión común es realizada con una cuchilla o un equipo traccionador (pull-off) especializado. Toda prueba de adhesión es destructiva, tanto que el área de prueba debe ser reparado. Por lo tanto es mejor realizar una mínima cantidad de pruebas. Sin embargo, cuando se requiera realizar una Prueba de Adhesión, es importante saber las diferentes formas de desarrollar ésta prueba, las precauciones para cada tipo de prueba y que significan los resultados. Este es el tópico de este Boletín Mensual de Entrenamiento del Aplicador.

PRUEBA DE LA CUCHILLA

El método más simple de evaluación de adhesión es realizar un corte en la pintura con una cuchilla fluida. Este método a sido usado por muchos años, a pesar de esto no existe un procedimiento formal. Se realizan dos cortes en forma de X sobre la pintura, como se muestra en la fig. 1. Los cortes son de 4 cm de largo, y el ángulo entre ellos es de 30 a 45°. Es importante asegurarse que los cortes lleguen hasta el acero.

El filo de la cuchilla es entonces usado para picar entre la intersección de los cortes con un movimiento vertical hasta tratar de levantar la pintura. Si se remueve más de 5 mm de material, la adhesión es considerada pobre.

Otro método es insertar la cuchilla bajo la pintura en la intersección en X y empujar con el filo. Cuando esto se realiza con el filo del cuchillo y se ejerce presión, pintura bien adherida puede desprenderse, pero no se levantará desde la superficie.

La prueba de la cuchilla es subjetiva, y la experiencia es el mejor maestro. Es una buena idea correr ésta prueba en todos los sectores del recubrimiento, especialmente en aquellas zonas donde se verifique la remoción del recubrimiento.

PRUEBA DE LA CINTA ADHESIVA

Una prueba de adhesión con cuchilla más formal es mediante La Prueba de la Cinta. Las incisiones son hechas de igual forma que la prueba de la cuchilla, pero en lugar de levantar la pintura con la cuchilla, se coloca sobre la superficie del corta una cinta semi-transparente de 2.3 cm de ancho.

TABLA 1:
Escala para Pruebas con Cinta según ASTM D3359

CORTE EN X	
5A	No se peló ni se remueve.
4A	Poco pelado y o remoción en intisión o intersección
3A	Levantamiento entre las incisiones hasta 1.6 mm. En ambos lados.
2A	Levantamiento entre las incisiones hasta 3.2mm. En ambos lados.
1A	Remoción de la mayor parte bajo el corte en X.
0A	
CUADRICULA	
5B	Los cortes están completamente limpos; ninguna de las partes de la cuadrícula se remueven.
4B	Menos a 5% del área entre las intersecciones removidas.
3B	5 a 15 % afectados.
2B	15 a 35% afectados.
1B	35 a 65% afectados.
0B	Peor que el grado 1B.

Antes de realizar las incisiones, se debería limpiar la superficie con agua y remover la pintura tizada u otro material mal adherido, que pueda interferir con la adhesión de la cinta adhesiva. Es conveniente, también, lijar suavemente con una lija, limpiar para asegurar la buena adherencia de la cinta adhesiva. Finalmente hay que asegurarse que la superficie esté seca antes de correr la prueba.

Descartar algunos sectores de cinta del rollo cuando se empieza, y luego cortar piezas de 7.5 cm de longitud. Colocar el centro de la pieza de la cinta en la intersección de los cortes con el borde de la cinta suelta en la dirección del ángulo más pequeño. Frotar la cinta con los dedos y entonces pasar suavemente con el borrador de un lápiz. Un color uniforme aparente de la cinta, es un buen indicativo que se ha realizado un contacto adecuado.

Remover la cinta dentro de 1-2 minutos deslizando rápidamente desde el borde de la cinta de preferencia en un ángulo de 180°. La tabla 1 muestra la escala de acuerdo a ASTM D3359 (Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test), el cual incluye los detalles de éste procedimiento.

Un número de factores puede afectar los resultados obtenidos. El primero, es **el corte**. Esto debe ser realizado con un cuchillo filudo y en forma perpendicular a la superficie. Es una buena practica reemplazar el filo cada 10 pruebas. Si la cuchilla no está en forma perpendicular a la superficie, se puede remover pequeñas cantidades de pintura, dependiendo de la fragilidad del recubrimiento. Se puede obtener resultados de 4A y 3A, en pinturas bien adheridas, solo por realizar un corte incorrecto. **La cinta adhesiva**, también puede tener un efecto en los resultados. Cintas que no tienen una adhesión uniforme de un rollo a otro, y la fuerza de adhesión puede cambiar en el tiempo. De cualquier modo, La Prueba de corte en X con cinta es simple de desarrollar y no requiere equipos caros.

Un resultado de 3A es el más bajo aceptable, para un sistema de recubrimiento nuevo. (Un recubrimiento nuevo debe de tener una adherencia de 4A o mejor. Para trabajos de repintado el sistema existente debe tener una adherencia de 2A o mejor. Una adherencia de 1A puede ser aceptable para aplicar una película delgada, de una

Pintura con solventes no muy agresivos. Una adherencia de 0A indica que el recubrimiento no debe ser repintado.

Otro método con cinta adhesiva usada en lugar de la prueba en X es la prueba en "rejillas". Si la pintura tiene un espesor menor a 50 micrones (2 mils), se realizan 11 cortes paralelos separados por un espacio de 1 mm, luego se realizan 11 cortes paralelos a un ángulo de 90° con respecto a los primeros cortes. Si la pintura se encuentra entre 50 micrones (2 mils) y 125 micrones (5 mils) de espesor, se realizan 6 cortes perpendiculares con 2mm de separación entre corte y corte (Fig. 2). Es necesario contar con una regla especial para asegurarse que las incisiones tengan los espacios requeridos y sean en paralelo. Se aplica la cinta adhesiva y es jalada de la misma manera que la prueba en X. La Tabla 1. muestra las escalas para éste método también. Esta prueba de adherencia no debe realizarse a pinturas con un espesor mayor a 125 micrones (5 mils).

PRUEBAS DE TRACCIÓN (PULL-OFF)

Otro Método para evaluar la adhesión es la prueba de tracción (pull-off). Con éste método, un dispositivo comúnmente llamado "dolly" es pegado a la superficie. Se usa entonces un dispositivo especial de tracción (Fig. 3) para aplicar una fuerza ascendente hasta que la película de pintura se desprenda o el pegamento falle. La tracción es perpendicular a la superficie, tanto así que se mide la fuerza de tensión. Esta prueba es diferente a la prueba con cinta adhesiva en donde se mide el esfuerzo. Por lo tanto, los resultados obtenidos en los dos tipos de pruebas no tienen comparación.

Para esta prueba son necesarios un dispositivo traccionador, "dollys" y pegamento. El primer paso es preparar los "dollys". Estos dollys pueden ser de un acero suave y deben ser limpiados para que el pegamento adhiera. Este procedimiento de limpieza comprende una limpieza con solvente. Es una buena idea también lijar suavemente la superficie a pegarse con un papel de lija o realizar un ligero chorro abrasivo, ésto minimizará el número de fallas del pegamento.

La superficie de la pintura, también debe ser limpiada. La abrasión de la superficie puede inducir a desprendimientos; es por eso que se recomienda solo un suave

lijado (Lija N° 400 o más fino). Este procedimiento se realiza, si es necesario, para remover contaminantes adheridos a la superficie como el tizado o suciedad que no se desprendieron con la limpieza con el lavado.

Se usan pegamentos epóxicos o acrílicos para fijar los "dollys" a la superficie. El adhesivo debe curar la cantidad de tiempo recomendada por el fabricante. Esto puede ser varias horas o un día, dependiendo del adhesivo y la temperatura. Usar otros adhesivos como cianoacrilatos que curan en pocos minutos, puede no ser recomendable, ya que puede los solventes que contienen el adhesivo puede atacar a la pintura. Mezclar el adhesivo y aplicar a la base del dolly, asegurándose que una capa uniforme cubra la superficie. Un paso crítico en esta prueba es colocar el dolly en la superficie. Evitar cualquier movimiento, especialmente giratorio, que puedan resultar en discontinuidad de tensión durante la prueba de tracción. Limpiar con un algodón cualquier exceso de adhesivo en la superficie.

Es importante que una presión de contacto constante se mantenga al adhesivo para comenzar a curar. Una grapa magnética o mecánica funcionará mejor. Para la prueba de adhesión por tracción, se requieren por lo menos 3 pruebas por área a evaluarse. También los dollys pueden ser pegados con una cinta adhesiva (Masking Tape) si no se disponen de grapas. Sin embargo la cinta puede despegarse con el tiempo y dejar entrar aire entre el dolly y la superficie. Así que, será necesario por lo menos tres piezas de cinta cruzadas sobre el dolly (Fig. 4). Además es necesario que los dollys sean colocados adecuadamente separados para que el traccionador se posicione bien y pueda realizarse la prueba apropiadamente.

Existen dos tipos de traccionadores. Uno, es del tipo "traccionador mecánico", y el otro es del tipo "traccionador neumático". Estos instrumentos pueden venir en diferentes rangos de fuerza, así que debe seleccionarse el adecuado instrumento.

Ahora viene el proceso de colocar el centro del traccionador al dolly. Remover las grapas o la cinta adhesiva fijada al dolly. Seguir las instrucciones del fabricante de cómo insertar el traccionador al dolly, asegurándose de no golpear, tirar o alguna otra fuerza que pueda desprender al dolly.

Si la prueba se está desarrollando en otra superficie que no sea la horizontal

(superficie vertical, o bajo un vertical), el traccionador debe ser presionado, para que el peso de éste no contribuya a la fuerza de tracción.

Una vez que el dolly es insertado al traccionador, es momento entonces de correr la prueba (Fig. 5). Otra vez, revisar las instrucciones del fabricante de cómo debe realizarse la prueba. No importa que tipo de instrumento se esté usando, la fuerza al dolly debe ser ejercida continua y suavemente tratando de no exceder 1 Mpa/s (145 psi/s). Mantener aplicando la fuerza hasta que ocurra la falla (ó hasta que se aplique la máxima fuerza). Los dollys que no hayan sido removidos por la máxima fuerza, pueden fácilmente ser removidos aplicando una fuerza lateral. De hecho, esto es una buena demostración, de cuán fácil los dollys pueden ser removidos por una fuerza cortante que el modo de falla por tensión que es el principio de ésta prueba. También, asegurarse tener firmemente el traccionador, debido a que las pinturas con una alta fuerza de tensión, pueden causar un desprendimiento brusco del traccionador cuando se produzca el quiebre de la pintura.

Algunos instrumentos vienen con un dispositivo circular cortador, para demarcar el área hasta el metal, alrededor del dolly, antes de correr la prueba. Cortar con el dispositivo de corte alrededor del dolly viola el criterio fundamental de la prueba, que debe de evaluarse una pintura sin alteración. Sin embargo, ésta práctica está sujeto a debate entre algunos expertos en pruebas de adhesión. Por lo tanto, si por alguna razón se requiere realizar el corte alrededor del dolly, tener cuidado de originar microcraqueamientos en la pintura debido a que originará una disminución en la fuerza de tracción. El dispositivo de corte debe ser colocado perpendicular a la superficie y no ejercer una presión adicional para ninguno de los lados.

Más información acerca de la Prueba de Tracción puede encontrarse en ASTM D4541, (Standard test Meted for Pull-Off Strengh of Coating Using Portable Adhesión tester).

RESULTADOS DE LA PRUEBA

De la Prueba de Tracción pueden obtenerse dos tipos de información. El primero es, la fuerza de tracción de la pintura. Grabar la fuerza obtenida hasta la falla de la pintura (ó la máxima fuerza

aplicada si el dolly no se desprende). Si es requerido por el fabricante, se usa una tabla de conversión, para convertir la lectura obtenida en el instrumento a una fuerza real aplicada. En cualquier caso, la fuerza debe ser dividido por el área superficial del dolly para determinar la fuerza de tracción. Los dollys son circulares, y el área superficial es ($\pi \times r^2$), donde π es 3.14 y r es el radio del dolly. Algunos instrumentos usan un solo tamaño de dolly, así que la escala del instrumento está en Mpa (psi). Consultar el Manual de Operación del Instrumento.

La otra información es saber, en donde ocurre el desprendimiento del Sistema de Pintura. Examinar el fondo del dolly y la superficie donde se desarrolló la prueba. El desprendimiento puede ser por el quiebre del pegamento, quiebre cohesivo, ó una combinación de ambos, ó una falla del pegamento. Una falla de adhesión es el rompimiento entre las capas del sistema de pinturas, ó entre la pintura y el sustrato. Si el rompimiento ocurre entre las capas de un sistema de pinturas multicolor, una capa de un color se observará en el fondo del dolly, y el otro color de la pintura en la superficie. Una falla cohesiva es el rompimiento entre una sola capa de pintura, tanto que el color en el dolly y en la superficie, será el mismo. Estimar el porcentaje de falla cohesiva y adhesiva. También, reportar donde ocurrieron éstas fallas en el sistema de pinturas (falla adhesiva entre el acero y el primer; falla adhesiva entre el primer y la capa intermedia; falla cohesiva en el primer, falla del pegamento, etc). La información acerca del lugar de la falla en el sistema de pintura es importante, pero no tan importante que la fuerza de tracción. Esto identifica el área más debil en el sistema de pintura.

Se espera conseguir algunas fallas en el pegamento hasta que se gane algo de experiencia en el desarrollo de la prueba. Cuando ocurre una falla del pegamento, la información que se consigue será que el valor de la fuerza de tracción real será mayor a la obtenida. No use resultados de falla del pegamento en el cálculo de los promedios de las pruebas desarrolladas en un área.

Es una buena práctica guardar los dollys evaluados. Marcarlo de tal manera que pueda ser identificado más adelante con las notas de campo.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Interpretar los resultados de la fuerza de tracción debe de realizarse con cautela. Existe una larga variabilidad en la repetibilidad y reproductibilidad del método, y diferentes tipos de instrumento dan resultados diferentes.

Es muy común correr tres pruebas en un área y conseguir resultados tales como 1.4 Mpa (200psi), 5.2 Mpa (750 psi) y 5.5 Mpa (800psi). Comparando el primer y el último valor, el porcentaje de diferencia relativa es 120% (El porcentaje de diferencia relativa es la diferencia de las lecturas máximas y mínimas dividido por el promedio de éstas lecturas, multiplicado por 100). El primer resultado debería considerarse sospechoso sin importar que instrumento se haya usado. Pero la razón válida para descartar resultados cuando se calcula los promedios son como: la falta de alineación del instrumento, que no es normal (debe ser perpendicular a la superficie), pobre definición del área debido a una impropia aplicación del pegamento, vacíos en el pegamento causados por inclusión de aire o inclusiones, superficies inadecuadamente preparadas, y deslizamiento ó desprendimiento del dolly durante el curado inicial del pegamento. Por lo tanto el promedio de adhesión podría ser 4.0 Mpa (580psi) si se usan todos los datos, y 5.4 Mpa (775 psi) si existe una razón válida para descartar el primer resultado.

Grandes diferencias en las fuerzas de tracción también existen de acuerdo al tipo de instrumento usado. Por ejemplo una pintura tiene un promedio de resistencia a la tracción de 4.04 Mpa (586 psi) con un instrumento mecánico y 8.00 Mpa (1160 psi) con un instrumento neumático. Otro ejemplo, La fuerza de tracción de una pintura es 6.12 Mpa (888 psi) con un instrumento mecánico y 11.57 Mpa (1680 psi) con instrumento neumático. En todos los caso, la más alta fuerza de tracción, fueron obtenidos con instrumento neumático. Por lo tanto, cuando se comparte los resultados, debe de considerarse con que tipo de instrumento se desarrolló la evaluación. De la fuerza de tensión.

Por lo tanto, ¿Cuál es la adecuada adhesión de una pintura cuando se usa el equipo de tracción?. Es una pregunta difícil de responder. Esto depende no solo del instrumento usado, sino también del tipo genérico de pintura. Debido a sus buenas

propiedades de adhesión, se debe de esperar que una pintura epóxica tenga inherentemente una fuerza de tracción más alta que una pintura alquídica. La información de las fuerzas de tracción aceptables(y el tipo de instrumento a usarse) debería de ser obtenido del fabricante de la pintura.

Si una especificación o regulación requiere una prueba de adhesión por tracción, debería de saberse la mínima fuerza de tracción aceptable, y que tipo de instrumento debe usarse. Algunos fabricantes de pinturas reportan sus valores de Adhesión por Tracción para sus pinturas. Recordar siempre que esas fuerzas de tracción generalmente refieren a pruebas de laboratorio y no a pruebas de campo.

Esto no significa que los requerimientos de fuerzas de tracción (adhesión) no existan en contratos o regulaciones como un requerimiento del desenvolvimiento del producto(performance). Por ejemplo, la mínima fuerza de tracción requerida para las pinturas usadas en Plantas Nucleares en USA es de 1.4 Mpa (200 psi). Este valor fue desarrollado cuando solamente el instrumento mecánico estaba disponible. Las medidas de las fuerzas de tracción son usadas para análisis de fallas, donde la información del quiebre puede ser más importante que la fuerza real y donde la continuidad de adhesión de la estructura está siendo evaluada.

RESUMEN

Los dos tipos de Pruebas de adhesión son: las pruebas con cinta adhesiva y la prueba con el traccionador. La prueba de la cinta adhesiva es fácil de correr, requiere un equipo mínimo, da resultados inmediatos, y es subjetivo. La prueba con traccionador requiere de un equipo especial y un tiempo para que el pegamento cure, y es objetivo, ya que hay una amplia variabilidad entre pruebas individuales de tracción, y entre los tipos de instrumentos usados.

ANEXO

EL EQUIVALENTE ISO

Iso 2409, Paint and Varnishes Cross-Cut Test, el estándar comúnmente usado en europa para la prueba por corte con cuchilla, es muy similar al ASTM D3359, pero hay un poco de diferencia. En la prueba ISO, se hacen 6 cortes en cada dirección con separación de 3 mm. Y con ésta configuración, se pueden evaluar pinturas hasta 250 micrones (10 mils) de espesor seco. También la clasificación de los rangos de adhesión: %B en ASTM es 0, En ISO 4B es 1, 3B es 2, 2B es 3, 1B es 4 y 0B es 5. La descripción de las categorías es esencialmente la misma.

ARTICULO: Adhesion Testing on Steel

FUENTE: Applicator Training Bulletin
Journal of Protective Coatings & Linings
January 2001.

TRADUCCION: Jaime Baldeón Garibaldi
COATINGS SAC

JUNIO-2001

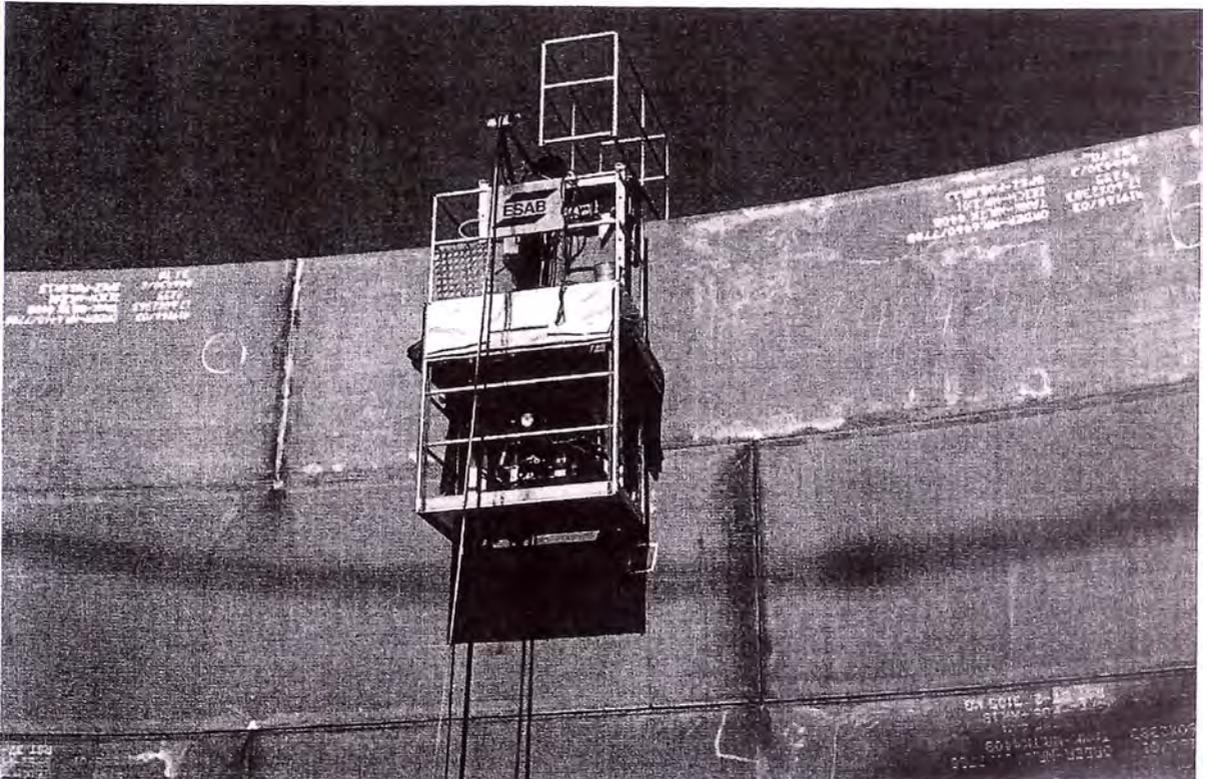
Apéndice 2

Información técnica sobre soldadura automática en tanques



Circotech

A series of mechanized compact girth welders



Circotech is a series of self-propelled 3 o'clock welding equipment primarily developed for on-site erection of large storage tanks, silos, blast furnaces and similar cylindrical objects. It is available as a single-side version and a double-side version. Usually it is designed to travel on the top edge of the tank shell. As there are different ways of building tanks, one machine in the series is designed to travel on a rail which is temporarily fixed to the shell or on a stand-alone ring outside the shell.

Operator safety - CE approved

The operator of each machine (if a double-side version) rides in a cabin, where he supervises and controls the welding process with the control panel within easy reach. The cabin, whose floor level under the carriage is variable to suit the height of the plate, is built as a cage

to give the operator(s) maximum safety and comfort. For weather protection the cage can be covered by curtains. The cabin of a double-side machine is equipped with step ladders and a joining bridge at the top to facilitate for the operators to climb onboard. The bridge also has guard rails for the safety of the operators.

Submerged arc welding

The machine is usually equipped for SAW with single wire. SAW with twin wires is, upon request, available as an alternative. The flux is supplied from a flux hopper and supported in the welding position by an endless rubber belt from where it may be collected/sucked up after welding and recirculated. A flux recovery unit can be included.

Circotech design

The **Circotech** is built up of modules to satisfy a variety of customer requirements. The very basic machine can be equipped with a carriage which travels on the top edge of the plates of a tank, or it can be supplied with a carriage made to travel on a separate rail or ring. In this shape the machine can also be controlled by an operator walking along with it on a built-up cat-walk.

However, the machine is usually supplied with a cabin in the form of a safety cage with curtains for protection against rain and wind.

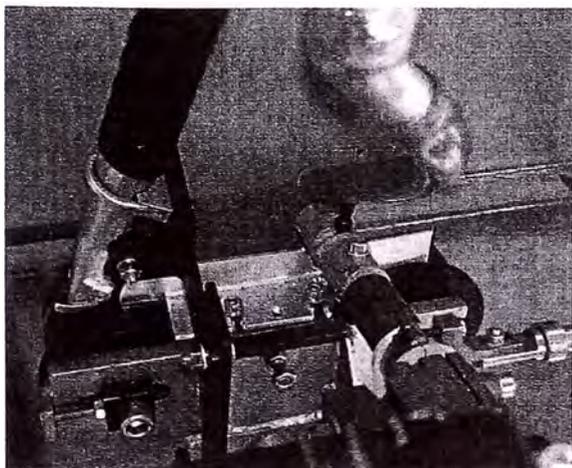
It is easy to adjust the machine for different plate heights, because of the telescopic design of the frame. The design also makes it easy to transport.

For environmental and safety reasons, tanks are nowadays often built with double shells with a space between shells of around 2 m. **Circotech** is designed to operate also in this space.

A fully functional **Circotech** package consists of:

- an ESAB subarc welding machine type A2 or A6 with manual adjustment slides
- Presetting control box
- a weather-shielded safety cabin
- an ESAB power source of type LAF 630 or LAF 1000 with presetting facilities
- flux hopper, 6 l and flux support
- a 50 m control cable.
- welding and return cables.

A single-side **Circotech** can be specified for welding either in right-hand or in left-hand direction.



Close-up of the welding head.

Esab reserves the right to change specifications without notice.



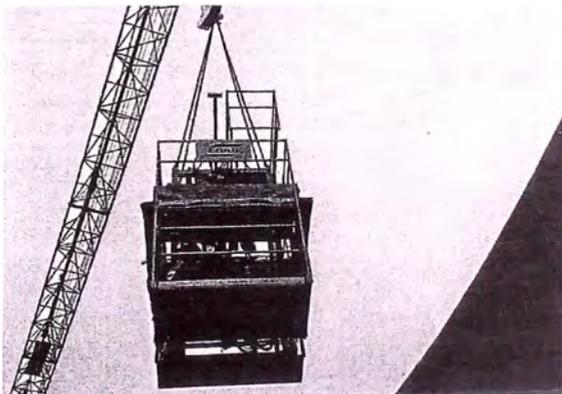
ESAB AB
Box 8004
S-402 77 GÖTEBORG, SWEDEN
Phone: +46 31 50 90 00
Telefax: +46 31 50 94 60

Options

- Preheating and joint-cleaning oxy-acetylene device, complete with hoses.
- Lighting equipment.
- Extension cables.
- Twin-arc kit
- Motorized slide

Economic benefits

The investment in a **Circotech** installation contributes to a consistent weld quality, which means low defect rate. The consumption of welding consumables is low because of efficient joint preparation. All in all this means good return on investment.



Double-side **Circotech** being lifted onto the job.

Choice of equipment

- Single side or double side equipment
- A2 or A6 system for SAW with single wire or twin wire.
- Top of plate travelling or rail travelling

Technical data

Plates to be welded	
Height:	1000-3000 mm
Thickness:	8-35 mm
Shell curvature, radius:	minimum 4000 mm

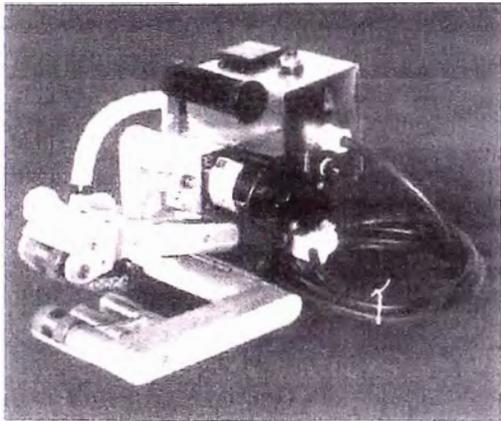
This document, which is supplied for information, is not a part of a contract and, thus, does not involve the company's liability.

Apéndice 3

Procesos de soldadura y equipos para geomembranas de HDPE

Nuestras geomembranas son fabricadas en láminas largas. Siguiendo a la preparación del sitio de trabajo, estas láminas son extendidas y luego soldadas en el campo usando dos tipos de soldadura (cosido). Ambos métodos pueden producir soldaduras confiables tan fuertes y químicamente resistentes como la misma membrana.

El principal tipo de equipo de soldadura usado hoy para soldar las láminas de polietileno es un sistema de doble soldadura por fusión de cuña caliente. Provee una soldadura de excelente consistencia, reduciendo el error



humano y los errores causados por la fatiga. Esta soldadora autopropulsada, de cuña caliente, se usa para soldar costuras largas y continuas y puede avanzar a velocidades de 3 a 5 metros por minuto. La unidad contiene una cuña de separación, a gran temperatura, usada para fundir el plástico a lo largo de las líneas de soldado en las láminas traslapadas. Posteriormente, las láminas de membrana son presionadas por rodillos de presión, haciendo que las dos láminas se fundan juntas.

Los parámetros críticos para fundir polietileno con una soldadora de cuña son: la temperatura de la cuña, la temperatura de las láminas a ser soldadas y la fuerza de compresión ejercida por las ruedas de empuje.

El primer objetivo del soldador es controlar que la temperatura de las superficies fundidas a ser unidas sea lo más constante posible. Usando la temperatura, presión y velocidad apropiadas, la soldadora de cuña caliente provee una excelente soldadura homogénea con excelentes resultados en las pruebas de corte y de pelado.

La velocidad y la temperatura de este proceso están

interrelacionadas. Si se producen cambios de temperatura en los paneles que están siendo soldados, la cantidad de temperatura que se debe añadir a las láminas, para subir a la temperatura ideal, debe ser cambiada o la velocidad debe ser ajustada. La temperatura de las membranas puede variar hasta en 30°C o más entre la parte de la membrana que está en la base de un reservorio y la parte que está en los taludes. Cuando las nubes tapan los rayos solares, se producen cambios similares. Si esto causa que la temperatura de la membrana salga de los parámetros de soldadura, se requiere un cambio en la velocidad o en la temperatura de la cuña.

La presión aplicada por los rollos de empuje, ya que presionan las dos láminas juntas, determina cuanto plástico será exprimido fuera del área de soldadura y afecta la estructura de la misma.

Los atributos de una buena costura, hecha por una soldadora de cuña, son:

Ambas áreas de material fundido deberían estar libres de cualquier línea de costura.

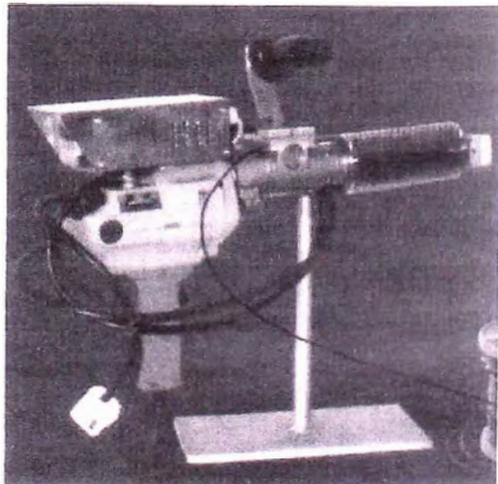
El borde de los rodillos no debería cortar la membrana.

El canal de aire debería estar abierto.

Los anchos de las soldaduras de los dos lados, deberían ser iguales.

El material exprimido debería ser levemente visible.

La soldadora por extrusión provee calor y un extruido de plástico derretido hecho de la misma materia prima de la membrana. El plástico derretido es depositado sobre el borde (filete de soldadura) o entre las dos superficies



(soldadura plana) a ser soldadas. Se considera que el filete de soldadura es mucho más dificultoso que la soldadura con cuña y, consecuentemente, mucho más lento de operar que la soldadora de cuña. Sin embargo, es el único método que se puede usar para parches. Como la soldadora de cuña, la soldadora de extrusión debe ser calibrada de acuerdo a la temperatura de la lámina y del extruido.

Como los parches, reparaciones de perforaciones y el trabajo de detalle son siempre necesarios, este tipo de soldadura es realizado por la soldadora de extrusión. Las superficies son unidas temporalmente con aire caliente previamente a ser soldadas. El área donde se soldará será lijada para proveer una superficie áspera para que el extruido se adhiera mejor a la superficie. Se tomará especial cuidado de no remover mucho material del panel cuando se lije.

Para ajustar el equipo correctamente, se debe realizar una prueba previa, al comienzo de cada día de trabajo y cuando el clima cambia significativamente (humedad, temperatura). Cada soldadura de ensayo es numerada claramente, identificando el soldador y el inspector.

Todas las costuras hechas de polietileno están sujetas a ser evaluadas en forma destructiva o no-destructiva. Muestras cortadas en el sitio están sujetas a pruebas destructivas, al corte y al pelado, realizadas con un tensiómetro en el lugar de trabajo. El resultado de estas pruebas refleja si los paneles han sido soldados o no en forma continua y homogénea.

La prueba no-destructiva más común en las soldaduras de polietileno es la prueba de presión de aire, donde se evalúa si hay pérdidas a lo largo de la costura. La soldadura doble, usando la técnica de cuña caliente, le permite al instalador probar la costura completa con una prueba no-destructiva, fácil y confiable, de presión de aire. La prueba verificará a un tiempo, eficientemente con presión, toda la apertura entre las soldaduras, reduciendo de esa manera el tiempo total de instalación. Los dos extremos de un canal continuo de aire son soldados con el calor de un aparato de aire caliente para formar un espacio de aire sellado a ambos extremos. Se inserta una aguja afilada, con un orificio en el centro, conectada a un manómetro. Con una bomba de aire manual se infla el canal de aire hasta un nivel indicado en la tabla siguiente. Esta presión es mantenida durante cinco (5) minutos. Si el canal de aire mantiene la presión



(kPa), se supone que la soldadura ha pasado la evaluación. Se debe enviar una muestra a un laboratorio de pruebas para confirmar los resultados de terreno.

Todas las soldaduras con extrusión son comprobadas, en forma no-destructiva, con un sistema de prueba al vacío. Un sistema consistente de una caja rígida con una ventana transparente en la parte superior, con un orificio en el que se conecta un vacuómetro, para medir el vacío de la cámara, y una empaquetadura suave de neopreno adherida a los bordes de la base; otro orificio donde se conecta una llave de paso y una llave de purgado.

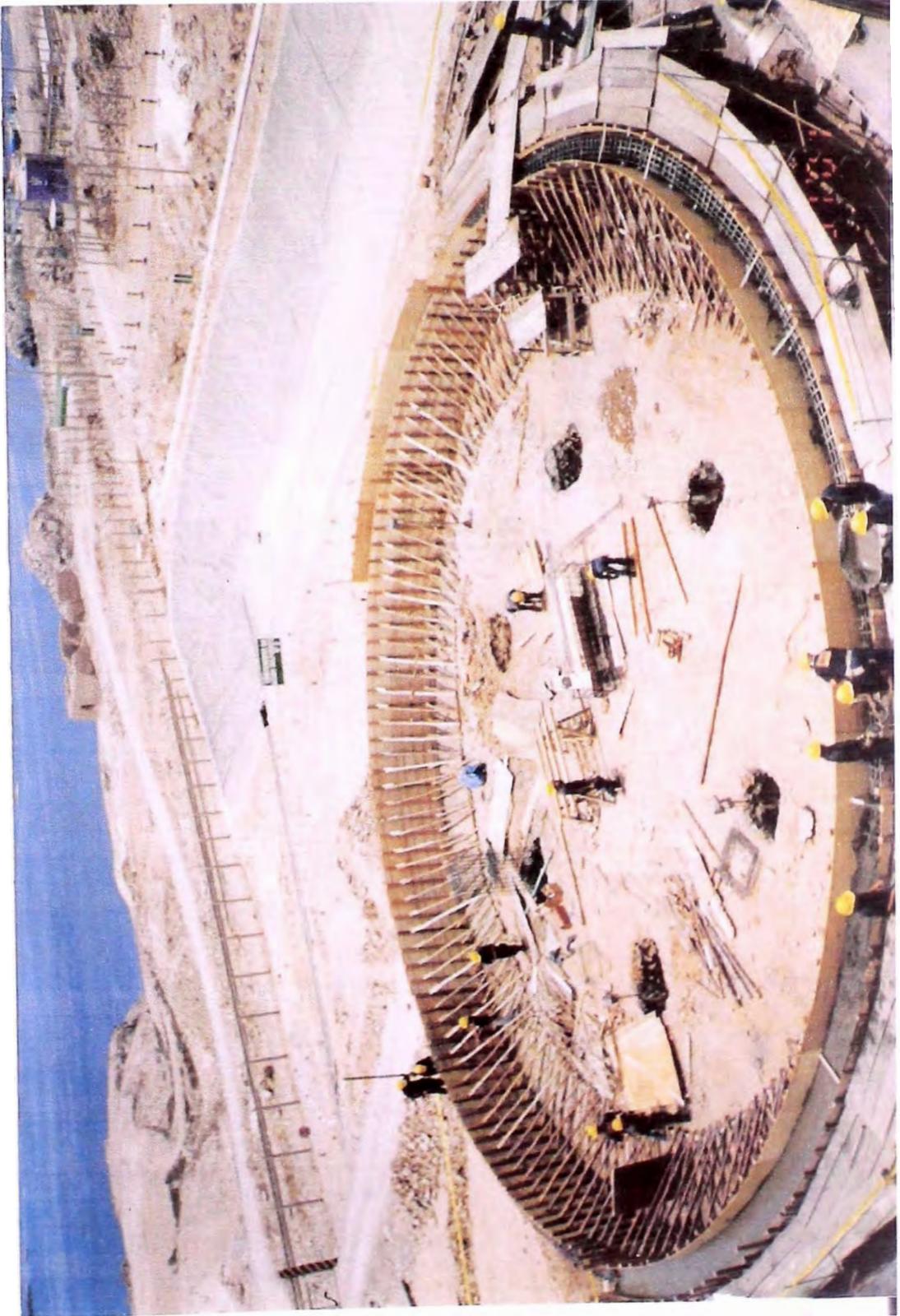
Se humedece con una solución jabonosa una franja de la soldadura de extrusión; se coloca la caja sobre la zona humedecida; se cierra la válvula de purgado y se abre la llave de paso que conecta a través de una manguera flexible a una bomba de vacío. Se energiza la bomba de vacío y se examina, a través de la ventana transparente la presencia de pompas de jabón. Todas las zonas donde se presentan pompas de jabón deberán ser marcadas y reparadas.



Apéndice 4

Fotos de los trabajos en obra

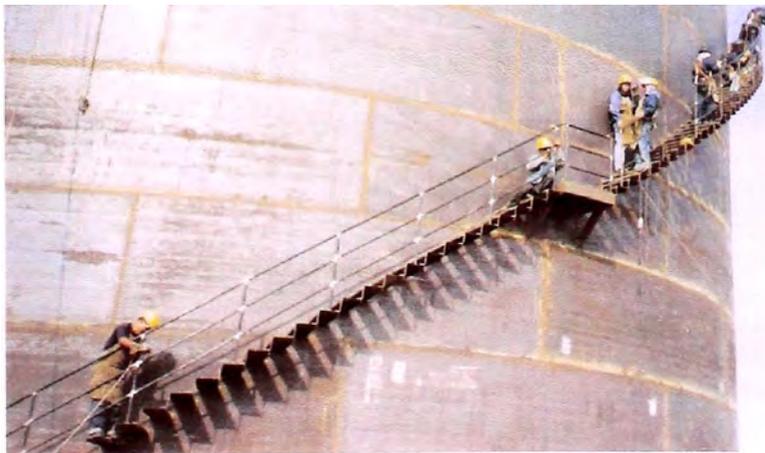
CONSTRUCCION DE ANILO DE CONCRETO



EXCAVACIONES EN TERRENO ROCOSO



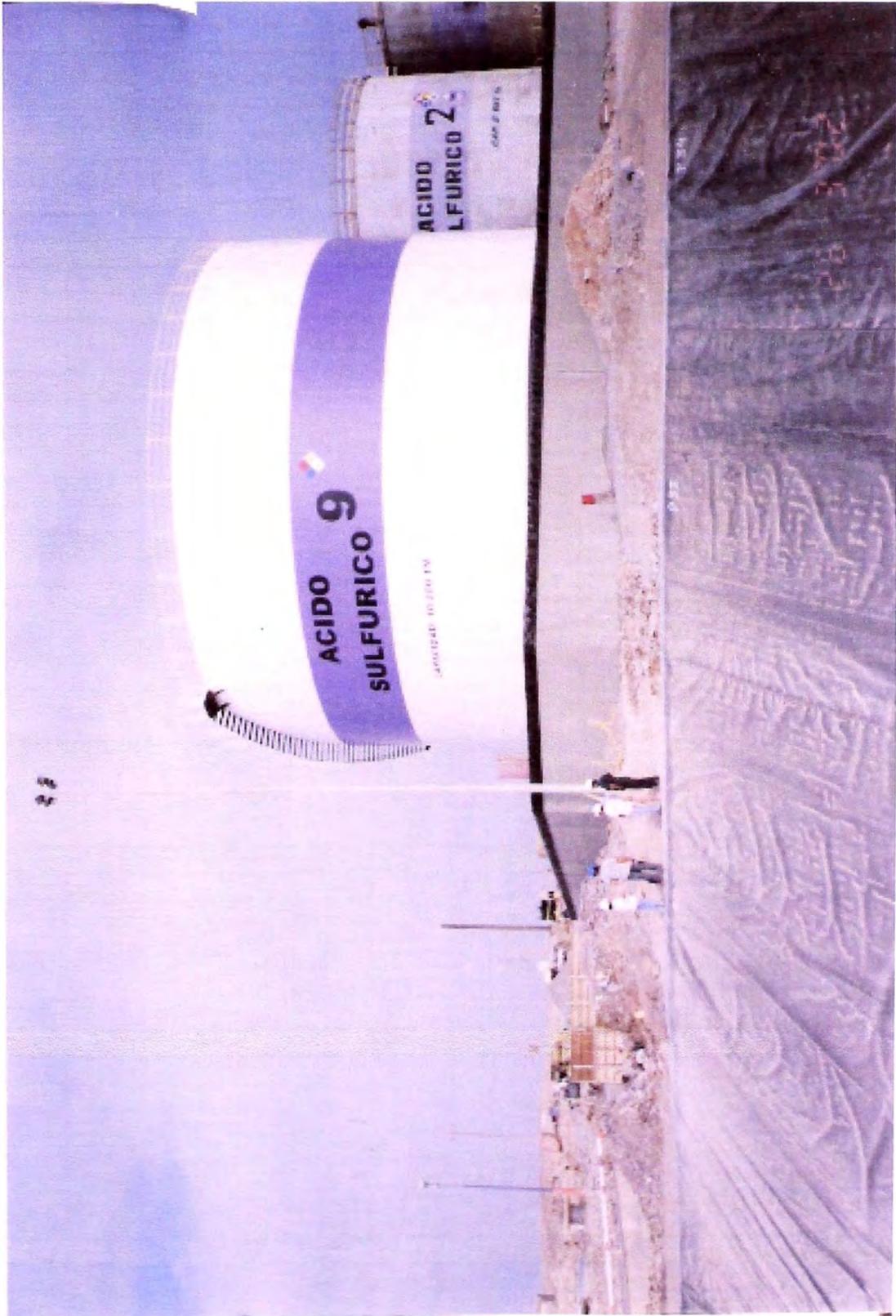
MONTAJE DE ESTRUCTURA DE SOPORTE DE TECHO Y ESCALERA HELICOIDAL



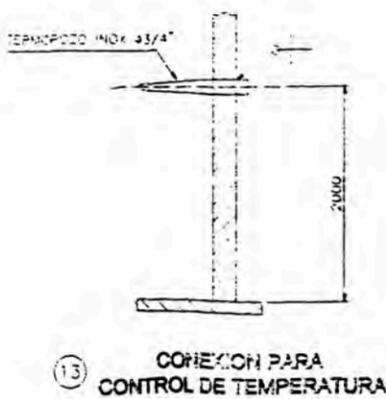
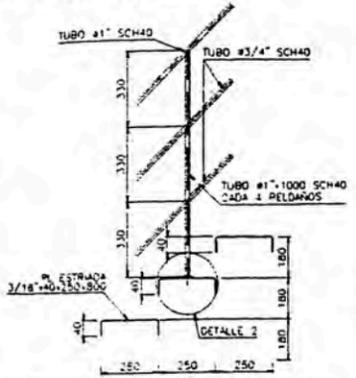
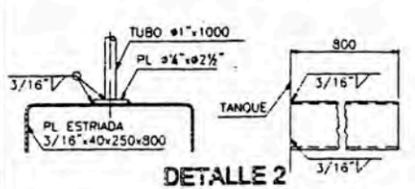
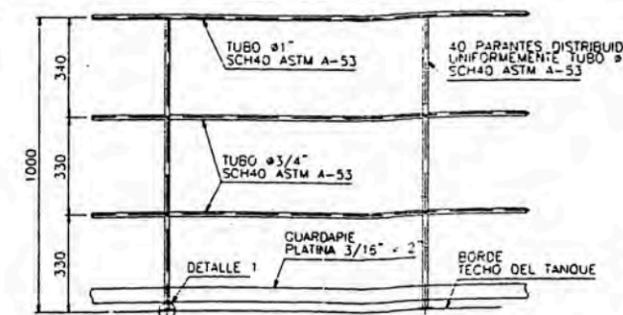
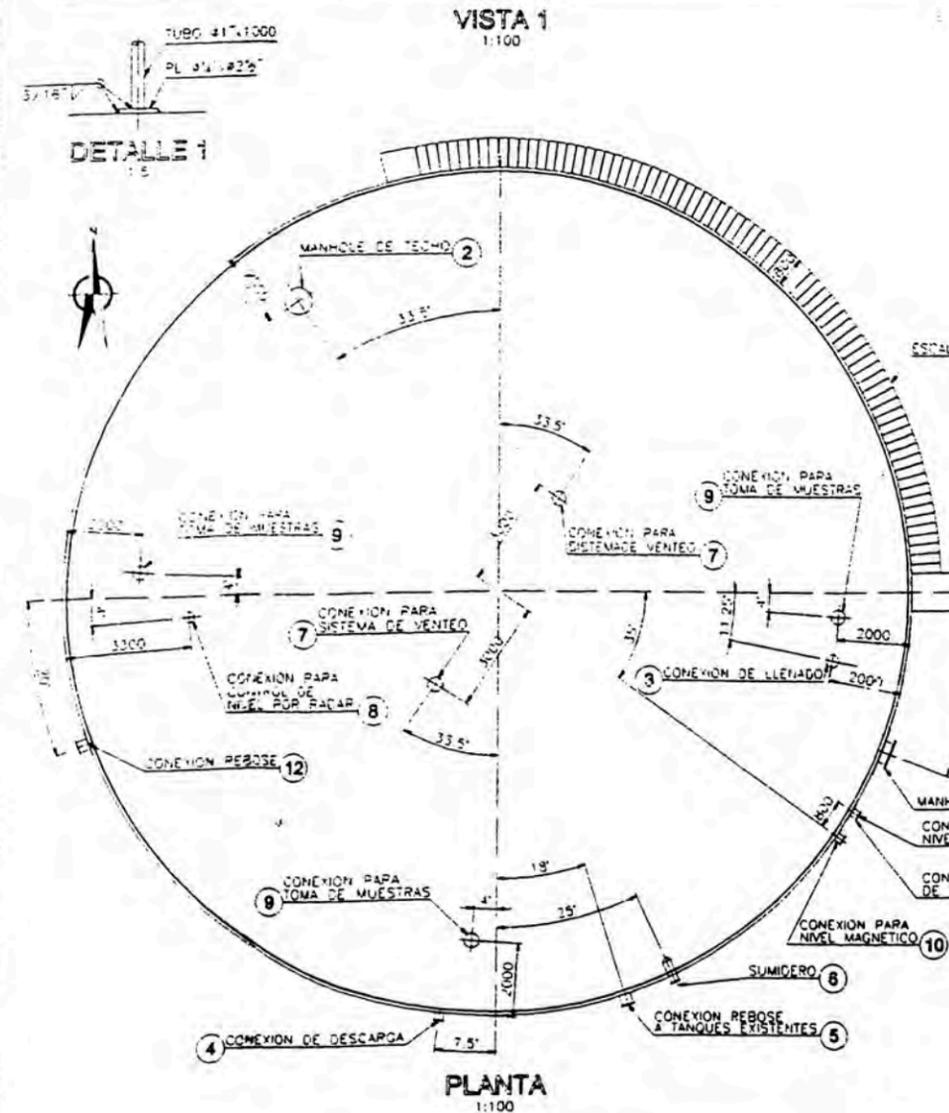
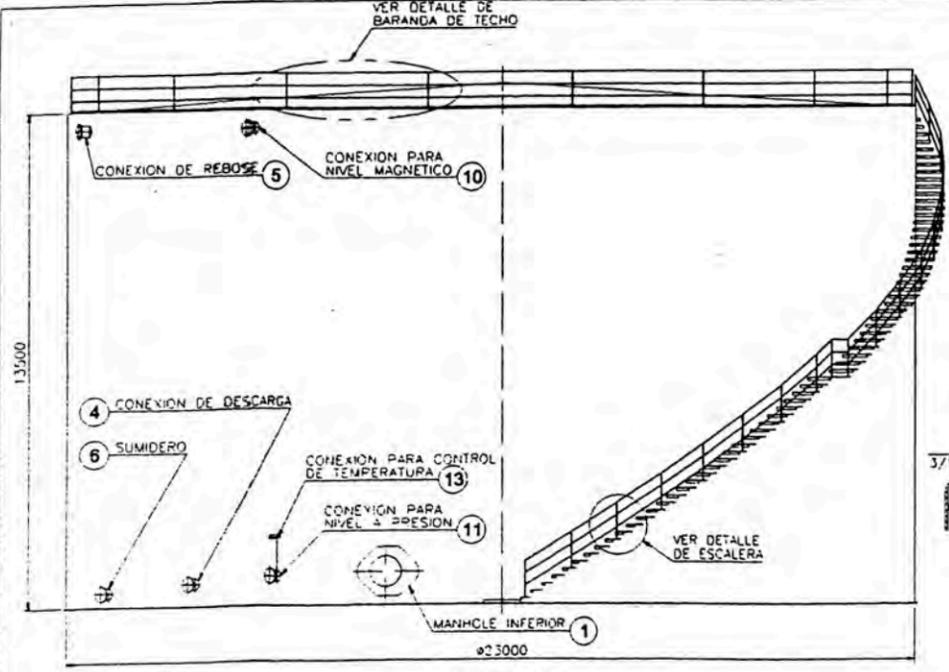
VISTA PANORAMICA



TANQUE CULMINADO



PLANOS



LISTA DE PIEZAS						
ITEM	DENOMINACION	MATERIAL	CALIBRE	CANT. UNIDAD	RSO	REFERENCIA
1	MAN HOLE INFERIOR (RECUBRIMIENTO INTERIOR PL DE 6mm ASTM A-285 Gr C)					
	CUELLO	PL 1" (25 mm) #ENT.510x225	ASTM A-36	1 PZA	87.60	
	BRIDA	PL 1" (25 mm) #ENT.832 #ENT.580	ASTM A-36	1 PZA	40.90	
	TAPA	PL 1" (25 mm) #832	ASTM A-36	1 PZA	110.40	
	REFUERZO	PL 1" (25 mm) #1340x1560	ASTM A-36	1 PZA		
	PERNOS	#3/4" x 10 UNC ROSCA CORRIDA TIPO ESPARRAGO	ASTM A-193 GR. B6	28 PZA		
	TUERSCAS	#3/4" 10 UNC EXTRA HEAVY	ASTM A-194 CLASE 3	56 PZA		
	ARANDELAS	#3/4" PLANAS	ASTM A-325	56 PZA		
2	MAN HOLE DE TECHO					
	CUELLO	PL 1/2" (12.4 mm) #ENT.610x210	ASTM A-285 GR. C	1 PZA	20.40	
	BRIDA	PL 1/2" (12.4 mm) #ENT.782	ASTM A-285 GR. C	1 PZA	7.10	
	TAPA	PL 1/2" (12.4 mm) #782	ASTM A-285 GR. C	1 PZA	29.50	
	REFUERZO	PL 1/2" (12.4 mm) #ENT.825	ASTM A-36	1 PZA	38.80	
	PERNOS	#5/8" x 11 UNC ROSCA CORRIDA TIPO ESPARRAGO	ASTM A-193 GR. B6	20 PZA		
	TUERSCAS	#5/8" 11 UNC EXTRA HEAVY	ASTM A-194 CLASE 3	40 PZA		
	ARANDELAS	#5/8" PLANAS	ASTM A-325	40 PZA		
3	CONEXION DE LLENADO					
	CUELLO SOPORTE	TUBO SIN COSTURA SCH40 #1.750	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	46.90	
	BRIDA DEL CUELLO	PL 1" (25 mm) #ENT.625 #ENT.458	ASTM A-36	1 PZA	30.90	
	BRIDA SOPORTE	PL 1" (25 mm) #ENT.832 #ENT.527	ASTM A-285 GR. C	1 PZA	44.10	
	TUBO DE LLENADO	TUBO SIN COSTURA SCH40 #2.1250	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	120.00	
	BRIDA DE TUBO	SLIP ON #2" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	1 PZA	36.00	
	PLACA DE DESGASTE	PL 1/2" x 1200 x 400	SAE 1020	2 PZA	29.25	
	BRIDA	PL 1/2" x 1200 x 400	SAE 1020	2 PZA	57.24	
	PERNOS DE BRIDAS SOPORTE	#1/2" x 11 UNC ROSCA CORRIDA TIPO ESPARRAGO	ASTM A-193 GR. B6	16 PZA		
	TUERSCAS	#1/2" 11 UNC EXTRA HEAVY	ASTM A-194 CLASE 3	32 PZA		
	ARANDELAS	#1/2" PLANAS	ASTM A-325	32 PZA		
4	CONEXION DE DESCARGA					
	CUELLO SOPORTE	TUBO SIN COSTURA SCH40 #2.1250	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	23.70	
	PLACA REFUERZO	PL 1" (25 mm) #ENT.1180	ASTM A-36	1 PZA	215.00	
	BRIDA DE CUELLO	SLIP ON #2" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	1 PZA	50.00	
	BRIDA SOPORTE TUBO	PL 1" (25 mm) #ENT.832 #ENT.527	ASTM A-36	1 PZA	59.00	
	TUBO DE DESCARGA	TUBO SIN COSTURA SCH40 #2.1250	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	201.6	
	CORDON DE DESCARGA	#1/2" x 150 x 800 CON ESPARRAGOS S SELADOS	ASTM A-234	1 PZA	47.40	
	BRIDA TUBO (DESCARGA)	SLIP ON #2" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	1 PZA	26.00	
	PLACA DE DESGASTE	PL 1/2" x 1200 x 400	SAE 1020	1 PZA	32.00	
	PERNOS DE BRIDAS SOPORTE	#1/2" x 11 UNC ROSCA CORRIDA TIPO ESPARRAGO	ASTM A-193 GR. B6	16 PZA		
	TUERSCAS	#1/2" 11 UNC EXTRA HEAVY	ASTM A-194 CLASE 3	32 PZA		
	ARANDELAS	#1/2" PLANAS	ASTM A-325	32 PZA		
5	CONEXION REBOSE A TANQUES EXISTENTES					
	TUBO DESCARGA	TUBO SIN COSTURA SCH40 #1.750x914	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	29.90	
	PLACA REFUERZO (1)	10 mm #ENT.914	ASTM A-36	1 PZA	20.00	
	BRIDA	SLIP ON #2" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	1 PZA	36.00	
	PERNOS DE BRIDA	#1/2" x 11 UNC ROSCA CORRIDA TIPO ESPARRAGO	ASTM A-193 GR. B6	12 PZA		
	TUERSCAS	#1/2" 11 UNC EXTRA HEAVY	ASTM A-194 CLASE 3	24 PZA		
	ARANDELAS	#1" PLANAS	ASTM A-325	24 PZA		
	CORDON	#1/2" x 150 x 914	ASTM A-234	1 PZA	132.18	
	PLACA REFUERZO (2)	10 mm #ENT.914	ASTM A-36	1 PZA		
	PLACA REFUERZO INT	10mm #ENT.914 #ENT.327	ASTM A-285 GR. C	1 PZA		

6	SUMIDERO (RECUBRIMIENTO INTERIOR PL DE 6mm ASTM A-285 Gr C)					
	CILINDRO SUMIDERO	PL 20 mm #500x3204	ASTM A-36	1 PZA	244.00	
	FONDO SUMIDERO	PL 25 mm #1080	ASTM A-36	1 PZA	186.00	
	ANILLO REFUERZO	PL 16 mm #ENT.1250 #ENT.960	ASTM A-285 GR. C	1 PZA	91.00	
	TUBO SUCCION	TUBO SIN COSTURA SCH40 #8.180	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	32.70	
	TUBO SUCCION HORIZONTAL	TUBO SIN COSTURA SCH40 #8.180	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	77.20	
	CORDON SUCCION	#8.180 PL SCH40 SIN COSTURA	ASTM A-234	1 PZA	55.20	
	BRIDA DE EMPALME	SLIP ON #8" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	1 PZA	13.00	
	PLACA DE REFUERZO	PL 25 mm #83x590	ASTM A-36	1 PZA	47.60	
7	CONEXION PARA SISTEMA DE VENTEO					
	TUBO DE SALIDA	TUBO SIN COSTURA SCH40 #8.1200	ASTM A-53 GR. B	2 PZA	26.00	
	BRIDA DE CONEXION	SLIP ON #8" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	2 PZA	26.00	
	PLACA DE REFUERZO	PL 10 mm #ENT.458 #ENT.226	ASTM A-36	2 PZA	24.00	
8	CONEXION PARA CONTROL DE NIVEL POR PAGAR					
	TUBO DE CONEXION	TUBO SIN COSTURA SCH40 #4.220	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	4.00	
	ANILLO REFUERZO	PL 10 mm #ENT.300 #ENT.111	ASTM A-36	1 PZA	6.00	
	BRIDA DE CONEXION	SLIP ON #4" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	1 PZA	6.00	
9	CONEXION PARA TOMA DE MUESTRAS					
	TUBO DE CONEXION	TUBO SIN COSTURA SCH40 #6.1150	ASTM A-53 GR. B	3 PZA	20.00	
	PLACA DE REFUERZO	PL 10 mm #ENT.380 #ENT.172	ASTM A-36	3 PZA	26.00	
	PLANCHON CONEXION	PL 3/4" #ENT.146 #ENT.96	ASTM A-36	3 PZA	6.00	
	EMPAJO TEFLON	TEFLON 1/8" #ENT.146 #ENT.96		3 PZA		
	TAPA	PL 1/2" x 146 #ENT.172	ASTM A-36	3 PZA		
		PL 1/2" x 146 #ENT.144	ASTM A-36	3 PZA		
		PL 1" x 144	ASTM A-36	3 PZA	10.00	
		BARRA #1/2" x 130	ASTM A-36	3 PZA		
10	CONEXION PARA NIVEL MAGNETICO (SOLO SE INSTALO CONEXION SUPERIOR)					
	TUBO DE CONEXION	TUBO SIN COSTURA SCH40 #2.1250	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	2.00	
	BRIDA DE CONEXION	SLIP ON #2" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	1 PZA	8.00	
11	CONEXION PARA NIVEL A PRESION					
	TUBO DE CONEXION	TUBO SIN COSTURA SCH40 #2.1250	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	1.50	
	BRIDA DE CONEXION	SLIP ON #2" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	1 PZA	4.00	
12	CONEXION PARA REBOSE					
	TUBO DE CONEXION	TUBO SIN COSTURA SCH40 #4.1200	ASTM A-53 GR. B	1 PZA	4.60	
	ANILLO REFUERZO	PL 10 mm #ENT.300 #ENT.118	ASTM A-36	1 PZA	6.00	
	BRIDA DE CONEXION	SLIP ON #4" CLASE 150	ASTM A-181 GR. 1	1 PZA	6.00	
	CORDON	#4.1200	ASTM A-234	1 PZA	10.30	
13	CONEXION PARA CONTROL DE TEMPERATURA (EN SU LUGAR SE INSTALO APOYOS INMOVILIZABLES PARA TEMPERADO SUMINISTRADO POR EL CLIENTE)					
14	BARANDA DE TECHO					
	PARANTES PASAMANOS	TUBO #1" SCH40	ASTM A-53	120 ML	120.00	
	TUBERIA INTERMEDIA	TUBO #2 1/4" SCH40	ASTM A-53	148 ML	250.00	
	REFUERZOS DE PISO	PL #1/2" x 24"	ASTM A-36	42 PZA	10.00	
	PLATINA GUARDAPIE	PLATINA 3/16" x 2"	ASTM A-36	70 ML	10.00	
15	ESCALERA					
	PARANTES PASAMANOS	TUBO #1" SCH40	ASTM A-53	50 ML	235.00	
	TUBERIA INTERMEDIA	TUBO #2 1/4" SCH40	ASTM A-53	50 ML	110.00	
	PASOS DE ESCALERA	PL ESTRADA 3/16"	ASTM A-570	73 PZA	285.00	
	REFUERZOS ESCALERA	PL #1/2" x 24"	ASTM A-36	23 PZA	4.00	

AS BUILT

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A
SUPERINTENDENCIA DE PROYECTOS Y PLANEAMIENTO

PROYECTO: UPGRADE CERRO VERDE ACID TERMINAL

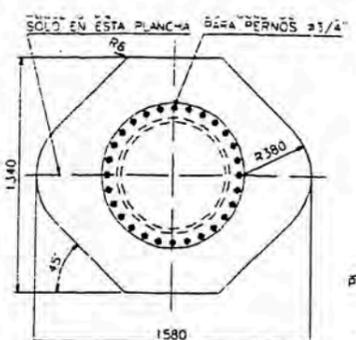
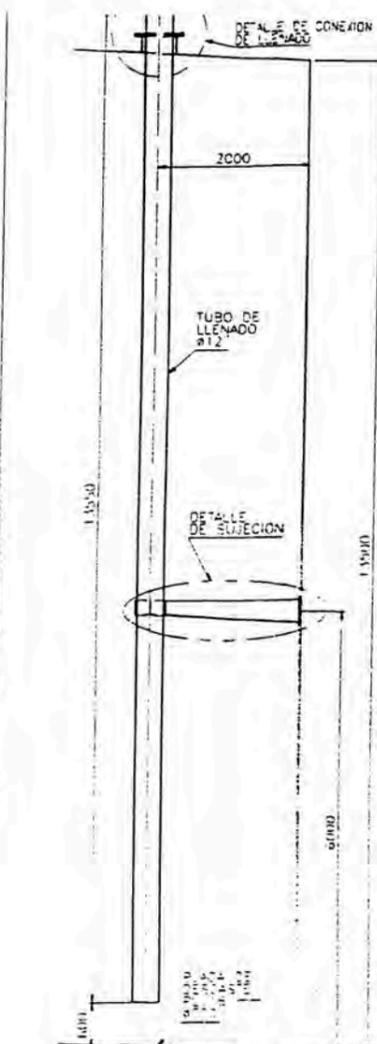
TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFURICO
DISPOSICION GENERAL Y DETALLES

LEVANT.	PROYECTADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA:	INDICADA	FECHA:	REVISADO	FECHA:
						200723-2000-05-19-100		

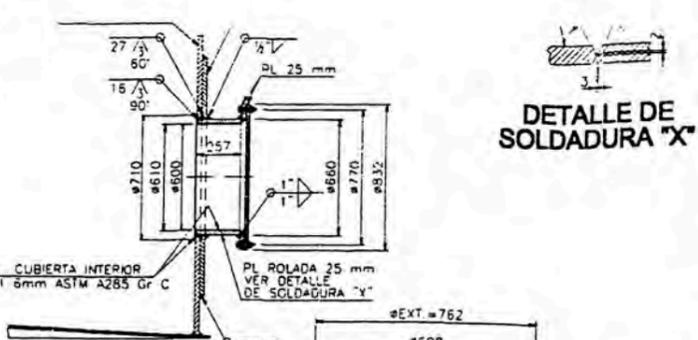
REFERENCIA	PLANO	REV	REVISION	REVISADO	FECHA	REV	REVISION	REVISADO	FECHA
DESCRIPCION	200723-2000-05-19-101	A	EMITIDO PARA REVISION		30-10-2001				
PLANO DE ESTRUCTURAS		B	MODIFICACION DE DETALLES EN ITEM 14 Y AGREGADOS EN LISTA DE PIEZAS		03-11-2001				
		C	AGREGADOS DETALLES EN ITEM 14, 15 Y AGREGADOS EN LISTA DE PIEZAS		15-11-2001				
		0	MODIFICACION DE DETALLES EN ITEM 14, 15 Y AGREGADOS EN LISTA DE PIEZAS		26-11-2001				
		1	MODIFICACION DE DETALLES EN ITEM 14, 15 Y AGREGADOS EN LISTA DE PIEZAS		14-12-2001				
		2	MODIFICACION LISTA DE MATERIALES ITEMS 4 + 13		14-12-2001				
AS BUILT			MODIFICACION LISTA DE MATERIALES, DETALLES ESCALERA, BARANDA DE TECHO Y CONEXION 13, REEMPLAZO DE CONEXION 11, GUARDAPIE CONEXION 9 (INTERIOR)		31-03-2002				

CESEL
INGENIEROS

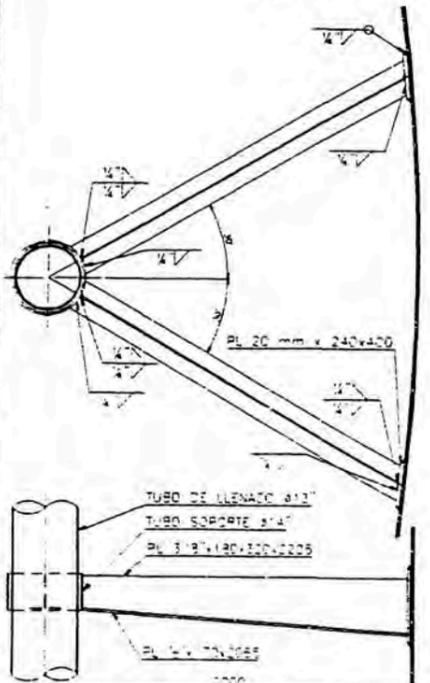
sociedad minera
cerro verde s.a.a.



1 MAN HOLE INFERIOR

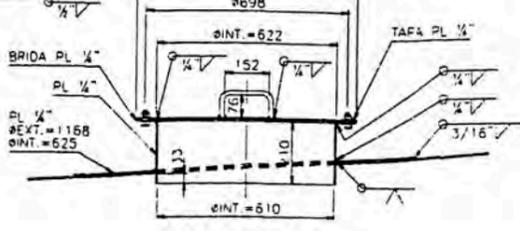


DETALLE DE SOLDADURA 'X'



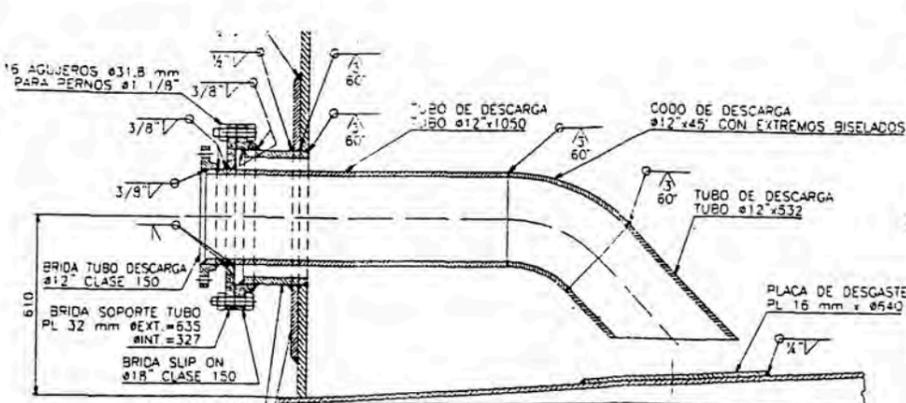
UBICACION DE CONEXION DE LLENADO

DETALLE DE SUJECION

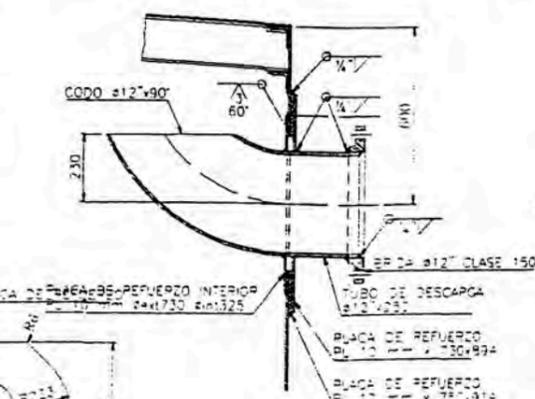
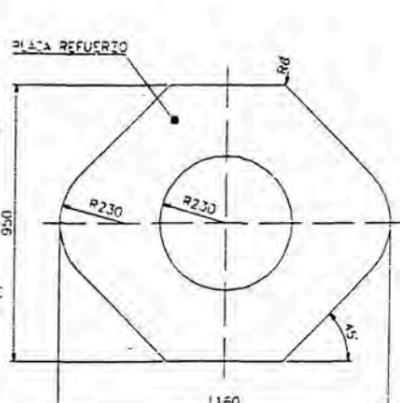


SECCION A-A

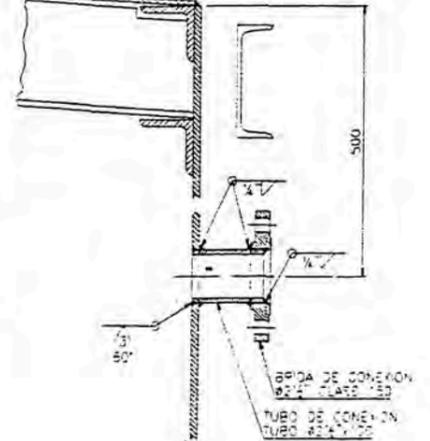
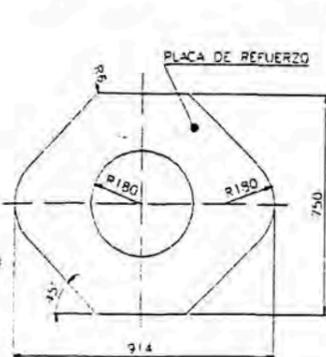
2 MAN HOLE DE TECHO



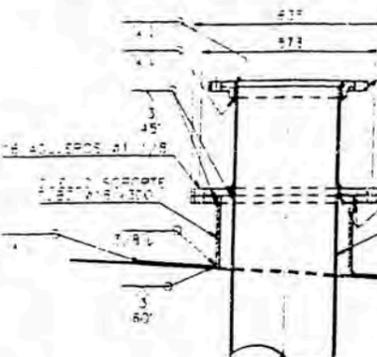
4 DETALLE DE CONEXION DE DESCARGA



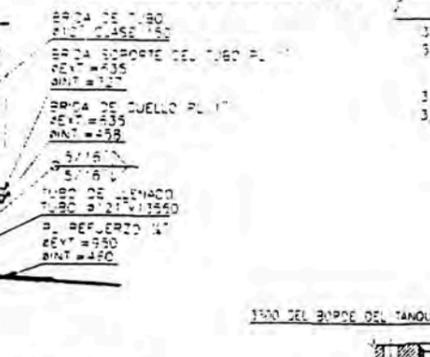
3 DETALLE CONEXION REBOSE A TANQUES EXISTENTES



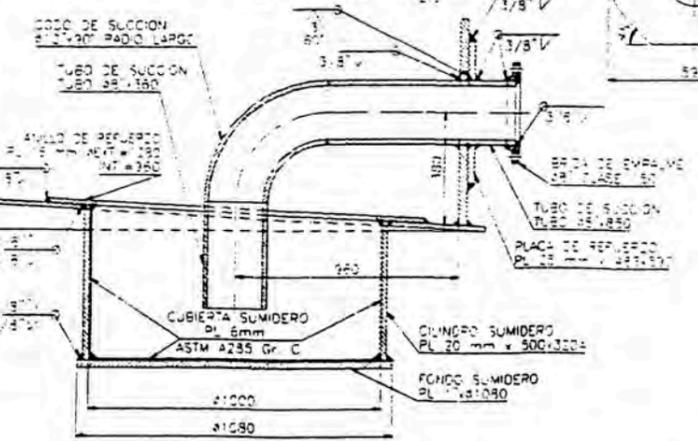
5 DETALLE DE CONEXION PARA NIVEL MAGNETICO



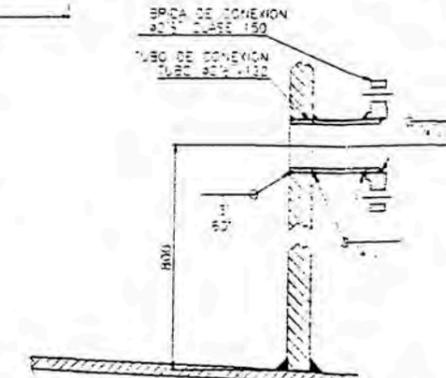
3 DETALLE DE CONEXION DE LLENADO



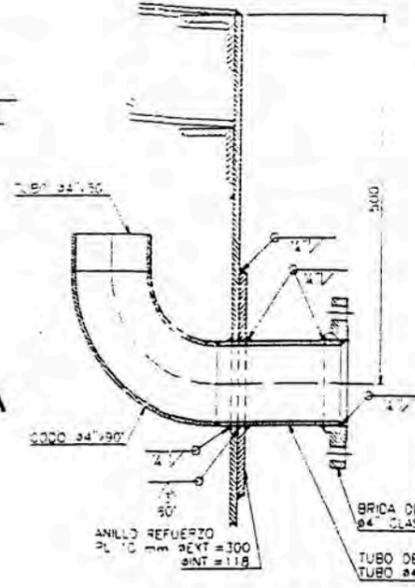
DETALLE DE CONEXION PARA SISTEMA DE VENEO



6 SUMIDERO

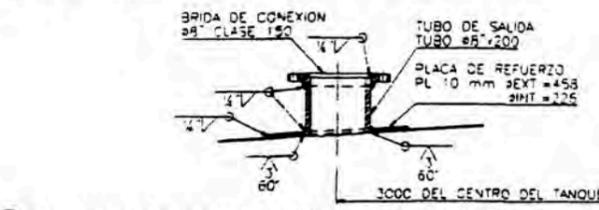


11 DETALLE DE CONEXION PARA NIVEL A PRESION

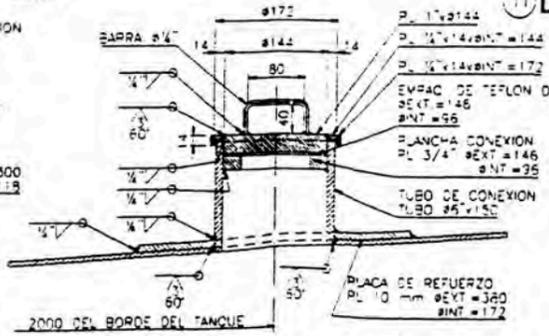


12 DETALLE DE CONEXION PARA REBOSE

AS BUILT



9 DETALLE DE CONEXION PARA CONTROL DE NIVEL POR RADAR

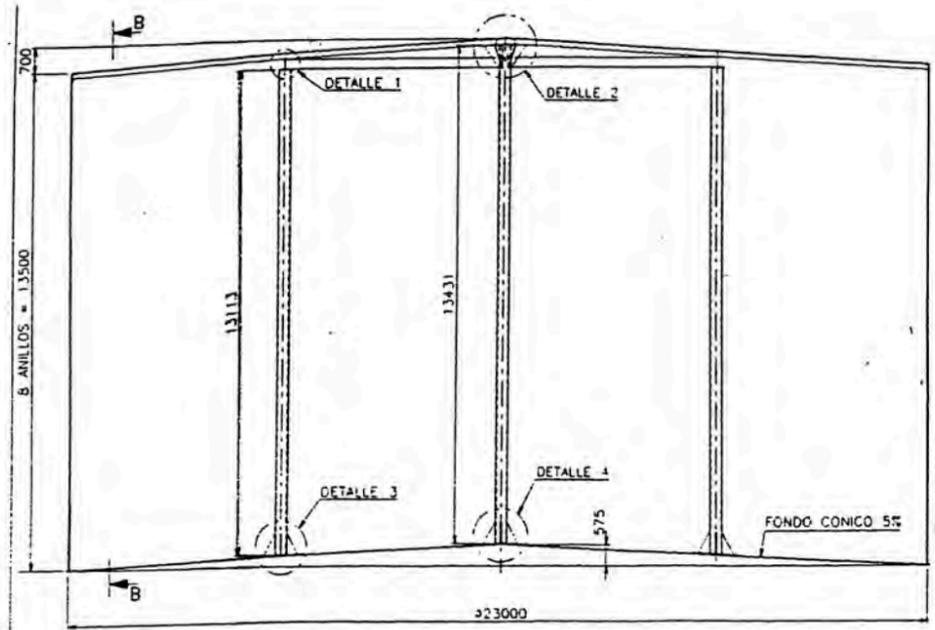


9 DETALLE DE CONEXION PARA TOMA DE MUESTRAS

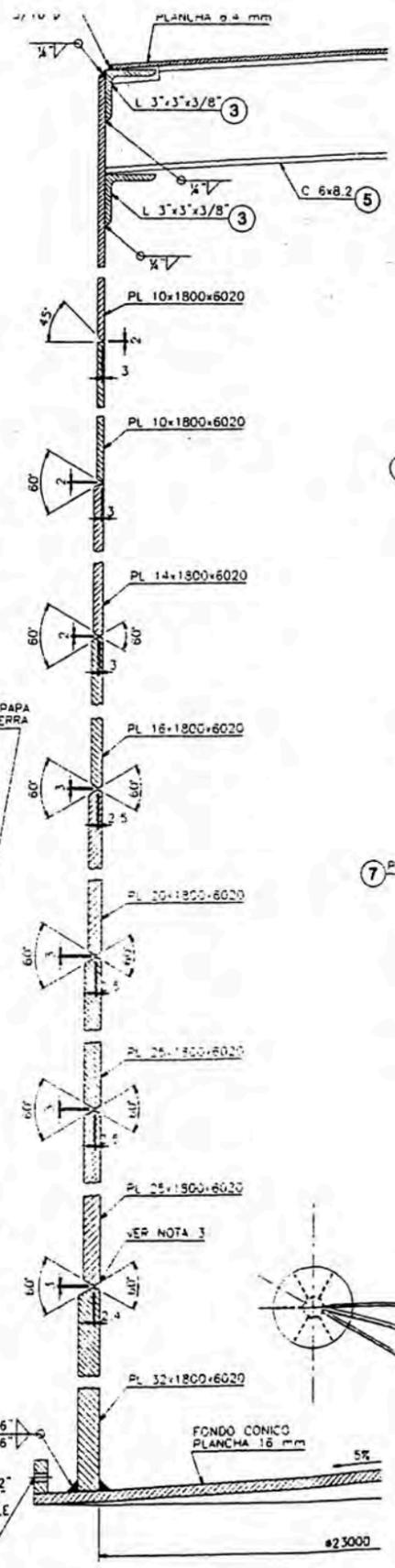
SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A		SUPERINTENDENCIA DE PROYECTOS Y PLANEAMIENTO	
PROYECTO	UPGRADE CERRO VERDE ACID TERMINAL		
TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFURICO			
DETALLES DE CONEXIONES			
LEVANT.	sociedad minera cerro verde s.a.a	ESCALA	INDICADA
PROCESADO		# PUMP	
REVISADO		300723-2000-05-19-101	
APROBADO			

REFERENCIA	PLANO	REV.	REVISION	FECHA	REFERENCIA	PLANO	REV.	REVISION	FECHA
DESCRIPCION	200723-2000-05-19-100	A	EMITIDO PARA REVISION	30-10-2001	DESCRIPCION				
DISPOSICION GENERAL Y DETALLES		C	MODIFICACION PARA CONEXION	25-11-2001	DISPOSICION GENERAL Y DETALLES				
			MODIFICACION DEL DETALLE DE SUJECION	14-12-2001					
		AS BUILT	MODIFICACION DEL DETALLE DE CONEXION DE REBOSE A TANQUES EXISTENTES	31-03-2002					

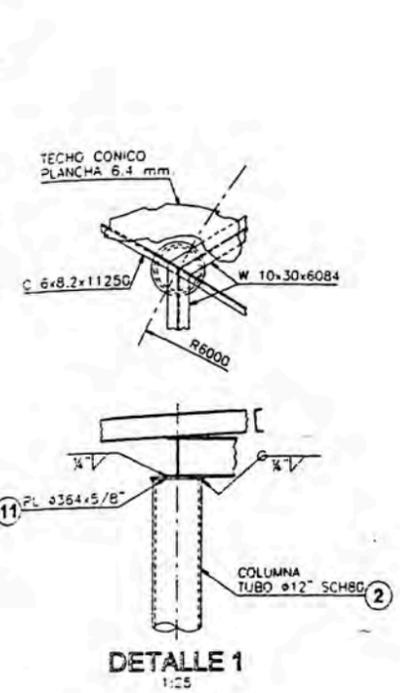
CESEL
INGENIEROS



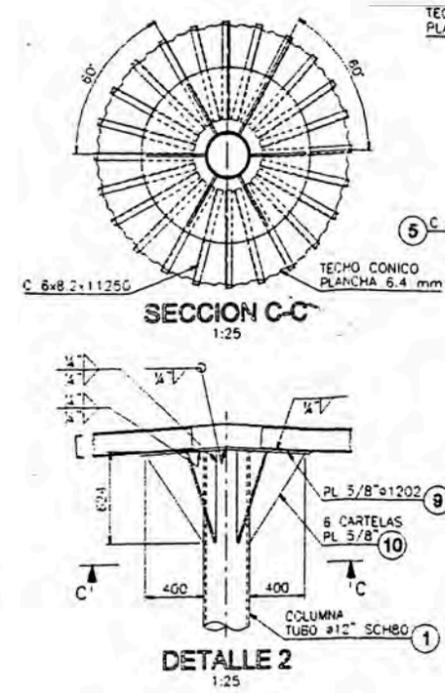
SECCION A-A
1:100



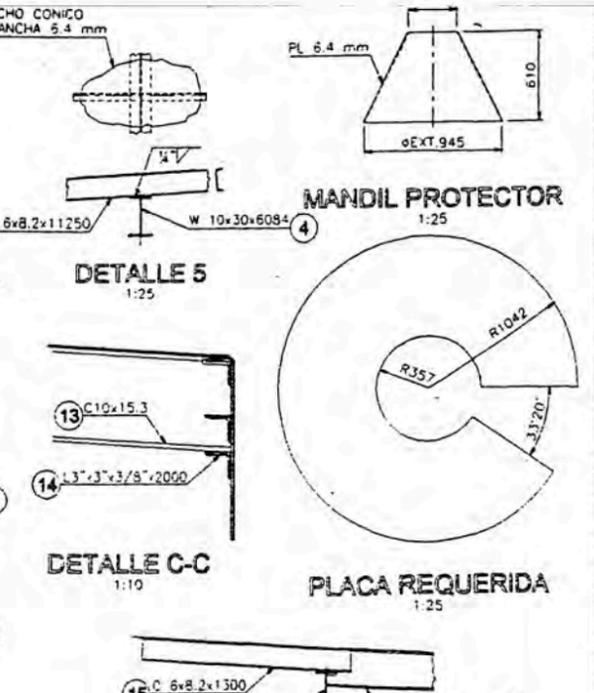
SECCION B-B
1:5



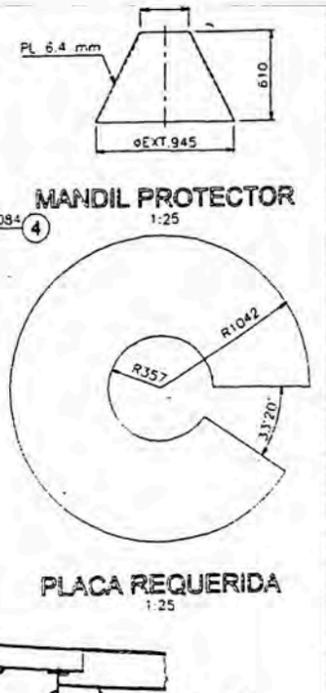
DETALLE 1
1:25



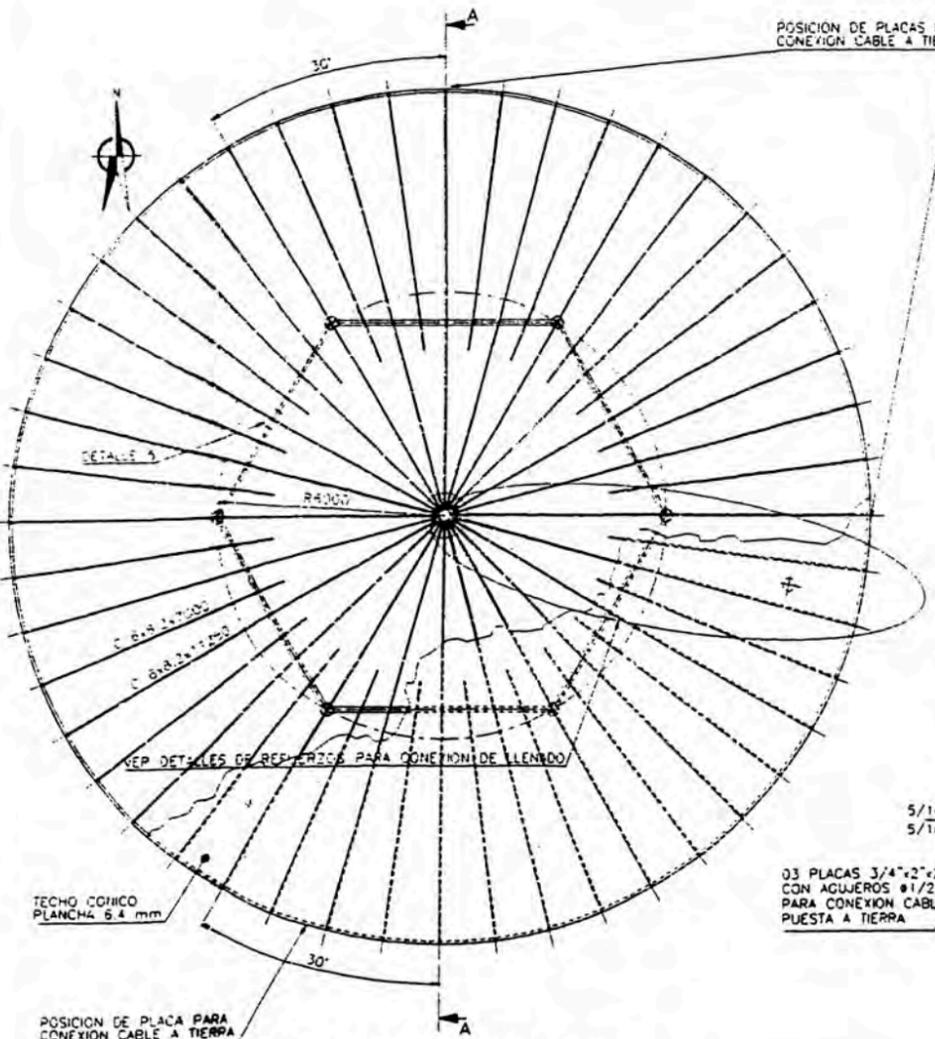
DETALLE 2
1:25



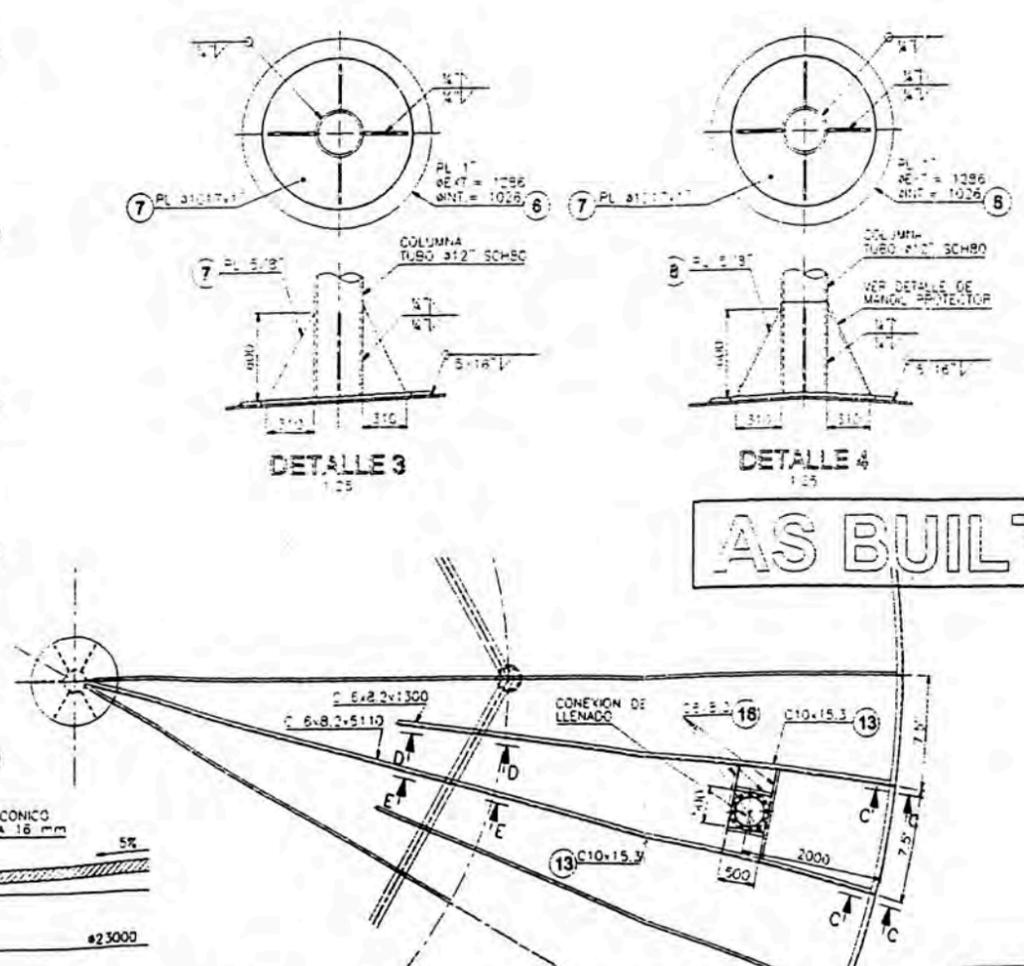
DETALLE 5
1:25



MANDIL PROTECTOR
1:25



TANQUE PARA ACIDO SULFURICO
1:100



DETALLE DE REFUERZOS PARA CONEXION DE LLENADO
1:50

AS BUILT

ITEM	DESCRIPCION	CALCULO	CANT.	UNID.	PESO	+
17	PLANCHAS 3/4"x2"x2'	ASTM A-36	2	PZA	...	
16	CANALES DE REFUERZO C 6x8.2x11250	ASTM A-36	2.48	ML	47.47	
15	C 6x8.2x1300 C 6x8.2x1110	ASTM A-36	4.41	ML	78.22	
14	ANILLOS SOPORTE L 3"x3"x3/8"	ASTM A-36	1	PZA	21.47	
13	ANGULOS DE REFUERZO C 10x15.3x6140	ASTM A-36	2	PZA	27.74	
12	MANDIL PROTECTOR (BRUNDO CONICO) PL 6.4mm EXT. 945	SAE 1020	1	PZA	311.00	
11	PL ARDO INTERMEDIAS PL 5/8"x3/4"	ASTM A-285 GRADO C	6	PZA	8.10	
10	PL REFUERZO COLUMNAS 5/8"x3/4"	ASTM A-285 GRADO C	2	PZA	36.70	
9	PL DE ARDO INGLETA 5/8"x1202	ASTM A-285 GRADO C	1	PZA	106.10	
8	PL DE REFUERZO COLUMNAS 5/8"x3/4"x600	ASTM A-285 GRADO C	30	PZA	354.00	
7	PL DE BASE COLUMNAS PL 1"x12"	ASTM A-285 GRADO C	7	PZA	1185.00	
6	TORRES DE COLUMNA PL 1"x12"x12"	ASTM A-285 GRADO C	7	PZA	671.00	
5	VIGUETAS DE TECHO C 6x8.2	ASTM A-36	440	ML	5370.00	
4	VIGAS INTERMEDIAS WF 12x30	ASTM A-36	37	ML	1640.00	
3	ANILLOS DE RODEZ L 3"x3"x3/8"	ASTM A-36	145	ML	1560.00	
2	COLUMNAS INTERMEDIAS (6 PZA) TUBO #12"x13500 SCH 80	ASTM A-53 GRADO B	6	ML	10689.00	
1	COLUMNA PRINCIPAL (1 PZA) TUBO #12"x14000 SCH 80	ASTM A-53 GRADO B	1	ML	1547.00	
	TOTAL					

LISTA DE MATERIALES

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.
SUPERINTENDENCIA DE PROYECTOS Y PLANEAMIENTO

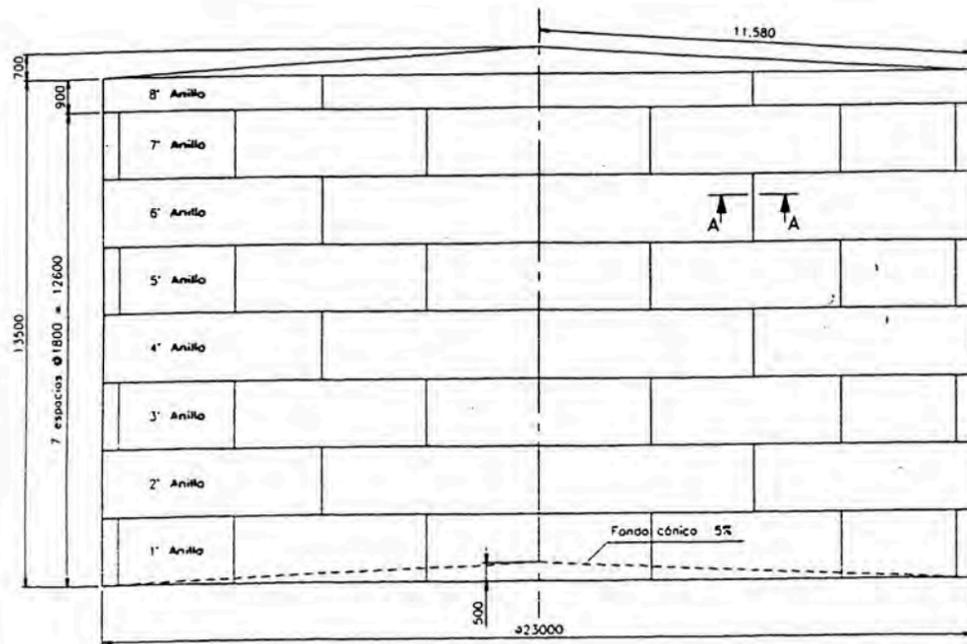
PROYECTO: UPGRADE CERRO VERDE ACID TERMINAL

TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFURICO PLANO DE ESTRUCTURAS

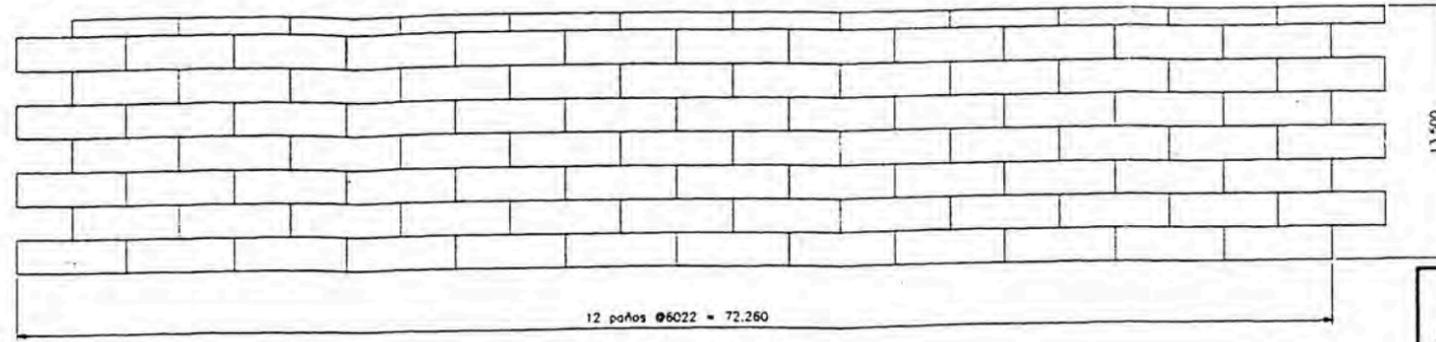
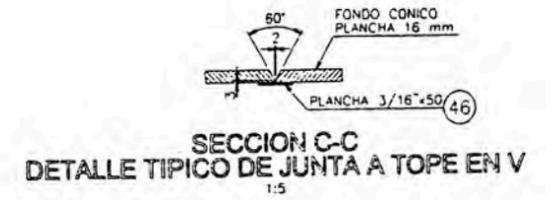
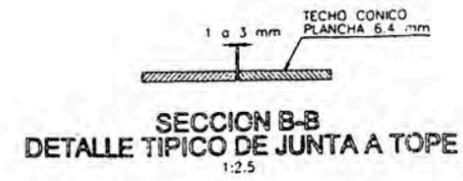
DISERADO: L.M.F. ESCALA: INDICADA
 DIBUJADO: E.S.T. P. PLANO
 REVISADO: P.M.A. sociedad minera cerro verde s.a.a. 300723-2000-05-19-102
 APROBADO: R.J. ARQUIVA-PERI 2

REFERENCIA	REVISION	REVISION
DESCRIPCION	PLANO	FECHA
A	EMITIDO PARA REVISION	30-10-2001
B	CONSEJO TECNICO EN ITEM 31 REV. 4. ANILLOS MANDIL PROTECTOR REV 12. LISTA DE MATERIALES Y ANILLOS PL. PARA CONEXION CABLES DE TIERRA	15-11-2001
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	26-11-2001
1	ANILLO DETALLE DE REFUERZO PARA CONEXION DE LLENADO ANILLOS TUBO #12"x13500 SCH 80	14-12-2001
2	POSICION DE PLACA PARA CONEXION CABLE A TIERRA POSICION DE PLACA PARA CONEXION CABLES DE TIERRA	02-01-2002
AS BUILT	REVISION DE PLACA PARA PUESTA A TIERRA	29-03-2002

CESEL
INGENIEROS

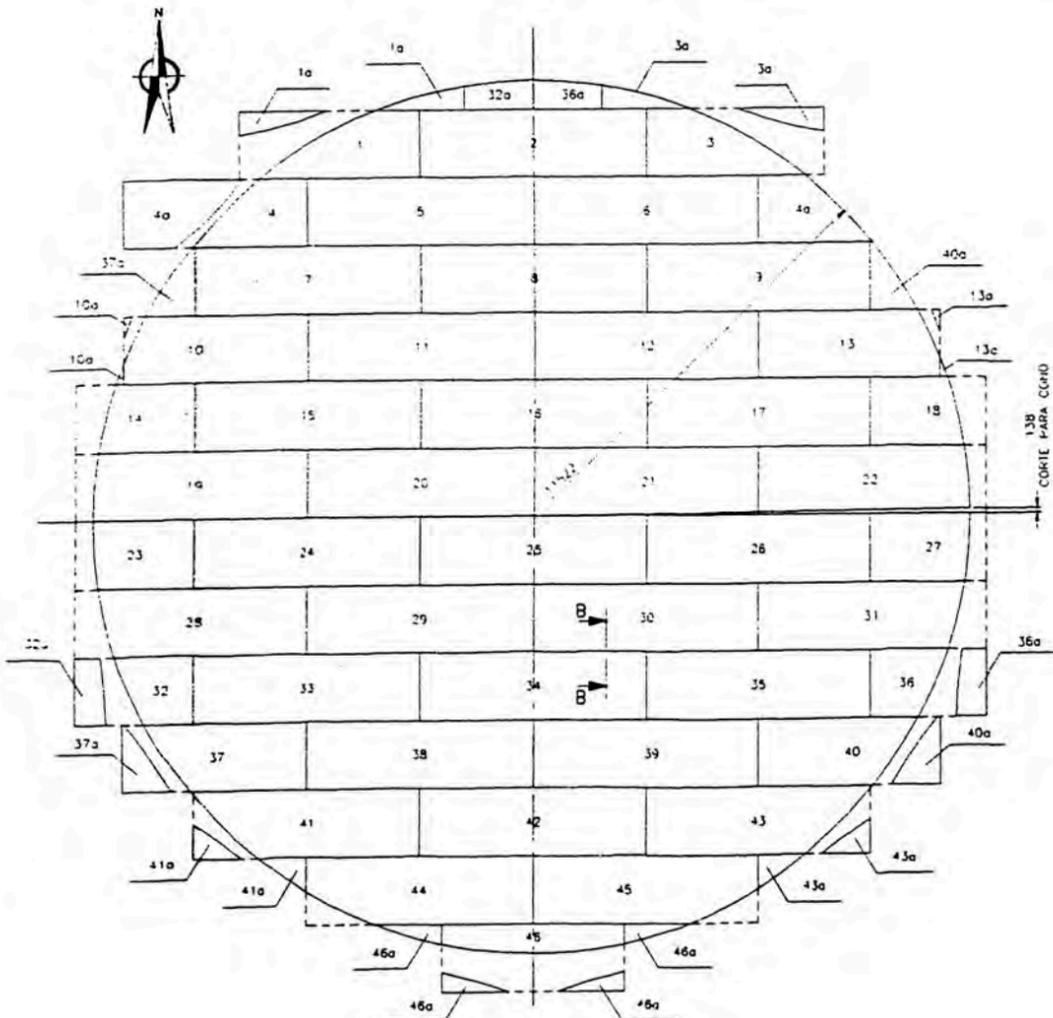


ELEVACION
ESC. 1:100

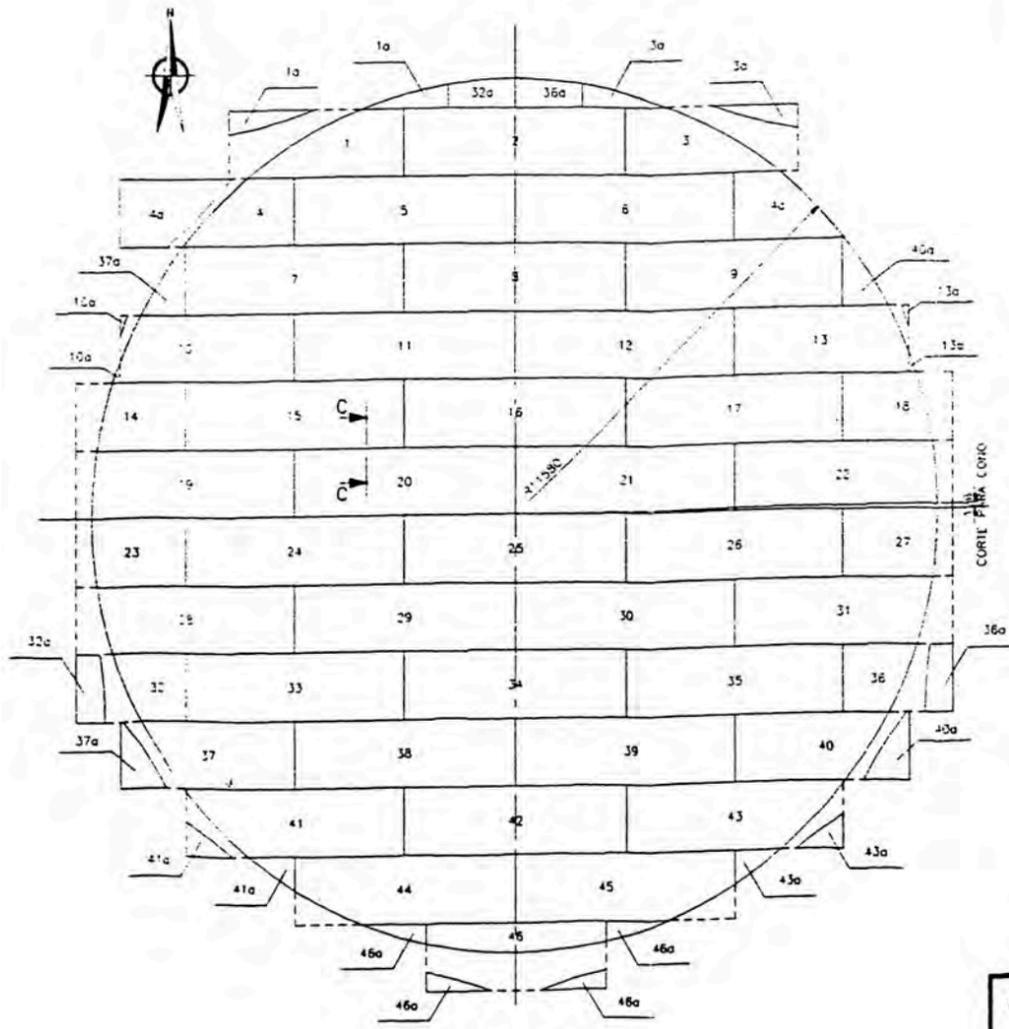


CILINDRO DESARROLLADO
ESC. 1:200

AS BUILT



TECHO CONICO
ESC. 1:100



FONDO CONICO
ESC. 1:100

LISTADO DE PLANCHAS								
UBICACION	POSICION	DIMENSIONES	CANT.	PESO (Kg.)	MATERIAL			
CUERPO CILINDRICO	1° ANILLO	Pl. 32mm x 1800 x 6020	12	33.960	ASTM A-285 GRADO C			
	2° ANILLO	Pl. 25mm x 1800 x 6020	12	27.180				
	3° ANILLO	Pl. 25mm x 1800 x 6020	12	27.180				
	4° ANILLO	Pl. 20mm x 1800 x 6020	12	22.090				
	5° ANILLO	Pl. 16mm x 1800 x 6020	12	16.990				
	6° ANILLO	Pl. 14mm x 1800 x 6020	12	15.250				
	7° ANILLO	Pl. 10mm x 1800 x 6020	12	10.730				
	8° ANILLO	Pl. 10mm x 900 x 6020	12	5.370				
FONDO CONICO	1, 3, 4, 10, 13, 37, 40 y 46	Pl. 16mm x 1800 x 4800	08	3.560	ASTM A-285 GRADO C			
	14, 18, 23, 27, 32 y 36	Pl. 16mm x 1800 x 3000	06	4.250				
	2, 5, 6, 7, 8, 9	Pl. 16mm x 1800 x 6000	32	46.730				
	11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 38, 39, 41, 42, 43, 44 y 45							
	1, 3, 4, 10, 13, 37, 40 y 46	Pl. 6.4mm x 1800 x 4800	08	3.540		ASTM A-285 GRADO C		
	14, 18, 23, 27, 32 y 36	Pl. 6.4mm x 1800 x 3000	06	1.670				
	2, 5, 6, 7, 8, 9	Pl. 6.4mm x 1800 x 6000	32	15.690				
	11, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 38, 39, 41, 42, 43, 44 y 45							
	CUBREJUNTA	46	PL 3/16" x 50	310 m			590	
	PESO TOTAL						243.850	

NOTA:
1.- EL DESARROLLO CORRESPONDE A LOS PLANOS DE FABRICACION DEL CONTRATISTA.

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A
SUPERINTENDENCIA DE PROYECTOS Y PLANEAMIENTO

PROYECTO: UPGRADE CERRO VERDE ACID TERMINAL

TANQUE PARA ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFURICO
DISTRIBUCION DE PLANCHAS

LEVANT. PROCESADO REVISADO APROBADO

ESCALA: INDICADA

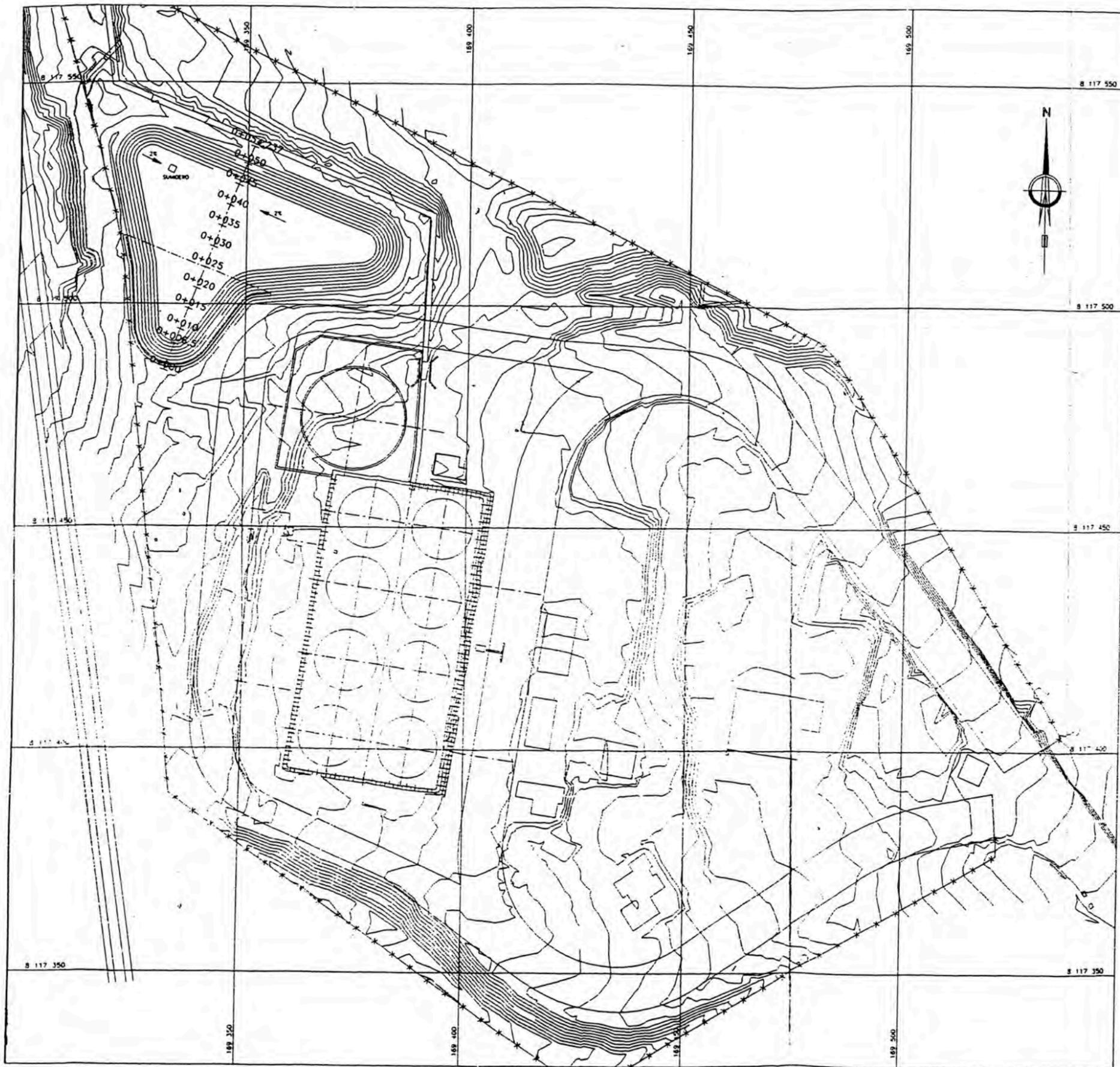
INDICADA

200723-2008-05-18-103

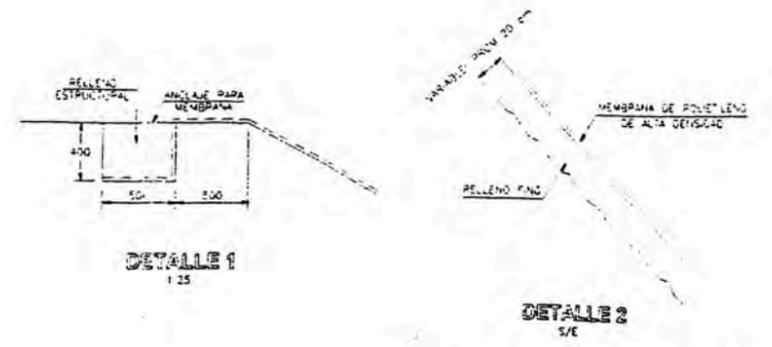
0

REFERENCIA	PLANO	REVISION	REVISADO	FECHA	REVISION	REVISADO	FECHA
DESCRIPCION		REV					
		A		15-10-2001			
		B		30-10-2001			
		C		15-11-2001			
		O		15-11-2001			
		AS BUILT		30-03-2002			

CESEL
INGENIEROS



PLANTA
1:500



ESPECIFICACIONES TECNICAS
PROTECCION ANTIACIDO
 - MEMBRANA DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD ESPESOR = 60 MILS

AS BUILT

NOTA:
 1 - MEDIDAS EN MILIMETROS, SALVO INDICADO

1:2	0	0.04	0.08	0.12	0.16	0.2m
1:25	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5m
1:500	0	3	6	9	12	15m
1:500	0	10	20	30	40	50m

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A
SUPERINTENDENCIA DE PROYECTOS Y PLANEAMIENTO

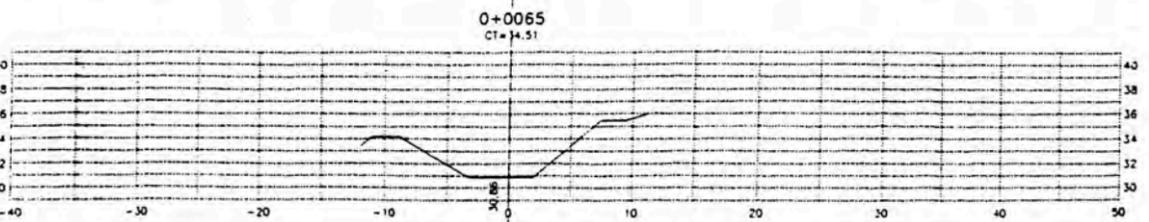
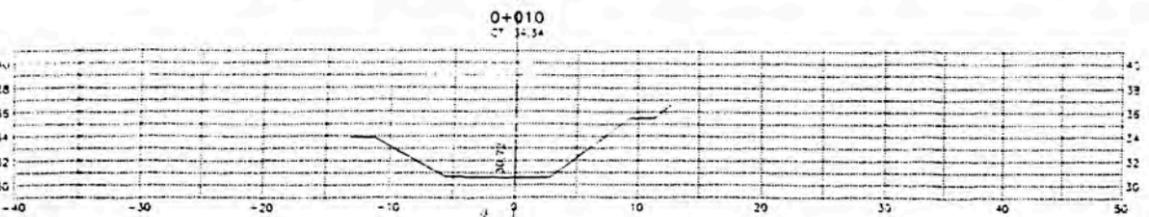
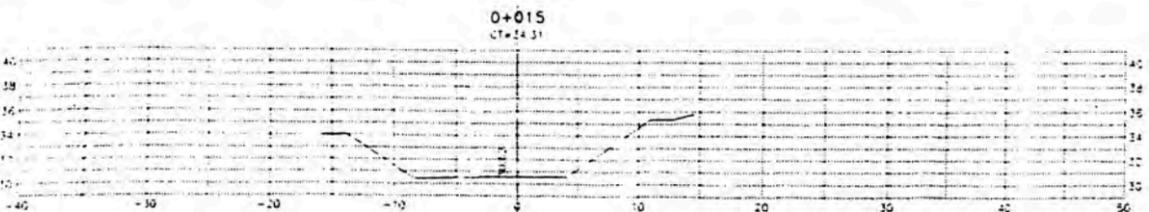
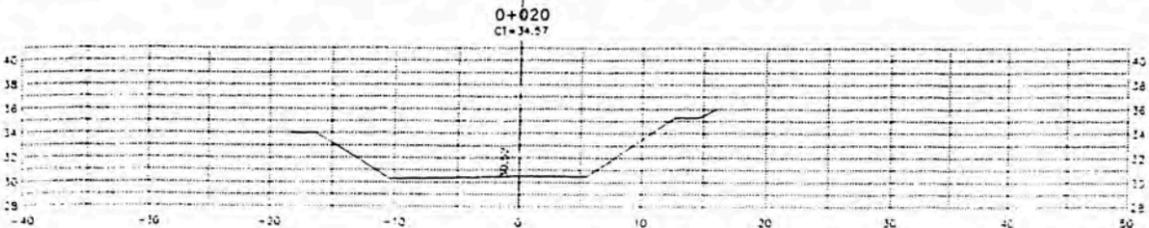
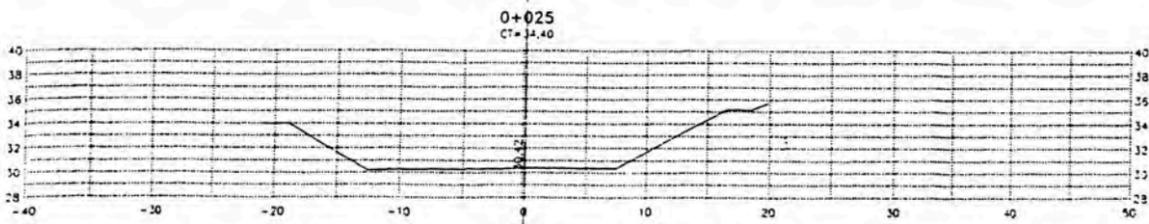
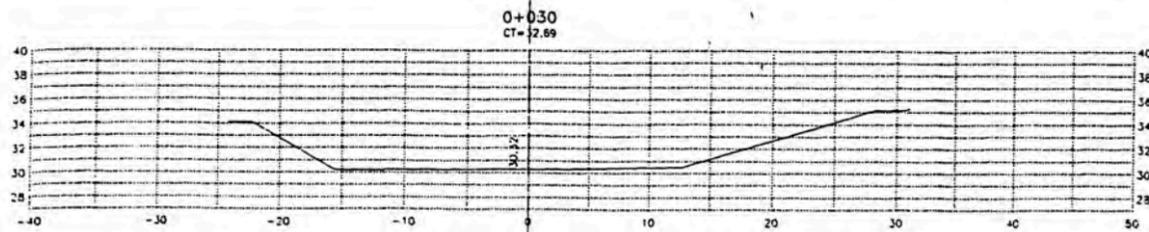
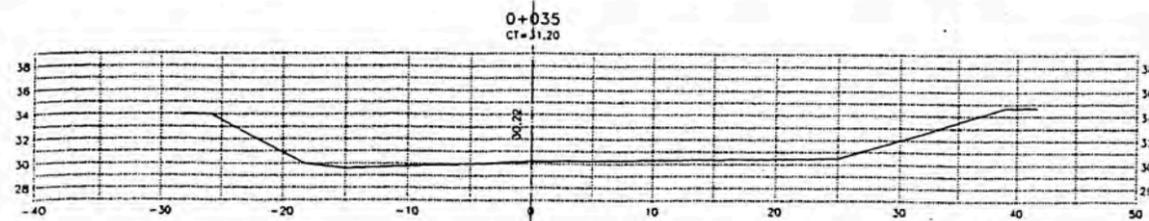
PROYECTO **UPGRADE CERRO VERDE ACID TERMINAL**

AMPLIACION CONTENEDOR AUXILIAR - EXCAVACION
PLANTA

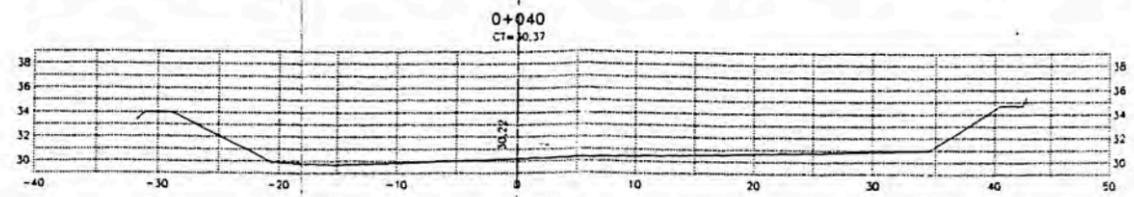
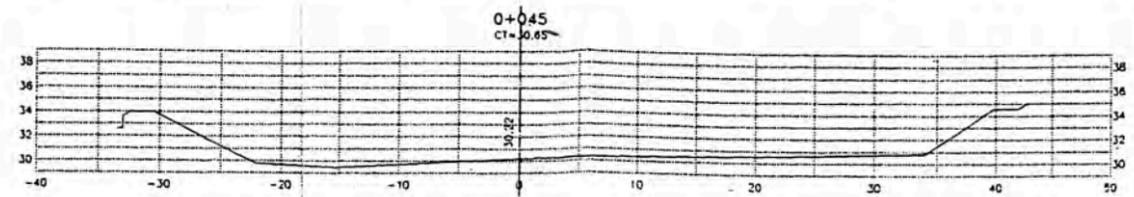
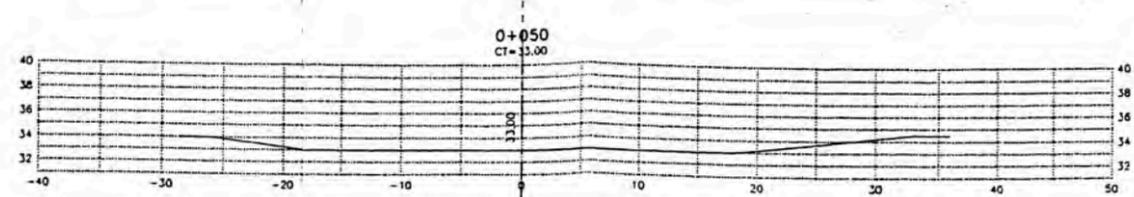
REFERENCIA		REVISION				REVISION				
DESCRIPCION	PLANO	REV.	REVISADO	FECHA	REV.	REVISADO	FECHA	REV.	REVISADO	FECHA
		A			J.A.		29-10-01			
		B			J.A.		16-11-01			
		D			J.A.		27-12-01			
		AS BUILT					30-03-02			

CESEL
INGENIEROS

DISEÑADO	J.G.	sociedad minera cerro verde s.a.a. AREQUIPA - PERU	ESCALA:	INDICADA	REVISION 0
DISEÑADO	P.L.H.		# PLANOS		
REVISADO	J.A.		200723-2009-05-42-100		
APROBADO	R.E.				



SECCIONES
1:300



SECCIONES
1:300

AS BUILT

NOTA: LAS SECCIONES CORRESPONDEN AL NIVEL TERMINADO DE LA POZA CON UN RELLENO PROMEDIO DE 20 cm SOBRE EL NIVEL DE CORTE



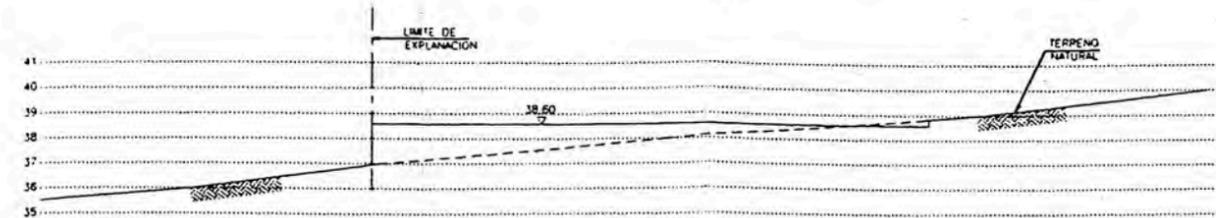
SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A		SUPERINTENDENCIA DE PROYECTOS Y PLANEAMIENTO	
PROYECTO UPGRADE CERRO VERDE ACID TERMINAL			
AMPLIACION CONTENEDOR AUXILIAR - EXCAVACION			
SECCIONES			
OPERADO	J.G.	ESCALA	INDICADA
DISEÑADO	P.L.M.	sociedad minera cerro verde s.a.a.	
REVISADO	J.A.	200723-2000-05-42-101	
APROBADO	R.F.	AREQUIPA - PERU	
			A

REFERENCIA	PLANO	REV.	REVISION	REVISADO	FECHA	REV.	REVISION	REVISADO	FECHA
						A	EMITIDO PARA APROBACION	J.A.	29-10-01
						AS BUILT	SECCIONES FINALES DE CONTENEDOR		30-03-02

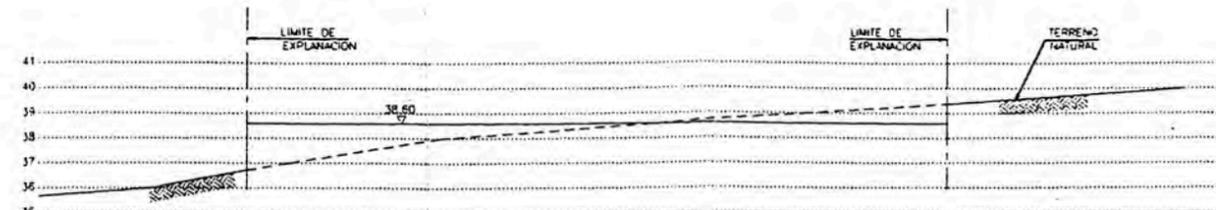
CESEL
INGENIEROS



PLANTA
1:200



1-1
1:150



2-2
1:150



3-3
1:150



4-4
1:150

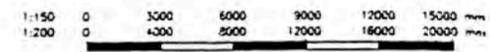


5-5
1:150

COORDENADAS		
	NORTE	ESTE
A	169 371.194	5 117 461.019
B	169 357.295	5 117 463.073
C	169 361.238	5 117 489.761
D	169 366.734	5 117 493.218
E	169 389.492	5 117 489.865
F	169 388.461	5 117 471.954
G	169 388.194	5 117 467.166
H	169 387.143	5 117 480.401

AS BUILT

NOTA:
1 - DIMENSIONES EN MILIMETROS, SALVO INDICADO



SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A
SUPERINTENDENCIA DE PROYECTOS Y PLANEAMIENTO

PROYECTO: UPGRADE CERRO VERDE ACID TERMINAL

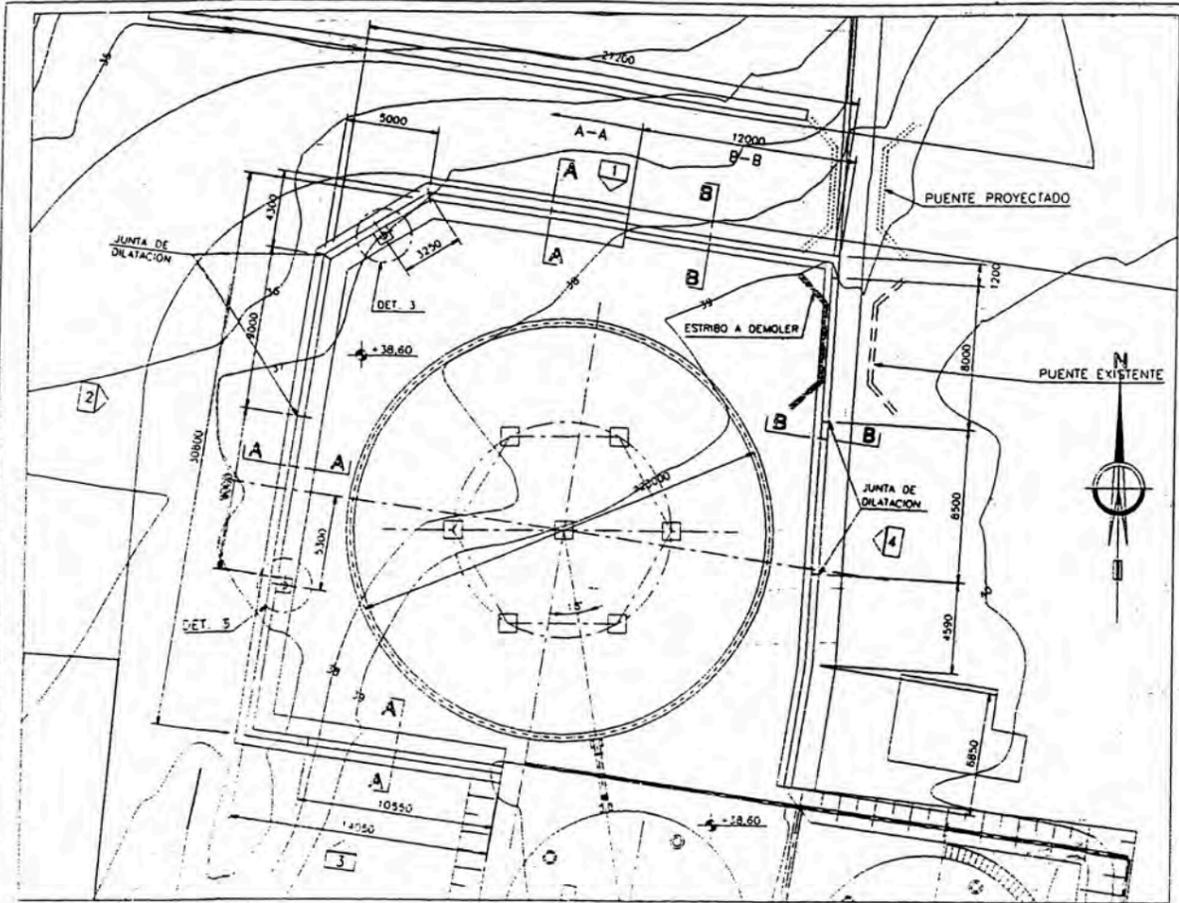
TANQUE DE ACERO N°9 - EXPLANACION
PLANTA - SECCIONES

REFERENCIA	DESCRIPCION	PLANO	REV	REVISION	REVISADO	FECHA	REV.	REVISION	REVISADO	FECHA
A	EMITIDO PARA APROBACION				J.A.	29-10-01				
B	SE AÑADE PLANTA DEL PUENTE EXISTENTE				J.A.	16-11-01				
AS BUILT	BORRADO CUADROS DE VOLUMENES					31-03-02				

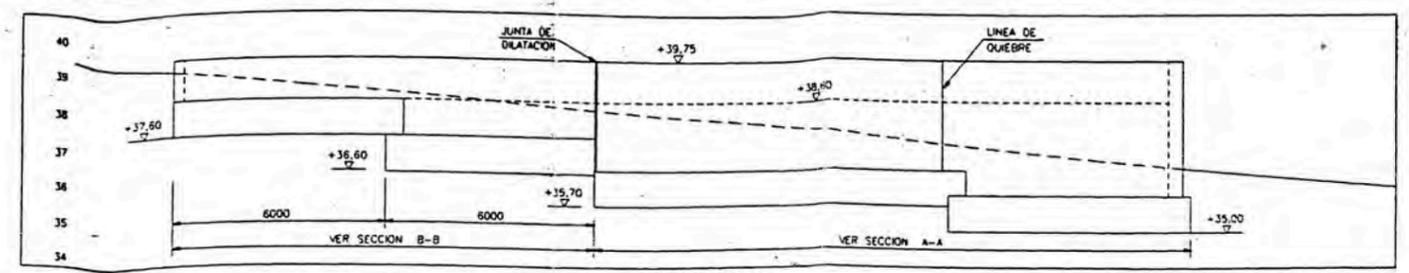
CESEL
INGENIEROS

DISENADO	REVISADO	APROBADO	REVISION
J.C.	J.A.	R.F.	
PLM			

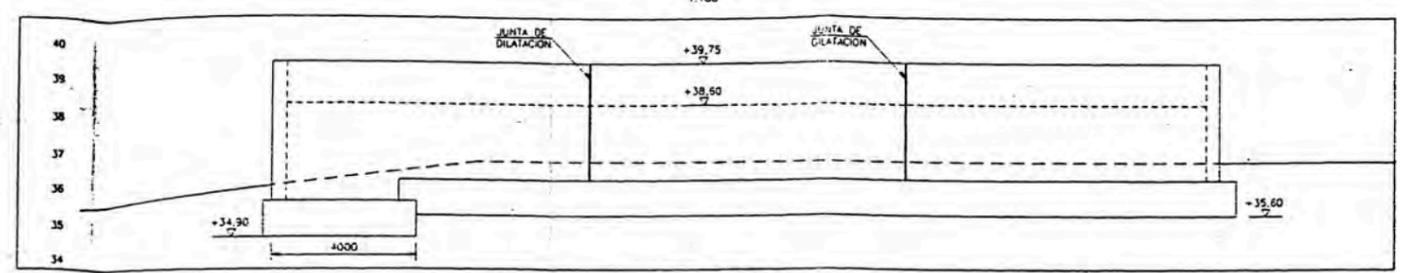
sociedad minera cerro verde s.a.a.
 AREQUIPA - PERU
 ESCALA:
 N° PLANO:
 200723-2000-05-42-102
 B



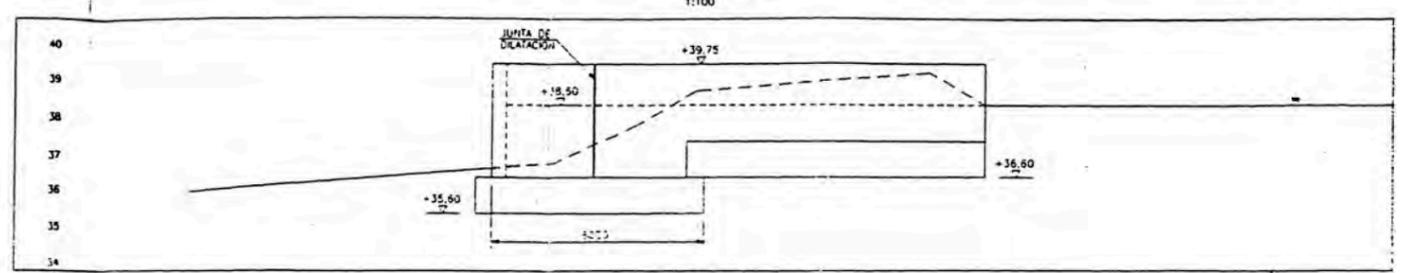
PLANTA MURO DE CONTENCIÓN 1:200



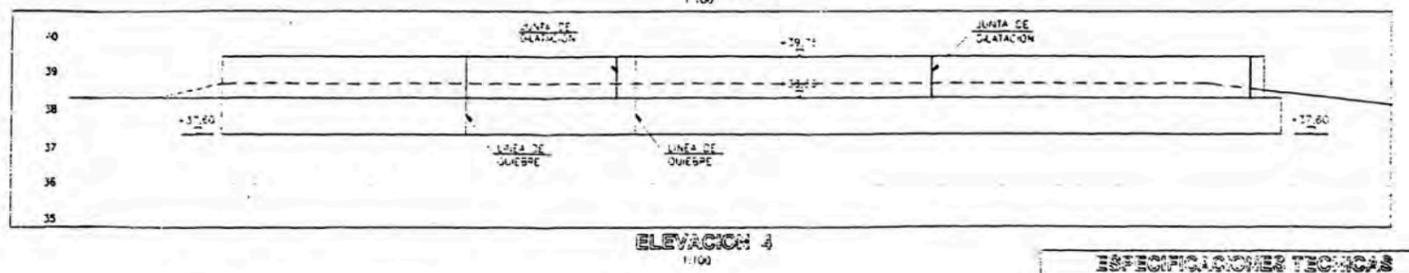
ELEVACION 1 1:100



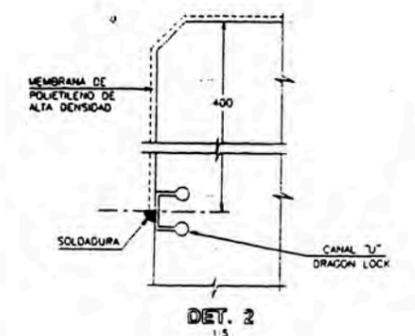
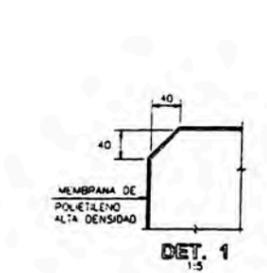
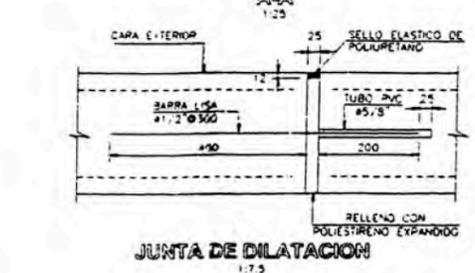
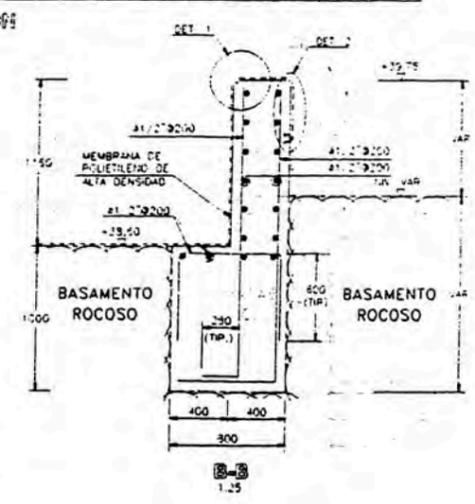
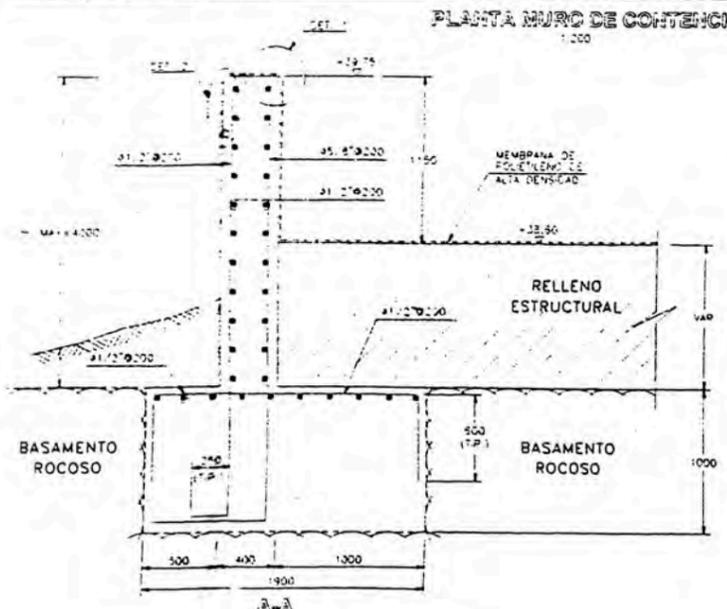
ELEVACION 2 1:100



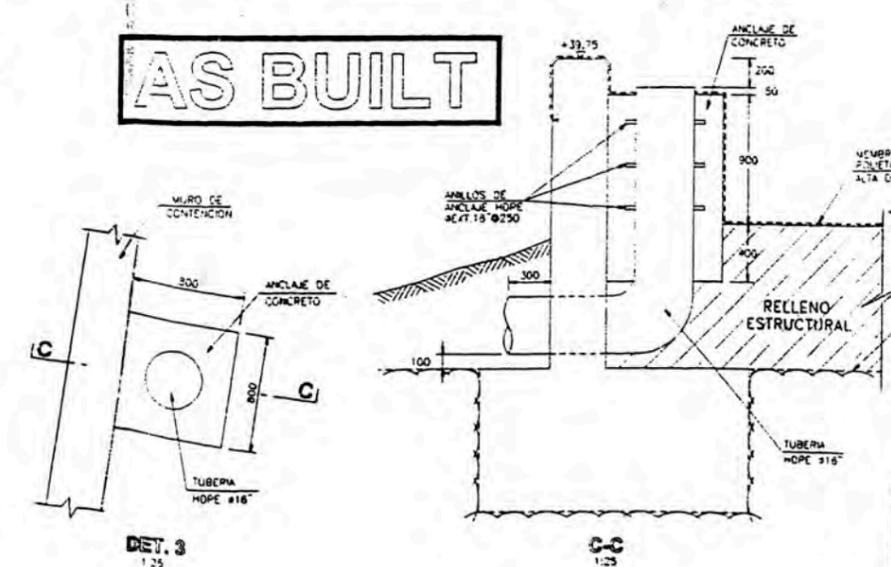
ELEVACION 3 1:100



ELEVACION 4 1:100



AS BUILT



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- CONCRETO SIMPLE
 - ANCLAJE f'c = 14 MPa
- CONCRETO ARMADO
 - MURO DE CONTENCIÓN f'c = 20 MPa
 - ACOTO DE REFUERZO ASTM-A-615 f'c = 420 MPa
 - CEMENTO TIPO V
- RECUBRIMIENTOS
 - EN MUROS Y OTROS 70
- RELLENO
 - COMPACTACION 95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA DEL ENSAYO DEL PROCTOR MODIFICADO
 - MATERIAL ARENA CON GRAVA 0M
 - ESPESOR DE CAPAS DE COMPACTACION 200
- PROTECCION ANTICIDO
 - MEMBRANA DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD ESPESOR = 60 MILS
 - TUBERIA # 16 HOPE SDR11

NOTA:
1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS, SALVO INDIADO

1:5	0	100	200	300	400	500mm
1:7.5	0	150	300	450	600	750mm
1:25	0	500	1000	1500	2000	2500mm
1:50	0	1000	2000	3000	4000	5000mm
1:100	0	2000	4000	6000	8000	10000mm
1:200	0	4000	8000	12000	16000	20000mm

REFERENCIA	REVISION	REVISION					
DESCRIPCION	PLANO	REV.	REVISADO	FECHA	REV.	REVISADO	FECHA
		A	J.A.	29-10-01	A	J.A.	29-10-01
		B	J.A.	16-11-01	B	J.A.	16-11-01
		C	J.A.	10-01-02	C	J.A.	10-01-02
		AS BUILT		29-03-02	AS BUILT		29-03-02

CESEL INGENIEROS

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A
SUPERINTENDENCIA DE PROYECTOS Y PLANEAMIENTO

PROYECTO: UPGRADE CERRO VERDE ACID TERMINAL

MURO DE CONTENCIÓN PERIMETRAL-TANQUE DE ACERO N°9
ENCOFRADO - ARMADURA

DISEÑADO	J.G.	ESCALA:	
DIBUJADO	C.N.C.	BY PLANS	
REVISADO	J.A.	sociedad minera cerro verde s.a.a	
APROBADO	R.F.	ASBUILT - PERU	200723-2080-05-02-104

REVISION 0