



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN
SISTEMAS**

**Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos
de Automatización**

TEMA:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS
PARA PROCEDIMIENTOS DE ALMACENAMIENTO EN
TANQUES DE COMBUSTIBLE EN LA EMPRESA
PETROCOMERCIAL” TERMINAL AMBATO**

Trabajo de graduación modalidad Tesis presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

AUTOR: Jeanette Ureña A.

TUTOR: Ing. Diego Ortíz

Ambato – Ecuador

Enero / 2007

APROBACION DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“Diseño de un Sistema Automatizado y Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato”, de Jeanette del Pilar Ureña Aguirre, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Universidad Técnica de Ambato , considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Enero 2007

EL TUTOR

.....

Ing. Diego Ortiz

AUTORIA

El presente trabajo de Investigación “Diseño de un Sistema de Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Enero 2007

.....

Jeanette Ureña A.

C.C. 180365159-3

APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS

Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Enero del 2007

Para constancia firman:

.....

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

Para mi padres y mi hermana que con su amor y apoyo, me dieron fuerzas para seguir adelante.

Jeanette Ureña A.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que me apoyaron para que este sueño se haga realidad, a mis padres, a mis amigos, a la Jefatura de Mantenimiento de Terminales de Petrocomercial, en especial al Ing. Francisco de la Torre por su apoyo incondicional

Jeanette Ureña A.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto titulado “Diseño de un Sistema de Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial” Terminal Ambato engloba un sistema automático de medición de nivel de tanques por medio de radares de dos tipos para techo fijo y flotante.

Se consideran en el proyecto 8 tanques que son la totalidad con la que cuenta el Terminal Ambato, los mismos que contarán con productos tales como Extra, Diesel 2 y Super; los cuales se corregirán a una temperatura de 60°F y 14,69 Psi. para una adecuada medición de nivel de producto y agua, temperatura, densidad y volumen.

El proyecto en sí, se divide en dos partes: HARDWARE Y SOFTWARE, el primero incluye una Ingeniería de Detalle en donde se consideran todos los equipos, tubería, cableado, accesorios y demás, mientras que en Software se establece la configuración de las diferentes Cabezas de Radares y Equipos Complementarios, además de presentar una Aplicación en Intouch para la visualización, alarmas e historiales de las variables anteriormente mencionadas tanto en forma general como de manera independiente para cada uno de los tanques.

El Diseño del Sistema cuenta con todas normas de Seguridad requeridas por cuanto la mayoría del Terminal se trata de áreas clasificadas.

La implementación del mismo se esta realizando, sin embargo existen considerables demoras por el retardo en la llegada de un Tablero de Control y otros equipos que resultan indispensables para su puesta en marcha.

INTRODUCCIÓN

En virtud del continuo desarrollo tecnológico en el que se ha visto el país los últimos años, muchas empresas han tenido la necesidad de mejorar algunos de sus procesos economizando tiempo valioso de sus trabajadores, Petrocomercial no podía ser la excepción así que desde hace mucho tiempo atrás se han estado llevando a cabo procesos de automatización de sus Terminales, en el caso particular del Terminal Ambato existía la necesidad de un Sistema de Medición Automatizado que permita la obtención de datos como nivel de producto y temperatura, los cuales anteriormente eran obtenidos a partir de aforos manuales.

TEMA: Diseño de un Sistema de Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial”
Terminal Ambato

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contextualización

Un Sistema de adquisición de datos se trata de un sistema que permite recopilar los datos de campo como temperatura, nivel, presión, etc. para enviarlos hacia una estación central. Los sistemas de adquisición de datos utilizan la computadora y tecnologías de comunicación para automatizar el monitoreo y control de procesos industriales. Estos sistemas son parte integral de la mayoría de los ambientes industriales complejos o geográficamente dispersos ya que pueden recoger la información de una gran cantidad de fuentes rápidamente, y la presentan a un operador en una forma amigable. Los sistemas de adquisición de datos mejoran la eficacia del proceso de monitoreo y control de la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas.

Los sistemas de adquisición de datos se han usado desde los sesentas para permitir monitorear y controlar equipo desde locaciones centrales. Usan este tipo de sistemas una gran variedad de sectores de negocios incluyendo:

- Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica
- Refinadores industriales y plantas petroquímicas
- Sistemas de control ambientales
- Plantas de aguas y aguas residuales
- Sistemas de tránsito en masa
- Sistemas manufactureros
- Tuberías
- Administración de energía de construcción

Los sistemas de adquisición de datos usan computadoras para recabar y analizar datos de tiempo real.

Actualmente, el Sistema de medición de nivel en tanques de almacenamiento en Petrocomercial Terminal Ambato es un sistema caduco ya que es enteramente manual y por lo tanto existe una demora considerable en la toma de datos, no hay análisis de los mismos, ni existen históricos de ningún tipo; lo que presenta ciertos inconvenientes al momento de recibir o despachar combustibles; para atacar todos estos puntos negativos y mejorar el sistema productivo de la empresa es sumamente necesario diseñar un Sistema de Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato, con lo que se

eliminaría todo tipo de despilfarros o pérdidas que se presentan en el uso de los recursos, todo esto con la colaboración de los integrantes de la empresa contribuyendo al logro de los objetivos estratégicos de las operaciones de la misma como son: alta productividad, mejores costos, desarrollo del talento en las personas, innovación, mejora tecnológica y seguridad; en otras palabras, la perfección en las operaciones.

Formulación del problema

¿Qué incidencia tiene el Diseño de un Sistema de Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato?

Delimitación del problema

El presente trabajo se realizará en la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato durante el periodo de Julio del 2006 a Enero del 2007 abarcando todo lo referente a Sistemas de adquisición de datos para tanques de almacenamiento, con una población de 18 personas que corresponden a la Jefatura de Mantenimiento.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La implementación de este tipo de sistemas en terminales de distribución

permite incrementar la eficacia y seguridad en las operaciones de carga y descarga de combustible. El estado actual de la tecnología posibilita la integración de las funcionalidades de automatización y administración de datos en un solo sistema de gestión. De esta manera se puede realizar una explotación de los terminales de forma efectiva y segura. La importancia de los sistemas de control y adquisición de datos radica en la mayoría de los que son instalados hoy, se están convirtiendo en parte integral de la estructura de gerencia de la información corporativa. Estos sistemas ya no son vistos por la gerencia simplemente como herramientas operacionales, sino como un recurso importante de información. En este papel continúan sirviendo como centro de responsabilidad operacional, pero también proporcionan datos a los sistemas y usuarios fuera del ambiente del centro de control que dependen de la información oportuna en la cual basan sus decisiones económicas y cotidianas. Este sistema es de gran utilidad ya que permite recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable correspondiente a la señalización de campo: estado de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.; alertar al operador de cambios detectados en el Terminal, tanto aquellos que no se consideren normales como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta.

Este proyecto resulta ser sumamente factible; para lo mismo se cuenta con la colaboración de la Empresa Petrocomercial así como también con el apoyo de sus empleados, además la pasante cuenta con los conocimientos necesarios para el desarrollo del proyecto, conjuntamente se apoyará con un basto respaldo bibliográfico consiguiendo así el avance satisfactorio del mismo.

1.3 OBJETIVOS

General

Diseñar un Sistema de Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial”
Terminal Ambato

Específicos

- Analizar el sistema actual de Medición de nivel en tanques de almacenamiento de combustibles.
- Identificar las falencias del Sistema Actual de Medición de niveles.
- Determinar las causas de las fallas en mediciones.
- Diseñar un Sistema de adquisición de datos para mediciones de nivel.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Revisando archivos en la Facultad de Ingeniería en Sistemas en la Universidad Técnica de Ambato se determina que no existe trabajo alguno que pueda servir como referencia para el presente proyecto.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La presente investigación se fundamentará en el Compendio de normas de seguridad e higiene industrial de Petrocomercial así como de ciertas normas que servirán como guía y referencia para el desarrollo de la misma como son: las normas del International Electrothechnical Comision (IEC), American Petroleum Institute (API), National Electrical Code (NEC), Instrumentation Simbols and Identification (ANSI / ISA).

2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

NIVEL

El nivel es una variable importante para algunas industrias y en otras es indispensable, tales como la del papel y la del petróleo, por mencionar algunas. Los instrumentos para la medición de nivel varían en complejidad de acuerdo con la aplicación y su dificultad.

En la selección correcta de un instrumento para la medición de nivel intervienen en mayor o menor grado los siguientes factores:

1. Rango de medición.
2. Naturaleza del fluido que va a ser medido.
3. Condiciones de operación.

Tipos de medición

Los tipos de medición se basan en alguna forma de normas o estándares establecidos, que pueden ser:

Estándares históricos

Pueden basarse en registros e información concernientes a las experiencias pasadas de una organización.

Estándares externos.

Son los provenientes de otras organizaciones u otras unidades de la misma organización.

Estándares de ingeniería.

Se refiere a la capacidad de las máquinas, suelen venir especificadas por los fabricantes.

El número de mediciones.

El número de mediciones puede ser reducido, conforme se eleva la cantidad de controles que se aplican a un trabajo el individuo pierde autonomía y la libertad respecto a como y cuando ejecutarlo.

MEDICIÓN DE NIVEL

Dentro de los procesos industriales la medición de nivel se hace necesario cuando se pretende tener una producción continua, cuando se desea mantener una presión hidrostática, cuando un proceso requiere de control y medición de volúmenes de líquidos ó; bien en el caso más simple, para evitar que un líquido se derrame, la medición de nivel de líquidos, dentro de un recipiente parece sencilla, pero puede convertirse en un problema más ó menos difícil, sobre todo cuando el material es

corrosivo ó abrasivo, cuando se mantiene a altas presiones, cuando es radioactivo ó cuando se encuentra en un recipiente sellado en el que no conviene tener partes móviles ó cuando es prácticamente imposible mantenerlas, el control de nivel entre dos puntos, uno alto y otro bajo, es una de las aplicaciones más comunes de los instrumentos para controlar y medir el nivel, los niveles se pueden medir y mantener mediante dispositivos mecánicos de caída de presión, eléctricos y electrónicos.

Los instrumentos mecánicos de medición y control de niveles ó cargas hidrostáticas, incluyen dispositivos visuales e indicadores, el dispositivo más simple para medir niveles es una varilla graduada, que se pueda insertar en un recipiente, la profundidad real del material se mide por la parte mojada de la varilla, este método es muy utilizado para medir el nivel en los tanques de una gasolinera, este método es simple pero efectivo, no es muy práctico, sobre todo si el material es tóxico ó corrosivo, ya que el individuo que lo aplica tiene que estar de pie sobre la abertura manejando la varilla con las manos.

En la industria, la medición de nivel es muy importante, tanto desde el punto de vista del funcionamiento correcto del proceso como de la consideración del balance adecuado de materias primas o de productos finales.

La utilización de instrumentos electrónicos con microprocesador en la medida de otras variables, tales como la presión y la temperatura, permite añadir “inteligencia” en la medida de nivel, y obtener precisiones de lectura altas, del

orden de 0.2 %, en el inventario de materias primas o finales o en transformación en los tanques de los procesos.

El transmisor de nivel “inteligente” hace posible la interpretación del nivel real (puede eliminar o compensar la influencia de la espuma en flotación del tanque, en la lectura), la eliminación de las falsas alarmas (tanques con olas en la superficie debido al agitador de paletas en movimiento), y la fácil calibración del aparato en cualquier punto de la línea de transmisión. El transmisor o varios transmisores pueden conectarse, a través de una conexión RS-232, a un ordenador personal, que con el software adecuado, es capaz de configurar transmisores inteligentes.

Durante la última década, la evolución tecnológica en el sector electrónico y las comunicaciones, ha propiciado la aparición de nuevos sistemas de medición de nivel para el control y gestión de inventarios en el sector industrial.

Los beneficios básicos que proporciona la instalación de un sistema de medición de nivel preciso y fiable son los siguientes:

Mejora en la Calidad del Producto

La utilización de nuevas tecnologías, combinadas con los avances en el sector electrónico, proporciona medidas de mayor fiabilidad y precisión, dando lugar a mejoras en la calidad del producto.

Reducción en los costes de operación y mantenimiento

El uso de nuevas tecnologías de comunicación digital facilita las tareas de configuración, detección de problemas y posibilidades de autodiagnóstico, reduciendo notablemente los costes de operación y mantenimiento.

Cumplimiento de Normativas medioambientales y de calidad

La mejora en las técnicas de fabricación y la sensibilización con las normativas medioambientales y de calidad de los suministradores de instrumentación y del sector industrial en general, facilitan al usuario el cumplimiento de normativas reguladoras.

Además de las diferentes variables requeridas para la medición de nivel, tales como masa, volumen, densidad, alarmas, etc., existen otra serie de parámetros que deben ser tenidos en cuenta para la selección del medidor adecuado. Las variaciones en las condiciones de proceso así como las condiciones ambientales, han dado lugar a la aparición de múltiples tecnologías para la medición de nivel.

El éxito en la medición de nivel, en la mayoría de los casos reside en la elección de la tecnología más adecuada para la aplicación. Cada tecnología tiene características y prestaciones que deben ser tenidas en cuenta antes de realizar la selección.

Los dos parámetros que tienen mayor influencia en la selección de la tecnología para la medición de nivel son la presión y temperatura, pero existen otros factores a tener en cuenta:

- Variable requerida (nivel., masa, densidad.)

- Precisión en la medida
- Características del tanque
- Condiciones ambientales
- Características del producto
- Requerimientos en instrumentación, incluyendo precisión, certificaciones, alimentación, etc.

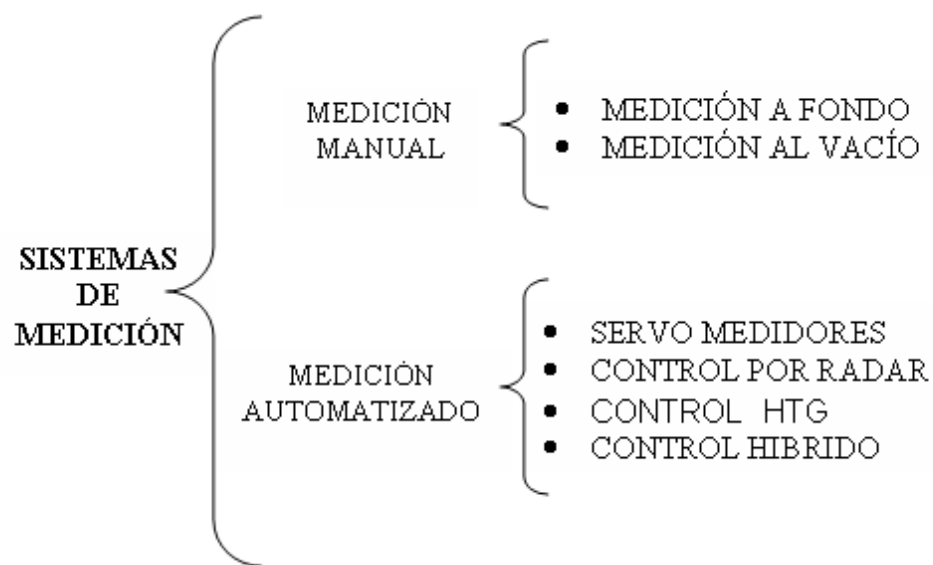


Figura 2. 1: Sistemas de medición

MEDICIÓN MANUAL (AFORO)

PROCEDIMIENTO GENERAL DE MEDICION

- La medición manual de Tanques requiere obtener tres lecturas consecutivas de nivel, dentro de un rango de 1/8" (un octavo de pulgada) o 3 mm.

- Estas lecturas deben registrarse y promediarse. El promedio debe registrarse redondeado a 1/8" o 1 mm. (dependiendo del sistema de unidades en que esté graduada la cinta).
- Si dos lecturas son idénticas, este valor debe ser considerado como lectura promedio final.

Método de Medición a Fondo, o método de la Sonda (Innage)

Mide la distancia vertical desde la superficie del líquido hasta el fondo del Tanque (o viceversa). El fondo del Tanque puede ser el piso del Tanque mismo o una placa de medida (conocida también como placa de referencia, mesa de medida, datum plate), la cual es una plancha metálica colocada y nivelada directamente bajo el punto de referencia de la medición (en la escotilla de medición) y muy cerca del piso del Tanque.

Esta placa provee una superficie fija de contacto desde la cual las mediciones de nivel pueden efectuarse.

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN A FONDO - SONDA

(INNAGE)

- Después de conectarse a tierra la cinta y el propio operador, bajar lentamente la plomada y la cinta dentro del Tanque, manteniendo contacto entre la cinta y el metal de la escotilla en el punto de referencia, hasta que la punta de la plomada toque levemente la superficie del fondo del Tanque o de la placa de medida.

- Registre la Altura de Referencia Observada y compárela con la altura de referencia indicada en la Tabla de Calibración.
- Retire la cinta desde el Tanque, rebobinándola con cuidado, hasta que se observe el corte del líquido. Lea y registre esta lectura como sonda o altura de líquido, (Longitud de la Cinta Mojada por el líquido, L_m).
- Repita el procedimiento hasta obtener el número de lecturas requeridas.

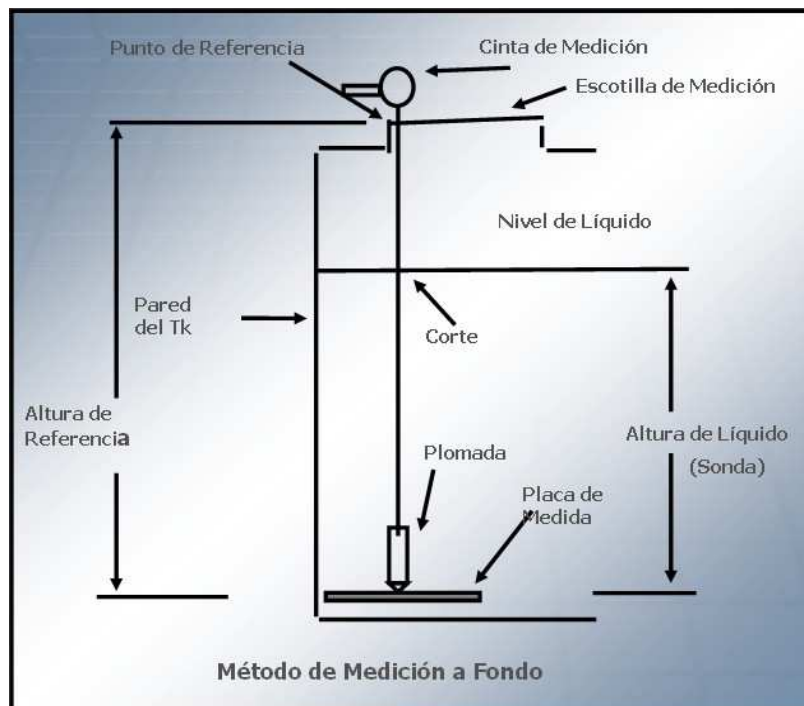


Figura 2. 2: Método de medición a fondo

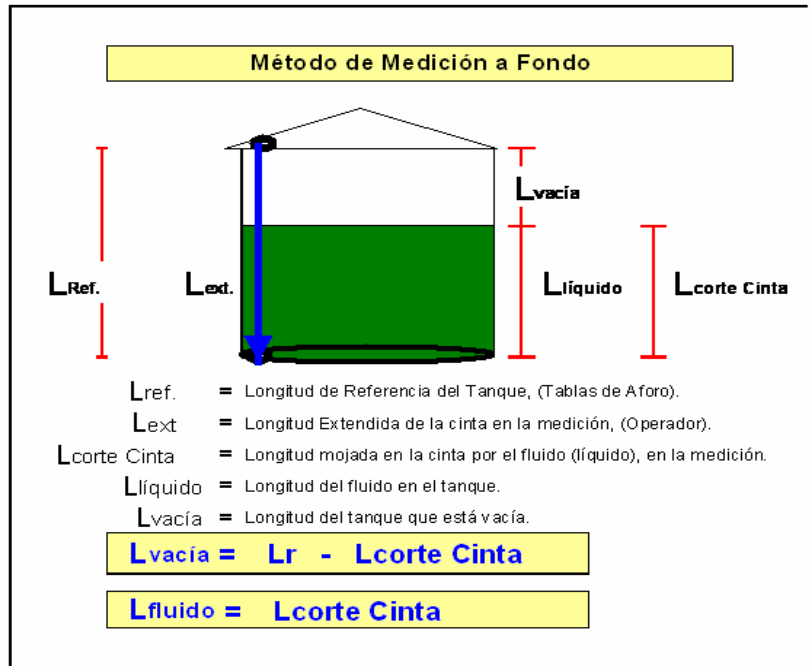


Figura 2. 3: Método de medición a fondo-Formulación

Método de Medición al Vacío o Método del Vacío (Ullage, Outage)

Mide la distancia vertical entre la superficie del líquido y un punto situado en la escotilla del Tanque, denominado “punto de referencia”. El término comúnmente usado para este método es “Ullage”. Este es un término náutico y es usado extensivamente, especialmente en buques y barcazas.

PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICIÓN AL VACÍO (ULLAGE Ó OUTAGE)

- Después de conectarse a tierra la cinta y el propio operador, bajar lentamente la plomada y la cinta dentro del Tanque, manteniendo contacto entre la cinta y

el metal de la escotilla en el punto de referencia, hasta que una pequeña porción de la plomada se sumerja en el líquido.

- Registre la lectura de la cinta en el punto de referencia situado en la escotilla del tanque. Esta lectura corresponde a la longitud de cinta que ha sido introducida en el Tanque, (esto es lo que se ha denominado Longitud Extendida de la Cinta, L_{ext}).
- Retire la cinta desde el interior del tanque y lea el corte de líquido sobre la plomada.

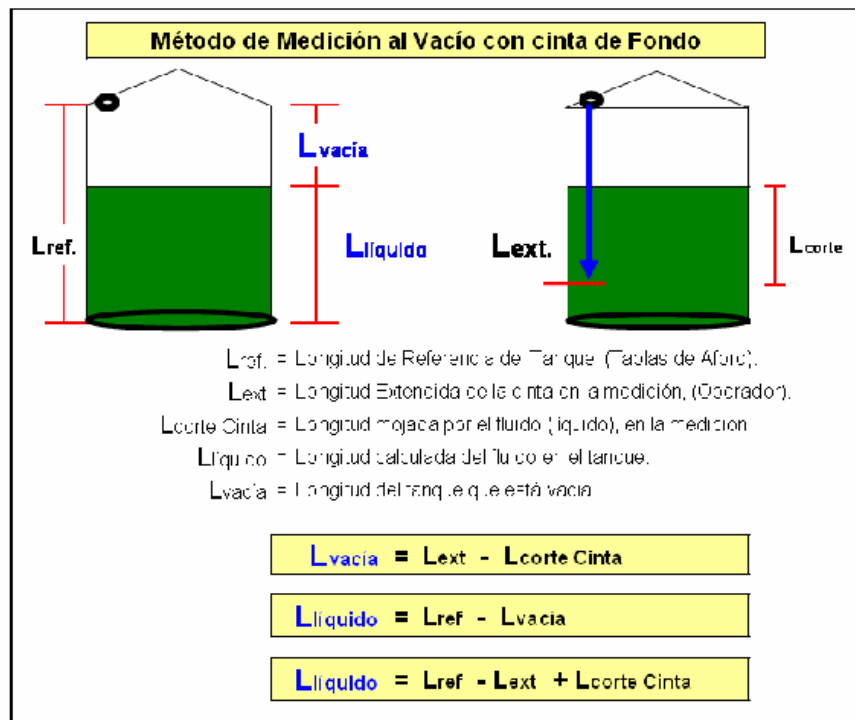


Figura 2. 4: Procedimiento Para La Medición Al Vacío-Formulación

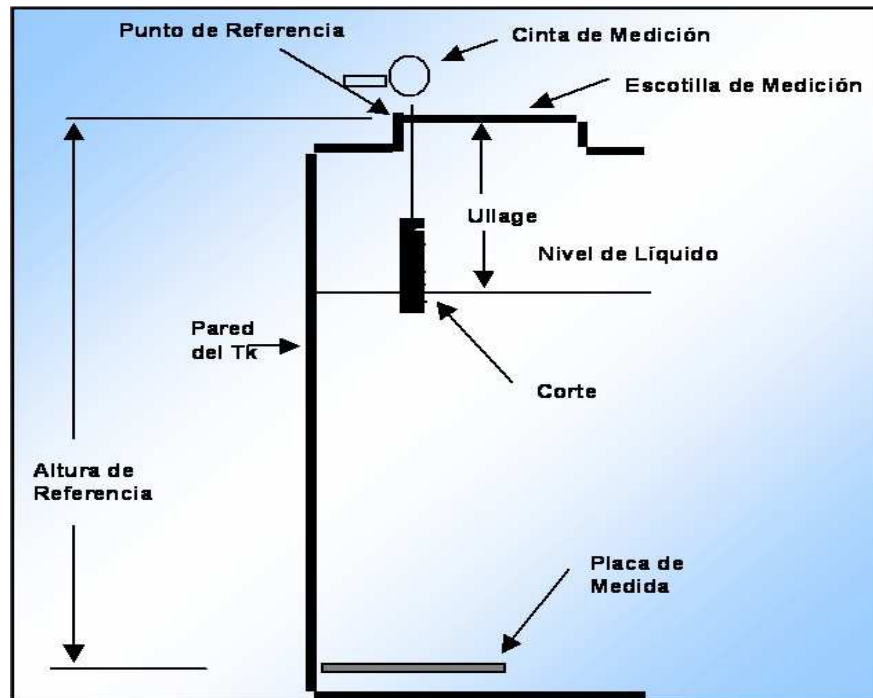


Figura 2. 5: Procedimiento Para La Medición Al Vacío

TANQUES CON TECHO FLOTANTE

Hay dos tipos de techos flotantes: internos y externos. En ambos casos, el techo flota sobre la superficie del líquido, formando un sello para ayudar a minimizar las pérdidas de vapores y la contaminación atmosférica. Un Tanque con techo flotante interno también posee un techo fijo, mientras que un Tanque con techo flotante externo no lo tiene.

El techo flotante interno está hecho normalmente de un material liviano, mientras que un techo flotante externo usualmente es una estructura de acero y puede llegar a pesar tanto como 150 toneladas.

Desde el punto de vista de la medición, ambos tipos de techo flotante son tratados de la misma forma. El techo flotante desplazará un cierto volumen de líquido, igual a su propio peso. Este desplazamiento debe ser considerado en el proceso de

cálculo de cantidad, tomando la forma de una “Corrección por Efecto del Techo Flotante”.

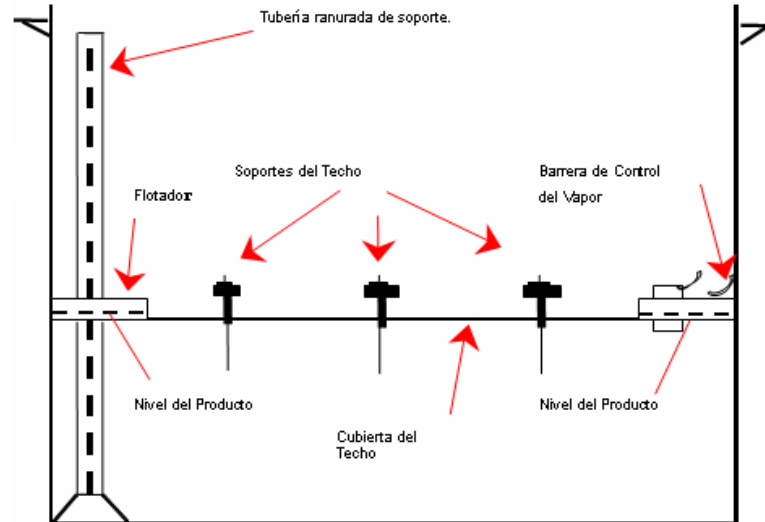


Figura 2. 6: Tanque de techo flotante con tubería ranurada de soporte

ZONA CRÍTICA

Los techos flotantes tienen soportes o “patas” que sostienen al techo, aproximadamente a uno o dos metros (tres a seis pies) por sobre el piso del Tanque, cuando el Tanque está vacío o casi vacío. Cuando el techo está flotando completamente sobre el líquido, es decir, cuando ninguno de sus soportes está tocando el piso del Tanque, entonces debe aplicarse una corrección por desplazamiento debido al techo flotante. Cuando el techo esté completamente apoyado sobre sus patas, la corrección no se aplica.

La zona comprendida entre el punto donde las patas del techo comienzan a tocar el piso del Tanque, aún cuando el techo sigue flotando sobre el líquido, y aquel punto en el cual el techo descansa completamente sobre sus patas, se denomina

zona crítica del Tanque. La sección de la altura del Tanque que forma la zona crítica está claramente indicada en la Tabla de Calibración del Tanque.

Un Tanque no debe ser medido cuando el techo, y por tanto el nivel de líquido, se encuentra en la zona crítica. Cuando esta situación ocurra, el encargado del Terminal debe ser notificado y se debe solicitar tomar alguna medida para llevar al nivel de líquido fuera de la zona crítica, extrayendo o agregando una cantidad adicional de líquido, por ejemplo cuando el nivel de líquido se encuentra dentro de la zona crítica, no es posible determinar con precisión que proporción del peso del techo flota sobre el líquido y que proporción está apoyado en sus patas. Por lo tanto, tampoco es posible determinar el volumen de líquido que está siendo desplazado por el techo en dicha zona del Tanque, lo cual significa que los volúmenes que entrega la tabla en aquel tramo no tienen la exactitud mínima requerida.

MEDICIÓN AUTOMATIZADA

SERVO MEDIDORES DE NIVEL

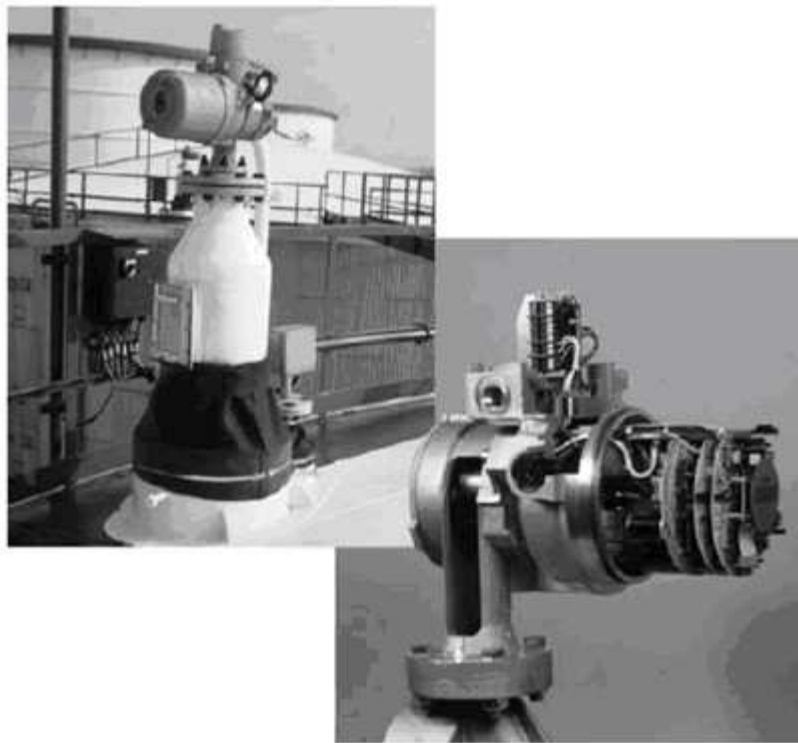


Figura 2. 7: Servo medidores de nivel

A mediados de los cincuenta se introdujo la tecnología de servo medición automática. Poco después, se introdujo el primer medidor automático de nivel para tanques de almacenamiento de líquido a granel certificado por las autoridades de pesos y medidas.

Para aprovechar la capacidad de almacenamiento de una planta, en su totalidad, la capacidad de cada tanque, hasta el último milímetro, es necesario la utilización de un sistema servo o radar pues pueden activar una alarma, o apagar una bomba, un milímetro antes del desborde.

Se destaca, sin embargo, que el medidor servo-operado no es apto para productos que contaminan el cable de medición, el tambor de medición, o el desplazador. Para medición por servo el producto no debe cristalizar, depositar residuos

pegajosos, o ser demasiado viscoso. En cambio se destacan verdaderamente sus ventajas en tanques presurizados, refrigerados o criogénicos. Productos volátiles blancos son más difíciles de medir por un radar debido a que sus vapores distorsionan la propagación de las microondas utilizadas.

Las alarmas en los medidores de nivel del tipo servo o radar tienen una precisión de 1 mm, y representan, hoy, las tecnologías más exactas para controlar rebalses mediante alarmas. La función de aviso de alarma puede ser configurada por programación o realizarse mediante contactos secos de relé en el medidor mismo. Para aplicaciones muy críticas es posible incluso aumentar el número de contactos.

MEDICIÓN POR RADARES

A la hora de medir el nivel, el RADAR (detección y situación por radio) detecta y mide la distancia entre el medidor de nivel (situado en la parte superior de un tanque de almacenamiento de líquido) y la superficie del líquido.



Figura 2. 8: Radares

En la actualidad existen varios sistemas de radar en el mercado que emplean diferentes parámetros para medir la distancia.

Los sistemas de radar de impulsos fueron los primeros sistemas disponibles en el mercado. Durante un corto espacio de tiempo (un impulso) se envía una frecuencia de radar constante hacia el objeto. Esta señal es reflejada por el obstáculo y llega de nuevo a la antena del radar. El tiempo necesario para viajar hacia el objeto y volver de nuevo se llama tiempo de propagación y es el parámetro para medir la distancia.

Debido mayormente a la rápida velocidad de propagación del radar (que es la velocidad de la luz en el vacío), los sistemas de radar de impulso comenzaron a abrirse camino en el campo de las mediciones de larga distancia. Tomando como ejemplo un tanque vacío de 15 metros, el tiempo de propagación será de unos 0.000,000,048 segundos. A la hora de llenar el tanque, este tiempo se reducirá aún

más, haciendo de la medición de estos extremadamente cortos intervalos de tiempo una tarea complicada, especialmente si se requieren mediciones con 1 mm. de precisión.

Esto llevó al desarrollo de otros sistemas de radar que utilizaban la diferencia de frecuencia como parámetro. Los sistemas de onda continua de frecuencia modulada (FMCW) y radar de impulsos sintetizados (SPR) son sistemas donde la diferencia sólo puede hallarse en el proceso de señal.

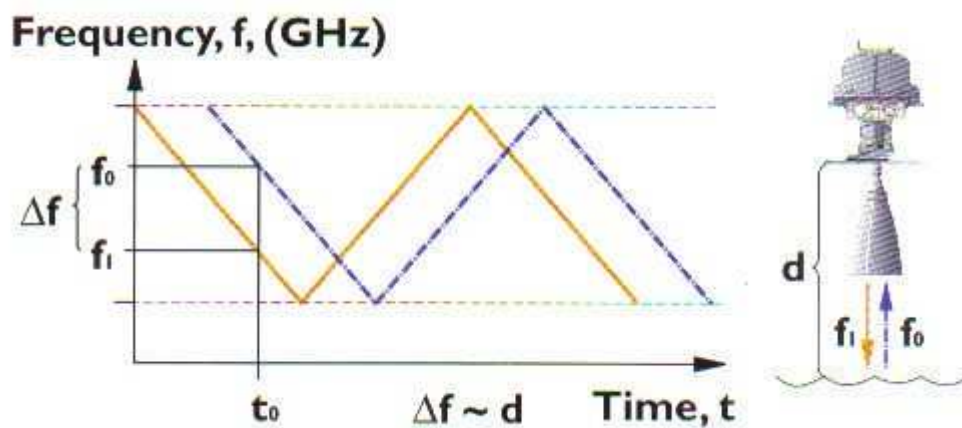
Radar de impulsos sintetizados (SPR)

Durante un pequeño espacio de tiempo (un impulso) se emite una frecuencia de barrido de radar hacia el nivel de producto. Volviendo en una fracción de segundo desde nivel de producto, en la antena se producirá una diferencia de frecuencia entre la señal enviada y la señal recibida, que es el parámetro básico para el cálculo de la distancia. Esta diferencia de frecuencia se digitaliza para un procesamiento de señal digital, donde la potencia del equipo informático es fundamental para el rendimiento general del medidor.

Radar de onda continua de frecuencia modulada (FMCW)

En FMCW, la 'C' significa emisión continua de un barrido de frecuencia hacia el nivel de producto y una focalización continua en la diferencia de frecuencia medida. Esta diferencia de frecuencia no sólo determina el nivel de producto, sino que también se emplea para ajustar el radar de hardware en el procesamiento de

señal. Desafortunadamente, en la práctica no es tan sencillo. Mirando un tanque de 15 metros de altura con 5 metros de producto, existen más obstáculos reflectantes que provocan cada uno otra diferencia de frecuencia en la antenna. Todos ellos juntos llegarán casi al mismo tiempo a la antena y como tales formarán la señal de medición. Esta señal de medición se utiliza en diagnósticos para hallar el nivel de producto real.



Los sistemas FMCW analizan generalmente la señal de medición con conocimiento sobre niveles detectados anteriormente. Mediante un filtro de frecuencia, se establece una ventana alrededor del nivel de producto previamente hallado y aceptado (diferencia de frecuencia F_2), según la máxima amplitud de todos los reflejos diferentes a partir de todos los diferentes obstáculos en el tanque. Toda la información fuera de dicha ventana se ignora.

El cambio de nivel de producto se supervisa mediante el cambio automático de los ajustes del filtro de frecuencia, moviendo la ventana con el nivel de producto. Se requiere la supervisión continua del nivel de producto, limitando el tiempo para más procesamientos de señal. Sin considerar los fuertes obstáculos reflectantes

provenientes de la ventana, haciendo que el medidor de radar prosiga en el máximo reflejo.

El SPR le proporciona el nivel de producto preciso inmediatamente mediante un barrido de frecuencia sencillo. El SPR digitaliza la señal de medición y a continuación, el procesamiento de señal digital completo hace el resto. La señal de medición se descompone en sus diferencias de frecuencia originales, donde se tiene en cuenta toda la información del tanque. Mediante los parámetros en el medidor de radar, el rango de medición completo puede dividirse en zonas donde se utilizan diferentes criterios de selección para hallar el nivel de producto. En la zona de fuertes obstáculos reflectantes tales como el fondo del tanque, el primer pico se selecciona como el nivel de producto más que el más fuerte. Mediante este tipo de procesamiento de señal, queda inmediatamente claro lo que "ve" el medidor de radar cuando se instala en la parte superior del tanque y como tal rompe la imagen de caja negra que todavía tienen a veces los sistemas de radar.

HYDROSTATIC TANK GAUGING (HTG)

La tecnología HTG responde al concepto de medición de nivel basado en un sistema abierto y en el estándar para la medición de nivel en tanques editado por organismos de reconocido prestigio, tales como American Petroleum Institute, (API), o la International Standards Organization (ISO).

Los sistemas HTG están basados en la medida de nivel mediante transmisores de presión hidrostática, siendo éste el sistema más preciso, fiable y reconocido para la medición de nivel en tanques.

El sistema HTG típicamente incluye:

- Uno o más transmisores de presión de altas prestaciones, en función de las variables que se requieran, y de las características del tanque.
- Un transmisor de temperatura
- Unidad de interfaz
- Sistema de monitorización y configuración del sistema, ubicado en sala de control



Figura 2. 9: Arquitectura del Sistema HTG

La utilización de varios transmisores de presión permite la medida con elevada precisión y de modo directo de masa, densidad, volumen y nivel, frente a los sistemas tradicionales que realizan los cálculos de forma indirecta.

El sistema es totalmente escalable, de modo que no es un requerimiento la instalación de todos los transmisores en cada uno de los tanques, sino sólo los necesarios en función de las variables a medir.

Las deformaciones del tanque (basadas en la temperatura ambiente y el contenido de producto en su interior), la densidad del aire y otra serie de compensaciones, son tenidas en cuenta para obtener la máxima precisión y fiabilidad del sistema.

El sistema de supervisión está basado en una arquitectura PC con sistema operativo Windows NT, lo cual le confiere gran flexibilidad en la explotación de los datos obtenidos con herramientas estándar, y asegura la conectividad con sistemas DCS existentes así como sistemas de control basados en PLCs.

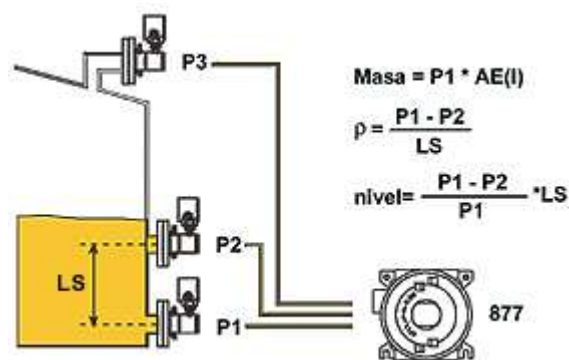


Figura 2. 10: Esquema del Sistema HTG

En un sistema hidrostático **HTG (Hydrostatic Tank Gauge)** se generan errores debido a realidades físicas, dificultades con los transmisores de presión, y falencias en el mantenimiento que desfiguran la determinación de la densidad,

elemento clave para convertir masa a volumen. Ya que los HTG miden masa, pero los tanques se desbordan por nivel.

Dependiendo de varias circunstancias, la suma de estos errores puede tener, como consecuencia, una indeterminación en el cálculo del nivel que sobrepase la centena de milímetros, lo cual significa que no siempre resulta factible aprovechar confiablemente los últimos centímetros de cada tanque controlado con un sistema hidrostático.

Especificaciones Sistema HTG	Aplicaciones Sistema HTG
<p>CÁLCULOS CONFORME A:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ISO-11223-1 • OIML-Boletín 9 • API-2540 <p>MEDIDA DE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MASA • VOLUMEN • DENSIDAD • NIVEL • TEMPERATURA • VOL. Y DENS. STANDARD • MASA TRANSFERIDA • MASA DE VAPOR • ETC <p>PRECISIÓN DE REFERENCIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • INVENTARIO: 0,06 % • TRANSFERENCIAS: 0,02% <p>APLICADO A:</p> <ul style="list-style-type: none"> • TANQUES ATMOSFERICOS • TANQUES PRESURIZADOS • PRODUCTOS QUIMICOS • PRODUCTOS PETROLÍFEROS • ALIMENTACION <p>CLASIFICACIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eléctrica: CENELEC EEx d IIB • Ambiental: IP65 	<p>APLICACIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> • CONTROL DE INVENTARIOS • TRANSFERENCIAS DE PRODUCTOS • TERMINALES DE CARGA • CARGA/DESCARGA DE BUQUES • CONTROL DE ENTRADA DE MATERIAS PRIMAS • ETC. <p>COMPAÑIAS QUE UTILIZAN SISTEMA HTG</p> <ul style="list-style-type: none"> • REPSOL PETRÓLEO CARTAGENA Y PUERTOLLANO • TERQUIMSA (CLH) • PDL (CEPSA) • UNELCO • DISA • CONTINENTAL-OIL • MERCK • REFINERIA DE ESMERALDAS (ECUADOR) • BASF

Tabla 2. 1: Especificaciones y aplicaciones del Sistema HTG

MEDICION HÍBRIDA HIMS (Hybrid Inventory Measurement System).

Los elementos básicos que forman un sistema híbrido son el transmisor radar y uno o varios transmisores de presión hidrostática. La combinación de ambos, permite al usuario controlar de modo preciso transferencias de producto en volumen y masa. El sistema híbrido proporciona el máximo número de variables medidas on-line: nivel, volumen, masa y densidad).

Para que un despacho pueda hacerse indistintamente por masa o por volumen generalmente ambas unidades de medición deben estar certificadas para esa planta, y disponibles en el momento del despacho.

Esta necesidad originó el desarrollo de sistemas híbridos, o **HIMS** dotados de lo mejor de ambos mundos. Medidores servo o radar y transmisores de presión, estos sistemas pueden brindar la máxima exactitud posible según el estado actual de la ciencia pero a un costo algo mayor.

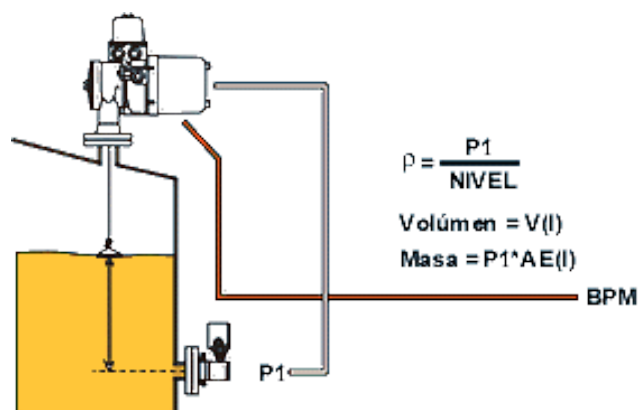


Figura 2. 11: Esquema del sistema HIMS con servo

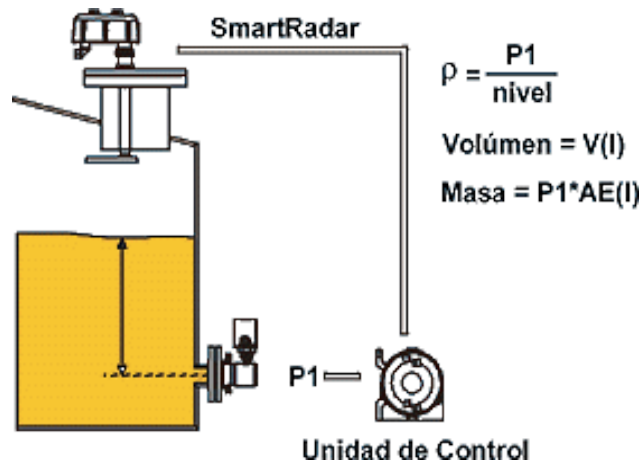


Figura 2. 12: Esquema del sistema HIMS con radar

El costo mayor inicial, bien entendido, es un costo que se va a ir amortizando en base a las economías operativas que se puedan realizar, en cada tanque, al:

- Aprovechar su capacidad hasta el último milímetro
- Tener un costo exacto para cada m³
- Poder facturar sin entregar de mas todos los días
- Saber si tiene pérdidas por filtración y cuánto le está costando

La amortización de este mayor costo depende de cada tanque y solo puede desprenderse de un cálculo individual.

Configuración HIMS

El sistema completo consiste en un medidor de nivel situado en la parte superior del tanque y un transmisor digital de presión hidrostática preciso instalado cerca del fondo del tanque. Si los productos se almacenan bajo presión, se instala un

segundo transmisor por encima del nivel de fluido previsto para compensar la presión de vapor.

Para la medición de temperatura, existe una opción entre la medición de temperatura puntual o media.

Los transmisores digitales hidrostáticos pueden conectarse directamente al servo medidor de tanque o la unidad de control del radar. Estos actuarán como un procesador de señal y eliminarán la necesidad de una unidad de interfaz.

Conectados a las unidades de interfaz de comunicación, los datos son transmitidos a través de bus de dos hilos en serie al sistema de gestión de inventario.

Características

El sistema HIMS proporciona información completa sobre inventario de líquido que incluye:

- Masa medida directamente (incluyendo tanques con tablas de capacidad no lineales)
- Nivel medido directo
- Fondo de agua o nivel de interfaz medido directamente.
- Densidad media medida directamente a temperatura observada.
- Temperatura de producto directamente medida
- Volumen observado bruto calculado (GOV)
- Volumen estándar bruto calculado (GSV)
- Densidad media calculada a temperatura de referencia

- Compatibilidad del sistema - El sistema HIMS y HTG es modular y puede añadirse a servoinstrumentos o instrumentos mecánicos sin que sea necesaria una reestructuración completa del sistema.
- Instalación sin necesidad de una reestructuración completa del sistema.
- Puede tenerse en cuenta el contenido completo del tanque al calcular la densidad
- La posibilidad de verificación comparando los datos de volumen y las mediciones de masa
- Protección contra sobrellenado mediante el medidor del tanque

ADQUISICIÓN DE DATOS

Un sistema de adquisición de datos es un equipo que nos permite tomar señales físicas del entorno y convertirlas en datos que posteriormente podremos procesar y presentar. A veces el sistema de adquisición es parte de un sistema de control, y por tanto la información recibida se procesa para obtener una serie de señales de control.

Un Sistema de Adquisición de Datos no es mas que un equipo electrónico cuya función es el control o simplemente el registro de una o varias variables de un proceso cualquiera.

El Sistema de Adquisición de Datos debe tener una estructura y organización muy equilibrada que le permita su buen funcionamiento de ello depende de que el mismo rinda al máximo y sin ningún defecto.

Protocolos

La base de Internet, y razón principal de su éxito, son sus protocolos. Los protocolos son determinadas reglas a cumplir por los dispositivos que desean comunicarse, en una manera mas coloquial de explicarlo es como un idioma, los dispositivos debes aprender la gramática, la sintaxis y todas las reglas del idioma para poder comunicarse con otro dispositivo que habla ese idioma de una manera óptima y satisfactoria. Dentro de cada nivel se utilizan distintas normas o protocolos, llegando incluso a depender, dentro de un nivel, la norma utilizada del servicio a prestar Los protocolos de comunicación se dividen en varios niveles:

Nivel 1: Físico

Se refiere a la forma de transmitir cada 0 y 1 que conforman toda información digital que viaja de un punto a otro. Esto incluye la definición de un 1 y un 0 en cuanto a señales eléctricas.

Nivel 2: Enlace

Describe la forma de transportar de manera fiable los bits desde un nodo a otro en una red conmutada. Define conceptos tales como tramas, detección y corrección de errores y control de flujo.

Nivel 3: Red

Se centra en el establecimiento de una conexión punto a punto entre cliente y servidor. Es el nivel en el que se trata, por ejemplo, el direccionamiento y encauzamiento global.

Nivel 4: Transporte

Es el primero de los niveles encargados del funcionamiento punto a punto. Se ocupa del formato y su misión es asegurar que una secuencia recibida de bits se transforme en datos significativos. Este nivel supone la existencia previa de una conexión fiable.

Nivel 5: Sesión

Es el encargado de la diferenciación y control del diálogo para las aplicaciones que lo precisan. En el caso de la mayoría de las modernas aplicaciones informáticas (que se hallan divididas en componentes cliente y servidor), este nivel constituye un elemento inherente del propio diseño.

Nivel 6: Presentación

Proporciona un mecanismo de negociación de los formatos de representación (conocidos como sintaxis de transferencia) para un determinado contenido del mensaje.

Nivel 7: Aplicación

Recoge el resto de las necesarias funciones dependientes de la aplicación.

Hay, en la práctica, otras muchas formas de estructurar y llevar a cabo las comprobaciones necesarias para que una computadora pueda dialogar con otra. El modelo de siete niveles constituye sin embargo un modelo útil y se utiliza con carácter general, especialmente en los niveles inferiores, cuyos protocolos son de normas más estables.

PROCOLO MODBUS

El lenguaje común utilizado por todos los controladores Modicon es el protocolo Modbus. Este protocolo define una estructura de mensaje que los controladores reconocerán y usarán, con independencia del tipo de redes sobre la que comuniquen. Describe el proceso que usa un controlador para pedir acceso a otro dispositivo, cómo responderá a las peticiones desde otros dispositivos y cómo se detectarán y notificarán los errores. Establece un formato común para la disposición y contenido de los campos de mensaje.

El protocolo Modbus proporciona el estándar interno que los controladores Modicon usan para el análisis de los mensajes. Durante la comunicación sobre una red Modbus, el protocolo determina cómo cada controlador conocerá su dirección de dispositivo, reconocerá un mensaje direccionado a él, determinará el tipo de acción a tomar y extraerá cualquier dato u otra información contenida en el mensaje. Si se requiere una respuesta, el controlador construirá el mensaje respuesta y lo enviará utilizando el protocolo Modbus.

Cómo son expresados los valores numéricos

A menos que se especifique otra cosa, los valores numéricos (tales como direcciones, códigos, o datos) se expresan como valores decimales en el texto de

esta sección. Son expresados como valores hexadecimales en los campos del mensaje de las figuras.

Direcciones en los Mensajes Modbus

Todas las direcciones en los mensajes Modbus son referenciadas a cero. La primera unidad de cada tipo de dato es direccionada como parte número cero. Por ejemplo:

La bobina conocida como 'bobina 1' en un controlador programable es direccionada como bobina 0000 en el campo de dirección de un mensaje Modbus.

La bobina 127 decimal es direccionada como bobina 007E hex (126 decimal).

El registro mantenido 40001 es direccionado como registro 0000 en el campo de dirección de un mensaje Modbus. El campo código de función ya especifica una operación sobre un 'registro mantenido'. Por lo tanto la referencia '4XXXX' está implícita. El registro mantenido 40108 es direccionado como registro 006B hex (107 decimal).

TOPOLOGÍAS PARA REDES

La topología o forma lógica de una red se define como la forma de tender el cable a estaciones de trabajo individuales; por muros, suelos y techos del edificio. Existe un número de factores a considerar para determinar cual topología es la más apropiada para una situación dada. La topología en una red es la configuración adoptada por las estaciones de trabajo para conectarse entre si.

Topologías más Comunes

Bus: Esta topología permite que todas las estaciones reciban la información que se transmite, una estación transmite y todas las restantes escuchan. Consiste en un cable con un terminador en cada extremo del que se cuelgan todos los elementos de una red. Todos los nodos de la red están unidos a este cable: el cual recibe el nombre de "Backbone Cable". Tanto Ethernet como Local Talk pueden utilizar esta topología.

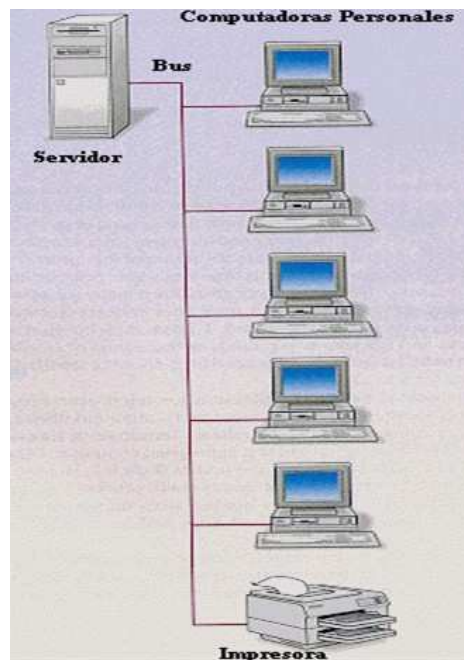


Figura 2. 13: Topología en bus

El bus es pasivo, no se produce regeneración de las señales en cada nodo. Los nodos en una red de "bus" transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

Anillo: Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común. El último nodo de la cadena se conecta al primero cerrando el anillo. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al siguiente en el anillo. La desventaja del anillo es que si se rompe una conexión, se cae la red completa.

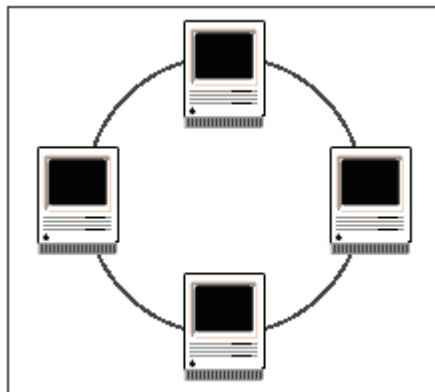


Figura 2. 14: Topología en anillo

Estrella: Los datos en estas redes fluyen del emisor hasta el concentrador, este realiza todas las funciones de la red, además actúa como amplificador de los datos.

La red se une en un único punto, normalmente con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado. Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones y una conexión interrumpida no afecta al resto de la red.

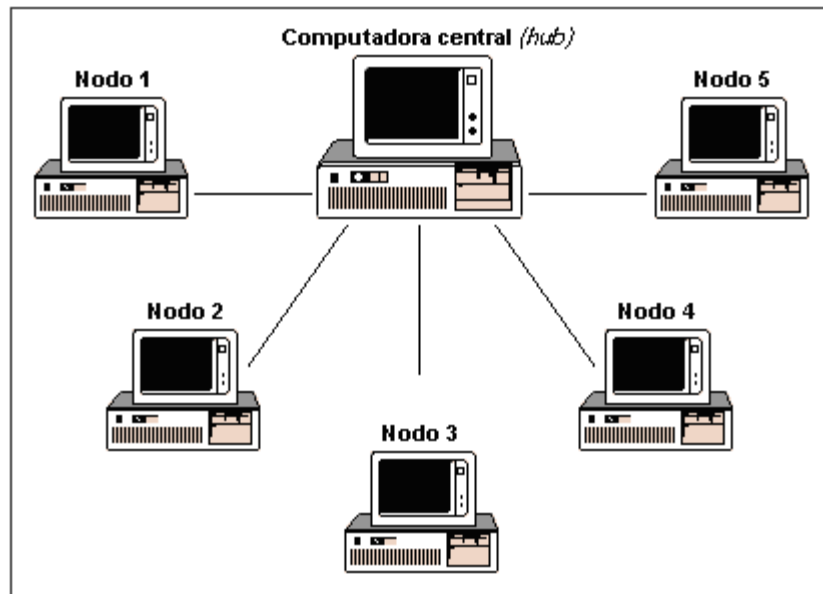


Figura 2. 15: Topología en estrella

Híbridas: El bus lineal, la estrella y el anillo se combinan algunas veces para formar combinaciones de redes híbridas.

Anillo en Estrella: Esta topología se utiliza con el fin de facilitar la administración de la red. Físicamente, la red es una estrella centralizada en un concentrador, mientras que a nivel lógico, la red es un anillo.

"Bus" en Estrella: El fin es igual a la topología anterior. En este caso la red es un "bus" que se cablea físicamente como una estrella por medio de concentradores.

Estrella Jerárquica: Esta estructura de cableado se utiliza en la mayor parte de las redes locales actuales, por medio de concentradores dispuestos en cascada para formar una red jerárquica.

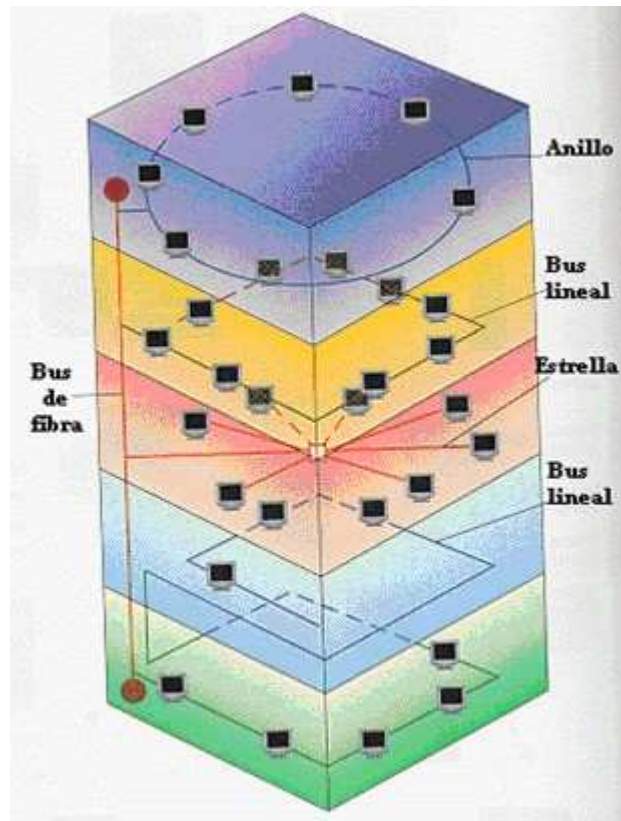


Figura 2. 16: Topología híbrida

Árbol: Esta estructura se utiliza en aplicaciones de televisión por cable, sobre la cual podrían basarse las futuras estructuras de redes que alcancen los hogares. También se ha utilizado en aplicaciones de redes locales analógicas de banda ancha.

SERVIDORES

En informática, un servidor es un tipo de software que realiza ciertas tareas en nombre de los usuarios. El término servidor ahora también se utiliza para referirse al ordenador físico en el cual funciona ese software, una máquina cuyo propósito es proveer datos de modo que otras máquinas puedan utilizar esos datos.

Un servidor sirve información a los ordenadores que se conecten a él. Cuando los usuarios se conectan a un servidor pueden acceder a programas, archivos y otra información del servidor.

Los servidores se conectan a la red mediante una interfaz que puede ser una red verdadera o mediante conexión vía línea telefónica o digital.

SERVIDOR OPC

DEFINICIÓN

OPC corresponde a un conjunto de especificaciones basadas en los estándares de Microsoft (COM, DCOM, OLE Automation y Active X) que cubren los requerimientos de comunicación industrial entre aplicaciones y dispositivos, especialmente en lo que se refiere al tiempo real.

El servidor OPC (OLE for Process Control) es una interfaz común que permite el intercambio de datos sin la necesidad de drivers especiales entre los autómatas y la aplicación software del Sistema.

APLICACIÓN DE OPC

OPC es un mecanismo uniforme para comunicar a numerosas fuentes de datos, o dispositivos en el piso de la fábrica, o en una base de datos en una habitación de

control. La arquitectura de la información para la Industria del Proceso mostrada en la Figura , implica los niveles siguientes:

- **Administración de Campo.** Con la llegada de dispositivos inteligentes, se puede proporcionar una riqueza de información sobre dispositivos de campo que no estaban previamente disponibles. Esta información proporciona los datos de un dispositivo, sus parámetros de configuración, las materias de la construcción, etc. Toda esta información debe ser presentada al usuario, y a cualquier aplicación que la use.
- **Proceso de Administración.** La instalación de Sistemas Distribuidos de Control (DCS) y sistemas SCADA para supervisar y controlar datos del proceso de fabricación disponibles electrónicamente que habían sido recopilados manualmente.
- **Administración del negocio.** Los beneficios pueden ser obtenidos instalando sistemas del control. Esto se consigue integrando la información recogida del proceso en los sistemas de negocio que maneja aspectos financieros de la fabricación.

Proporcionar esta información eficazmente a aplicaciones de cliente aminora el esfuerzo requerido para proporcionar esta integración.

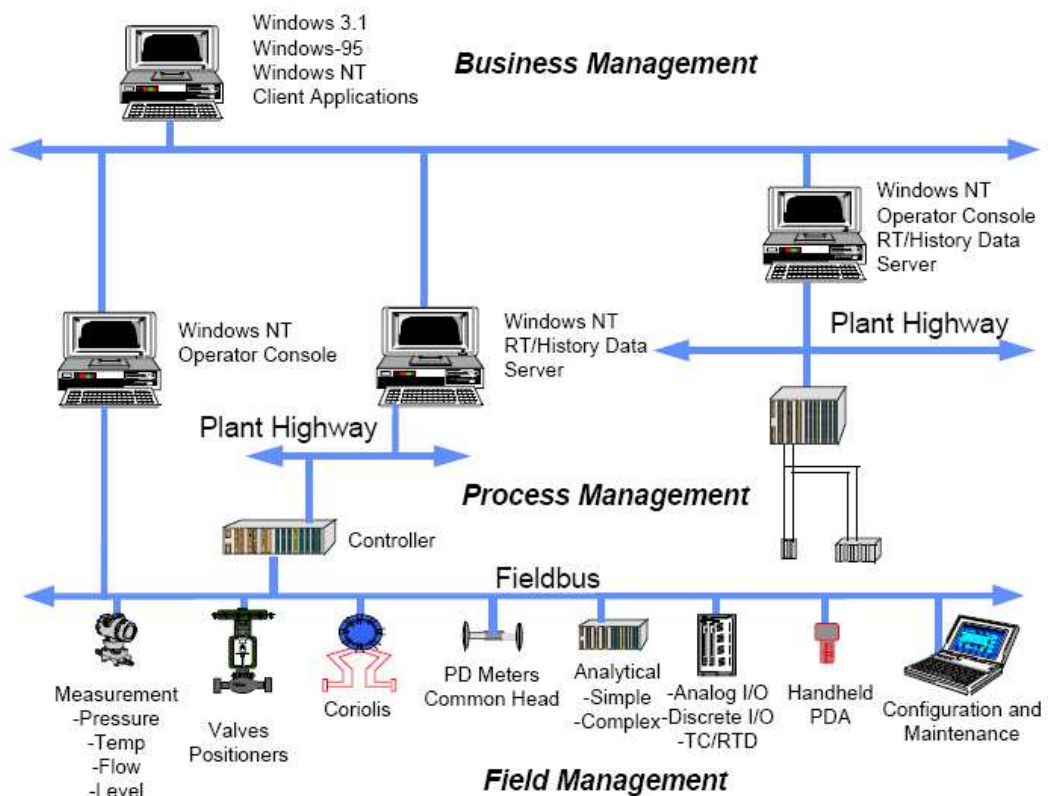


Figura 2. 17: Esquema General OPC

Para conseguir esto, los fabricantes necesitan conseguir acceso a los datos del piso de la planta e integrarlos en su sistema de negocio.

Los fabricantes deben ser capaces de utilizar las herramientas (Paquetes de SCADA, las Bases de datos, etc.) para satisfacer sus necesidades. La clave es una arquitectura abierta y eficaz de comunicación en el acceso de datos, y no los tipos de datos.

Esquema General

OLE para el Control de Proceso está diseñado para permitir a las aplicaciones de cliente el acceso a los datos de planta de una manera consistente. OPC proporcionará muchos beneficios:

- Los fabricantes de hardware sólo tienen que hacer un conjunto de componentes de programa para que los clientes los utilicen en sus aplicaciones.
- Los fabricantes de software no tienen que adaptar los drivers ante cambios de hardware.
- Con OPC, la integración de sistemas en un entorno heterogéneo se convertirá simple.

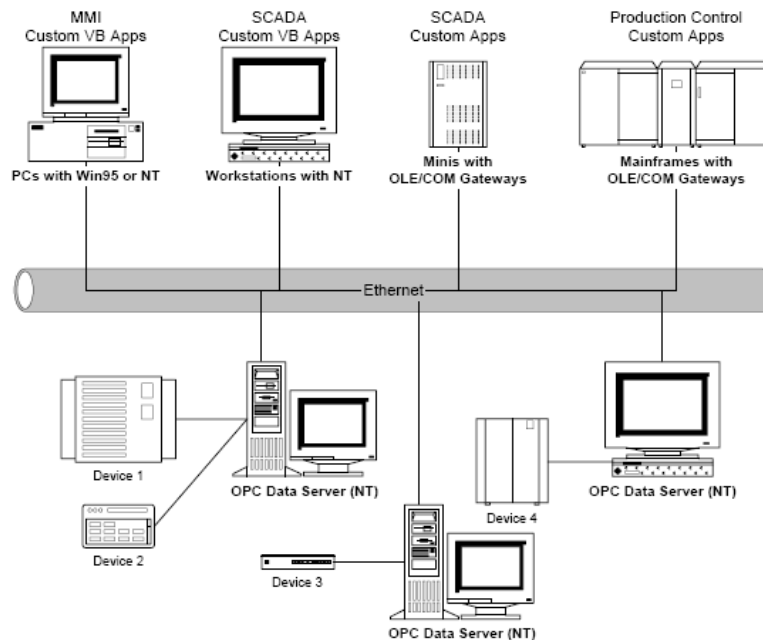


Figura 2. 18: Integración de Sistemas con OPC

FUNCIONALIDAD OPC

El objetivo principal de OPC es entregar las especificaciones a la industria tan rápido como sea posible. Con esto en la mente, el alcance de las primeras versiones del documento se limita a áreas comunes de todos vendedores. La

funcionalidad adicional se definirá en versiones futuras. Por lo tanto, las primeras versiones enfocan en:

- Acceso de Datos en línea, en otras palabras, la lectura y escritura eficiente de datos entre una aplicación y un dispositivo de control de proceso
- El Manejo de Alarma y el Acontecimiento, en otras palabras, los mecanismos para Clientes de OPC para ser notificados de las condiciones especificadas y alarma,
- Acceso a Datos Históricos, en otras palabras, la lectura, procesamiento y redacción de datos históricos

Las funcionalidades tales como la seguridad, datos históricos y acontecimientos son características que pertenecen a versiones siguientes.

Otras metas para el diseño de OPC son:

- Sencillo de aplicar.
- Flexible de acomodar a múltiples necesidades
- Proporcionar un nivel alto de funcionalidad
- Ser eficiente.

Las especificaciones incluyen lo siguiente:

- Un conjunto de interfaces COM para el uso de cliente y servidor.
- Referencias a un conjunto de interfaces de Automatización OLE para apoyar a clientes desarrollados con las aplicaciones de gestión de niveles más altos como Excel, Visual Básico, etc.

Microsoft distribuyó la tecnología OLE (DCOM) para facilitar a clientes la comunicación con servidores remotos.

PUERTOS

Los puertos de un ordenador no pueden considerarse, en sí mismos, como dispositivos de entrada y salida. Los puertos constituyen el vínculo del computador con el mundo exterior. Su función consiste en posibilitar la transmisión de datos entre dos sistemas distintos o entre el sistema y un dispositivo cualquiera.

PUERTO SERIE.

El puerto serie es como el comodín de muchos de los periféricos de la PC. Su concepto es más simple: una línea para enviar datos, otra para recibirlos y otra para regular el tráfico de datos entre las dos primeras. Debido a esta simplicidad, el puerto serie se viene empleando desde hace tiempo para conectar a la PC a toda clase de dispositivos imaginables, desde módems de lo más corriente hasta alarmas antirrobo, pasando por algunos modelos de impresoras, plotters, scanners, y otros dispositivos de entrada y salida de datos.

El uso más común del puerto serie es el ratón o el módem. La razón de esto es que el puerto serie no constituye una forma demasiado eficiente de transferir datos, es decir, un bit de datos cada vez. Este modo de transferencia, sin embargo, es aceptable para los ratones, que transfieren datos tan pequeños que la velocidad no

constituye un factor crucial, y resulta perfecta para los módems, puesto que con la tecnología actual existente y más accesible, las líneas telefónicas no pueden transportar más de una señal a la vez.

Al puerto serie a veces se le conoce con el nombre de RS-232, que no es más que la denominación que la Electronic Industries Association le puso al estándar que deben seguir los conectores en un puerto serie. El problema estriba en que en ocasiones los fabricantes de periféricos, e incluso de computadoras, no siguen dicho estándar.

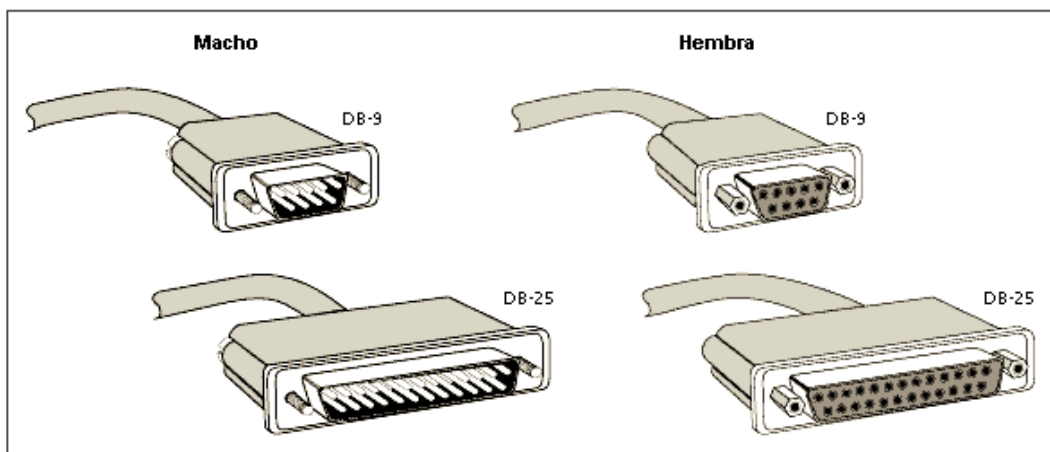


Figura 2. 19: Puertos seriales

PETROCOMERCIAL

PETROCOMERCIAL es una de las filiales de PETROECUADOR, responsable del transporte, almacenamiento y comercialización de derivados de petróleo en el territorio nacional, fundada el 26 de septiembre de 1989.

Su misión es contribuir al desarrollo nacional y al bienestar de la sociedad ecuatoriana mediante el abastecimiento eficiente y oportuno de los derivados del

petróleo; y regular el mercado a través de la calidad y el servicio, procurando una mayor distribución de los beneficios de la industria petrolera.

Esta filial de PETROECUADOR, se estructura con: el Directorio, la Vicepresidencia y dependencias técnico administrativas de gestión empresarial.

El Consejo de Administración de PETROECUADOR actúa como Directorio de PETROCOMERCIAL y es el órgano superior de dirección, encargado de formular las políticas y de controlar su cumplimiento.

Con el propósito de establecer un esquema administrativo acorde a los cambios y modificaciones incorporadas al marco legal de la empresa, el Directorio de PETROECUADOR aprobó, en febrero del 2002, la nueva estructura Orgánica Funcional de PETROCOMERCIAL.

PETROCOMERCIAL, en 11 años de vida institucional, amplió la infraestructura de transporte y almacenamiento de derivados a nivel nacional, incrementando la capacidad de acopio de derivados de 384 mil barriles en 1974, a los 2'6 millones de barriles en el 2000.

PETROCOMERCIAL dispone de una capacidad operativa de almacenamiento de 2'681.441 barriles.

En la década del 60, Ecuador disponía de un solo ducto para el transporte de derivados, denominado Durán-Quito, en la actualidad posee una red de poliductos, que integran Costa, Sierra y Oriente.

- Esmeraldas - Santo Domingo
- Santo Domingo - El Beaterio
- El Beaterio - Ambato
- Shushufindi - Quito

- Santo Domingo - Pascuales
- Libertad - Pascuales
- Libertad - Manta
- Tres Bocas - Pascuales
- Tres Bocas - Salitral
- Tres Bocas - Fuel Oil

Las reformas a la Ley de Hidrocarburos, de noviembre de 1993, orientadas a fomentar la inversión privada en el sector petrolero, desde 1994, pusieron en vigencia un nuevo marco legal que regula las actividades de almacenamiento, transporte, comercialización y venta de los derivados de petróleo producidos en el país o importados. Con este objetivo, se conformaron las comercializadoras de derivados de petróleo que, para desarrollar sus actividades, deben suscribir un contrato con PETROCOMERCIAL abastecedora, responsable de entregar los productos bajo las normas de calidad y volumen establecidas en el Instituto de Normalización INEN.

La distribución y venta de derivados al consumidor final, la realizan las comercializadoras bajo su marca y responsabilidad y a través de una moderna red de distribuidores ubicadas a lo largo del territorio nacional.

Para lograr agilidad y dinamismo de la nueva modalidad de comercialización de derivados de petróleo en el país, PETROCOMERCIAL implantó el Sistema de Facturación de Derivados, a través de la banca privada que tiene cobertura nacional y se conecta con el sistema de teleproceso de la filial.

El 29 de enero de 1995, PETROCOMERCIAL obtuvo la calificación de comercializadora independiente.

Funciona con tres estaciones de servicio propias y 51 estaciones de servicio afiliadas, en 16 provincias del país, que mantienen contratos de comercialización y en su mayoría están ubicadas en sitios marginales con una modesta infraestructura, razón por la que no resultan atractivas para las comercializadoras privadas, que prefieren ubicarse en las ciudades de Guayaquil y Quito.

Los productos para el mercado interno se clasifican en derivados básicos o de consumo masivo: Gasolina, diesel, gas licuado de petróleo y residuo; y, derivados especiales o de consumo dirigido: combustibles de aviación, asfaltos, solventes industriales, spray oil y azufre.

Los productos básicos, al igual que los especiales con excepción de la gasolina de aviación, se obtienen de las refinerías nacionales. La producción de gas de uso doméstico, GLP, diesel y naftas no abastecen la demanda nacional y PETROECUADOR tiene que importar más del 60% del volumen para cubrir el déficit.

TERMINALES

Su principal misión es el almacenamiento de un stock suficiente de derivados para satisfacer la demanda de combustible de su zona de influencia y la entrega de los productos a las comercializadoras dentro de los parámetros de Calidad y Cantidad

establecidos por INEN y entes de control, mediante la aplicación de óptimos procesos que integren el cumplimiento de los reglamentos y normas de seguridad industrial y protección ambiental.

Para el presente proyecto se debe prestar especial atención en la NORMA PETROECUADOR SHI-021 que trata de CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DE ÁREAS puesto que su cumplimiento es requisito primordial al trabajar en dependencias de Petroecuador.

NORMA PETROECUADOR SHI-021 CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DE AREAS

Con el propósito de seleccionar y ubicar equipo eléctrico a ser usado en áreas donde pueden existir atmósferas de gases o vapores inflamables, es necesario definir la clasificación de las mismas, basándose en los siguientes criterios:

- a. La naturaleza del producto que escapa a la atmósfera, el cual identifica la CLASE.
- b. La frecuencia y la extensión con las que las mezclas inflamables estarán presentes, las cuales definen la DIVISIÓN.
- c. La facilidad con la cual la mezcla inflamable tiende a incendiarse, la cual define el GRUPO

CLASE

De acuerdo con el Código Nacional Eléctrico Norteamericano (NEC) las áreas peligrosas se consideran divididas en tres clases:

Clase I.- Aquellas áreas donde hay o puede haber gases o vapores en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables.

Clase II.- Áreas en las que están presentes polvos combustibles.

Clase III.- Áreas en las que están presentes fibras o materiales que floten en el aire y que son fácilmente inflamables; pero en las que no es probable que se encuentren en suspensión en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables.

DIVISIÓN

La división indica el nivel de riesgo existente en el área a clasificar. Cuando se evalúa la división, es necesario tomar en cuenta el nivel de ventilación del área bajo estudio. Se contemplan dos tipos de divisiones:

División 1

Se considera como División 1, aquellas áreas donde:

- a. Bajo condiciones normales de operación, o debido a labores frecuentes de reparación o mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables.

- b. Debido a la rotura o funcionamiento anormal del equipo de proceso, puedan liberarse gases o vapores en concentraciones inflamables y simultáneamente pueda ocurrir una falla en el equipo eléctrico.

En general, bajo las condiciones de operación establecidas previamente, tanto el escape continuo como el frecuente, clasifican un área como División 1.

División 2

Se considera como División 2, aquellas áreas donde:

- a. Se manejan, procesan o almacenan productos inflamables pero en la que normalmente no existen concentraciones peligrosas, ya que tales productos se encuentran en recipientes o sistemas cerrados de los cuales solo pueden escapar en caso de rotura o funcionamiento anormal de los equipos de proceso.
- b. Las concentraciones inflamables de gases o vapores son impedidas mediante sistemas de ventilación positiva y por lo tanto, únicamente la falla de dichos sistemas de ventilación pueden dar lugar a la presencia de una atmósfera inflamable.
- c. Contiguas a lugares Clase I, División 1 a las que puedan llegar ocasionalmente concentraciones de gases o vapores, a menos que tal comunicación sea evitada

por sistemas de ventilación adecuados y se hayan previsto dispositivos para evitar la falla de dichos sistemas.

En general, bajo las condiciones de operación establecidas previamente, un escape eventual clasifica un área como División 2.

GRUPO

Las características de explosividad de las mezclas inflamables de gases y vapores, varían dependiendo del tipo de material. Así la Clase I se divide en los Grupos A, B, C y D, dependiendo de la máxima intensidad de explosión y de la mínima temperatura de ignición de la mezcla considerada.

Clasificación por Clase	Grupo de Sustancias
Clase I: donde hay o puede haber gases o vapores en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables.	A: Acetileno. B: Hidrógeno. C: Ethil, Ether y Etileno. D: Acetona, Ammonia, Benceno, Gasolina.
Clase II: son aquellas en las que estas presentes productos como: Polvos orgánicos, carbón o metales flamables.	E: Aluminio, Magnesio. F: Carbón, Coque. G: Harina, Granos, Madera, Plásticos y Químicos.
Clase III: áreas en las que se encuentran presentes Materiales fibrosos flamables.	Fibras naturales o sintéticas.

Clasificación por División
División 1: Áreas donde bajo condiciones normales de operación o debido a labores frecuentes de reparación y mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables.
División 2: Áreas donde se manejan, procesan o almacenan productos inflamables, pero en la que normalmente no existen concentraciones peligrosas.

Tabla 2. 2: Especificaciones de Áreas clasificadas

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DEL TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS AMBATO

TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS AMBATO						
Área de Almacenamiento						
Tanque No.	Producto	Volumen (bls)		Demanda Bls/Día	Días Stock	Tipo de Techo
		Total	Operativo			
TA 09	GAS. SUPER	11.564	10.553			FLOTANTE
SUBTOTAL		11.564	10.553	550	19.1	
TA 01	GAS. EXTRA	27.079	26.340			FLOTANTE
TA 03	GAS. EXTRA	18.207	17.660			FLOTANTE
TA 08	GAS. EXTRA	18.362	17.790			FLOTANTE
SUBTOTAL		63.648	61.790	3.400	18.2	
TA 02	DIESEL 2	14.557	14.152			FIJO
TA 04	DIESEL 2	10.010	9.700			FIJO
TA 06	DIESEL 2	28.098	27.289			FIJO
TA 07	DIESEL 2	10.002	9.645			FIJO
SUBTOTAL		62.667	60.786	3.400	17.8	
CAPACIDAD TOTAL DEL TERMINAL		137.879	133.121			

Tabla 2. 3: Capacidad De Almacenamiento Del Terminal Ambato

PROCEDIMIENTOS DE ALMACENAMIENTO

Los distintos procedimientos que pueden plantearse para un tanque se podrían clasificar más o menos así:

- Medición estática del tanque
- Medición de agua libre
- Medición de temperatura
- **MEDICIÓN ESTÁTICA DEL TANQUE**

Todos los líquidos se expanden al aumentar su temperatura y se contraen si su temperatura disminuye. Este es un aspecto fundamental en la medición de hidrocarburos y líquidos en general.

Los líquidos pueden ser medidos en volumen o peso (masa). En general, el petróleo y sus derivados se venden en unidades de volumen, usualmente Barriles o Metros Cúbicos. Debido a que el volumen varía con la temperatura, es necesario calcular dichos volúmenes a una temperatura estándar (o de referencia), con el fin de mantener la consistencia.

Las temperaturas estándar que se usan en la industria del petróleo son 60°F o 15°C.

MEDICIÓN DE AGUA LIBRE O INTERFACE PRODUCTO-AGUA

Hay químicos que se almacenan bajo agua, donde el agua actúa como membrana protectora. Muchos productos como naftas, JP4, crudo, y otros químicos contienen siempre agua, ya sea de manera libre, o mezclada, y ésta eventualmente sedimenta en los tanques, junto con el agua de lluvia que podría haber ingresado a través de techos flotantes.

Figura 2. 20 Medición de interfaz mediante un Servo

Esta agua debe ser purgada periódicamente para que no reste capacidad de almacenamiento y el nivel de su interfaz con el producto debe ser establecido con la misma exactitud que el nivel final del producto para que el cómputo de

volumen sea exacto y confiable. Como consecuencia la correcta medición de la interfaz con agua es tan importante como la medición de nivel.

La medición del agua puede basarse en una lectura progresiva de la conductividad o en base a la diferencia de densidad entre el producto y el agua o líquido de fondo. La segunda alternativa permite detectar esta interfaz aún si el líquido de fondo no es conductivo.

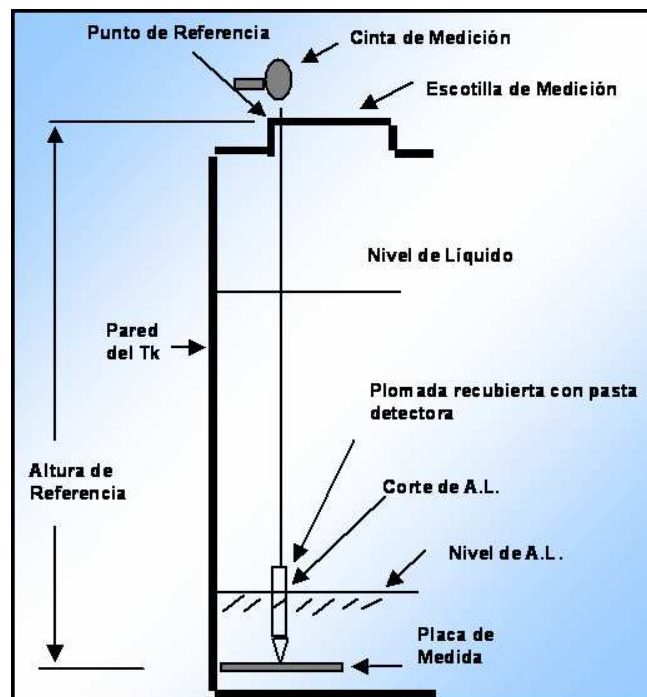


Figura 2. 21: Esquema para medición de agua libre

PROCEDIMIENTO

Aunque es aceptable usar tanto el método de Fondo (del sondaje) ó al Vacío (del ullage) para medir el nivel de agua libre, el procedimiento recomendable para mediciones de agua libre es el de Fondo (sonda o innage).

1. Aplicar una película delgada de pasta detectora sobre la plomada, permitiendo que la escala graduada permanezca libre de pasta.
2. Permitir que la plomada permanezca en la posición de medición por al menos 10 segundos para productos livianos, tales como gasolina y diesel oil; y desde 1 hasta 5 minutos para crudos pesados.
3. La pasta detectora de agua cambia de color (normalmente al rojo) al reaccionar con el agua. De este modo, el nivel de agua libre, o “corte”, queda definido por una línea clara de demarcación entre la porción de pasta que ha cambiado de color y aquella que permanece sin variación.
4. Si se observan manchas o puntos coloreados sobre la línea del corte bien definido, se debe registrar su presencia, indicando entre que niveles están localizadas, pero no deben considerarse como agua libre.
5. Existen distintos fabricantes o marcas de pasta detectora de agua, las cuales poseen algunas características diferentes entre sí. Se recomienda verificar que tipo de pasta trabaja mejor con un determinado producto.
6. Cuando se mide agua libre en productos negros (petróleo crudo, fuel oils), se hace necesario rociar la porción de cinta y plomada que contiene la pasta detectora con un solvente (gasolina, kerosene, por ejemplo), para remover el producto y poder visualizar el corte en la pasta.

7. La medición de agua libre en petróleo crudo y combustibles pesados puede dificultarse debido a que algunos componentes pesados (hidrocarburos parafínicos de alto peso molecular) pueden adherirse a la pasta, formando a su alrededor una capa solidificada que impide el contacto entre el agua y la pasta, lo cual produce mediciones erróneas. La aplicación de una cubierta de un aceite lubricante liviano sobre la zona con pasta, antes de sumergir la cinta en el producto, previene la interferencia de dichos componentes.

8. Algunos Tanques en tierra poseen fondos “cónico descendentes”.

En estas situaciones la presencia de agua libre podría no ser detectada desde la escotilla de medición situada cerca de la pared del tanque y, en tal caso, podría ser necesario medir el nivel de agua libre desde una escotilla situada en el centro del Tanque.

En estas situaciones la Tabla de Calibración del Tanque debería tener una sección especial que indique los volúmenes correspondientes a los niveles medidos desde dicha escotilla central.

- **TEMPERATURA**

La medición de temperatura puntual, promedio y de la fase gaseosa puede ser combinada con todas las técnicas de medición existentes. La importancia de una exacta medición de temperatura para realizar el cálculo del volumen está suficientemente difundida.

Como se mencionó en un punto anterior todos los líquidos se expanden al aumentar su temperatura y se contraen si su temperatura disminuye. Es por

esto que al momento de realizar este tipo de procedimientos en tanques se deben realizar ciertas correcciones apoyadas en las tablas de aforo de la norma API STD. 2500-1002

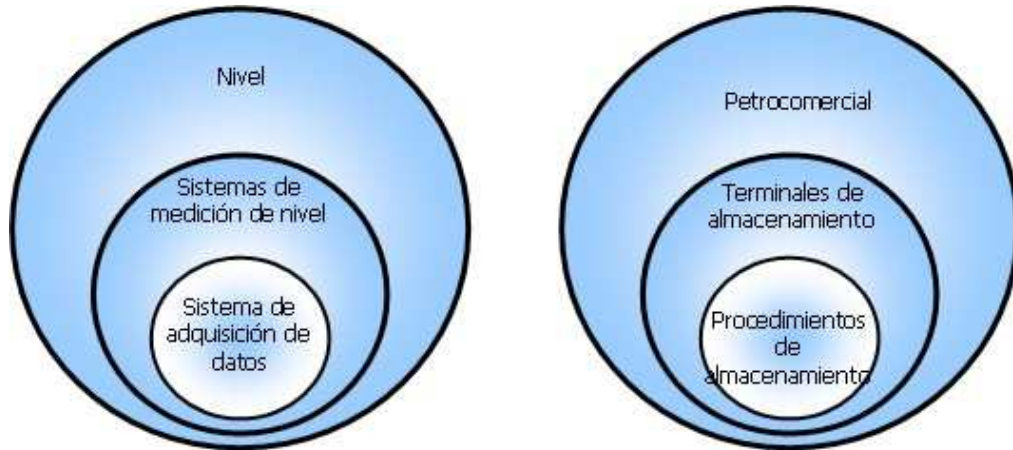


Figura 2. 22: Gráficos de inclusión interrelacionados

2.4 DETERMINACIÓN DE VARIABLES

2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Diseño de un Sistema de Adquisición de Datos

2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible

2.5 HIPÓTESIS

El Diseño de un Sistema de Adquisición de datos mejorará considerablemente los procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

El Sistema de Adquisición de datos estará enfocado en integrar los equipos de medición y plataformas hardware y software de última generación, lo cual permite configurar una arquitectura cliente-servidor con la capacidad de

incorporar las últimas tecnologías para un aprovechamiento en tiempo real de la información adquirida.

El presente proyecto se basa en el *Paradigma Cuantitativo* por lo que esta investigación tendrá un enfoque *Predominante Cualitativo* a razón de que el Sistema de Adquisición de datos para tanques de almacenamiento de combustibles en la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato será normativo, es decir, se constituirá como una norma a seguir en el futuro.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se contextualiza en la modalidad de investigación de campo y bibliográfica, debido a que los hechos serán estudiados en primera instancia en base a normas legales que se encuentran tipificadas en diversos códigos, leyes, reglamentos, etc.

Además se realizarán una serie de actividades investigativas en la empresa “Petrocomercial, Terminales El Beaterio” de la ciudad de Quito y Terminal Ambato, contando así con todos los datos necesarios para la investigación y una vez finalizado comprobar nuestra hipótesis mediante los resultados obtenidos.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación abarcará el nivel exploratorio pues reconocerá las variables que nos competen, el nivel descriptivo permitirá caracterizar la realidad investigada, el nivel correlacional establecerá la relación entre las variables de estudio y finalmente el nivel explicativo detectará las causas de determinados hechos y canalizará la estructuración de la propuesta de solución a la problemática analizada.

Por el enfoque será una investigación cualitativa pues se obtendrá información directa de los investigados en virtud de los cuales será factible desarrollar un análisis crítico de los resultados y proponer alternativas de solución.

3.4 POBLACIÓN O MUESTRA

El presente proyecto contará con el *Universo* denominado “Petrocomercial” Terminal Ambato, así mismo tendrá como *Población* la Unidad de Operaciones y Mantenimiento de la misma, en donde la *Muestra* serán los datos e información recolectados en el Terminal para poder determinar las actividades a realizar como parte del sistema.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas que se emplearán en la presente investigación serán la entrevista y la observación, a través de las cuales se obtendrá la información que se requiere para el trabajo.

La entrevista será empleada para obtener datos significativos referentes a la manera en que se está trabajando en la empresa.

La técnica de observación será de gran valor en la apreciación directa y sin filtros de la realidad, circunstancias que permitirán confrontar los hechos con palabras, elementos medulares para imprimir un sello de transparencia e imparcialidad a la investigación.

Los instrumentos utilizados para poder obtener la información fueron: el cuestionario de entrevista y los registros de observación.

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección eficaz de la información se recurrirá a la experiencia de los empleados en aforo y gestión de tanques además se tendrá en cuenta sus necesidades y expectativas ya que ellos se relacionan diaria y directamente con esa realidad.

3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez que son aplicados los instrumentos y analizada la validez, se procederá a la tabulación de los datos cualitativos y cuantitativos, los cuales se

presentarán gráficamente en términos de porcentajes a fin de facilitar la interpretación.

Se efectuará la estructuración de conclusiones y recomendaciones que organizadas en una propuesta lógica y factible, permitirán participar proactivamente en la solución o minimización de la problemática planteada.

Finalmente, como parte medular de la investigación crítico Propositiva, se estructurará una propuesta pertinente al tema de investigación que permitirá solucionar al problema planteado.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez recolectada la información a partir de la entrevista y la observación, se procedió a analizar la misma y se estableció que el sistema actual de medición de nivel en los tanques de almacenamiento del Terminal Ambato resulta caduco en comparación con los existentes en otros terminales del país, ya que el aforo puede tomar mucho tiempo en situaciones donde el nivel de combustible es muy bajo, no

exista suficiente cantidad de pasta en la cinta de aforo o cualquier otro tipo de problema que obligue a repetir la medición un número mayor de veces de lo que exige la Norma API, además estas mediciones deben ser tomadas varias veces al día lo que implica fatiga al trabajador por el hecho de subir y bajar varios tanques, varias veces en la jornada. Por otro lado pueden existir variaciones en las mediciones dependiendo de la persona que afora por lo que los niveles deben ser tomados exclusivamente por una persona.

Toda esta información provee pautas para buscar una mejor alternativa en lo que a medición de nivel se refiere, en otras palabras Petrocomercial Terminal Ambato requiere de un sistema que permita una ágil recolección de información además de brindar otros beneficios a los procedimientos en tanques de almacenamiento como por ejemplo: presión, temperatura, volumen, interfaz de agua e incluso alarmas de sobrellenado.

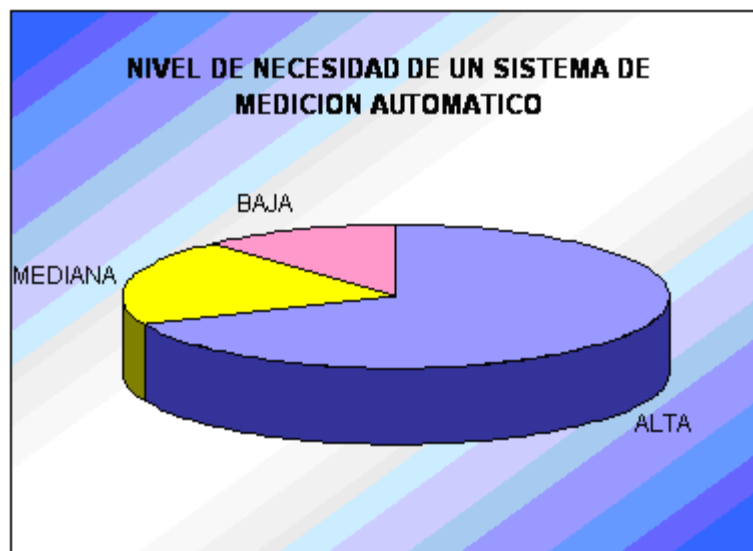


Figura 4. 1: Necesidad de un sistema de medición

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El sistema actual de medición de nivel en tanques de almacenamiento de combustibles resulta caduco y obsoleto para cumplir los objetivos que persigue la empresa.

- En el sistema actual de medición de nivel existen falencias tales como demora considerable en tiempos de aforo en vista que el proceso es enteramente manual, no existen análisis de los datos ni existen registros históricos de los mismos, además de otros factores negativos detallados en el Capítulo IV.
- Las fallas en las mediciones de nivel radican en que este es un proceso tedioso, repetitivo y enteramente manual, también las fallas tienen relación directa con el estado de los equipos para el aforo como es el caso de las pastas, la cinta y contrapeso.
- Petrocomercial Terminal Ambato necesita de un Sistema de Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible lo que representaría una mejora considerable en la actividad productiva de la mencionada empresa.

5.2 RECOMENDACIONES

- El Sistema de adquisición de datos debe desarrollarse de manera que cumpla con todos los requisitos de seguridad para áreas clasificadas como son las existentes en el Terminal Ambato.
- Realizar un análisis de alternativas en lo que a Sistema de Medición de nivel se refiere, así como distribuidores de hardware y software.

CAPITULO VI

PROPUESTA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA
PROCEDIMIENTOS DE ALMACENAMIENTO EN TANQUES DE
COMBUSTIBLE EN LA EMPRESA PETROCOMERCIAL TERMINAL
AMBATO**

6.1 DATOS INFORMATIVOS

- o **EMPRESA:** Petroecuador
- o **FILIAL:** Petrocomercial
- o **TERMINAL :** Ambato
- o **AREA DE EJECUCIÓN:** Mantenimiento de Terminales y Depósitos

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La continua inversión realizada en investigación y desarrollo, permite la introducción de nuevos productos con diseño de futuro y su integración inmediata en los nuevos sistemas de automatización actuales.

Hoy en día existe un amplio abanico de diseños y conexiones de procesos, acompañados por interfaces de aplicación específica, por lo que Petrocomercial se ha visto en la gran labor de iniciar un Sistema completo de Automatización de Terminales, en el caso específico del Terminal de Productos Limpios Ambato este proceso se iniciará con un Sistema de Adquisición de Datos.

En la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato existe la necesidad de implementar un Sistema de Medición que permita obtener datos de nivel, temperatura promedio, volumen, densidad, etc. De manera que estén a la disposición del usuario en el momento que lo necesite para realizar cualquier tipo de procedimientos en tanques de almacenamiento de combustibles.

6.3 JUSTIFICACIÓN

Con el aumento del valor de los combustibles, en el último tiempo, ha tomado especial importancia la medición con alta precisión del stock de estos productos. En general el volumen almacenado en tanques de combustible es obtenido indirectamente por medio de la medición de nivel. Por lo tanto, debido al gran diámetro de estos estanques un error de algunos milímetros implica errores del orden de los miles de galones.

Principales ventajas de los equipos intrínsecamente seguros en zonas clasificadas:

- Se pueden utilizar gabinetes tradicionales para los equipos sin requerir de Certificaciones a prueba de explosión.
- Los técnicos pueden abrir, reparar, configurar o comprobar el estado del instrumento sin desconectar la energía. además la corriente es limitada por una barrera intrínseca. Esto implica mayor seguridad al personal que opera sobre el tanque.
- Todo el cableado desde la barrera intrínseca hasta el radar puede ser instalado en bandejas o escalerillas lo cual implica ahorros importantes.
- La barrera puede ser instalada fuera del área clasificada en un gabinete tradicional.

6.4 OBJETIVOS

General

- Diseñar un Sistema de Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato

Específicos

- Determinar el Sistema de Medición a utilizar.
- Seleccionar hardware y software adecuado para el sistema.
- Especificar las instalaciones eléctricas y mecánicas de los equipos a utilizar.
- Detallar los diferentes módulos de soportería y accesorios a utilizar.
- Desarrollar el software con el cual se presentarán los datos.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

➤ Factibilidad Económica

El proyecto es factible económicamente ya que:

- o Se justifica la inversión puesto que se verán resultados a corto plazo.

➤ **Factibilidad Técnica**

El proyecto es factible en el área técnica por los siguientes motivos:

- o Presentará una mejora notable con relación al sistema actual
- o Existirá una disponibilidad de tecnología que satisfaga las necesidades de la empresa
- o Mayor calidad en relación actividades productivas de la empresa

➤ **Factibilidad Operacional**

- o Mejorará considerablemente las operaciones porque los procesos ya no serán manuales
- o Reducirá notablemente el tiempo empleado en cada aforo

6.6 FUNDAMENTACIÓN

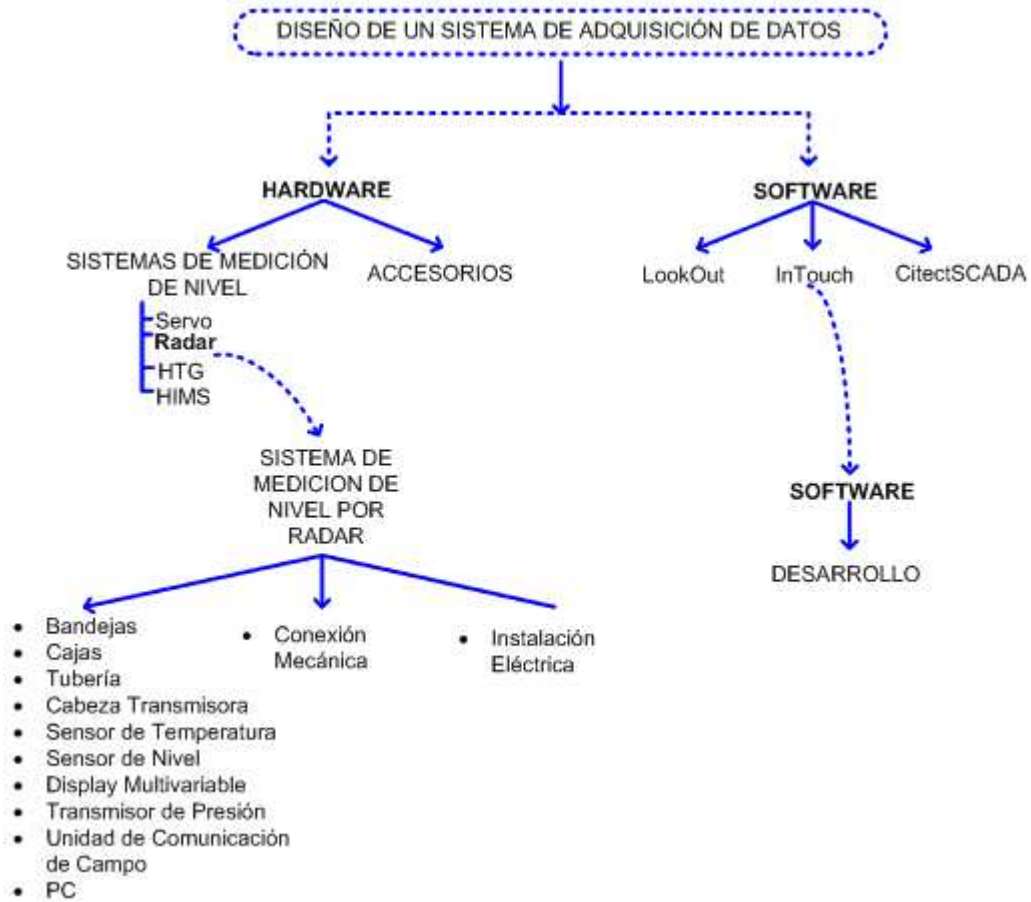
La presente investigación se fundamentará en el Compendio de normas de seguridad e higiene industrial de Petrocomercial así como de normas que servirán como guía y referencia para el desarrollo de la misma como son: las normas del International Electrothechnical Comision (IEC), American Petroleum Institute (API), National Electrical Code (NEC), Instrumentation Symbols and Identification (ANSI / ISA)

6.7 METODOLOGÍA

La metodología de la presente investigación se basará en la Investigación Cuantitativa ya que esta va acorde con las necesidades del proyecto, ya que la investigación cuantitativa recoge información empírica objetiva y que por su naturaleza siempre arroja números como resultado. Además la investigación cuantitativa se caracteriza porque su diseño incluye la formulación de hipótesis que se traducen en variables, las que a su vez se traducen en indicadores cuantificables.

6.8 MODELO OPERATIVO

En primer lugar se procederá a dividir el proyecto en dos partes HARDWARE y SOFTWARE, a partir de aquí en la sección de HARDWARE se deberá seleccionar un sistema de medición de nivel adecuado para los distintos procedimientos que se realizan en tanques, una vez seleccionado el sistema de medición se deberán determinar todos los equipos y accesorios necesarios, así como procedimientos de instalación mecánica y eléctrica de los mismos. En lo que a SOFTWARE se refiere se deberá elegir al más adecuado para desarrollar la aplicación para la visualización de la información.



6.9 ADMINISTRACIÓN

El área encargada de administrar el proyecto es la Jefatura de Mantenimiento de Terminales y Depósitos, la misma que designará un representante para su debido manejo. El encargado del proyecto deberá revisar el funcionamiento del proyecto en forma permanente y determinar el estado actual del mismo.

Se hace indispensable el uso de la gerencia preactiva, de tal manera que se especifiquen las actividades a cumplirse en un futuro cercano y, con base en estas actividades y su impacto dentro de los cronogramas y los objetivos del proyecto, hacer los ajustes para que los objetivos principales se cumplan.

El riesgo es una condición futura que existe fuera del control del grupo del proyecto, y que puede tener un impacto negativo sobre el resultado del proyecto si se llega a dar la condición.

6.10 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

La evaluación se realizará en primer lugar a través de la conversión de los objetivos propuestos en indicadores precisos, es decir, en metas más específicas y cuantificables en función de la puesta en marcha del mismo y que tendrán que ajustarse a las condiciones finales de puesta en funcionamiento.

Se propone que las acciones propuestas sean evaluadas a través de la valoración de los propios beneficiarios, que podrán rellenar cuestionarios al uso que les preguntarán sobre la oportunidad, organización e interés de las mismas, sobre la calidad de las acciones y de la metodología empleada.

También el equipo técnico responsable puede mantener reuniones periódicas que evalúen la marcha general, así como la adecuación de las propuestas, la organización, materiales, instalaciones etc.

CAPITULO VII

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1 HARDWARE

La selección correcta del hardware es un factor sumamente importante en este tipo de proyectos, en este caso se deben seleccionar:

- Sistema de medición de nivel
- Accesorios

7.1.1 SISTEMAS DE MEDICIÓN DE NIVEL

Como se detalló en el Capítulo II, además de las diferentes variables requeridas para la medición de nivel, tales como masa, volumen, densidad, alarmas, etc., existen otra serie de parámetros que deben ser tenidos en cuenta para la selección del medidor adecuado. Las variaciones en las condiciones de proceso así como las condiciones ambientales, han dado lugar a la aparición de múltiples tecnologías para la medición de nivel.

El éxito en la medición de nivel, en la mayoría de los casos reside en la elección de la tecnología más adecuada para la aplicación. Cada tecnología tiene características y prestaciones que deben ser tenidas en cuenta antes de realizar la selección.

Matriz de Incertidumbre

La matriz de incertidumbre detallada a continuación compara las ventajas de cada tecnología. Puede ser llenada, una para cada tanque, con valores absolutos o porcentajes.

<p>Para Movimientos y Operaciones Se busca bajo costo, mínimo mantenimiento</p>	Cualquier técnica puede ser apta
<p>Para Control de Inventario Medición por volumen o masa</p>	Servo, Radar
<p>Para Custody Transfer Exactitud en nivel y temperatura, facturación por volumen y masa</p>	Servo, Radar, HIMS
<p>Para Medición de Perdidas y Filtraciones, Conciliación Muy alta exactitud, tanto en volumen como en masa</p>	HIMS

INCERTIDUMBRES				
	SERVO	RADAR	HTG	HIMS
Nivel	+/- 1 mm	+/- 1 mm	+/- 10/100+ mm	+/- 1 mm
Volumen - GSV*				
Inventario	0,06%	0,05%	0,43%	0,06%
*GSV Gross Standard Volume				

Todos los Tanques no son iguales, si bien los sistemas híbridos, al combinar masa y volumen mejoran la confiabilidad y reducen las incertidumbres del balance general, en algunos casos pueden resultar innecesariamente exactos, e innecesario su mayor costo, por lo que quedan descartados

Cualquiera que sea la tecnología elegida para un tanque, ella necesitará ser compatible con los requerimientos de los demás tanques. De esta manera el Sistema de medición óptimo para procedimientos en tanques es el *Sistema de*

medición por Radar ya que brinda mayores prestaciones con relación a Servos ya que no son aptos para productos que contaminan el cable de medición, el tambor de medición, o el desplazador, es decir las mediciones pueden verse afectadas, y el Sistema HTG tiene como seria desventaja la necesidad de mantenimiento constante.

El Sistema de Medición por radar va a ser utilizado únicamente para sensor nivel, temperatura, presión e interfaz de agua

Radares

En cuestión radares las marcas más utilizadas en la industria ecuatoriana y en especial en PETROECUADOR y sus filiales son:

- Enraf
- Saab RoseMount

ENRAF

El Entis XL es un Sistema de Medición Inteligente para Manejo e Inventario de Parques de Tanques donde no se necesite certificación Custody Transfer. Se utiliza para Control, Comando en Plantas de Almacenamiento y Despacho de Hidrocarburos, Gases y Químicos donde no haya uniformidad de protocolos de transmisión desde el campo.

Los Medidores Smart Radar de Enraf brindan esta exactitud también en tanques que contienen Combustibles muy Pesados o Bitúmenes que se adherirían a los cables y desplazadores de los Servos.

Este Sistema es tan flexible y económico que puede utilizarse tanto en pequeños como en grandes parques de tanques con diferentes protocolos de interfaz con el campo.

De acuerdo a las necesidades, pueden colocarse hasta 15 estaciones adicionales que permiten compartir la información, en todo o en parte, con diversos grados de protección por password. Todos los medidores de nivel de Enraf son compatibles con este sistema, incluyendo los medidores Servo-Operados 854, los Radares 873 y 973, los Indicadores a pie de tanque que soportan Trasmisores de Presión para HTG o HIMS, así como instrumentos con protocolos de comunicación RS-232, RS-485, RS-422, FIU (Saab), WM500 y WM550 (Whessoe), 4000 y 2900I (Motherwell), Varec Mark Space y L&J.

SAAB ROSEMOUNT

El Sistema TankRadarREX de SAAB es un sistema de vigilancia y control para la medición del nivel de tanques. El sistema puede interconectar diversos sensores, como sensores de temperatura y presión, para un control de inventario completo.

El sistema incluye una inteligencia distribuida en las distintas unidades del sistema. Las unidades recogen y procesan información continuamente. Cuando se

recibe una solicitud de información, se envía una respuesta inmediata con la información actualizada. Las unidades se comunican entre sí a través de un field bus, el Bus TRL/2.

No hay ninguna parte del equipo en contacto real con el producto del tanque, y la antena es la única parte del medidor expuesta a la atmósfera del tanque. El Radar Medidor de Tanque envía microondas hacia la superficie del producto del tanque. TankRadar REX puede medir el nivel en todo tipo de tanque con casi cualquier producto, incluido bitumen, petróleo crudo, productos refinados, productos químicos agresivos, GLP y GNL, etc. Utilizando una Unidad de Conexión del Tanque adecuada.

7.1.2 SELECCIÓN DE HARDWARE

De las dos alternativas antes mencionadas se ha seleccionado los Radares Saab que aunque resultan más costosos que Enraf su calidad es mucho mejor, además de ser homologados por la ISO 14000, son útiles para cualquier tipo de procedimiento en tanques lo que no se puede realizar con Enraf ya que sirven únicamente para referencia y no para auditorias de producto, presentando fallas en condiciones de sobrevoltajes y falsas mediciones.

7.2 SOFTWARE

En lo que ha software se refiere existen varios sistemas compatibles con OPC entre los cuales los más recomendados en nuestro medio son:

- LookOut de Nacional Instruments
- InTouch® de Wonderware
- CitectSCADA de Citect

LookOut de Nacional Instruments

Lookout de National Instruments es una interfaz humano-máquina (HMI) habilitada por Web, fácil de usar, y un sistema de software de control supervisor y de adquisición de datos para aplicaciones exigentes de manufactura y de control de procesos. Con Lookout, desarrollar su aplicación HMI/SCADA toma menos tiempo, obteniendo en general considerables ahorros.

Entre sus principales características constan:

- Alarmas distribuidas y registro de datos
- Fácil comunicación en red
- Conectividad de base datos
- Procesamiento guiado por evento
- Control Web y monitoreo

InTouch® de Wonderware

Proporciona visualización para el sistema de información de producción centrado en la planta, dónde la información se comparte entre las diferentes plantas y está totalmente integrada con una variedad de informaciones que permiten optimizar las tareas de los operadores.

En un informe sobre la cuotas de mercado en la industria del software, la consultora Automation Research Corporation (ARC) concluyó que el software HMI de Wonderware InTouch® continua liderando el mercado, ya que ha vendido más de 250.000 licencias de InTouch® en todo el mundo, consiguiendo extraordinarios resultados en una gran diversidad de mercados verticales, incluyendo alimentación, semiconductores, petróleo y gas, automoción, química, farmacéutica, pulpa y papel, transporte, servicios públicos y otros.

InTouch® de Wonderware permite desarrollar de forma fácil, permitiendo a los usuarios crear complejas y poderosas interfaces para los operadores, de forma rápida y sencilla.

CitectSCADA de Citect

CitectSCADA asegura la monitorización y el control centralizados de lugares de producción o transporte remotos, permitiendo a los usuarios reducir los costes optimizando las operaciones de proceso.

CitectSCADA es uno de los principales paquetes de software de automatización del mundo. CitectSCADA permite a los usuarios incrementar la tasa de retorno de

sus inversiones (ROI) gracias a un sistema de monitorización y control altamente escalable y extraordinariamente fiable, que permite reducir los costes de operación y mejorar la productividad y la calidad del producto. Las herramientas de configuración son fáciles de usar y las potentes prestaciones que incorpora CitectSCADA permiten a los usuarios e integradores de sistemas desarrollar y poner en servicio rápidamente sistemas de cualquier tamaño, para cualquier tipo de industria. CitectSCADA dispone de más de 100 drivers de conectividad y de un sistema de desarrollo gratuito.

7.2.1 SELECCIÓN DE SOFTWARE

De todas estas alternativas se ha escogido InTouch® de Wonderware debido a que es un sistema sumamente fácil de manejar, otras terminales de Petrocomercial la utilizan y por tanto se conoce la forma de trabajar con él y se cuenta con las licencias necesarias, lo se que constituiría en un ahorro para la empresa, lo que no se daría con LookOut por ser costoso. En el caso de CitectSCADA su principal inconveniente es que es un software relativamente nuevo y en el mercado ecuatoriano no hay empresas que hayan terminado de realizar un proceso de automatización con Citect.

CAPITULO VIII

HARDWARE

8.1 DESCRIPCION

Situada al exterior del cuarto de control se encuentra una caja de conexiones a partir de la cual se derivan bandejas portacables, las mismas que servirán de soporte para el cableado de fuerza a través de todos los diques para llegar finalmente a la acometida de cada radar; así mismo de la caja mencionada se deriva una tubería compuesta por ductos Conduit EMT de 1pda. además de cajas a prueba de explosión, toda esta tubería servirá para transportar los cables de comunicación hacia los distintos radares; de la misma manera existirá tramos de tubería display –radar y trasmisor de presión-radar que tendrán la misma función. Por lo que todos equipos y accesorios que serán necesarios para el proyecto serán los siguientes:

- Bandejas Portacables
- Cajas Explosion Proof
- Tubería
- Radar
- Sensor de temperatura
- Sensor de nivel
- Display de campo

- Transmisor de presión
- Unidad de comunicación de campo
- PC

8.1.1 BANDEJAS PORTACABLES

Las Bandejas Portacables son un sistema de apoyo rígido continuo diseñado para el soporte y distribución de cables eléctricos, para cableado estructurado, redes de computación, telefonía, etc.

Pueden soportar líneas de potencia de alta tensión, cables de distribución de potencia de baja tensión, cables de control y distintos tipos de cables para telecomunicaciones. Al momento de diseñar y planificar un sistema de canalización mediante Bandejas Portacables, debemos considerar dos tipos: Tipo escalerilla y tipo ducto.

Entre las bandejas tipo escalerilla se diferencian:

- Bandejas de escalerilla de tramo recto
- Curvas horizontales de 90°, 60°, 45° y 30°
- Curvas verticales exteriores de 90°, 60°, 45° y 30°
- Curvas verticales interiores de 90°, 60°, 45° y 30°
- Reducciones simétricas
- Te horizontales, entre otras



Tramo recto



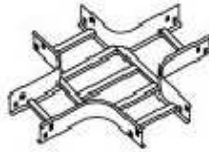
Curva 45°



Curva 90°



Unión TE 90°



Cruz 90°



Curva Vertical articulada



Reducciones



Figura 8. 1: Ejemplos de Bandejas Portacables

MATERIAL Y RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL

Como primer paso se debe seleccionar el material de la bandeja, considerando el medio ambiente donde va a estar instalado el Sistema, se pueden aplicar los siguientes criterios para una selección rápida:

MATERIAL/RECUBRIMIENTO	RECOMENDADO	NO RECOMENDADO	TIPO	APLICACIONES
ACERO PREGALVANIZADO	Interiores, exteriores secos, ambientes no corrosivos	Exteriores, interiores húmedos, corrosivos o con vapor	ESCALERILLA	Edificios, plantas industriales
			DUCTO CON TAPA	Sitios con salpique de agua, interferencia electromagnética, contaminación ambiental. Impide manipulación no autorizada.
ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE	Exteriores, interiores levemente corrosivos o con vapor de agua	Medio ambientes salinos o altamente corrosivos	ESCALERILLA	Plantas industriales, acometidas exteriores, plantas de tratamiento, líneas eléctricas dentro de trincheras, área de calderos y equipos.
			DUCTO CON TAPA	Sitios con salpique de agua, interferencia electromagnética, contaminación ambiental. Impide manipulación no autorizada.
ACERO CON RECUBRIMIENTO DE PINTURA ELECTROSTATICA AL HORNO	Interiores, exteriores secos, ambientes no corrosivos	Exteriores, interiores húmedos, corrosivos o con vapor	ESCALERILLA	Instalaciones a la vista, códigos de colores para fácil identificación de sistemas.
			DUCTO CON TAPA	Sitios con salpique de agua, interferencia electromagnética, contaminación ambiental. Impide manipulación no autorizada.
ACERO INOXIDABLE	Exteriores, interiores húmedos, altamente corrosivos o con vapor (*)		ESCALERILLA	Plantas procesadoras de alimentos, hospitales, instalaciones a la vista.
			DUCTO CON TAPA	Sitios con salpique de agua, interferencia electromagnética, contaminación ambiental. Impide manipulación no autorizada.
ALUMINIO	Exteriores, interiores. Medio ambientes húmedos, corrosivos o con vapor (*)		ESCALERILLA	Instalaciones petroleras, telecomunicaciones, telefonía, instalaciones a la vista.
			DUCTO VENTILADO	Acometida final a equipos.

Tabla 8. 1: Materiales de Bandejas Portacables

(*) Para el caso de medio ambientes mediana o altamente corrosivos es necesario verificar la compatibilidad de materiales con los elementos químicos presentes en el ambiente, de esta manera, se optimiza la vida útil de la bandeja portacable y el sistema de soportería escogidos.

Para el presente proyecto se han seleccionado bandejas portacables tipo escalerilla y tipo ducto de aluminio porque su costo es económico en relación con bandejas de acero, además esta diseñado para soportar ciertas condiciones climáticas de la ciudad y para soportar el peso del cable armado para conexionado de fuerza de acuerdo con la capacidad de carga, como se especifica en los datos técnicos de las bandejas portacables.

Los elementos a utilizar para la sujeción y soporte de las Bandejas Portacables son muy variados y dependen de las características del ambiente donde van a ser instaladas. Los accesorios de soportería usuales son las ménsulas.

En todos los casos se recomienda la instalación de los soportes siguiendo las recomendaciones de la NORMA NEMA VE2, todos a su vez cuentan con una amplia gama de accesorios como pernos de carraje, pernos hexagonales, sujetadores de bandejas, canales estructurales, bases para canales, sujetadores de tuerca y mordaza, etc.

Para el soporte del cable armado se ha seleccionado a las Bandejas Portacables de aluminio, soportería y accesorios de Metaelectro. Para conocer datos técnicos acerca de los mismos se puede recurrir al ANEXO 1.

8.1.2 TUBERIA

La tubería utilizada es de tipo EMT conduit Rigid de acero galvanizado está diseñado para proteger cables eléctricos en instalaciones industriales, en áreas clasificadas de alto riesgo de explosión como las de la clase 1, división 1 y 2 y en zonas de ambiente corrosivo. Sus paredes lisas y libres de rebabas permiten un alambrado rápido y eficiente, sin peligro para el forro de los cables. Para la instalación del cable de comunicación se ha utilizado el tipo de conducto CONDUIT de 1pda. y $\frac{3}{4}$ pda.

8.1.3 CAJAS A PRUEBA DE EXPLOSION

Estas cajas están diseñadas para cumplir con los requerimientos de seguridad conteniendo, controlando, enfriando y ventilando cualquier posible explosión. Las mismas son típicamente utilizadas en luminarias, motores y equipos de desconexión, son buenas para disipar calor, pero son grandes, pesadas y costosas. Entre las utilizadas en el proyecto tenemos:

- Cajas en T 1"
- Cajas GUB
- Cajas GUP
- Cajas L 1"
- Codos LBY 1"

El proveedor elegido fue Crouse Hinds ya que Petrocomercial tiene un historial de trabajo con esta empresa en virtud de que sus productos son de excelente calidad. Datos técnicos de estas Cajas Explosion Proof se encuentran en el ANEXO 2.

Además existe una serie de accesorios que resultan sumamente útiles para trabajar en áreas a prueba de explosión.

1. Universales 1"
2. Reducciones 1" a 3/4"
3. Reducciones 3/4" a 1/2"
4. Reducciones 1" a 1/2"
5. Sellos 1"
6. Conectores Liquidtight 1"
7. Conectores Liquidtight 3/4"
8. Conectores Liquidtight 1/2"
9. Manguera Flexible 1"
10. Manguera Flexible 3/4"
11. Manguera Flexible 1/2"
12. Uniones 1", entre otros

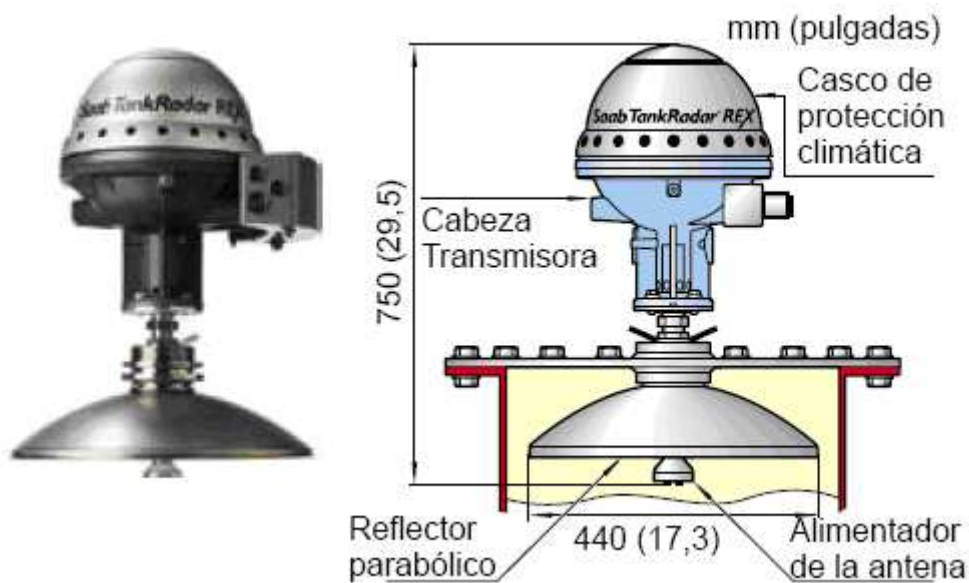
En el presente proyecto se utilizarán bandejas, ductos portacables, soportería en función de la arquitectura de los diques y tanques según como se indica en los PLANOS A, B, C, D y F además se necesitara de tubería EMT y cajas Explosion Proof, todos estos materiales se detallan en el ANEXO 3.

8.2 INSTALACIÓN MECÁNICA DE LOS MEDIDORES

Para conseguir una medición precisa y sin problemas, es muy importante instalar correctamente el Radar Medidor así como los demás dispositivos en el campo tal como lo muestra Diagrama P&ID para tanques de Techo Fijo en el PLANO G.

Medidor de Antena Parabólica RTG 3930

El medidor RTG 3930 está diseñado para su montaje en tanques con techo fijo. El medidor mide el nivel de diversos productos: desde productos limpios hasta otros más difíciles, como bitumen/asfalto. El diseño de la antena parabólica ofrece la máxima tolerancia para productos viscosos y condensados.



Como lo detalla el ANEXO 4 acerca del RTG 3930, el amplio diámetro de la antena proporciona una elevada ganancia de antena y una elevada relación señal- ruido. El Medidor de Antena Parabólica se puede instalar en la tapa de las bocas de acceso ya existentes.

El reflector parabólico estándar tiene un diámetro de 440 mm. (17") y cabe en una boca de acceso de 50 cm. (20"). Para facilitar el acceso en aplicaciones muy sucias, el medidor se puede instalar en la tapa de una boca de acceso con bisagras.

El medidor de antena parabólica también puede utilizarse en tanques con techo flotante. En ese caso, el RTG se instala en la parte superior del tanque y mide la distancia hasta una chapa de referencia situada en el techo flotante. La instalación se suele efectuar sin interrumpir el funcionamiento del tanque.

Instalación del Medidor de Antena Parabólica

Inclinación

La inclinación del medidor no debe superar $1,5^\circ$ hacia el centro del tanque. Para productos con alta condensación, tales como aplicaciones de bitumen/asfalto, el haz del radar debe dirigirse verticalmente sin ninguna inclinación.

El RTG 3930 se instala sobre la tobera del tanque mediante la Bola de la Brida. La Bola de la Brida ha sido diseñada para facilitar el ajuste de la inclinación del transmisor dentro de los límites especificados. Existen dos versiones de la Bola de la Brida: T30 y T38-W. El modelo T 38-W va soldado a la brida. El modelo T 30 va unido a la brida por medio de una tuerca. La Bola de la Brida debe instalarse en la brida del tanque antes de instalar el medidor en la tobera del tanque.

Inclinación - Bola de la Brida modelo T30

En la Bola de la Brida del modelo T30, la brida se puede inclinar un máximo de $4,5^\circ$ hacia el lado contrario a la pared del tanque y un máximo de 2° hacia la pared del tanque. Además, debe estar horizontal con una desviación inferior a $\pm 3^\circ$ a lo largo de la pared del tanque, véase la Figura 8.2, 8.3 y la 8.4.

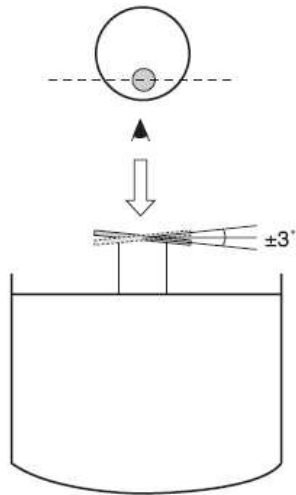


Figura 8. 2: *Inclinación máxima de la brida a lo largo de la pared del tanque.*

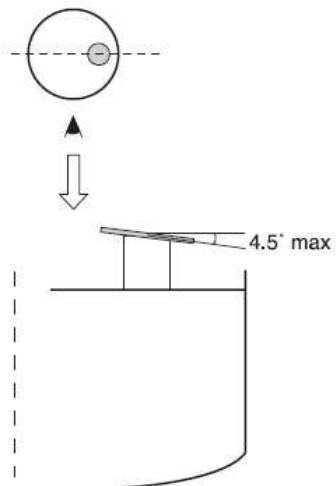


Figura 8. 3: *Inclinación máxima de la brida hacia el centro del tanque.*

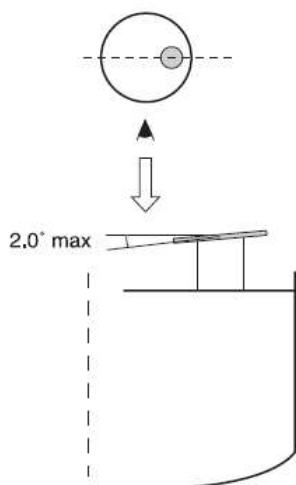


Figura 8. 4: *Inclinación máxima de la brida hacia la pared del tanque*

Requisitos de espacio libre

El haz del radar del Medidor de Antena Parabólica tiene un ancho de 10° . Generalmente no se acepta la presencia de obstáculos (barras de la estructura, tubos mayores de $\varnothing 2"$, etc.) dentro del haz del radar, ya que pueden producir ecos perturbadores. No obstante, en la mayoría de los casos, una pared del tanque lisa o las bobinas térmicas no tendrán una gran influencia en el haz del radar.

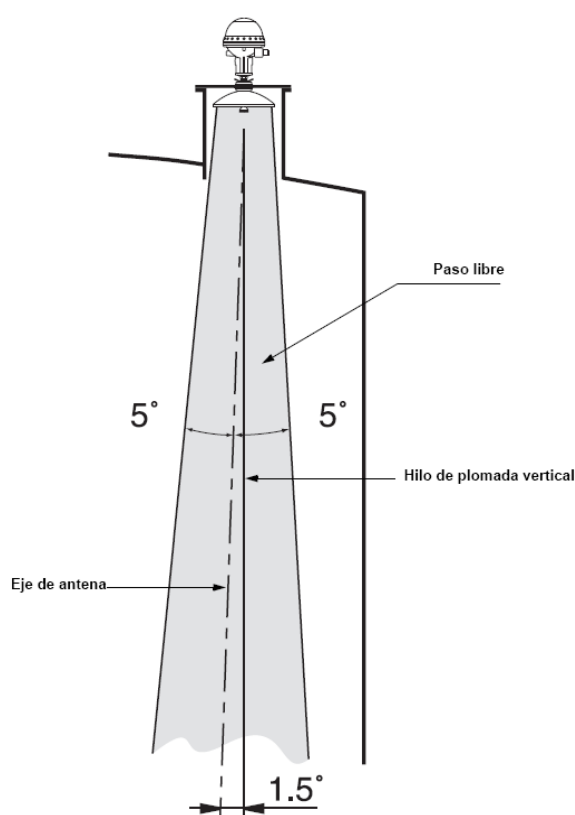


Figura 8. 5: Requisitos de espacio libre.

Requisitos de la tubuladura

Cuando se utiliza una tubuladura de $\varnothing 20"$, la altura de la tubuladura no debe ser superior a 0,5 m. Las tubuladuras de mayor diámetro pueden ser más altas. En este

caso debe existir un paso libre para el haz del radar dentro de un ángulo de 5° desde el borde del Reflector Parabólico hasta el extremo inferior de la tubuladura.

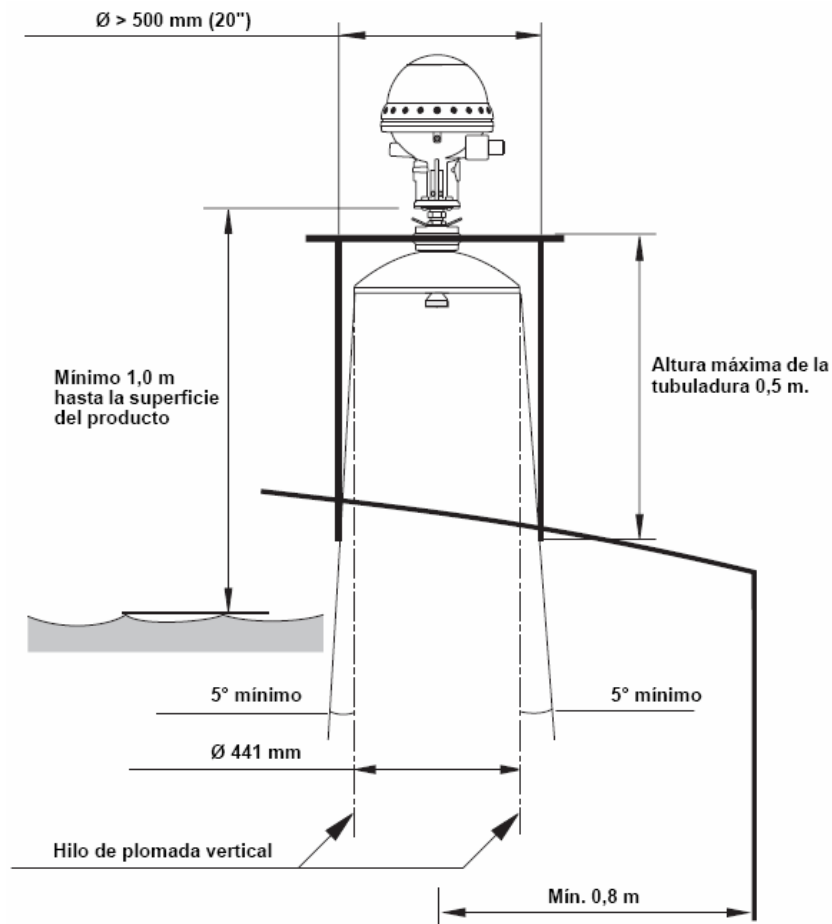
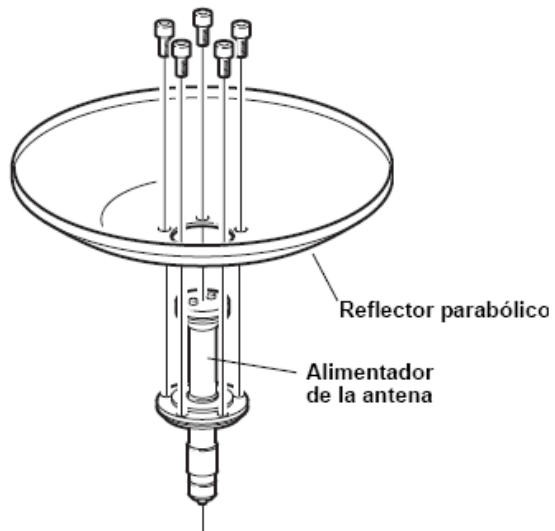


Figura 8. 7: Requisitos de la tubuladura.

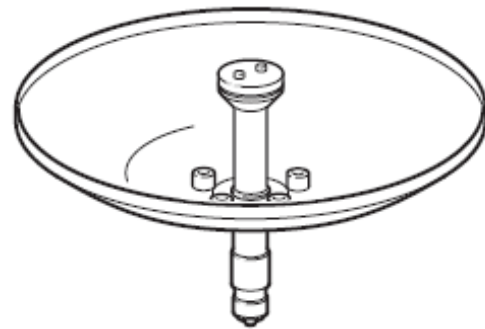
Instalación recomendada

La distancia desde la pared del tanque hasta el eje de antena debe ser como mínimo de 0,8 m. La distancia desde la brida hasta la superficie del producto no debe ser inferior a 1,0 m. En caso de niveles del producto situados a menos de 1,0 m de la brida, no se podrá garantizar la máxima precisión.

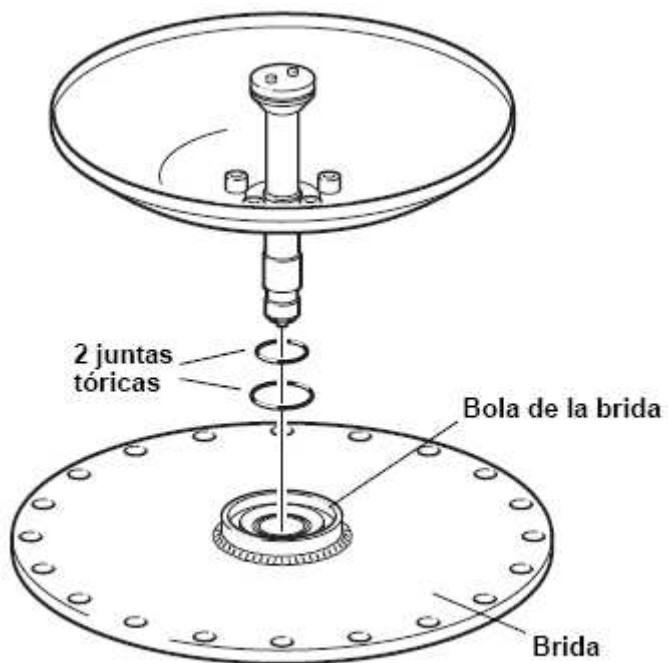
Instalación de la antena



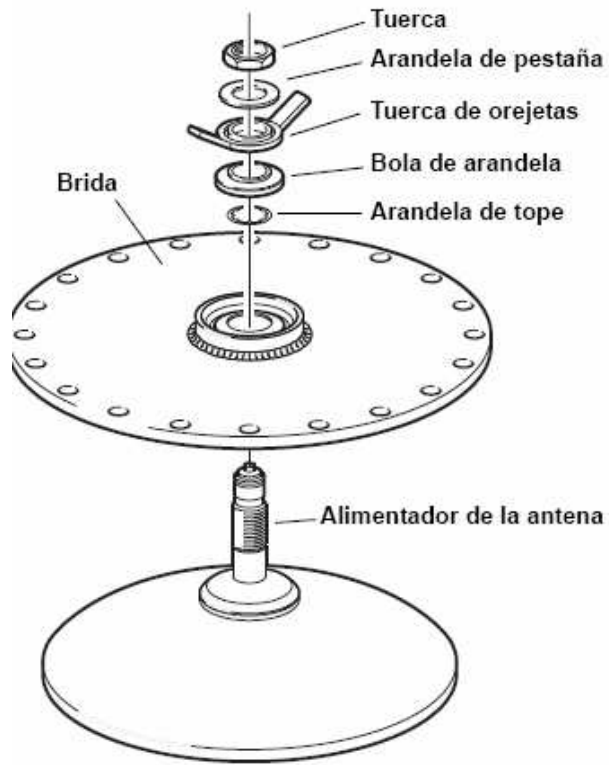
1. Encaje el Reflector Parabólico sobre el Alimentador de la Antena e instale los cinco tornillos M5.



2. Apriete los tornillos.

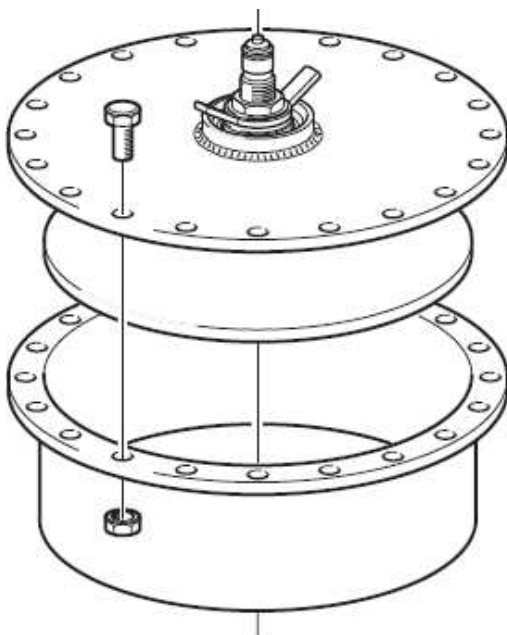
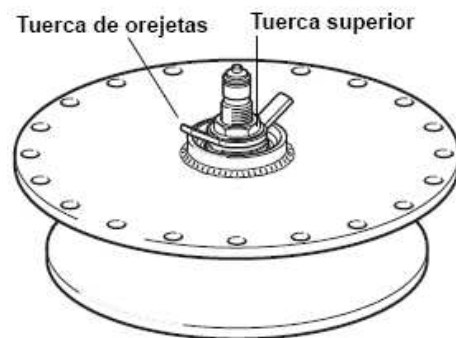


3. Coloque las dos juntas tóricas en las ranuras de la superficie superior de la Bola de la Brida.

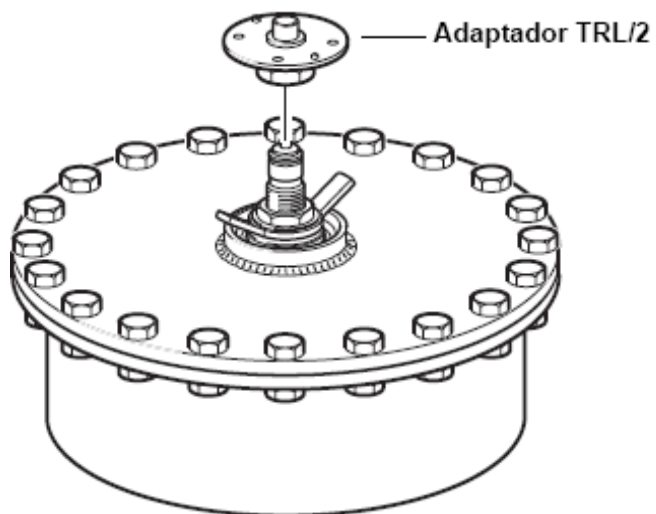


4. Dé la vuelta a la brida e introduzca el alimentador de la antena en el orificio de la brida. Instale las arandelas y las tuercas.

5. Instale la tuerca de orejetas y la tuerca superior sin apretarlas demasiado.

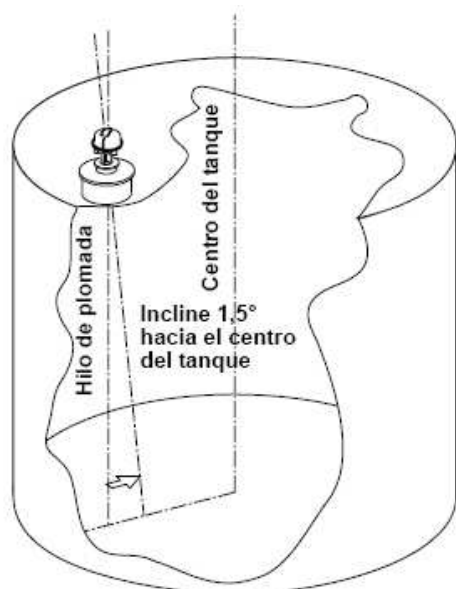
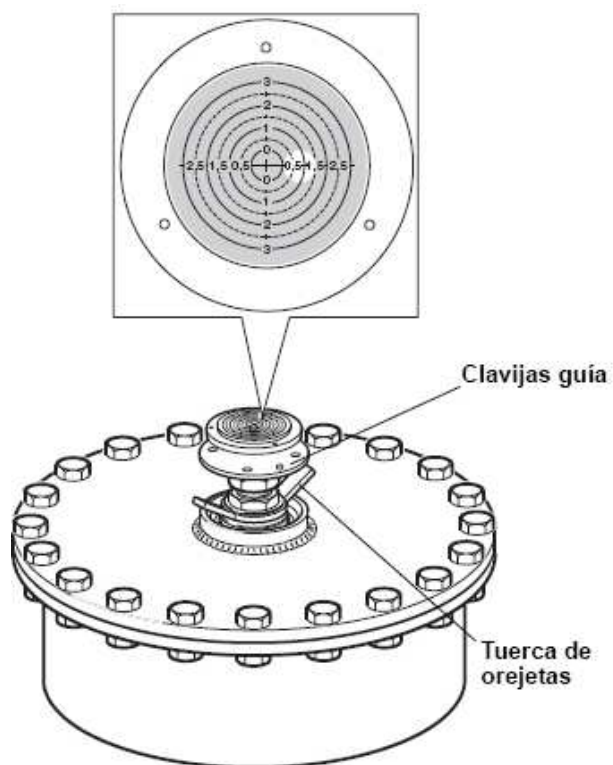


6. Coloque el conjunto de antena y brida sobre la tobera del tanque y apriete los tornillos de la brida.

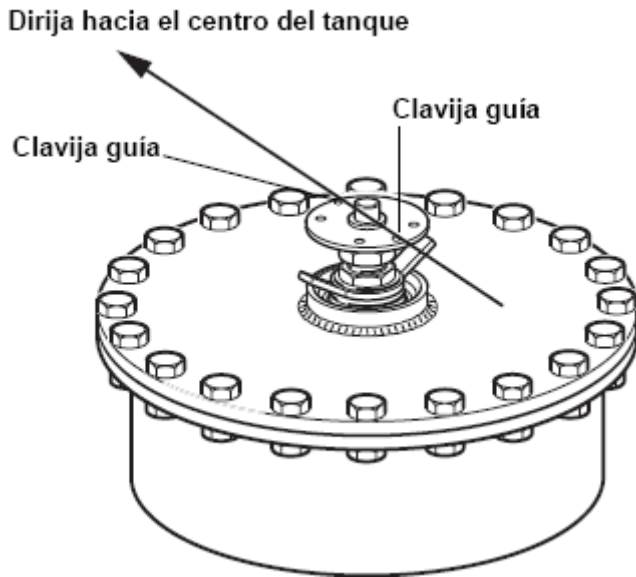


7. Coloque el adaptador TRL/2 sobre el alimentador de la antena.

8. Coloque el nivel sobre el adaptador TRL/2 y ajuste la antena a una inclinación de 1,5° hacia el centro del tanque.

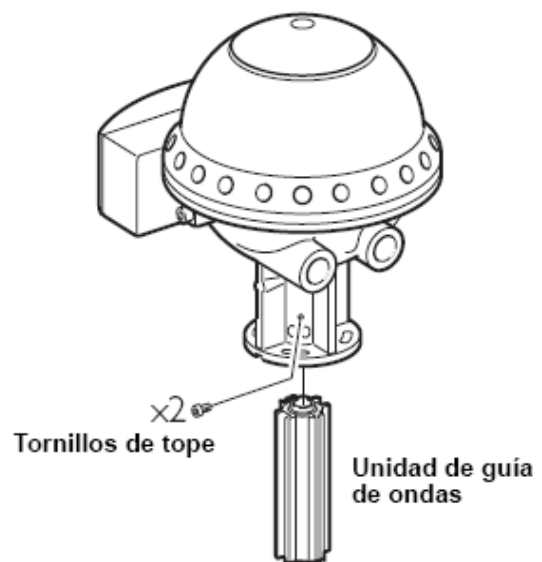


Asegúrese de que la burbuja de aire toque la marca de 1,5°, pero sin superarla.

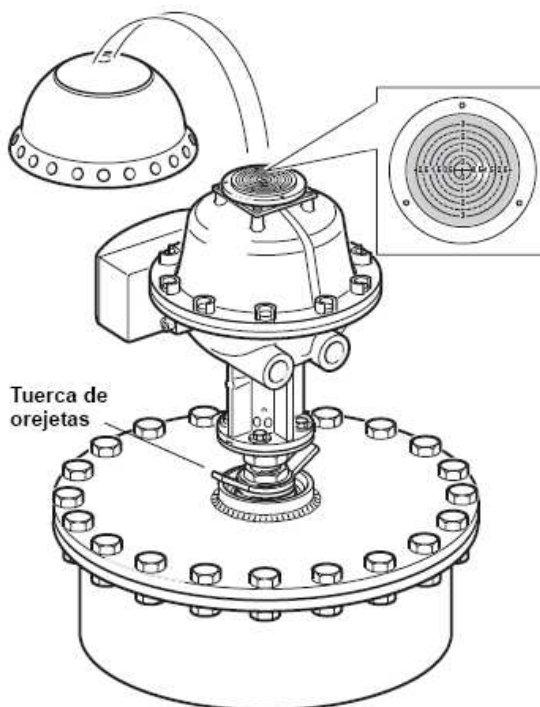
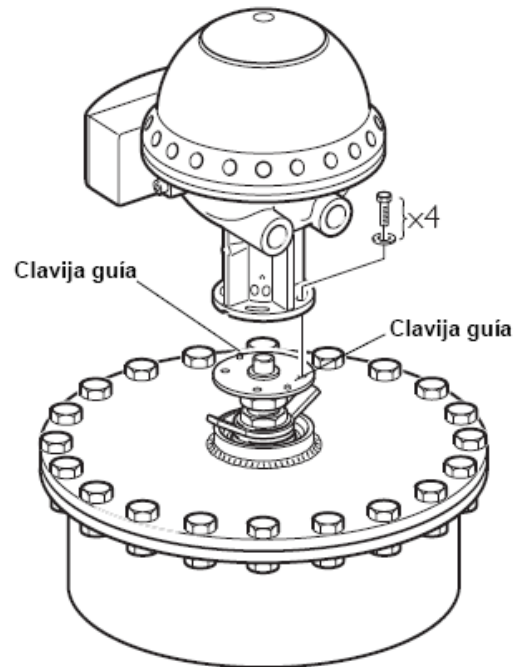


9. Gire la antena de manera que las clavijas guía del adaptador TRL/2 queden dirigidas hacia el centro del tanque. Apriete la tuerca de orejetas.

10. Instale la Unidad de Guía de Ondas en la base de la Cabeza Transmisora. En un extremo de la Unidad de Guía de Ondas hay dos tornillos con arandelas. Instale la Unidad de Guía de Ondas con este extremo en la base de la Cabeza Transmisora. Introduzca los tornillos de tope y apriételos.

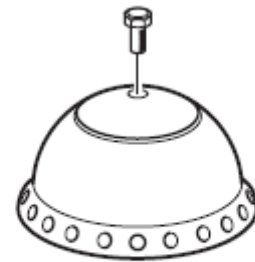


11. Instale con cuidado la Cabeza Transmisora sobre el adaptador TRL/2. Asegúrese de que las clavijas guía del adaptador TRL/2 encajen en los orificios de la base de la cabeza transmisora. Apriete los 4 tornillos.

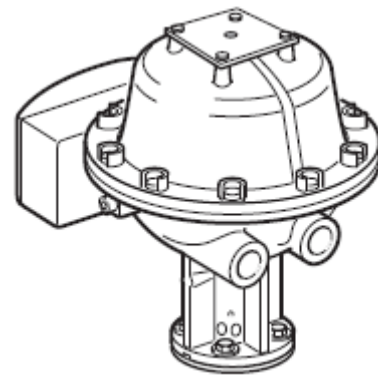


12. Retire el Casco de Protección Climática y coloque el nivel sobre la Cabeza Transmisora para comprobar que la inclinación del Medidor siga siendo de $1,5^\circ$ hacia el centro del tanque. En caso contrario, afloje la tuerca de orejetas y ajuste el transmisor.

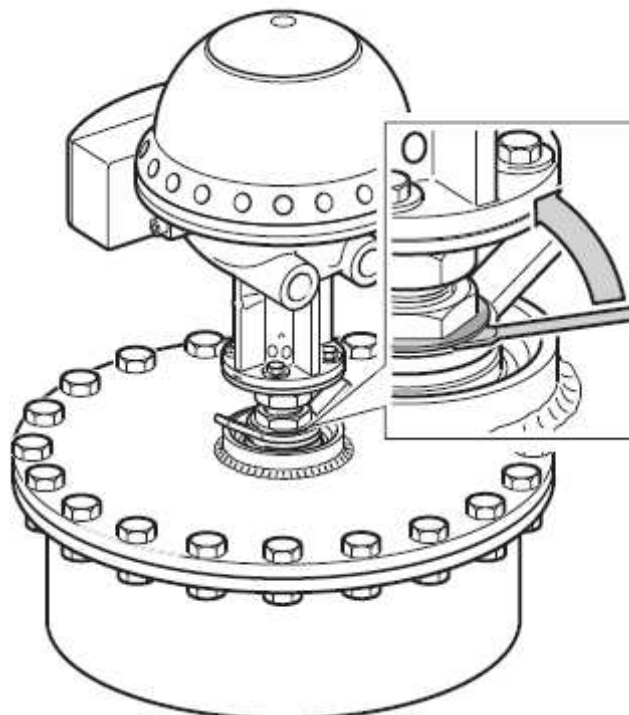
En tanques de bitumen, el medidor debe instalarse con una inclinación de 0°.



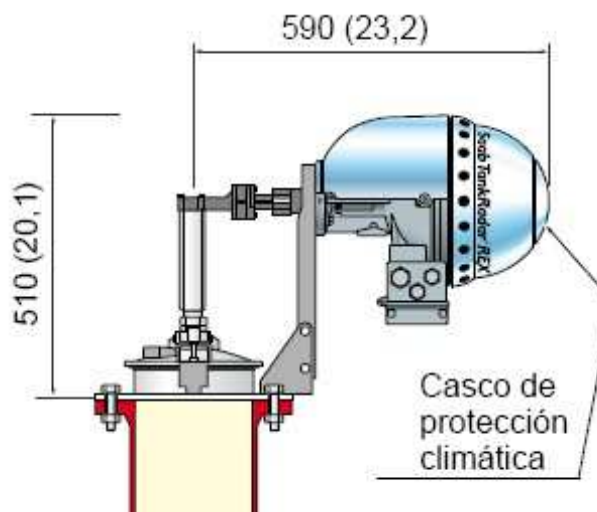
13. Coloque de nuevo el Casco de Protección Climática sobre la Cabeza Transmisora.



14. Apriete bien la tuerca de orejetas. Apriete la tuerca superior e inmovilice doblando la arandela de pestaña por encima de la tuerca.



Medidor de antena array, RTG 3940



RTG 3940 con su antena array de tamaño pequeño está diseñado para el montaje en tubos guía existentes. Las aplicaciones típicas incluyen tanques de petróleo crudo con techos flotantes y tanques de gasolina/otros productos con o sin techos flotantes internos. Datos técnicos acerca del RTG 3940 se detallan en el ANEXO 5.

Con el fin de obtener la máxima precisión para la transferencia de custodia, el medidor utiliza un exclusivo Modo de Baja Pérdida patentado para transmitir las ondas de radar en el centro del tubo.

Esto elimina prácticamente la degradación de la precisión causada por la oxidación y los depósitos de producto dentro del tubo. La precisión del Modo de Baja Pérdida ha sido probada por autoridades de transferencia de custodia en tubos guía oxidados y cubiertas de depósitos. La instalación se suele efectuar sin interrumpir el funcionamiento del tanque.

Instalación de un Medidor de Tubo Guía

Al igual que el Radar anterior el medidor la instalación de los equipos debe basarse en el Diagrama P&ID para tanques de Techo Flotante en el PLANO H.

Requisitos del Tubo Guía

El Medidor de Tubo Guía es apto para bridas y tubos de 5", 6", 8", 10" y 12". La adaptación se realiza seleccionando un Cono de Transición apropiado. El medidor lleva una brida de junta para el sellado del tanque. El espacio entre el Cono de Transición y el tubo guía no debe tener una anchura superior a 4 mm. en ningún punto a lo largo del extremo inferior del Cono de Transición.

El tubo guía debe estar vertical con una desviación máxima de 0,3° (0,1 m por cada 20 m). La tabla 8.2 muestra la amplia gama de modelos y diámetros internos del tubo en los que se pueden instalar los Conos de Transición.

Cono			Tubo	
Tipo	Diámetro externo (mm)	Gama de tubos (mm)	Dimensión	Diámetro interno nominal (mm)
5" SCH10	133,2	133,8 - 136,5	5" SCH10	134,5
5" SCH40	126,8	127,4 - 130	5" SCH40	128,2
Ø123/Ø125	121,7	122,3 - 127	Ø123/Ø125	123/125
6" SCH40	153	154 - 158	6" SCH40	154
8" SCH20	200	201 - 206	8" SCH20	206
8" SCH40			8" SCH40	203
8" SCH60	197	198 - 203	8" SCH60	198,5
8" SCH80	191	192 - 197	8" SCH80	193,7
10" SCH20	251	252 - 260	10" SCH20	260
10" SCH40			10" SCH40	254,6
12" SCH STD	304	305 - 312	12" SCH STD	305

Tabla 8. 2: Tipo de cono y diámetro interno del tubo correspondiente.

Dimensiones

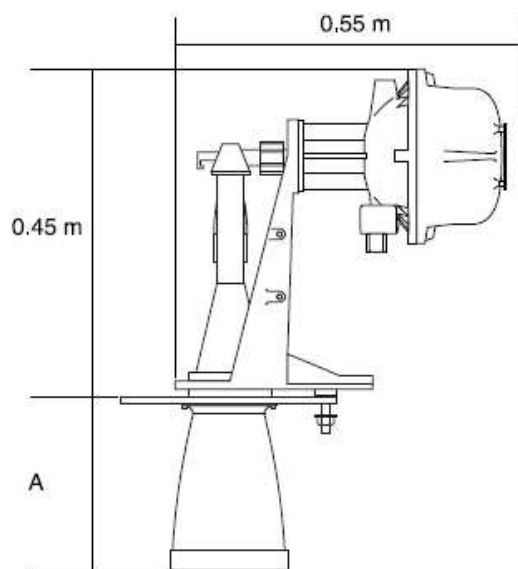


Figura 8. 6: Dimensiones del Medidor de Tubo Guía.

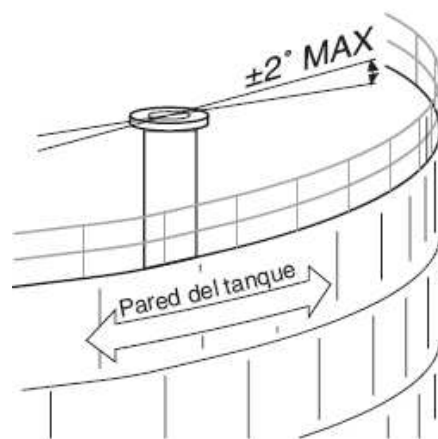
Cono	A (mm)
5" SCH 10	300
5" SCH 40	220
6" SCH 20-40	360
8" SCH 20-40	670
8" SCH 50-60	530
8" SCH 80	590
10" SCH 20-40	960
12" SCH 20-40	1170

Tabla 8. 3: Dimensiones del cono.

Requisitos de la brida

El Medidor de Tubo Guía es apto para bridas con un tamaño de 5", 6", 8", 10" y 12".

El medidor lleva una brida de junta para el sellado del tanque. La brida debe estar horizontal con una desviación máxima de $\pm 2^\circ$.



Instalación recomendada

Para la construcción de tanques nuevos se recomienda un tubo guía de 8" o mayor.

Esto es especialmente aplicable a los tanques con productos viscosos. Para obtener los mejores resultados, el área total de las ranuras u orificios del tubo guía no debe superar los valores indicados en la Tabla 8.4 siguiente:

Dimensión del tubo (pulgadas)	6	8	10	12
Área máxima de las ranuras u orificios (m ²)	0,1	0,4	0,80	1,2

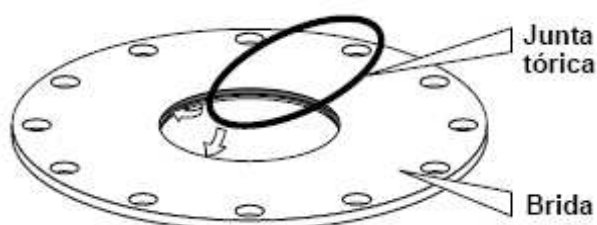
Tabla 8. 4: Área máxima de las ranuras u orificios.

Los valores indicados se refieren al área total de los orificios a lo largo de todo el tubo, con independencia de su longitud. En algunos casos se puede admitir un área total superior a la indicada en la Tabla 8.4.

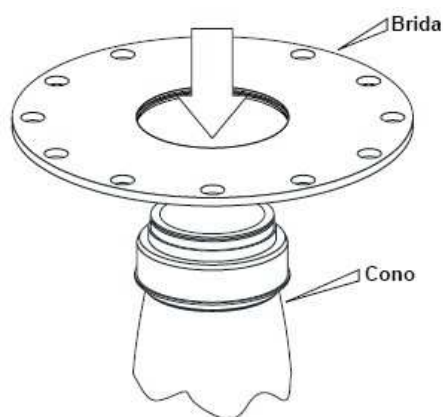
Instalación en el tanque

Si el tubo guía no lleva brida, se debe instalar una brida de abrazadera. Para instalar el Medidor de Tubo Guía

1. Compruebe que todas las piezas y herramientas estén disponibles antes de llevarlas hasta la parte superior del tanque.
2. Introduzca el Cono en el tubo guía para comprobar si cabe. El espacio máximo entre el Cono y el tubo es de 4 mm.
3. Instale la junta tórica en la brida.

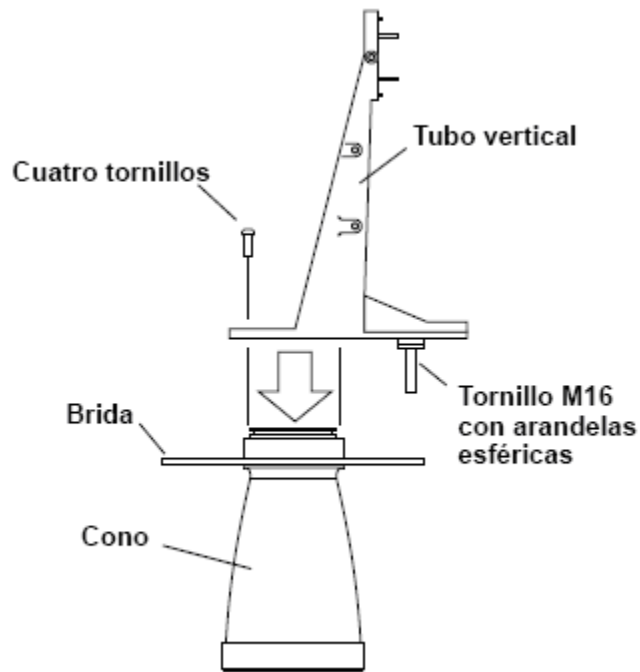


4. Encaje la brida sobre el cono. Utilice sólo la fuerza manual. Si encuentra mucha resistencia, pruebe a aplicar un poco de grasa a la junta tórica.

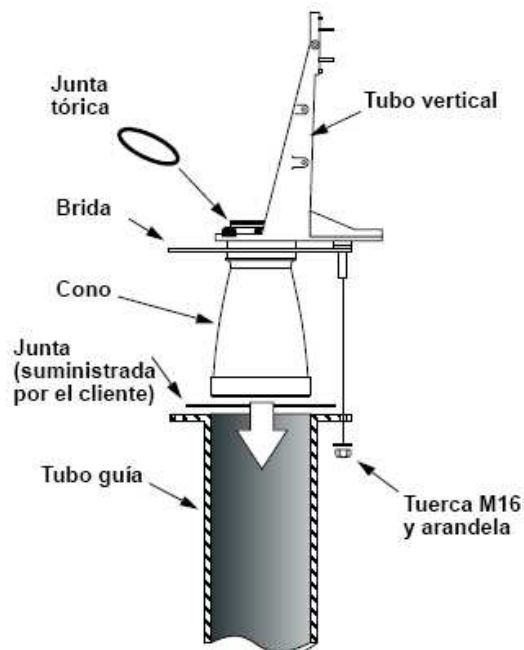


5. Coloque el tornillo M16 con una arandela en el tubo vertical. Acople las arandelas esféricas al tornillo y sujete estas arandelas instalando la junta tórica pequeña debajo de las arandelas. La junta tórica se puede dejar puesta cuando el Tubo Vertical está instalado sobre la brida.

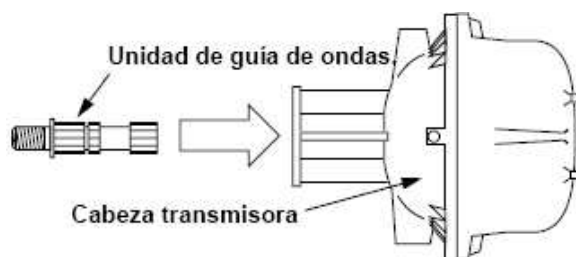
6. Instale el tubo vertical sobre el cono y apriete los cuatro tornillos.



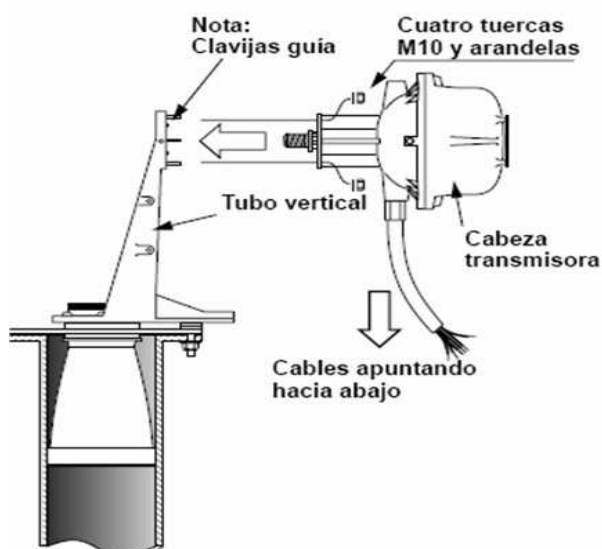
7. Coloque una junta sobre la brida del tubo guía.
8. Instale el conjunto en el tubo guía. Utilice sólo la fuerza manual. El exceso de fuerza puede dañar el cono. Instale los tornillos y tuercas y apriételos. Asegúrese de que el cono esté centrado en el tubo guía. Instale la tuerca M16 y apriétela.



9. Introduzca la Unidad de Guía de Ondas en la Cabeza Transmisora. Sólo entra en un sentido.

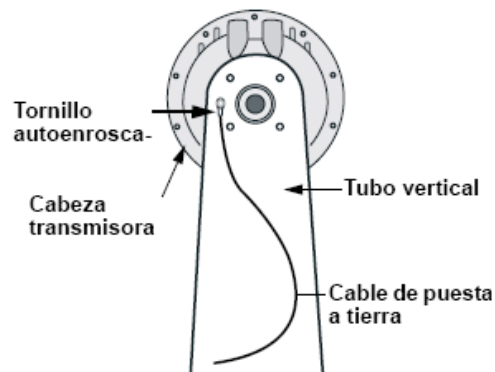


10. Instale la Cabeza Transmisora sobre el tubo vertical con sus conexiones de cables dirigidas hacia abajo. Tenga cuidado de que no se caiga la Unidad de Guía de Ondas, ya que no se encuentra en una posición fija. Compruebe que las clavijas guía del tubo vertical se introduzcan correctamente en los orificios de la base de la Cabeza Transmisora. Instale y apriete las tuercas M10.

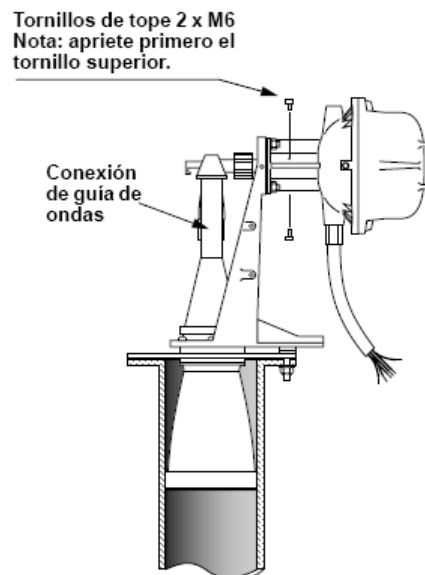


11. La Unidad de Guía de Ondas no quedará en una posición fija hasta que la Cabeza Transmisora se haya apretado al tubo vertical.
12. Instale la Conexión de Guía de Ondas en el cono. Debe presionarla firmemente hasta oír un chasquido claro cuando el extremo inferior encaje en la junta tórica del cono. Apriete la tuerca a la rosca de la Unidad de Guía de Ondas con la mano.

Instale el cable de puesta a tierra en el tubo vertical por medio del tornillo autoenroscable.



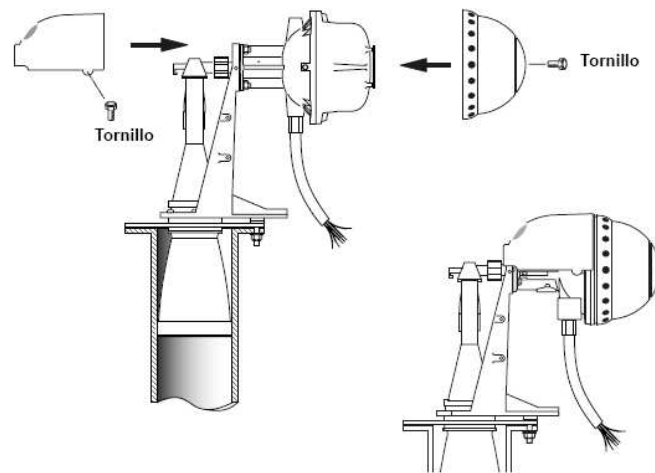
13. Inmovilice la Unidad de Guía de Ondas apretando los dos tornillos de tope en la base de la Cabeza Transmisora. Apriete en primer lugar el tornillo superior.



Asegúrese de que la Unidad de Guía de Ondas esté totalmente introducida en la Cabeza Transmisora antes de apretar los tornillos de tope.

14. Para la medición manual o la toma de muestras, afloje la tuerca de la Conexión de Guía de Ondas y retírela de la Cabeza Transmisora. Saque hacia arriba la Conexión de Guía de Ondas. Tenga cuidado de no dañar la Conexión de Guía de Ondas.

15. Instale el Casco de Protección Climática y apriete los tornillos. El casco horizontal lleva un tornillo a cada lado del medidor.



Sensores de temperatura

Se pueden conectar hasta seis sensores de temperatura a un Radar Medidor de Tanque (RTG) REX. Mediante el uso de una Unidad de Adquisición de Datos (DAU) se puede utilizar un máximo de 14 sensores de temperatura en un tanque.

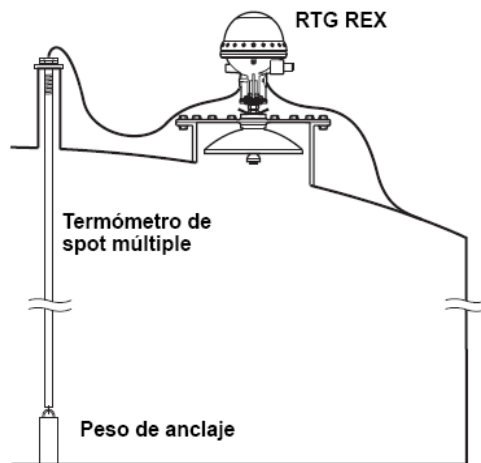


Figura 8. 7: Termómetro Spot Múltiple.

El Termómetro de Spot Múltiple (MST) mide la temperatura con una serie de elementos Pt 100 colocados a distintas alturas para indicar un perfil de temperatura y una temperatura media, según lo indica el ANEXO 6. Los elementos spot se colocan

en un tubo hermético flexible hecho de acero inoxidable que se puede anclar al fondo del tanque. En los tanques de techo fijo, el MST se sujeta a una brida instalada en una tobera adecuada.

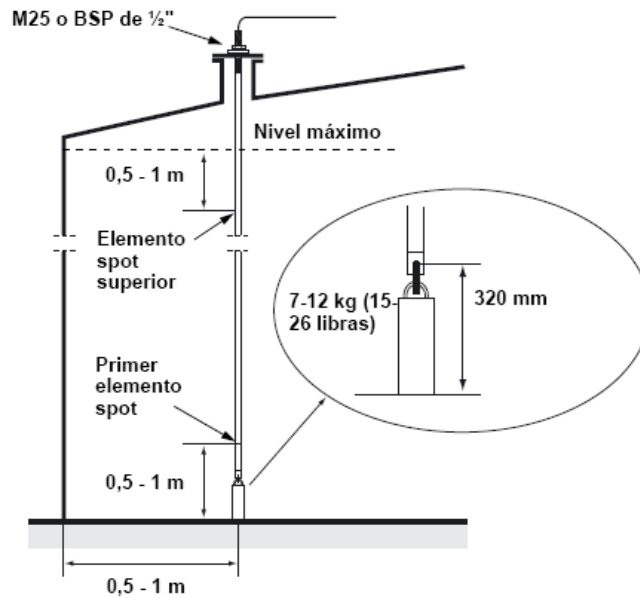


Figura 8. 8: Sensores de Temperatura en tanques de techo fijo.

En tanques de techo flotante, el MST se puede instalar en un Tubo Guía como muestra la Fig. 8.9.

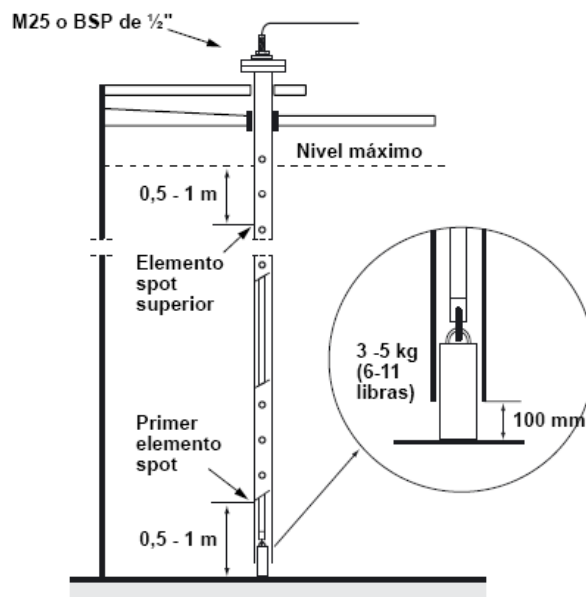


Figura 8. 9: Sensores de Temperatura en tanques de techo flotante.

Para las aplicaciones de Cesión, el capítulo 7 de la API recomienda un mínimo de un sensor de temperatura por cada 3 metros (10 pies) tal como muestra la Figura 8.10.

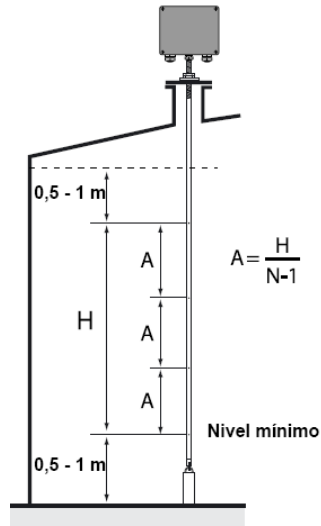


Figura 8. 10: Sensores de temperatura para Aplicaciones de según la API.

Ejemplo

5 sensores spot y H=12 m.

$A=12/(5-1)=3$ m.

La posición de los sensores de temperatura que debe configurarse en *TankMaster WinSetup* se mide desde el Nivel Cero del tanque, como muestra la Figura 8.11.

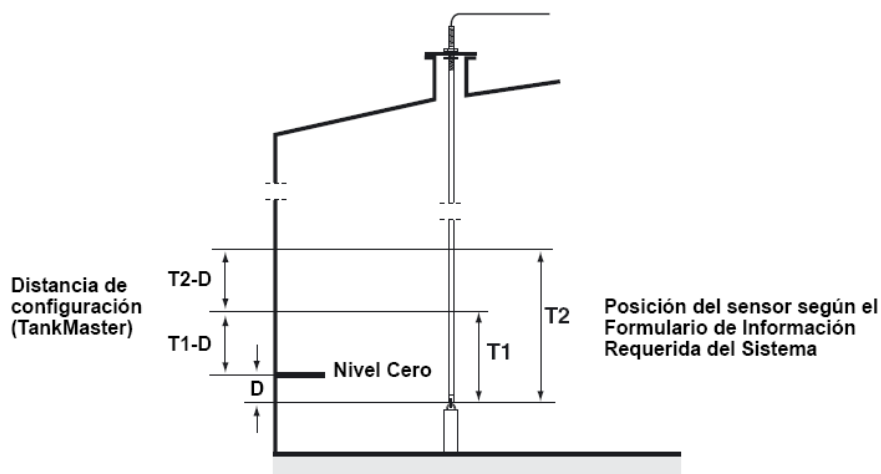


Figura 8. 11: La distancia de configuración el Nivel Cero.

Utilice las tuercas de bloqueo para ajustar el tubo de protección con los elementos spot de temperatura de tal manera que el peso toque apenas el fondo del tanque

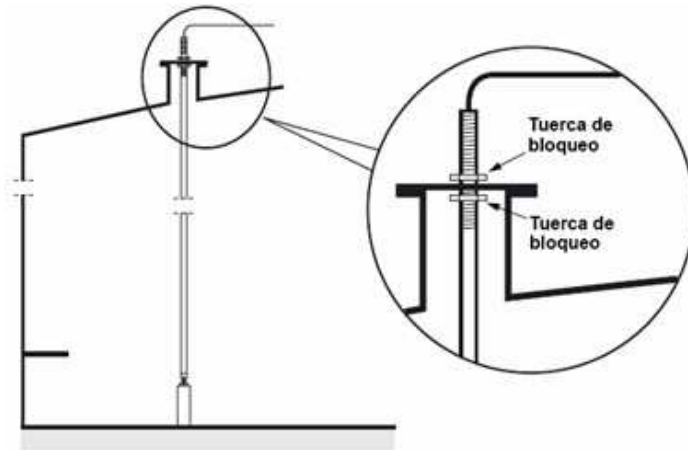


Figura 8. 12: Ajuste de los sensores de temperatura.

Sensor del Nivel de Agua

El Sensor del Nivel de Agua (WLS) mide el nivel de agua libre por debajo de una superficie aceitosa. El WLS emite una señal de 4-20 mA que va conectada al medidor de nivel. Según lo especifica el ANEXO 7 el WLS también puede ir equipado con sensores de Temperatura de Spot Múltiple integrados.

Instalación mecánica

El WLS se puede anclar añadiendo un peso al extremo del sensor o colocando un peso sobre él. En este último caso, el anillo del extremo de la sonda se puede retirar para comprobar que las mediciones se efectúen lo más cerca posible del fondo del tanque.

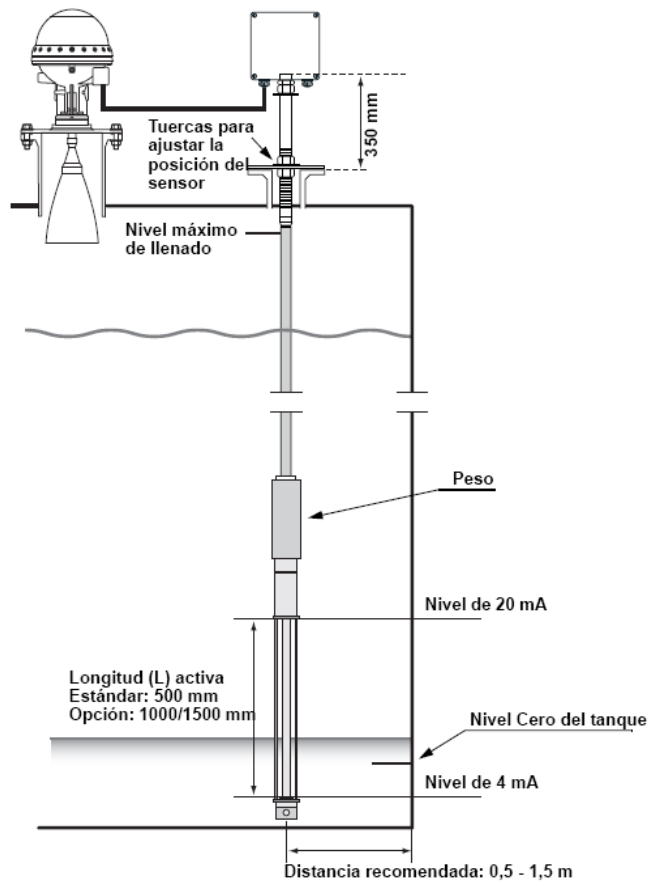


Figura 8. 13: Sensor del Nivel de Agua.

Configuración

Es importante que los niveles de 4 mA y 20 mA estén correctamente configurados para obtener las lecturas correctas del nivel de agua del WLS. Es decir, ha de tenerse en cuenta la distancia “X” entre el **Nivel Cero del Agua** y el **Nivel Cero del Tanque** a la hora de configurar el WLS. “X” se puede calcular a partir de las distancias conocidas del tanque indicadas en la Fig. 8.14.

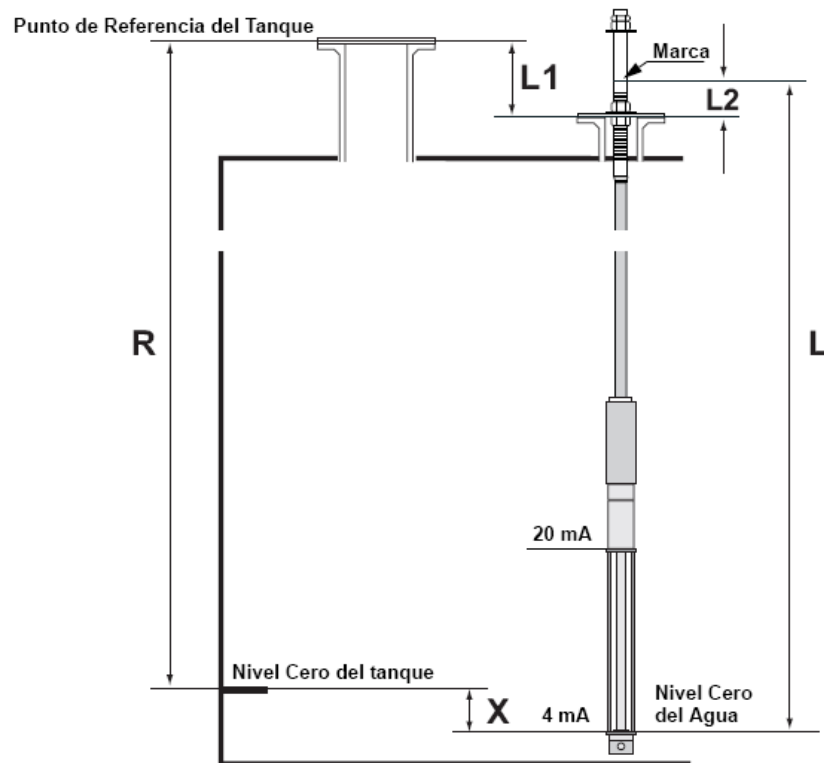


Figura 8. 14: Geometría del tanque

La distancia X se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$X = (R-L1) - (L-L2).$$

X =Distancia entre el Nivel Cero del Tanque y el Nivel Cero del Agua.

L =Distancia entre el Nivel Cero del Agua y la marca de la parte superior del WLS.

R = Altura de Referencia del Tanque. Esta es la distancia entre el Punto de Referencia del Tanque y el Nivel Cero del Tanque.

$L1$ =Distancia entre el Punto de Referencia del Tanque y la brida del sensor de temperatura.

$L2$ =Distancia entre la marca de la parte superior del WLS y la brida del sensor de temperatura.

El WLS se configura en *TankMaster WinSetup*. El Valor del Límite Inferior (4 mA) y el Valor del Límite Superior (20 mA) se derivan de las siguientes fórmulas:

<p>Valor del Límite Superior (20mA)=$L_A - X$</p> <p>Valor del Límite Inferior (4mA)=X</p>
--

donde L_A es la longitud activa del Sensor del Nivel de Agua.

La configuración del WLS se puede dividir básicamente en tres casos, ilustrados a continuación:

El Nivel Cero del Agua está por debajo del Nivel Cero del Tanque.

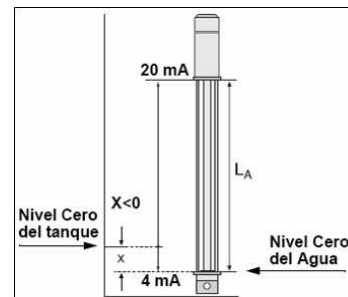
En este caso, el punto de 4 mA en el WLS está por debajo del Nivel Cero del tanque. Observe que, cuando el punto de 4 mA está por debajo del Nivel Cero del Tanque, el valor de 4 mA es negativo, es decir, $X < 0$.

Ejemplo:

$L_A = 500$ mm, $X = -50$ mm.

Valor de 4 mA = -50 mm.

Valor de 20 mA = $500 - (-50) = 550$ mm.



El Nivel Cero del Agua es igual al Nivel Cero del Tanque.

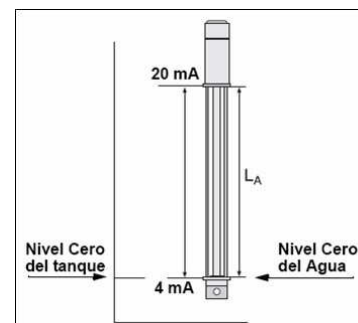
En este caso, el punto de 4 mA en el WLS corresponde al Nivel Cero del Tanque. El valor de 4 mA = 0.

Ejemplo:

$L_A = 500$ mm, $X = 0$ mm.

Valor de 4 mA = 0 mm.

Valor de 20 mA = 500 mm.



El Nivel Cero del Agua está por encima del Nivel Cero del Tanque.

En este caso, el punto de 4 mA en el WLS está por encima del Nivel Cero del Tanque.

Observe que, cuando el punto de 4 mA está por encima del Nivel Cero del Tanque, el valor de 4 mA es positivo, es decir, $X > 0$.

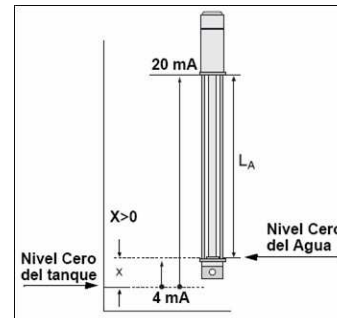
Ejemplo:

$L_A = 500 \text{ mm}$, $X = 70 \text{ mm}$.

Valor de 4 mA = 70 mm.

Valor de 20 mA =

$= 500 - 70 = 430 \text{ mm}$.



INSTALACIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN

El transmisor de presión elegido es el RoseMount 3051 de Saab, ya que posee una plataforma Fieldbus además son lo mejor para usos en presiones extremas. Su funcionamiento total está basado en los errores combinados de precisión de referencia, efecto de la temperatura ambiente y efecto de la presión estática.

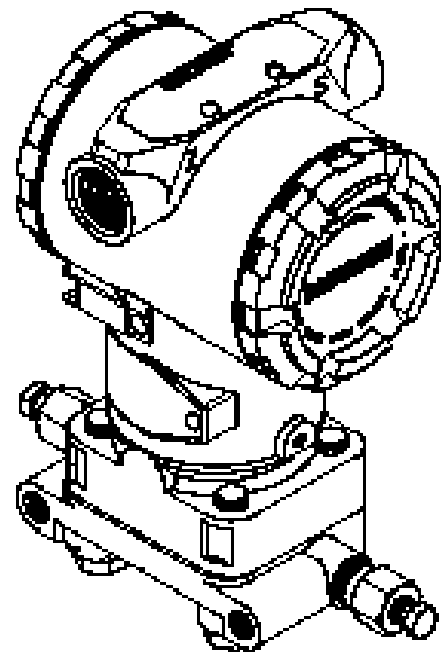


Figura 8. 15: Transmisor de presión Rosemount 3051

Según la clasificación de áreas descrita en capítulos anteriores podemos definir que el Transmisor de Presión Rosemount modelo 3051, puede ser utilizado de forma segura (Explosión Proof), en lugares donde hay o puede haber gases o vapores en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables (Clase I), donde bajo condiciones normales de operación o debido a labores frecuentes de reparación y mantenimiento, existen fugas de gases o vapores en concentraciones inflamables (División 1), y además se encuentren presentes las siguientes sustancias: Hidrógeno o sustancias con un % mayor de 30% en volumen, Ethil, Ether, Etileno, Acetona, Ammonia, Benceno, y Gasolina (Grupos B,C, y D).

Si la RTG está conectada a un transmisor de presión cerca de la parte inferior del tanque, puede calcularse la densidad del producto y presentarse en línea. La precisión del cálculo de la densidad depende en gran medida de la precisión del transmisor de presión. Saab TankRadar Rex puede comunicarse con cualquier transmisor de presión con una salida estándar de 4-20 mA. La señal de 4-20 mA. es convertida de analógica a digital en el RTG según las especificaciones técnicas del transmisor de presión en el ANEXO 8.

El medidor calcula (o recibe entradas de) los datos siguientes:

- Volumen bruto observado mediante la tabla de calibración del tanque (100 puntos de calibración).
- Masa (si hay un sensor de presión conectado)
- Densidad observada (si hay un sensor de presión conectado)

- Nivel (corregido según la expansión térmica de las paredes del tanque)
- Temperatura
- Nivel de interfaz del agua/petróleo.

Los datos se calculan según las normas actualizadas API e ISO. Los cálculos de temperatura incluyen algoritmos API para tener en cuenta los elementos cercanos al fondo. El valor de nivel es corregido por el software según los cambios de la altura de referencia del tanque.

Permite el uso del sistema métrico o del sistema unidades inglesas.

En caso de que sean necesarios cálculos del volumen neto de muy alta precisión (utilizando hasta 5000 puntos de calibración), deberá utilizarse el paquete de software TankMaster para PC. Normalmente son necesarios menos de 100 puntos por tanque para una precisión de 1 litro. TankMaster utiliza la interpolación cuadrática para esferas y cilindros horizontales, lo que aumenta la precisión del volumen y reduce el número de puntos de calibración.

Consideraciones Generales

Una vez indicado el funcionamiento e instalación básica del equipo se procede a la instalación eléctrica de los mismos basados en el Diagrama General de Instrumentación del Sistema según lo indica el PLANO I en el ANEXO 12, considerando siempre que previa instalación de cualquier tipo de equipo se debe realizar un análisis de las áreas peligrosas dentro del Terminal con lo cual resultara

sencillo la distribución de equipos en los diques y tanques respectivos; el PLANO J, en el ANEXO 12, indica las Áreas Peligrosas en un dique tipo.

8.3 INSTALACION ELECTRICA DE LOS MEDIDORES REX

Cableado de la alimentación eléctrica

Los cables utilizados para la conexión de la alimentación eléctrica deben ser adecuados a la tensión aplicada y deben estar homologados para su uso en zonas con peligro de explosión, si este fuera el caso. En los EE.UU., por ejemplo, deben utilizarse conductos portacables a prueba de explosión cerca del tanque, y es de esa manera como se va a delimitar la utilización de las bandejas en el Terminal Ambato.

Debe utilizarse un área apropiada de la sección transversal de los cables para evitar una caída de tensión demasiado alta hacia el dispositivo conectado.

La Tabla 8.5 muestra un ejemplo de la caída de tensión típica con distintas longitudes del cable, áreas del cable y tensiones de alimentación al nivel máximo de consumo eléctrico, de 80 W.

El transmisor 3900 REX ha sido diseñado para una alimentación eléctrica CA. De forma opcional, se puede adaptar para la conexión a una fuente de alimentación eléctrica CC. El transmisor no debe conectarse a una fuente de

alimentación eléctrica CC a menos que esté equipado con la opción de alimentación eléctrica CC.

Las caídas de tensión presentadas deben considerarse únicamente indicativas, puesto que los valores reales dependen del tipo de cable concreto utilizado para la instalación.

Las cifras sombreadas en gris indican combinaciones de longitudes y áreas que pueden provocar una caída de tensión demasiado elevada.

LONGITUD DEL CABLE		115 VAC.		230 VAC	
		0,75 mm ² (AWG 18 o similar)	1,5 mm ² (AWG 16 o similar)	0,75 mm ² (AWG 18 o similar)	1,5 mm ² (AWG 16 o similar)
100m.	330 pies	3,1 V	1,6 V	1,6 V	0,8 V
200m.	660 pies	6,3 V	3,2 V	3,2 V	1,6 V
500m.	1640 pies	16 V	8 V	8 V	4 V

Tabla 8. 5: Caída de tensión con las distintas longitudes del cable.

Para el cableado de fuerza se utilizó un cable blindado marca OKONITE CLX[®] Tipo MC-HL (XHHW-2) para 600 VAC con envoltura de aluminio, para el uso sobre bandejas portacables y resistente a luz solar, este consta de conductores, 3 para fuerza tipo 14 AWG y 3 de 18 AWG para tierra según lo especificado en datos técnicos del ANEXO 9.

A: Conductores de cobre pelados, recocidos, trenzados

Cableado de

Comunicación (Bus B: Aislamiento de X-Olene

TRL/2)

C: Cinta de marcación

El bus TRL/2 requiere un

par trenzado y blindado **D:** Llenadores no giroscópicos, cuando sea necesario

con una superficie

mínima de 0,50 mm² **E:** Cubierta tipo cinta

(AWG 20 o similar). La

longitud máxima del bus **F:** Envoltura continua, impermeable y acanalada de

es de aproximadamente 4 aluminio de C-L-X

km.

G: Chaqueta negra de Okoseal

El Field Bus TRL/2

puede usar normalmente los cables ya existentes en la zona del tanque. En este caso el cable utilizado para comunicación va a ser marca Belden tipo 9402 CMG 2PR20 cable blindado para comunicaciones de dos pares con apantallado en cada par de cables y uno que envuelve a todos los cables blindaje.

Siempre que haya dos o más Buses TRL/2 próximos uno a otro, compartiendo el mismo cable o tubo portacables, utilice cable trenzado y blindado para que cada par de cables de bus esté blindado individualmente, evitando así las interferencias.

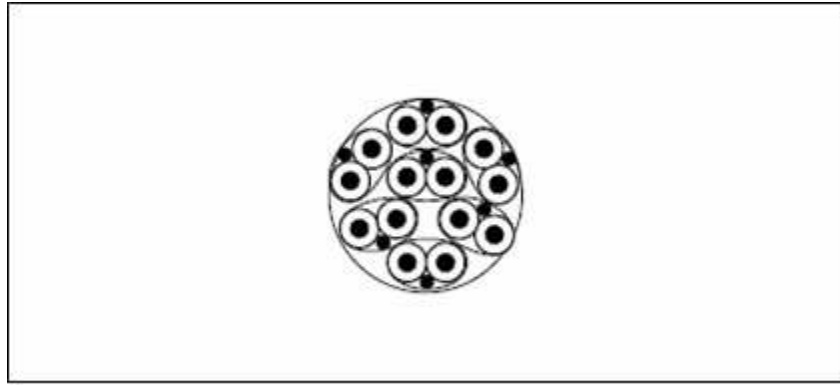


Figura 8. 16: Pares de cables blindados individualmente

Conexión del Radar Medidor de Tanque 3900

La Cabeza Transmisora se puede poner a tierra conectando un cable exterior de 4 mm² a una red equipotencial o, si ésta no existe, a la estructura del tanque. El compartimento dispone de una lengüeta de puesta a tierra para este fin. Cuando el compartimento se encuentra conectado a una red equipotencial o a la estructura del tanque, no se debe conectar el cable de tierra de la alimentación. Si el compartimento no está conectado a tierra externamente, debe conectarse el cable de tierra de la alimentación.

El RTG 3900 está equipado con dos salidas de cables para conexiones intrínsecamente seguras, es decir, a prueba de explosión y no intrínsecamente seguras. Los cables están marcados claramente con números y la designación de los cables figura en una placa impresa en las salidas de los cables.

La conexión eléctrica para este proyecto se constituirá de un breaker independiente para cada radar y un breaker general para todo el sistema, tal como lo indica el Diagrama de Fuerza en el PLANO K, en el ANEXO 12.

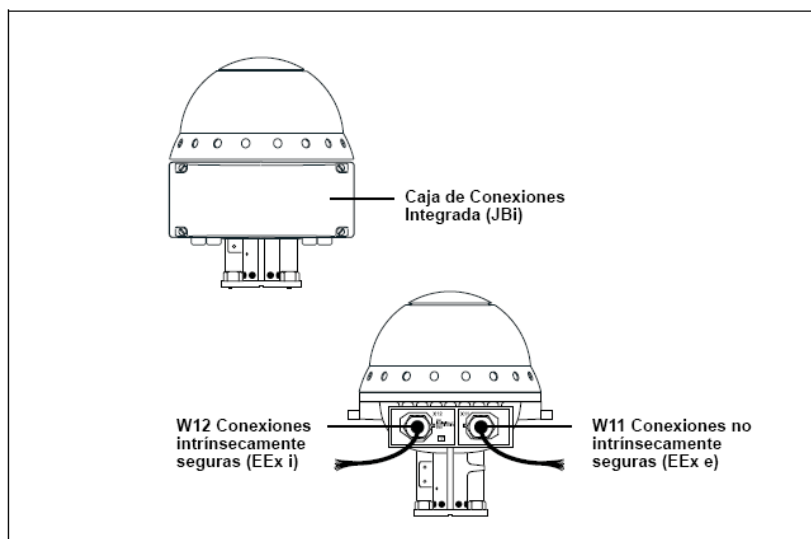


Figura 8. 17: Conexiones eléctricas del RTG 3900 REX.

W11 es para la alimentación eléctrica no intrínsecamente segura, el Bus TRL/2 y los relés. La alimentación eléctrica y el Field Bus TRL/2 se pueden conectar a través de una caja de conexiones externa o directamente al transmisor.

W12 es para la conexión intrínsecamente segura de la Unidad de Adquisición de Datos, el Panel de Display RDU40, las entradas analógicas y los sensores de temperatura. Existen dos versiones del cableado W12: 8 ó 15 cables. La versión de 15 cables es la utilizada porque se están conectando sensores de temperatura al transmisor.

Salidas de cables

El transmisor posee dos salidas de cables: W11 y W12. Ambas salidas poseen entradas de cables hembra NPT de 3/4". Las salidas de cables W12 llevan un cableado distinto en función de la opción instalada.

OPCIÓN	CONEXIÓN W12
RDU40, entrada analógica y sensores de temperatura	Precinto de plomo de 15 cables

Tabla 8. 6: Cableado W12.

Caja de conexiones integrada

Salidas de cables para el cableado intrínseco:

- Una NPT de 1/2" y dos NPT de 3/4".

Salidas de cables para el cableado no intrínseco:

- Una NPT de 3/4" y dos NPT de 1/2".

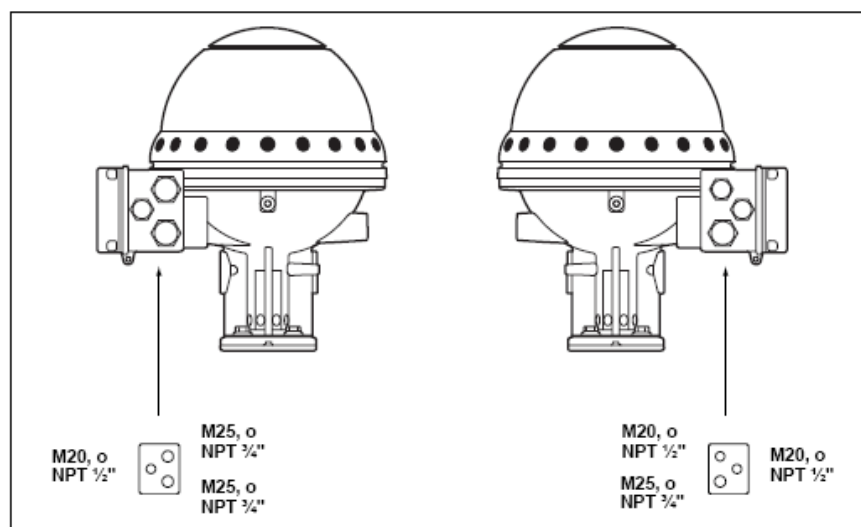


Figura 8. 18: Salidas de cables en la Caja de Conexiones Integrada.

Lado intrínsecamente seguro - EEx i

En el PLANO L en el ANEXO 12 se detalla como el Terminal X12 es utilizado para realizar las siguientes conexiones intrínsecamente seguras:

CONEXIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Entrada Analógica 1+ / HART
2	Entrada Analógica 1- / HART
3	Entrada Analógica 2 +
4	Entrada Analógica 2 -
5	Señal DAU/RDU40
6	Alimentación DAU/RDU40
7	Puesta a tierra DAU/RDU40
8	T1 (Sensor de temperatura)
9	T2 (Sensor de temperatura)
10	T3 (Sensor de temperatura)
11	T4 (Sensor de temperatura)
12	T5 (Sensor de temperatura)
13	T6 (Sensor de temperatura)
14	T7 (Sensor de temperatura)
15	T8 (Sensor de temperatura)

Tabla 8. 7: Conexiones intrínsecamente seguras al Terminal X12.

Lado no intrínsecamente seguro - EEx e

El Terminal X11 se utiliza para las siguientes conexiones en la versión básica, detallando las mismas en el PLANO M en el ANEXO 12:

CONEXIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Alimentación eléctrica L,L1+
2	Alimentación eléctrica N,L2-
3	Field Bus
4	Field Bus
5	Relevador K1A
6	Relevador K1B
7	Relevador K2A (Opcional)
8	Relevador K2B (Opcional)

Tabla 8. 8: Conexiones al Terminal X11.

El transmisor 3900 REX admite una tensión de la red eléctrica de 100-240 vAC. De forma opcional, REX se puede adaptar a 37-70 V AC, 48-99 VDC o 24 VDC. La Tarjeta del Transformador Rectificador (TRC) incorporada se adapta automáticamente a la tensión de alimentación conectada.

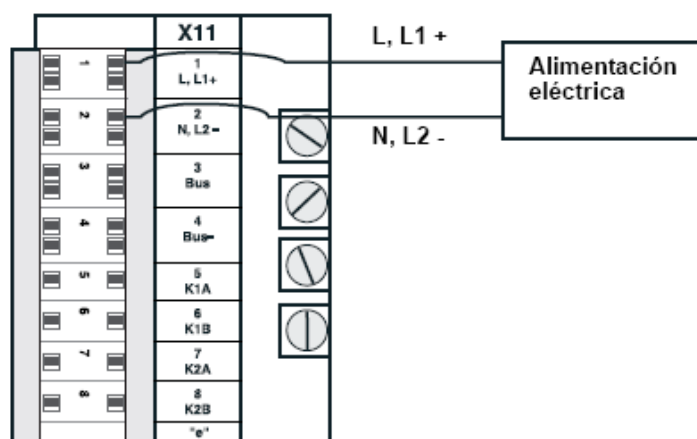


Figura 8. 19: Conexión de la alimentación eléctrica.

Sensores de temperatura

Se pueden conectar hasta seis elementos spot de temperatura al transmisor REX si la Tarjeta Multiplexora de Temperatura (TMC) se encuentra instalada. La placa TMC debe configurarse de acuerdo con el tipo de sensor utilizado:

- Las conexiones internas a la placa TMC deben establecerse correctamente para 1-3 elementos de tres cables independientes (toma X3 en la TMC), o 1-6 elementos de sensores con retorno común (toma X2 en la TMC).
- La placa TMC debe adaptarse al tipo de sensor utilizado.

Para elementos de tres cables independientes no se instalará ningún puente. Normalmente estos puentes vienen instalados de fábrica y no será necesario cambiarlos a menos que se instalen otros tipos de sensores distintos a los

especificados originalmente. Los datos técnicos del sensor de temperatura se encuentran en el ANEXO 7.

Se utiliza el programa TankMaster WinSetup para configurar los sensores de temperatura. WinSetup le permite configurar el transmisor especificando el tipo de sensor, la posición de los sensores y la amplitud de medición.

Conexión de los sensores de temperatura de spot múltiple y de promedio

Los elementos spot múltiple y de promedio utilizan un cable por sensor y una conexión común de gama baja, además de una corriente de retorno común.

SENSOR	CONEXIÓN
1	X12:T8
2	X12:T9
3	X12:T10
4	X12:T11
5	X12:T12
6	X12:T13

Tabla 8. 9: Conexiones de los sensores de temperatura.

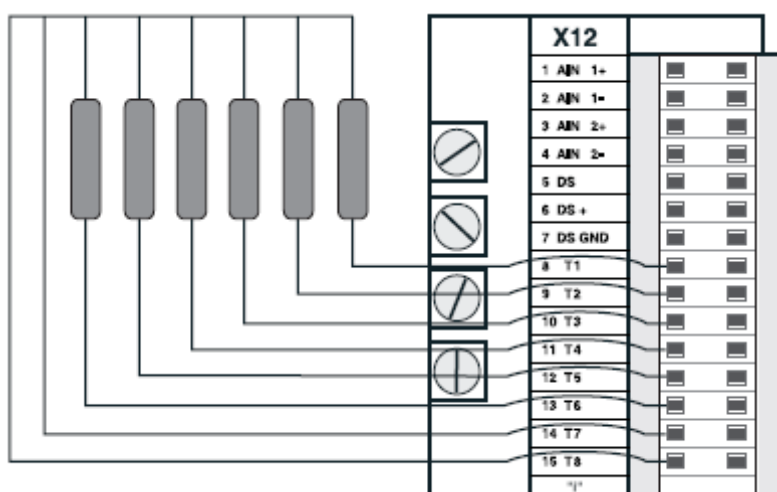


Figura 8. 20: Conexión de los sensores de temperatura al Terminal X12

Entradas analógicas

REX admite dos entradas analógicas de alta precisión. El uso de las entradas analógicas requiere la Tarjeta de Interfase del Transmisor (TIC).

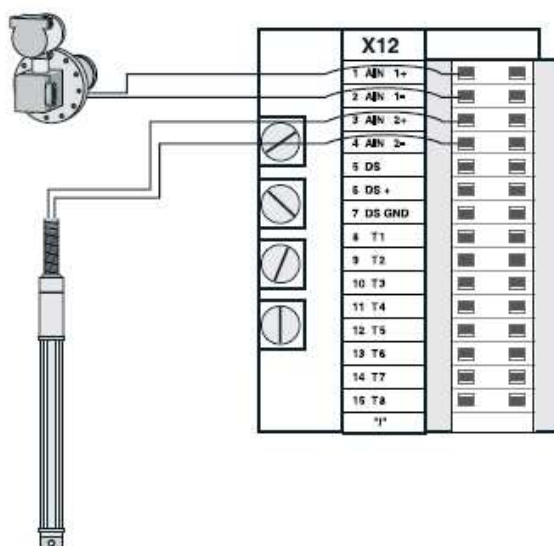


Figura 8. 21: Conexión de instrumentos de entrada analógica.

Se utiliza el programa TankMaster WinSetup para configurar el Valor de los Límites y los Niveles de Alarma.

RDU 40

La Unidad de Display Remota (RDU 40) es una unidad de display resistente para uso al aire libre en zonas con peligro de explosión. Los elementos de temperatura se pueden conectar directamente al medidor TankRadar (RTG). Las funciones de display son controladas mediante software por el medidor TankRadar conectado. El teclado de 4 teclas del display permite trabajar fácilmente. Cada pantalla puede mostrar 7 líneas de texto con 16 caracteres por línea.

La RDU 40 al igual que el Transmisor de Presión van conectados por un cable de comunicación BELDEN 9940 CMG 4C22 blindado de 4 hilos desde el RTG. Se pueden conectar hasta dos unidades a un medidor TankRadar Rex. La RDU muestra los datos calculados, como el nivel, temperatura promedio, volumen, intensidad de la señal, etc. Los datos se pueden ver en listas o como valores únicos en una fuente sólida de 25 mm. (1") muy fácil de leer.

El operador puede configurar una ventana definida por el usuario en la que se presente la información más útil. Esta ventana aparecerá como vista predeterminada. La RDU 40 puede visualizar hasta seis elementos spot de temperatura conectados a un medidor TankRadar Rex según lo indica su hoja técnica en el ANEXO 10. El panel de display utiliza tres cables:

- Tensión de alimentación del panel de display
- Señal
- Puesta a tierra

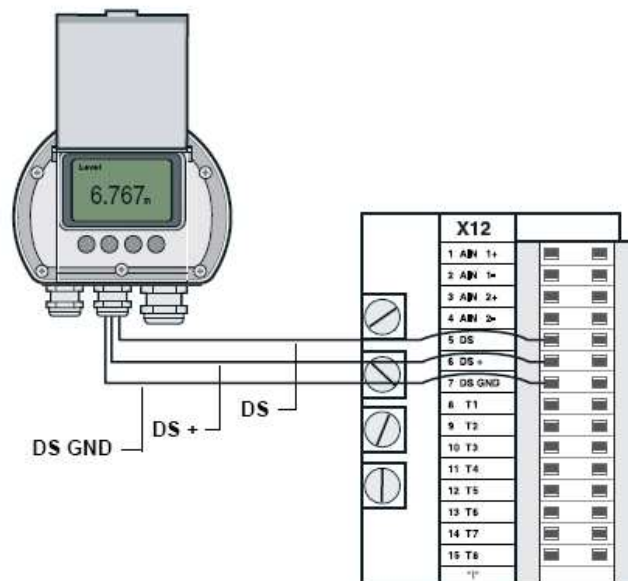


Figura 8. 22: Conexión a una Unidad de Display Remota

La Unidad de Comunicación de Campo

Field Bus TRL/2

El transmisor va conectado a una estación de trabajo a través de una Unidad de Comunicación de Campo (FCU). Cada bus TRL/2 puede conectar hasta 8 unidades.

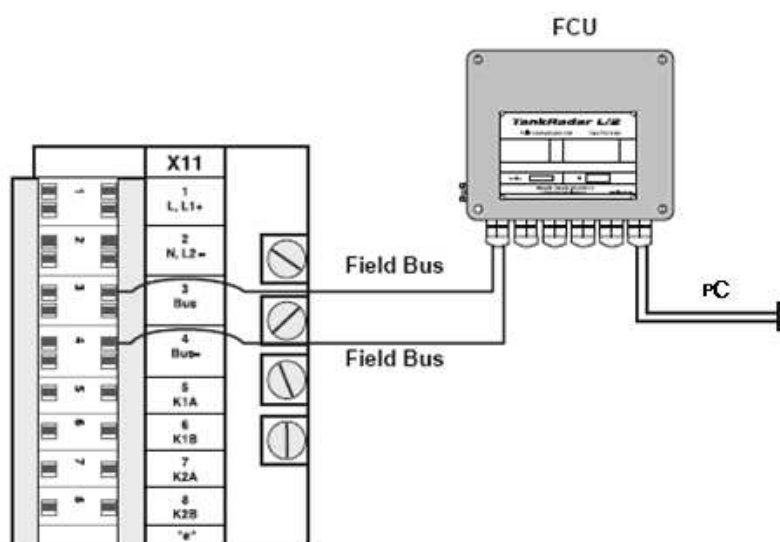


Figura 8. 23: Conexión del Field Bus TRL/2.

Una vez conectado al bus TRL/2, puede configurar el transmisor y vigilar los datos del tanque mediante el software *Saab TankMaster WinSetup/WinOpi*. El software *TankMaster* proporciona una moderna interfaz fácil de usar que incluye funciones de vigilancia de los datos del tanque, como el nivel, la temperatura y los datos de inventario.

La Unidad de Comunicación de Campo (FCU) es un concentrador de datos que consulta permanentemente los datos de los dispositivos de campo, como Radares Medidores de Tanques, Unidades de adquisición de Datos y Unidades de Display Remoto, almacenándolos en una memoria intermedia. Cada vez que se recibe una

solicitud de datos, la FCU puede enviar inmediatamente los datos de un grupo de tanques desde la memoria intermedia actualizada.

La Unidad de Comunicación de Campo es la maestra en el Field Bus pero actúa como esclava en el Group Bus. Según el ANEXO 11 no existe protección contra explosiones, por lo que la Unidad de Comunicación de Campo debe instalarse en una zona no peligrosa.

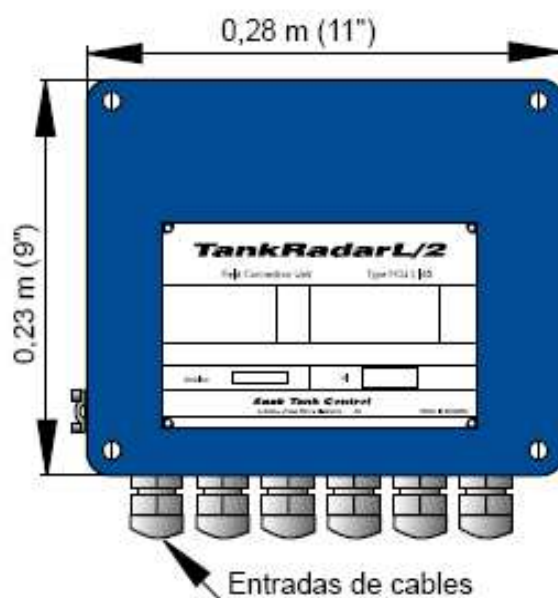


Figura 8. 24: La Unidad de Comunicación de Campo.

Puertos de comunicación

La Unidad de Comunicación de Campo tiene seis conexiones para placas de interfaz de comunicación: de X1 a X6. Las conexiones se pueden configurar individualmente como puertos de Group Bus o Field Bus. Puede haber un máximo de cuatro Group Buses o cuatro Field Buses al mismo tiempo. La configuración máxima puede ser de 2+4, 3+3 o 4+2 buses de cada tipo. No obstante, las conexiones X5 y X6 no se

configuran nunca como puertos de Field Bus, y las conexiones X1 y X2 no se configuran nunca como puertos de Group Bus.

La Unidad de Comunicación de Campo se entrega de serie con seis placas de interfaz FCM para cuatro puertos de Field Bus y dos puertos de Group Bus. La tabla siguiente muestra las configuraciones máximas de una FCU ampliada:

Puertos	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Alternativa 4+2	FB	FB	FB	FB	GB	GB
Alternativa 3+3	FB	FB	FB	GB	GB	GB
Alternativa 2+4	FB	FB	GB	GB	GB	GB

Tabla 8. 10: Puertos de comunicación.

Comunicación RS232

Con cada unidad cuenta con dos puentes de conexión. Estos puentes se pueden conectar al X5 y/o X6 para la comunicación del Group Bus RS-232C según la Figura 8.25.

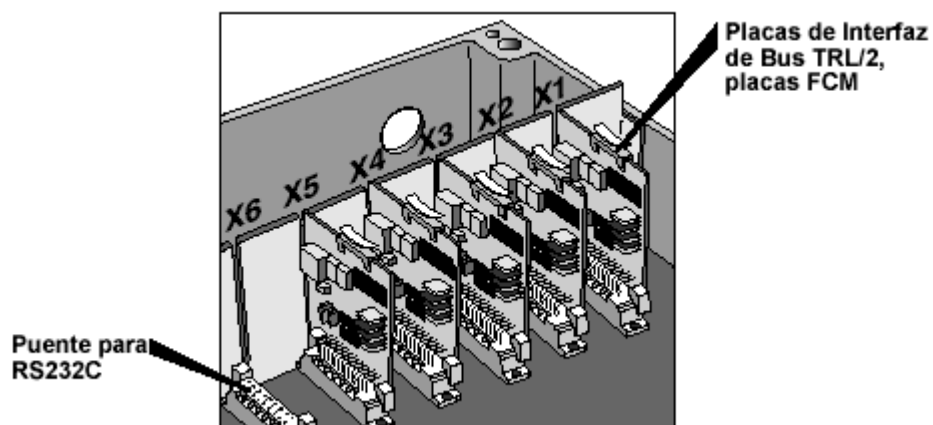


Figura 8. 25: Puertos de Bus de la FCU

Alimentación eléctrica

Existe un interruptor para poner la tensión de alimentación a 115 V o 230 V. Compruebe que el interruptor esté en la posición correcta antes de conectar la alimentación. El interruptor está a 230 V por defecto. Si pone el interruptor a 115 V, marque la casilla correspondiente en la placa de identificación: “Marque esta casilla si ha adaptado la instalación eléctrica la 115 V CA”:

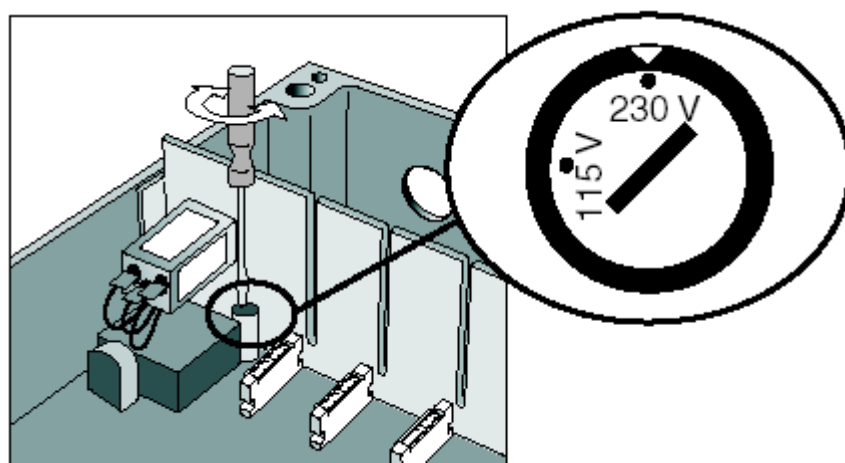


Figura 8. 26: Selección de la tensión de alimentación de la FCU.

Conexión a un PC

La FCU se conecta a una PC directamente a través de RS-232C. La conexión RS-232C se puede realizar con 3 hilos desde el PC a la Unidad de Comunicación de Campo, tal como se indica en el PLANO N en el ANEXO 12. La superficie mínima debe ser de 0,25 mm² (AWG 24 o similar). La longitud máxima de la conexión RS-232C es de 30m. De manera que el esquema general de las conexiones a realizar en los equipos de cada tanque se detallaría según los Diagramas de Lazo de los PLANOS O, P, Q, R, S, T, U y V en el ANEXO 12.

CAPITULO IX

SOFTWARE

9.1 SOFTWARE TANKMASTER HMI

9.1.1 GENERALIDADES

TankMaster es una potente Interfaz Hombre-Máquina (HMI) basada en Windows para una gestión completa del inventario de tanques. Incluye funciones de configuración, servicio y puesta en marcha, inventario y transferencia de custodia para sistemas TankRadar Rex. Todos los cálculos están basados en las normas API e ISO actuales.

TankMaster sigue la norma OPC y se puede comunicar con programas de Microsoft® y sistemas compatibles con OPC, como iFIX® de Intellution e InTouch® de Wonderware. TankMaster ha sido creado y es respaldado por Saab Rosemount Tank Gauging. Tiene vistas personalizadas con diseños gráficos de planta y una configuración avanzada de grupo en grupos geográficos o de producto, etc.

- TankMaster distribuye los datos de inventario esenciales de medición de tanques. Incluye un administrador de usuarios con distintos niveles de acceso para el personal.

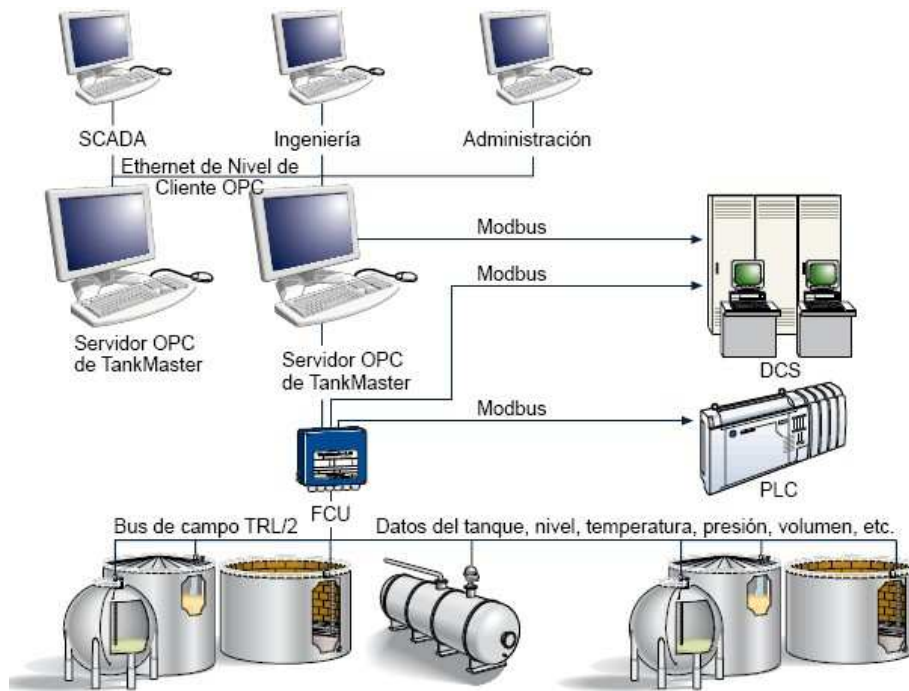


Figura 9. 1: Esquema General

9.1.2 REQUISITOS DEL PC

➤ **Sistema operativo necesario:**

- o Windows XP (SP 1) se recomienda para los servidores WinOpi, WinSetup y TankMaster. También puede utilizarse Windows 2000 (Sp 3 o posterior) o Windows NT 4.0 (SP 6 o posterior).

➤ **Hardware necesario (PC):**

- o 1.5 GHz. o superior.
- o 512 MB RAM (1024 MB para PC servidor).
- o 20 GB de disco duro.
- o Tarjeta gráfica 1024*768 píxeles, 65536 colores (16 bits).

9.1.3 SAAB TANKMASTER

Saab TankMaster es un paquete de software para la instalación y configuración de los equipos de medición de nivel fabricados por **Saab Rosemount**. El paquete de programas TankMaster ofrece herramientas potentes y fáciles de usar para la instalación y configuración de dispositivos de medición de nivel. Permite instalar fácilmente dispositivos como medidores de transmisión, unidades de adquisición de datos y unidades de comunicación de campo.

TankMaster ha sido diseñado para su uso en el entorno Microsoft® Windows 95/98/NT, ofreciendo un acceso rápido a los datos de medición desde una Red de Área Local.

El sistema SAAB TankMaster permite utilizar diversos protocolos, como Saab TRL/2 Modbus, RS232 y RS485 para la conexión a Redes de Área Local (LAN) y computadores host.

La interfaz gráfica permite ver claramente los dispositivos y tanques instalados. Los datos medidos se presentan en tiempo real y es posible personalizar la visualización de los datos de los tanques en función de sus necesidades.

Características principales

- Control de los datos medidos
- Visión clara de los tanques y dispositivos instalados
- Instalación sencilla por medio de “asistentes“

- Capacidad de conexión abierta
- Interfaz Gráfica del Usuario fácil de utilizar y orientada al objeto

9.1.3.1 Módulos de software TankMaster

Saab TankMaster incluye los siguientes módulos de software:

- **WinSetup.**

El programa WinSetup es una interfaz gráfica del usuario para la instalación, configuración y servicio de los dispositivos de medición de nivel.

- **Servidor de Tanques.**

El Servidor de Tanques Saab se comunica con los dispositivos a través del Servidor de Protocolo Maestro y maneja los datos de configuración de todos los tanques y dispositivos instalados.

- **Servidor de Protocolo Maestro Modbus.**

El Servidor de Protocolo Maestro Modbus ofrece una interfaz de protocolo Modbus entre la estación de trabajo y los dispositivos conectados. Este servidor permite la comunicación con dispositivos TRL/2 como RTG y FCU.

- **Servidor de Protocolo Esclavo Modbus.**

El Servidor de Protocolo Esclavo Modbus ofrece básicamente la opción de conectar un sistema TRL/2 a un computador host por medio del protocolo Modbus.

➤ **WinOpi.**

El programa WinOpi es la interfaz del operador con el sistema de medición de nivel TRL/2. Ofrece funciones de vigilancia de los datos de los tanques y gestión de alarmas, así como opciones para cálculos de inventario.

9.1.3.2 Principios de funcionamiento

TankMaster WinSetup ofrece la interfaz gráfica entre el usuario y el sistema de medición de nivel TRL/2. Se comunica con el Servidor de Tanques y con los distintos servidores de protocolos para permitir al usuario configurar los dispositivos conectados y asociarlos a tanques específicos.

El Servidor de Protocolo Maestro transmite los datos de configuración y los datos medidos entre el Servidor de Tanques y los dispositivos conectados. Recoge los valores medidos como, por ejemplo, el nivel, la temperatura y la presión.

El Servidor de Tanques guarda los datos relativos a todos los tanques y dispositivos instalados. Permite la gestión del nombre de los tanques y dispositivos, los datos de configuración, como el tipo de antena, el número de entradas analógicas y sensores de temperatura conectados, y muchos otros parámetros. El Servidor de Tanques recoge los datos medidos por los dispositivos conectados a través del Servidor de Protocolo Maestro y proporciona estos datos a la interfaz del usuario WinSetup.

El Servidor de Protocolo Esclavo sirve para conectar el sistema TRL/2 TankMaster a un computador host (sistema DCS). Recoge datos de los tanques procedentes del Servidor de Tanques y los envía al computador host.

9.1.4 INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE NIVEL

La configuración de un sistema TRL/2 se basa en dos actividades principales:

- Instalación de tanques e
- Instalación de dispositivos

Instalación de tanques

La instalación de tanques incluye la especificación del tipo de tanque, el transmisor que se debe asociar al tanque y la señal de origen que se debe utilizar para la introducción de los distintos parámetros del tanque.

Instalación de dispositivos

La instalación de dispositivos incluye tareas como la configuración de la comunicación de field bus, la especificación de la altura y otros parámetros geométricos del tanque, la especificación del tipo de antena utilizado, la configuración de los sensores de temperatura, relevadores, sensores de presión y otros dispositivos externos.

Asistentes

Para facilitar el proceso de instalación, TankMaster WinSetup le guía a través de los procedimientos de instalación por medio de los “asistentes“. Cuando

inicia un asistente, WinSetup le acompaña automáticamente a través de un procedimiento paso a paso que le permite centrarse en lo importante en lugar de intentar recordar lo siguiente que debe hacer. La Ayuda en Línea ofrece información para cada paso en caso de que necesite más ayuda.

9.1.4.1 Visión general

Antes de empezar a instalar un sistema TRL2, asegúrese de que esté disponible la siguiente información:

- Un plano de todos los dispositivos y tanques. Observe la Identificación de la Unidad (identidad única asignada a cada RTG y FCU) de cada dispositivo y todas las direcciones de comunicación que se van a utilizar.
- Registre todas las distancias de los tanques.

9.1.4.2. Configuración de protocolos de comunicación

Especifique los parámetros de los protocolos de comunicación:

- El Protocolo Maestro se utiliza para la comunicación entre la FCU (maestra) y los dispositivos de campo.
- El Protocolo Esclavo se utiliza para la comunicación con un computador host.
- Si desea supervisar la comunicación en el bus, puede especificar el tipo de errores, códigos de función, etc., que desea registrar.

9.1.4.3 Preferencias

Especifique las unidades de medición, los prefijos de los tags para las etiquetas de los tanques y dispositivos y el esquema para la visualización de los datos de los tanques.

9.1.4.4 Instalación y configuración de tanques y dispositivos

Puede elegir uno de estos dos procedimientos para instalar los tanques y dispositivos:

Método 1: Empiece instalando los tanques. En este caso, instalará los dispositivos como parte del procedimiento de instalación de los tanques.

Método 2: Empiece instalando y configurando los dispositivos. Luego instalará los tanques y asociará los dispositivos instalados a los tanques correspondientes.

9.1.4.4.1. Instalación de tanques

Visión general

La finalidad básica del procedimiento de instalación de tanques es asociar un medidor de nivel a un tanque determinado.

También le ofrece la posibilidad de especificar las señales de entradas analógicas que se utilizarán para ciertas cantidades medidas, como la Presión del vapor.

El asistente de Instalación de Tanques convierte la instalación de un nuevo tanque en un procedimiento cómodo y sencillo. La instalación de un tanque incluye los siguientes pasos:

1. Especificar el tipo de tanque: cilíndrico, de techo flotante, esférico u horizontal.
2. Seleccionar los dispositivos que desee asociar al tanque.
3. Configuración.

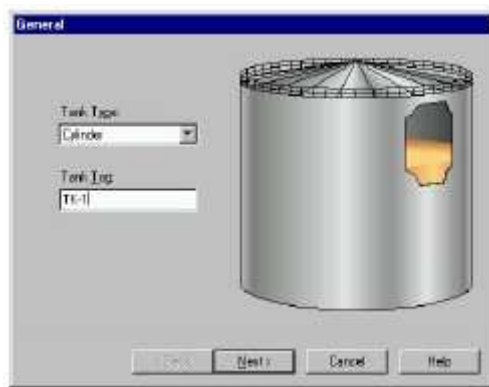
Especifique las señales de entradas analógicas correspondientes al Nivel de Agua Libre (FWL), Presión del Vapor y Presión del Líquido que se utilizarán para los cálculos de inventario.

4. Especifique si se utilizarán valores manuales o medidos automáticamente como datos para las distintas variables del tanque.
5. Resumen
Ofrece una breve información acerca del tanque instalado.

Resumen de instalación y configuración de tanques

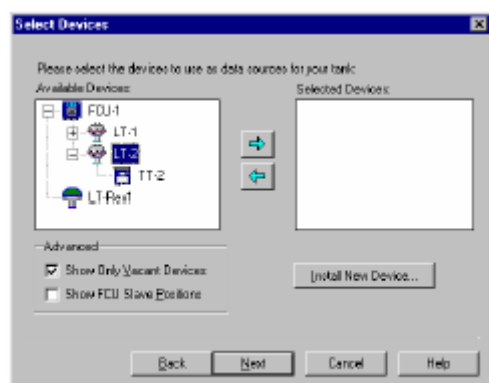
Tipo de tanque

Elija la opción correspondiente al tipo de tanque instalado: Cilindro, Techo flotante, Esfera u Horizontal.



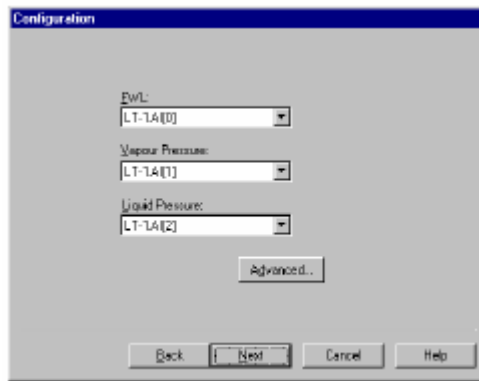
Seleccionar dispositivos asociados

Elija el transmisor que desee asociar al tanque. Si el transmisor aún no se encuentra instalado, haga clic en el botón Install New Device para instalar dispositivos en ese tanque.



Configuración de tanques

Especifique las señales que actuarán como entrada para el Nivel de Agua Libre (FWL), la Presión del Vapor y la Presión del Líquido.



Introducción de valores

Esta ventana le permite establecer valores manuales desconectando la medición automática. También puede establecer la amplitud de valores para las variables de medición seleccionadas.



9.1.4.4.2 Instalación de dispositivos

Visión general

El sistema TRL/2 incluye los siguientes dispositivos:

- Unidades de Comunicación de Campo (FCU) para recoger los datos medidos procedentes de los Medidores de Nivel y las Unidades de Adquisición de Datos.
- Medidores de nivel.

- Unidades de Adquisición de Datos (DAU) para conectar los sensores de temperatura, instrumentos analógicos y relevadores.

El programa *WinSetup* permite la instalación y configuración de todos los tipos de dispositivos que se pueden utilizar en un sistema TRL/2:

- RTG 3900 REX
- DAU Independiente
- FCU

En la instalación completa de un dispositivo, es necesario configurar el dispositivo y especificar los parámetros para la comunicación con la estación de trabajo de *Saab TankMaster*.

Para los RTG, la configuración incluye la especificación de:

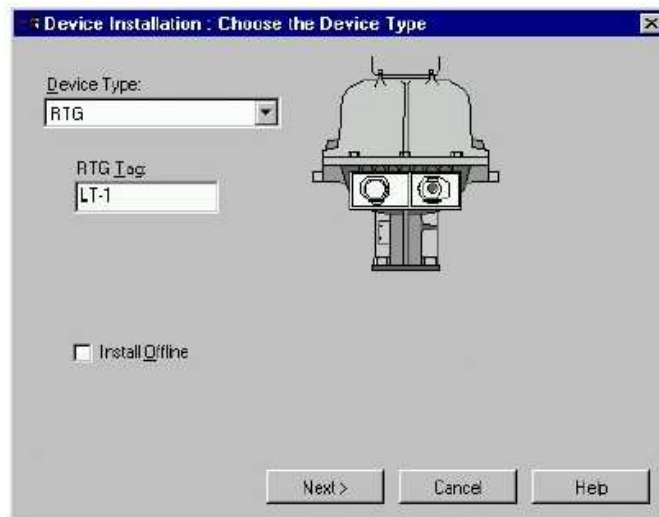
- Tipo de antena,
- Distancias de los tanques
- Geometría del RTG

En el caso de las DAU se pueden configurar los sensores de temperatura, entradas de corriente, entradas digitales y relevadores.

Resumen de instalación y configuración de RTG

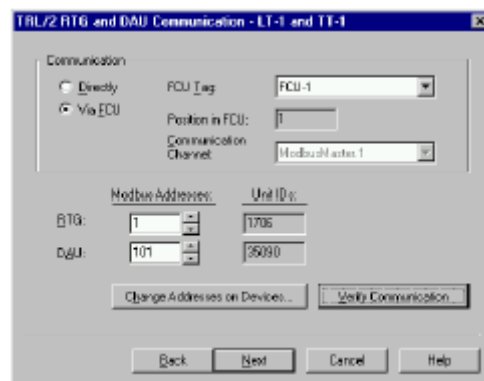
Tipo de dispositivo

Seleccione el tipo de dispositivo RTG.



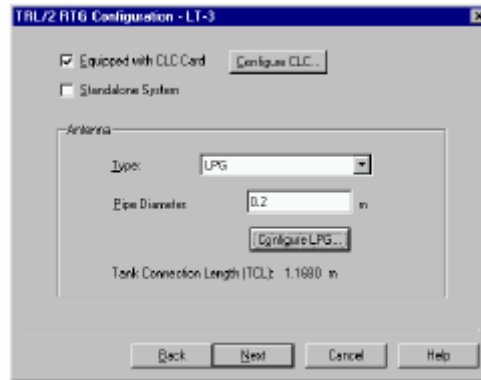
Comunicación

Asigne una dirección a cada dispositivo y especifique si la estación de trabajo debe comunicarse con los dispositivos conectados directamente o a través de un Dispositivo de Comunicación de Campo (FCU).

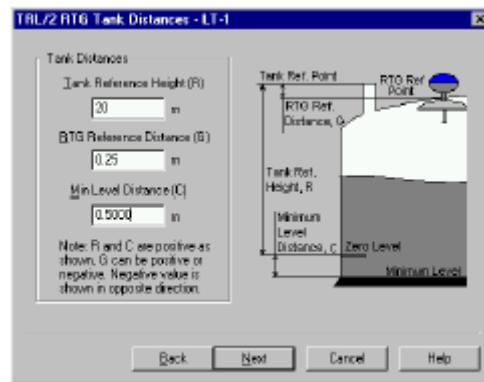


Configuración de RTG

Especifique el tipo de antena. Configure las entradas y salidas analógicas en caso de que el transmisor esté equipado con una tarjeta CLC.



Distancias de los tanques



Especifique las distancias de los tanques necesarias para convertir la cantidad medida (ullage) en el nivel de producto.

Altura de Referencia del Tanque (R)

La Altura de Referencia del Tanque (R) es la altura desde el nivel medido manualmente (Punto de Referencia del Tanque) hasta el nivel cero (Dipping Datum Point) situado cerca del fondo del tanque o en el fondo del tanque.

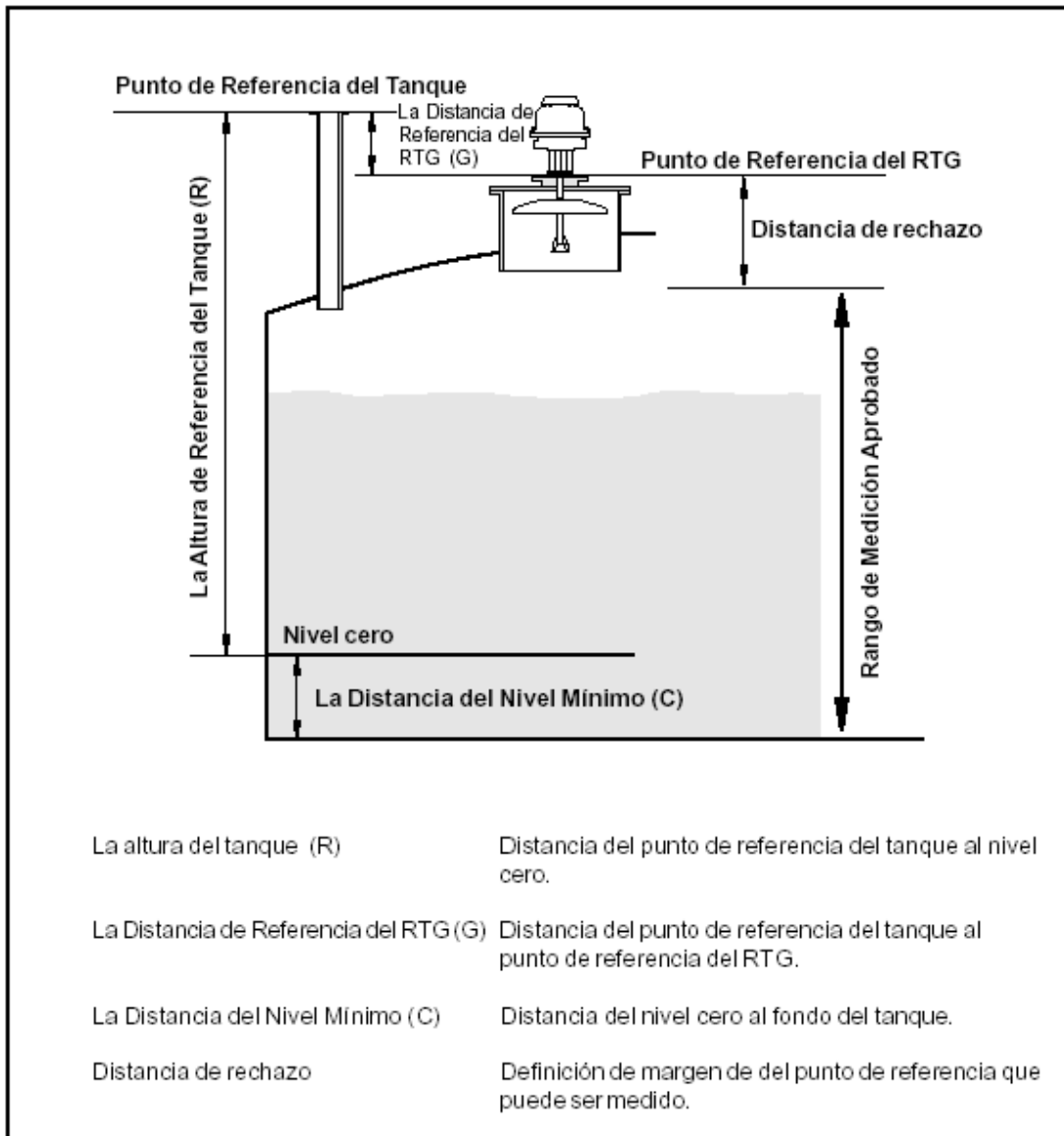
Distancia de Referencia REX (G)

La Distancia de Referencia del RTG (G) es la distancia desde el Punto de Referencia del Tanque hasta el Punto de Referencia del RTG, situado en la superficie superior de la brida o la cubierta de la boca de acceso del cliente sobre la que esté instalado el medidor. En los Medidores de Tubo Guía, el punto de Referencia del RTG está situado en la marca de medición manual de la Tarima del Medidor de Tubo Guía. La Distancia del Nivel Mínimo (C) es la distancia desde el nivel mínimo de la superficie del producto hasta el nivel cero (Dipping Datum Point). Los niveles inferiores al nivel cero se muestran como valores negativos.

Distancia del Nivel Mínimo (C)

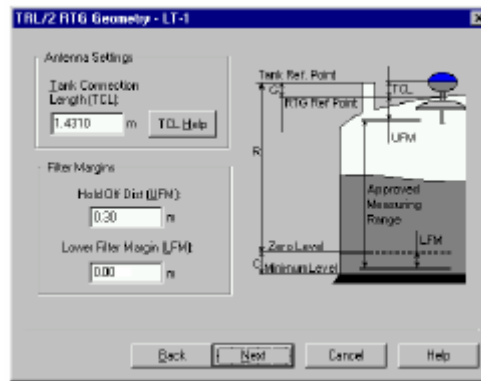
Normalmente la Distancia del Nivel Mínimo (C) es igual a cero. La distancia C se define como la distancia desde el nivel mínimo de la superficie del producto (fondo del tanque) hasta el Nivel cero (Dipping Datum Point). Puede utilizar la distancia C para aumentar la amplitud de medición en el fondo del tanque, con el fin de permitir que se muestren los valores de nivel negativos cuando la superficie del producto esté por debajo del Nivel Cero (Dipping Datum Plate).

Si establece $C=0$, no se aceptarán las mediciones inferiores al Nivel Cero, es decir, el RTG notificará un nivel no válido a menos que haga clic en la caja **Show negative level values as zero**.



Geometría de RTG

Especifique los parámetros relativos al medidor para la calibración y la optimización de los resultados de medición.



Longitud de Conexión del Tanque (TCL)

La Longitud de Conexión del Tanque sólo se puede cambiar para el tipo de antena **Definido por el Usuario**. Si elige una de las antenas predefinidas en la ventana *REX Configuration*, efectúe la calibración ajustando la Distancia de Calibración.

Puede utilizar la Longitud de Conexión del Tanque (TCL) para calibrar el RTG para distintas antenas. No corresponde a ninguna longitud física de la Conexión del Tanque.

Distancia de rechazo

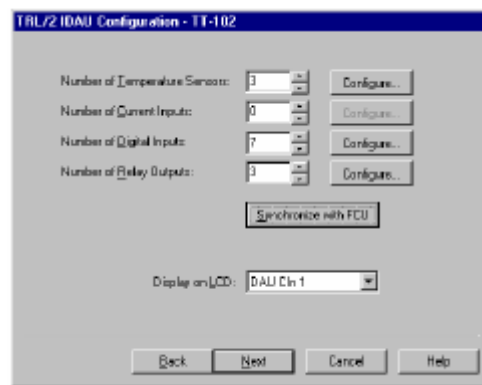
La distancia de Rechazo (H) define con qué distancia del Punto de Referencia del RTG se acepta un valor de nivel. Normalmente no es necesario cambiar la distancia de **Rechazo**. No obstante, si se producen ecos perturbadores en la parte superior del tanque (procedentes de la boquilla del tanque, por ejemplo), puede aumentar la distancia de Rechazo para evitar las mediciones en la región cercana a la antena.

Distancia de calibración

Utilice esta variable para ajustar el transmisor de manera que los niveles de producto medidos automáticamente coincidan con los niveles medidos manualmente. Normalmente es necesario un pequeño ajuste cuando se instala el medidor. Por ejemplo, puede existir una desviación entre la altura real del tanque y el valor almacenado en la base de datos del transmisor.

Configuración

Configure los dispositivos externos, como los sensores de temperatura, entradas digitales, entradas analógicas y relevadores.

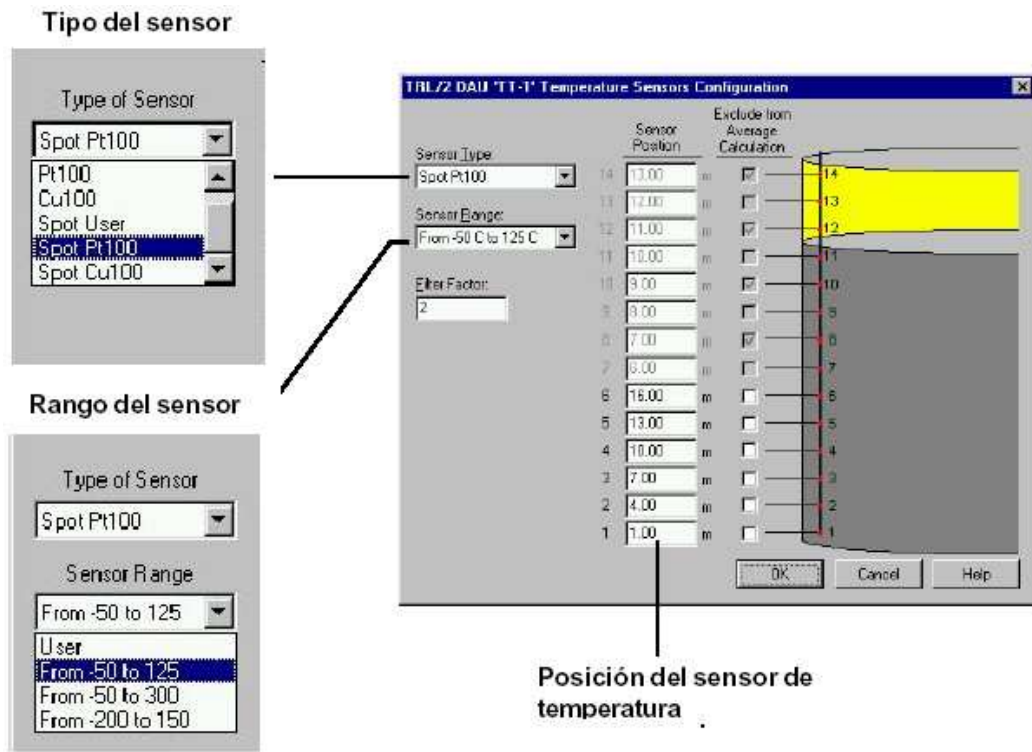


Configuración de sensores de temperatura.

Se pueden conectar hasta 14 sensores de temperatura a una DAU. Para configurar los sensores de temperatura, proceda del siguiente modo:

1. En la ventana *DAU Configuration* (Configuración de DAU), haga clic en el botón *Configure* situado junto al campo *Number of Temperature Sensors* (Número de Sensores de Temperatura).

2. Introduzca la posición de cada sensor en el campo de entrada apropiado.
3. Seleccione el tipo de sensor que esté utilizando y la amplitud de medición.



4. Marque la caja **Average Exclude** si desea excluir un sensor de temperatura determinado del cálculo de la temperatura media. Esto puede ser útil, por ejemplo, si se rompe un sensor o si la temperatura cerca de la superficie o en el fondo del tanque se desvía de manera significativa de la temperatura en el resto del tanque.
5. Haga clic en el botón **OK** para volver a la ventana *DAU Configuration*

Instalación de una Unidad de Comunicación de Campo (FCU)

Visión general

La instalación de una Unidad de Comunicación de Campo incluye, básicamente, los siguientes pasos:

1. Tipo de dispositivo y tag

2. Configuración de la comunicación

- Canal de comunicación,
- Dirección,
- Redundancia

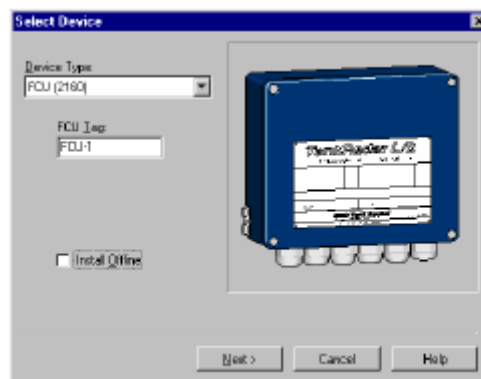
2. Configuración de puerto

Puerto, tipo (FB, GB), Velocidad en baudios, Bits de datos, Bits de detención, Paridad Z4. Configuración de base de datos esclava, Tipo de dispositivo, Dirección, Bus (FB1...), Temp, Ain/Cin, Frec, Int1?, Int2?

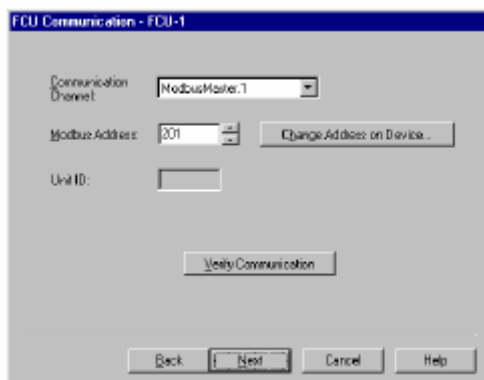
Resumen de instalación y configuración de la FCU

El sistema contiene una FCU, ésta debe ser instalada y configurada antes que los otros dispositivos, como los RTG y las DAU.

Seleccione el tipo dispositivo FCU.



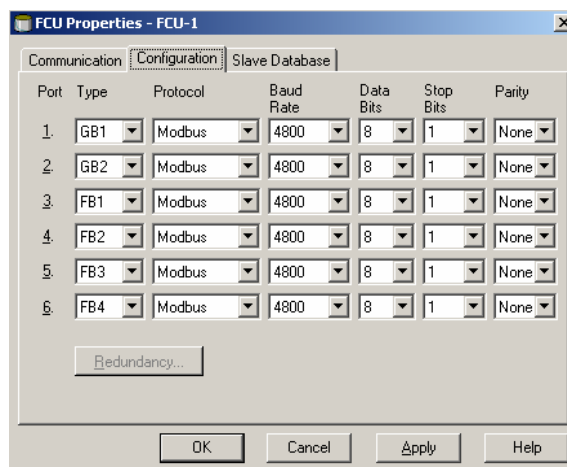
Propiedades de comunicación.



Asigne una dirección y elija el canal de comunicación.

Configuración de puertos

Especifique los parámetros de comunicación de cada Group bus y Field bus.



Configuración de base de datos esclava

Configure los RTG y las DAU conectados a la FCU.

	Slave	Addr	Bus	Temp	Am/Cl	REX Min	REX Relays	Int
1A	TRL/2 RTG	1	FB1	-	1	-	-	1
2A	TRL/2 RTG	2	FB1	-	2	-	-	1
3A	REK RTG	3	FB1	3	2	2	3	1
4A	REK RTG	4	FB1	4	1	2	4	1
5A	REK RTG	5	FB1	5	0	2	5	1
6A	EMI	6	FB1	-	-	-	-	1
7A	I.L.D 2000	7	FB1	-	-	-	-	1
8A	TRL/2 RTG	8	FB1	-	0	-	-	1
9A	TRL/2 RTG	9	FB1	-	0	-	-	1
10A	TRL/2 RTG	10	FB1	-	0	-	-	1
11A	TRL/2 RTG	11	FB1	-	0	-	-	1

9.1.4.5. Calibración

Si instala y configura un TRL/2 RTG 3900, necesitará ajustar la Longitud de Conexión del Tanque (TCL), (Distancia de Calibración para TRL/2 REX) para conseguir la equivalencia entre el nivel medido y el real. Este ajuste debe realizarse una sola vez durante la puesta en servicio final y normalmente no es necesario repetirlo a menos que cambien las condiciones del tanque.

9.1.4.6. Configuración de protocolos de comunicación

El protocolo maestro Modbus TRL2 está disponible como protocolo predeterminado al instalar Saab TankMaster en el computador. Otros protocolos, como el protocolo esclavo Modbus TRL2, se pueden obtener opcionalmente. Cada protocolo ofrece hasta ocho canales. Para cada canal puede especificar el puerto de comunicación (COM) del PC al que se va a conectar, así como parámetros de comunicación estándar como la Velocidad en Baudios y los Bits de Detención.

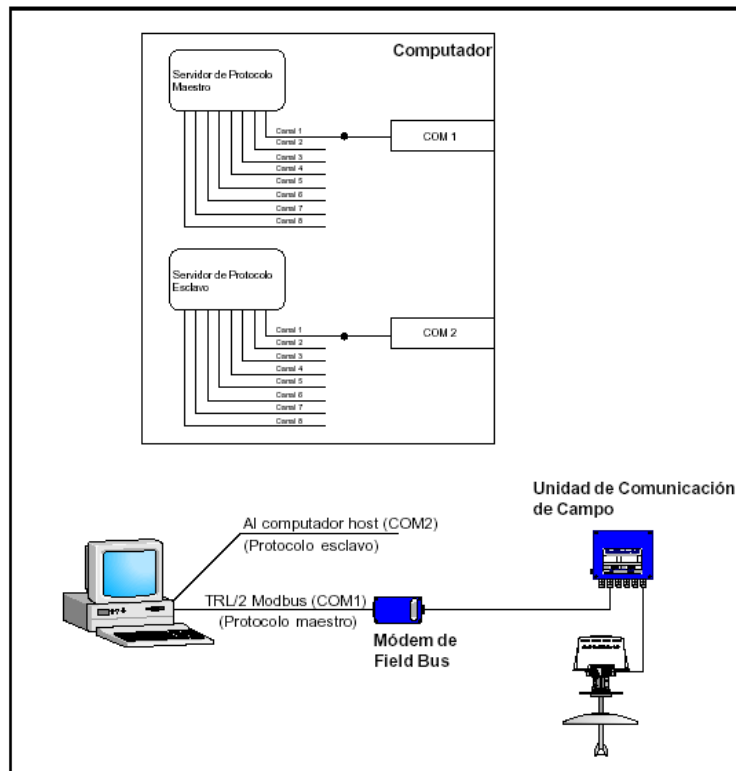


Figura 9. 2: Estación de trabajo OPI

Para cada protocolo puede configurar lo siguiente:

- Parámetros de comunicación: Puerto (COM1...), velocidad en baudios, bits de detención, tipo de módem, etc.
- Archivo de registro: Nombre del archivo, tamaño del archivo, horario de registro...
- Mapas de tanques (únicamente para protocolos esclavos)

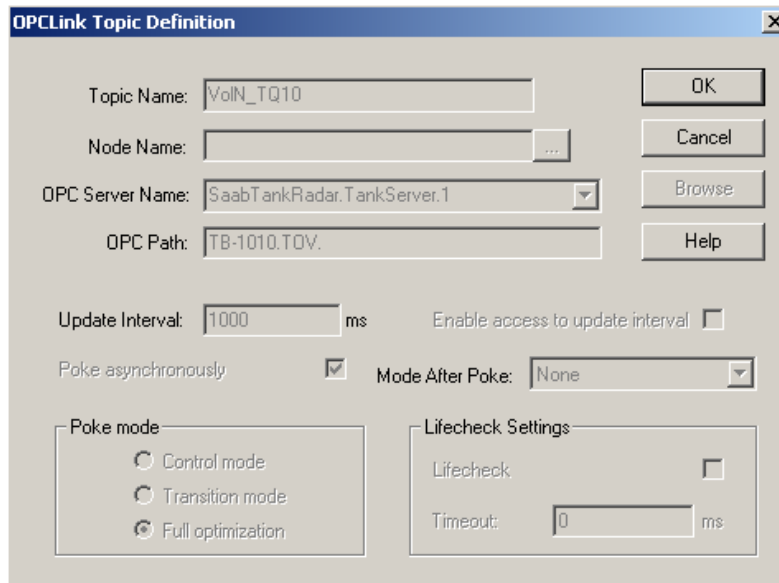
9.2 APLICACIÓN EN INTOUCH

INTERFAZ ENTRE SOFTWARE TANK MASTER Y EL SOFTWARE INTOUCH

La interfaz usada para transmitir los datos desde el software de Saab hacia el programa INTOUCH es OPC. OPC, es conectividad abierta vía estándares abiertos para la automatización industrial y los diferentes sistemas de la empresa. OPC asegura su continuidad creando nuevos estándares según las necesidades y adapta estándares existentes para utilizar nueva tecnología.

Tanto el software de Saab Rosemount así como el INTOUCH permiten la utilización de la tecnología OPC para configurar estas variables y obtener los datos deseados. La configuración se hace desde el servidor que posee el programa IN TOUCH llamado OPC Link, y una vez ahí se ingresa en el menú *Configure* y luego en *Topic definition*, a continuación se desplegará una pantalla que se muestra en la Figura, en donde se ingresan los siguientes datos:

- Topic Name: el nombre de la variable
- Node Name: el nombre del host de ser necesario
- OPC Server Name: para este caso sería SaabTank Radar.TankServer1. El nombre del servidor OPC lo determina el fabricante Saab Rosemount.
- OPC Path: el nombre de la variable utilizado en el software de Saab.



Una vez realizados los *Topic Definition* (la configuración de las variables desde OPC a Saab Tankmaster) configurados para cada uno de los datos que se va a desde el software de Saab, ahora se configurará estos datos para el programa INTOUCH. En el menú *Special*, se selecciona la opción *Access name* y se despliega la pantalla que se muestra en la Figura donde se ingresa los datos:

- Access: el nombre del acceso a utilizar en In Touch
- Node Name: nombre del host
- Application Name: para este caso OPCLINK
- Topic Name: el nombre que se dio en el OPCLink a la variable
- El protocolo a usar que es SuiteLink. SuiteLink es un protocolo propio de Intouch que es una variable de DDE pero adaptado a las necesidades de Wonderware.

Add Access Name

Access: Vol_TQ10 [OK]

Node Name: [] [Cancel]

Application Name: OPCLINK

Topic Name: Vol_TQ10

Which protocol to use:

- DDE
- SuiteLink
- Message Exchange

When to advise server:

- Advise all items
- Advise only active items

Ya realizado este paso se ingresa a crear un nuevo tag y se colocan los *Access Name* hechos, como se muestra en la Figura 5.28. Este tag deberá ser de tipo I/O Real y solo de lectura.

Tagname Dictionary

Main Details Alarms Details & Alarms Members

New Restore Delete Save << Select... >> Cancel Close

Tagname: Galaxy Type: ... I/O Real

Group: ... \$System Read only Read Write

Comment: AccessLevel

Log Data Log Events Retentive Value Retentive Parameters

Initial Value: 0 Min EU: -32768 Max EU: 32767

Deadband: 0 Min Raw: -32768 Max Raw: 32767

Eng Units: [] Log Deadband: 0 Conversion: Linear Square Root

Access Name: ... Galaxy

Item: rCV Use Tagname as Item Name

APLICACIÓN EN INTOUCH 8.0

La aplicación que se comunica con el Software TankMaster esta diseñada en Intouch de Wonderware y consta de 8 pantallas.



Figura 9. 3: Ventana ACCESO

La pantalla **ACCESO** nos indica que el software es un Sistema para Supervisar el nivel de combustibles en los tanques, además nos muestra los botones **NOMBRE** y **CLAVE** los mismos que nos permiten registrarnos como usuarios del sistema, además otros botones permiten el cambio de usuario y de clave.

INGRESE NOMBRE Y CLAVE

Nombre:	Clave:	Nivel de acceso:
MANTENIMIENTO		
Cambiar de Usuario	Cambiar Clave	

Solo si la clave se ha digitado correctamente aparecerá en la parte inferior de la ventana una barra, la permite acceder a diferentes opciones como por ejemplo:



ACCESO: Este botón se habilita cuando se ha ingresado correctamente la contraseña

IR A: Este botón despliega una ventana de exploración llamada **IR A** que permite una visualización general del nivel en los tanques, registros históricos y alarmas de nivel.

PARADA DE EMERGENCIA: El botón Parada de Emergencia permite que todos los equipos conectados al sistema de desconecten del mismo.

NIVEL TANQUES: El botón Nivel Tanques permite la visualización de la pantalla General Tanques

ALARMAS: El botón alarmas permite que se despliegue la pantalla de las Alarmas de los diferentes tanques de almacenamiento.

CALCULADORA: Permite desplegar la calculadora de Windows como ayuda para cualquier tipo de cálculo.

La ventana **IR A** permite el acceso a diferentes ventanas del sistema como por ejemplo: Acceso, Niveles, Alarmas, Históricos Super, Históricos Extra, Históricos Diesel 2.

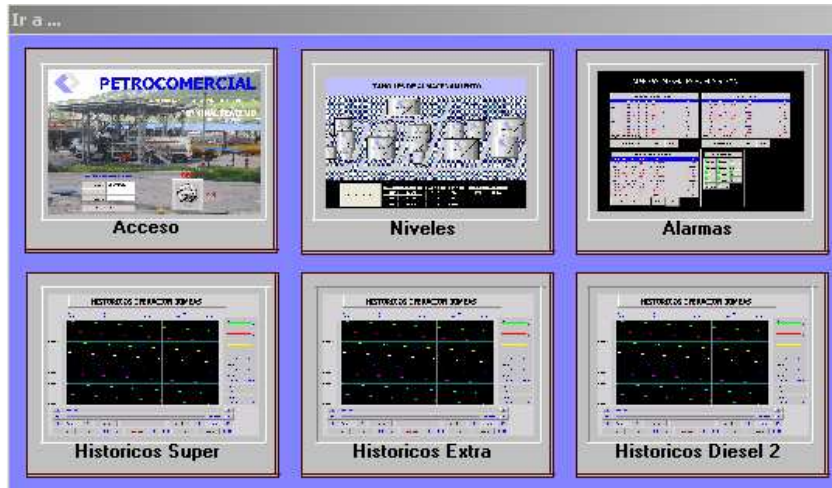


Figura 9. 4: Ventana IR A

La pantalla **General Tanques** nos muestra un esquema general de los diques, además en la parte inferior nos presenta una pantalla, en la cual especifica los niveles en metros de producto en cada uno de los tanques.



Figura 9. 5: Ventana GENERAL TANQUES

La pantalla cuenta además con un botón **Actualizar** el cual permitirá refrescar los datos presentados.



Figura 9. 6: Ventana TANQUE

Al dar clic en cualquiera de los tanques de combustible se desplegara una ventana que mostrara el estado actual y datos adquiridos de cada tanque como por ejemplo: Numero de tanque, Nivel, Presión, Temperatura Promedio, Densidad Observada, Densidad Aparente, etc. Además mediante flechas nos indicara si el tanque esta cargando o despachando producto. Finalmente, consta de un botón llamado **General Tanques** que permitirá regresar a la pantalla general de Tanques.

En las pantallas **Históricos Super, Extra y Diesel 2** podemos acceder a datos históricos en los tanques en cualquier periodo de tiempo y realizar zoom's a cualquiera de los datos.

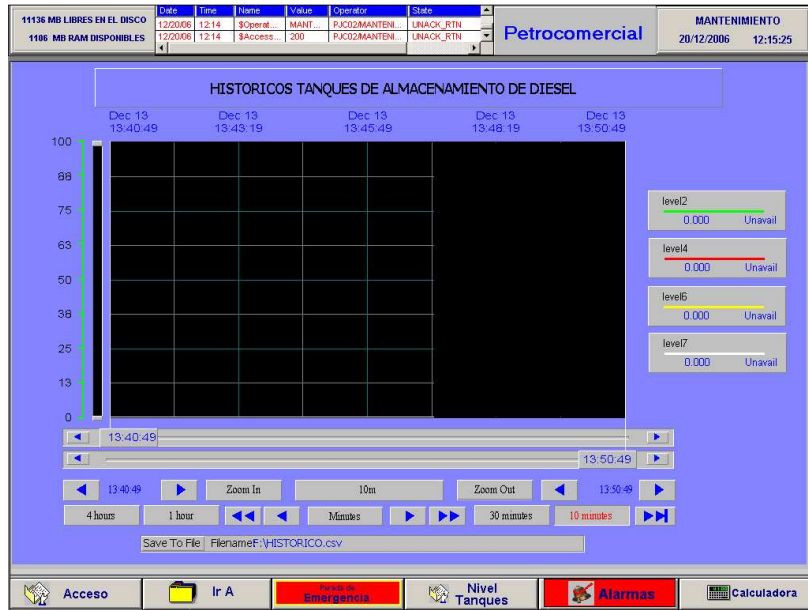


Figura 9. 7: Ventana HISTÓRICOS DIESEL

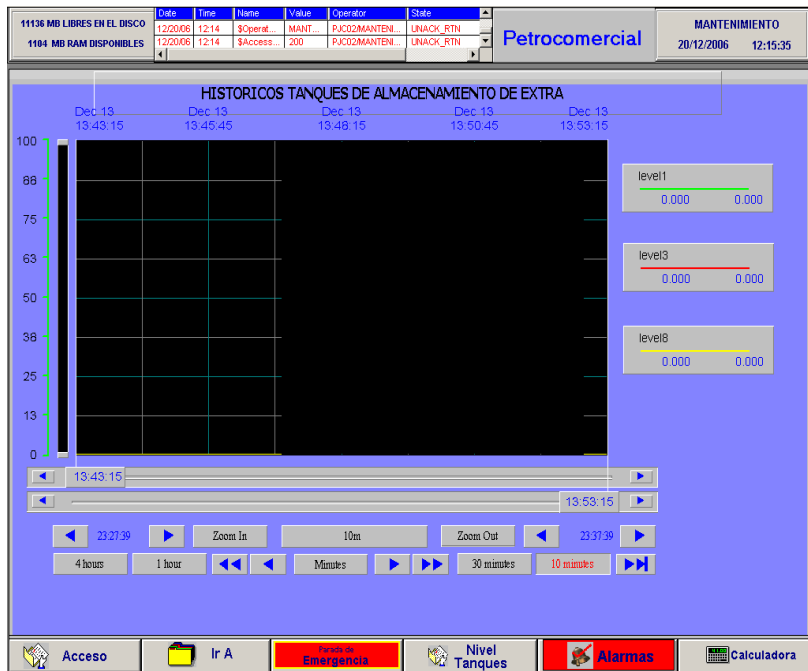


Figura 9. 8: Ventana HISTÓRICOS EXTRA

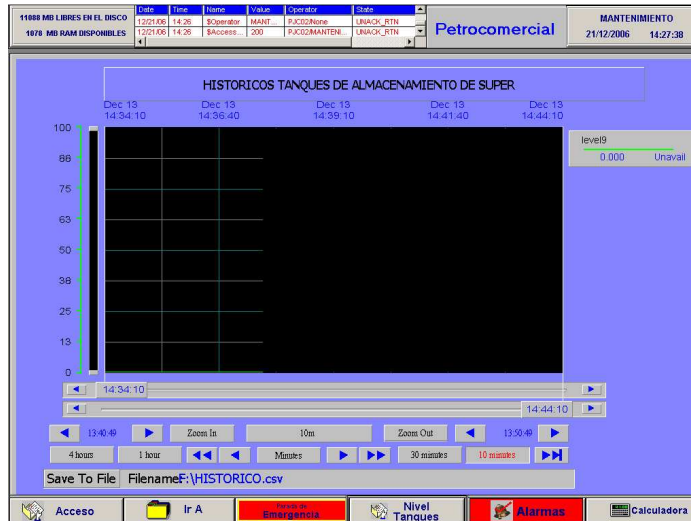


Figura 9.9: Ventana HISTÓRICOS SUPER

En la pantalla **Alarmas** se presentan las diferentes alarmas hi, hi-hi, low, low-low.



Figura 9.10: Ventana ALARMAS

CAPITULO X

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE LA PROPUESTA

Diseño de un Sistema de Adquisición de datos para procedimientos de almacenamiento en tanques de combustible en la Empresa Petrocomercial Terminal Ambato

10.1 Conclusiones

- Se determinó el Sistema de Medición óptimo para utilizar en el Terminal Ambato.
- Se seleccionó tanto hardware como software para el adecuado funcionamiento del sistema.
- Se han detallado los diferentes equipos a utilizar además de las instalaciones eléctricas y mecánicas de los mismos.
- Se han detallado las bandejas, ductos portacables y accesorios a utilizar.
- Se desarrolló el software para presentación de datos de mediciones.

10.2 Recomendaciones

- El medidor REX 3900 debe ser instalado por personal con la debida formación de acuerdo con las instrucciones adjuntas y con el código de prácticas aplicable.
- Las zonas con peligro de explosiones se clasifican en función de la probabilidad de que exista en ellas una atmósfera explosiva, lo que determina si debe utilizarse o no una técnica específica de protección contra explosiones.
- Las bandejas para cables deben instalarse como sistemas completos. Las curvas hechas en la obra o las modificaciones, deben hacerse de manera que se mantengan tanto la continuidad eléctrica del sistema como su función de soporte continuo de cables.
- Cada tramo de bandeja para cables debe completarse antes de la instalación de los cables
- Se deben proveer soportes para evitar tensiones mecánicas sobre los cables, cuando los mismos entren a otra canalización o caja desde el sistema de bandejas para cables.
- Se debe tener presente que previo funcionamiento del sistema se deben configurar las unidades de los diferentes equipos y software a utilizar.

ANEXO 1

BANDEJAS Y DUCTOS PORTACABLES

METALECTRO

BANDEJAS PORTACABLES TIPO ESCALERILLA EN ALUMINIO

ALTURA LATERAL			DESIGNACION TIPO	CAPACIDAD DE CARGA
NOMINAL	REAL	UTIL		
4"	4 1/2" - 114mm	77mm	PESADA	NEMA 12C
6"	6 1/2" - 165mm 6 1/2" - 165mm	125mm 125mm	LIVIANA PESADA	NEMA 16B NEMA 20C

CARACTERISTICAS GENERALES

ANCHOS DISPONIBLES (pulgadas): 6/9/12/16/18/20/24/30/36

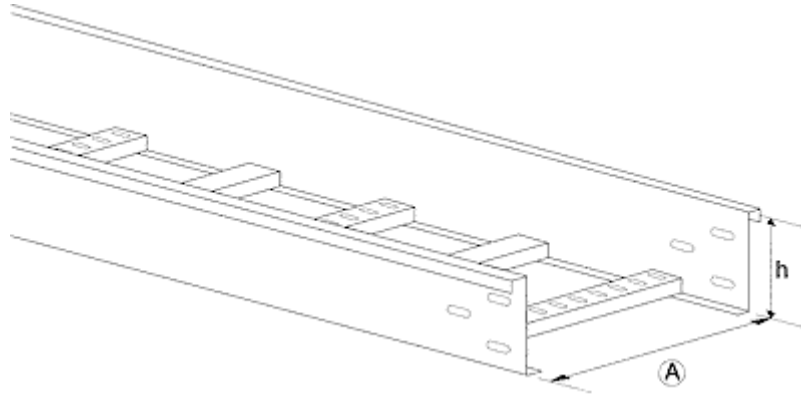
Material de fabricación aluminio aleación AA-6063-T6.

Distancia entre peldaños 9".

Peldaños troquelados para facilitar la sujeción de los cables.

Factor de servicio 1.5. Considerando carga concentrada estática, carga de viento y sísmica.

Cada tramo y accesorio se provee con dos placas de aluminio y doce pernos de acero inoxidable AISI 304 para uniones entre sí. Fabricada a partir de perfiles de aluminio extruido y armada mediante proceso de soldadura. Uso industrial en exteriores y climas corrosivos.



BANDEJA EN ALUMINIO

EJEMPLO DE CODIFICACION:

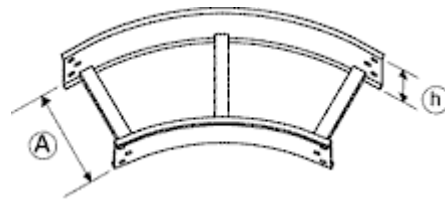
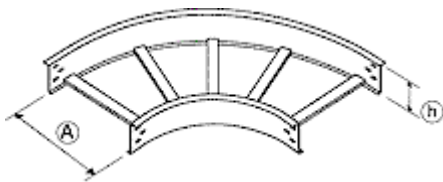
M	CC	TR	A	H	
▼	▼	▼	▼	▼	
A	16B	TR6	12	6	A MATERIAL: BANDEJA DE ALUMINIO 16B CAPACIDAD DE CARGA: NEMA 16B (75 lb/ft considerando distancia entre soportes de 16 ft/4.88m) TR6 TRAMO RECTO: 6m de longitud 12 ANCHO UTIL: 12" 6 ALTURA LATERAL: 6"

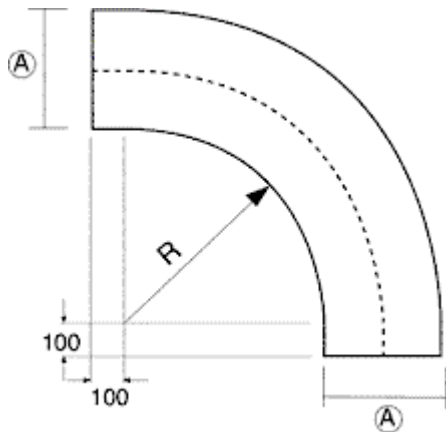
CURVAS HORIZONTALES

Disponibles para bandejas portacables de acero o aluminio en todas las capacidades y dimensiones.

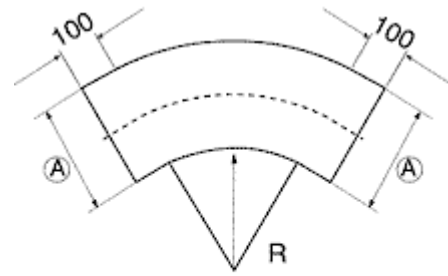
Radios de curvatura (R) disponibles: 12" (300mm) / 24" (600mm) y 36" (900mm).

Para accesorios tipo escalerilla fabricados en acero, especificar dimensiones en mm y para aluminio en pulgadas.

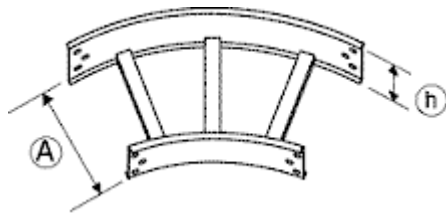




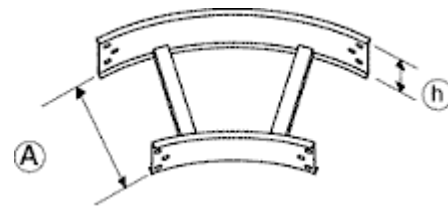
(H90) CURVA HORIZONTAL 90°



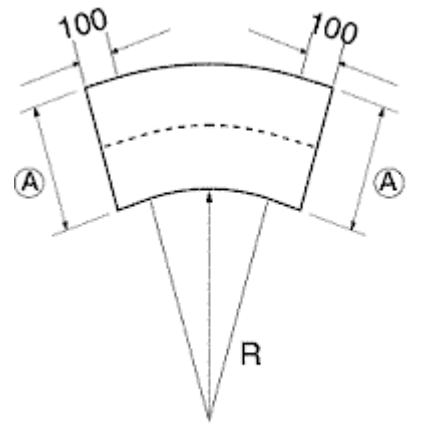
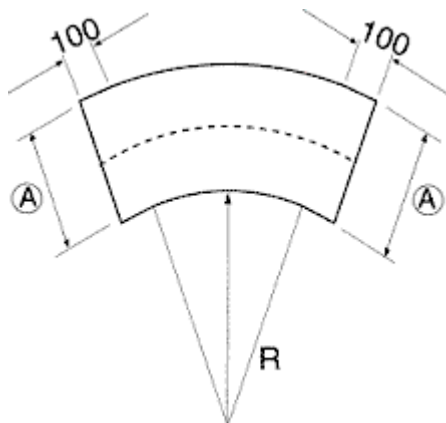
(H60) CURVA HORIZONTAL 60°



(H45) CURVA HORIZONTAL 45°



(H30) CURVA HORIZONTAL 30°

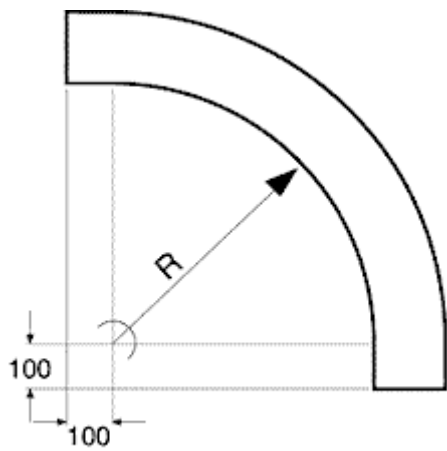
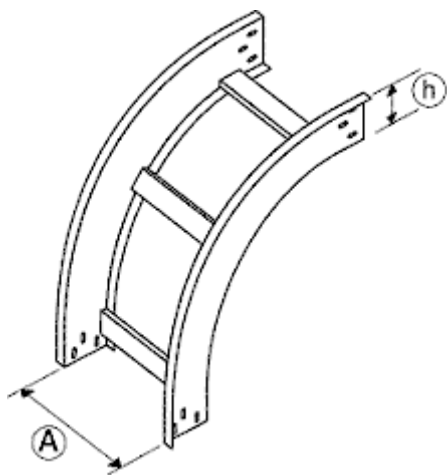


CURVAS VERTICALES

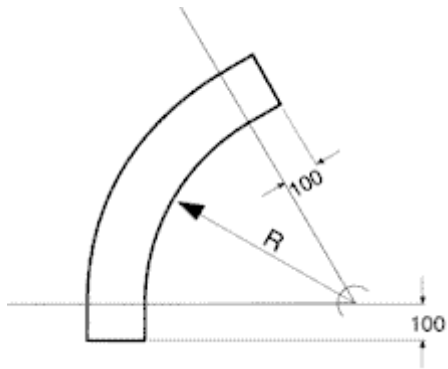
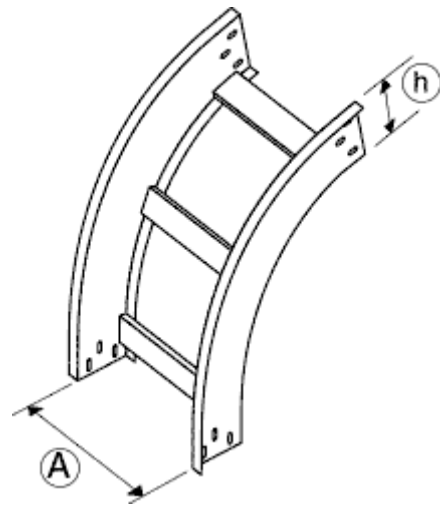
Disponibles para bandejas portables de acero o aluminio en todas las capacidades y dimensiones.

Radios de curvatura (R) disponibles: 12" (300mm) / 24" (600mm) y 36" (900mm).

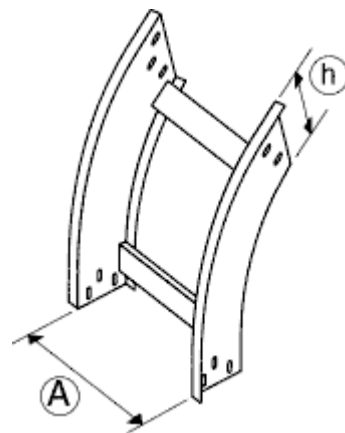
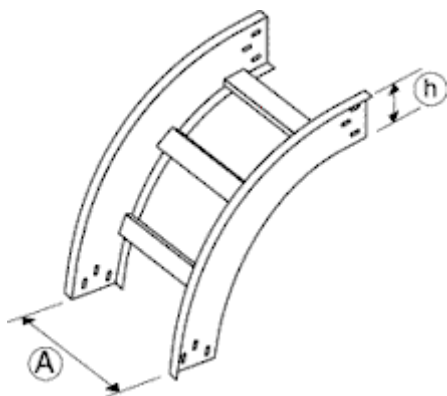
Para accesorios tipo escalerilla fabricados en acero, especificar dimensiones en mm y para aluminio en pulgadas.

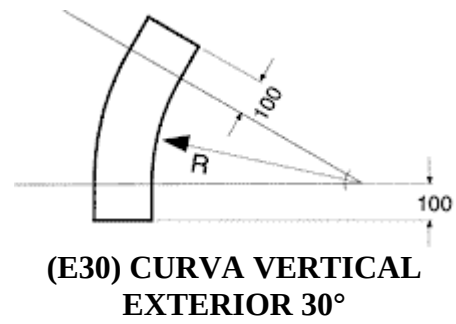
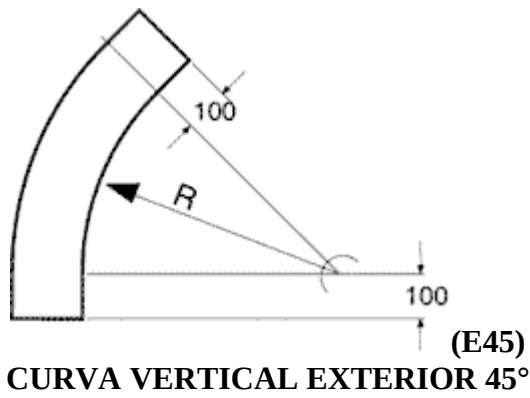


(E90) CURVA VERTICAL EXTERIOR 90°



(E60) CURVA VERTICAL EXTERIOR 60°



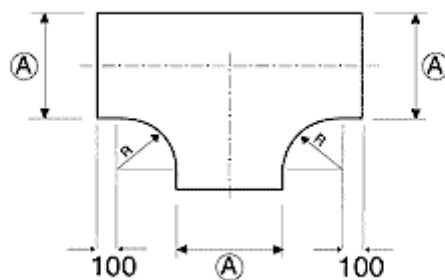
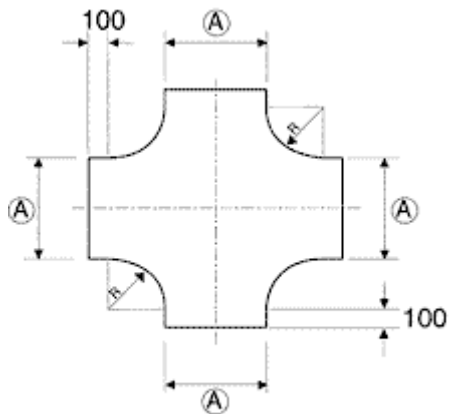
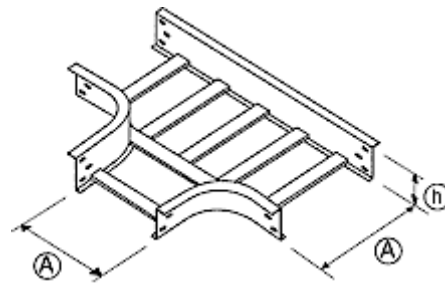
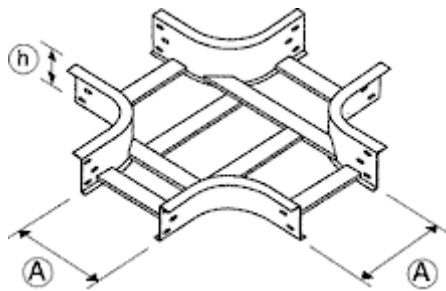


TEE CRUZ

Disponibles para bandejas portacables de acero o aluminio en todas las capacidades y dimensiones.

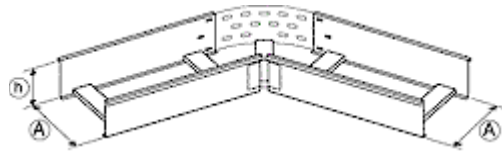
Radios de curvatura (R) disponibles: 12" (300mm) / 24" (600mm) y 36" (900mm).

Para accesorios tipo escalerilla fabricados en acero, especificar dimensiones en mm y para aluminio en pulgadas.

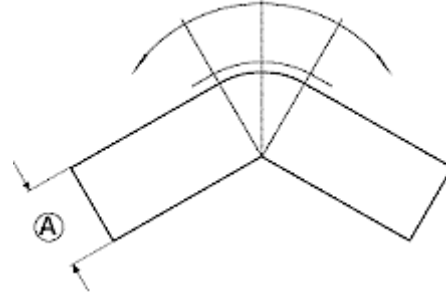


(X) CRUZ HORIZONTAL

(TH) TEE HORIZONTAL



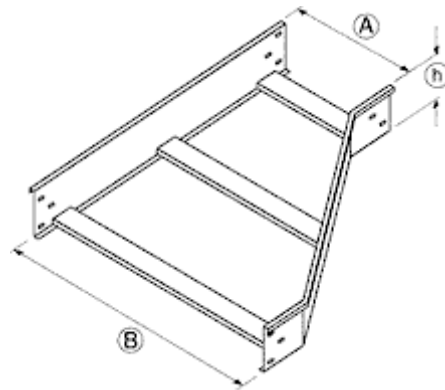
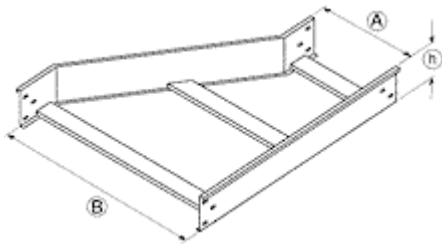
0° - 60°

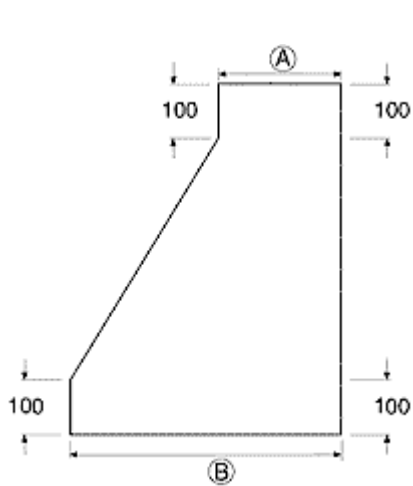


(HA) CURVA HORIZONTAL AJUSTABLE

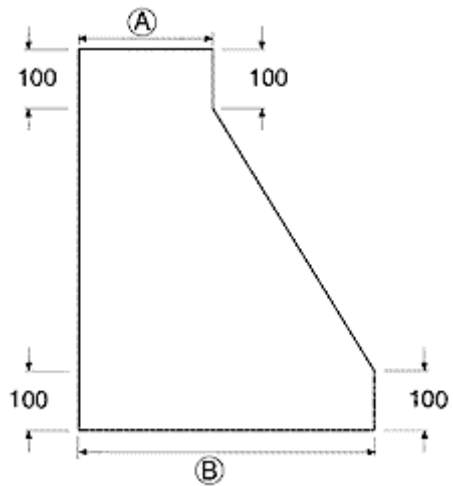
REDUCCIONES

Disponibles para bandejas portacables de acero o aluminio en todas las capacidades y dimensiones. Para accesorios tipo escalerilla fabricados en acero especificar dimensiones en milímetros y para aluminio en pulgadas.

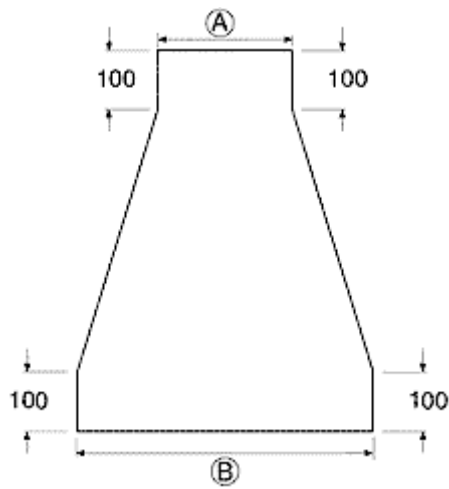
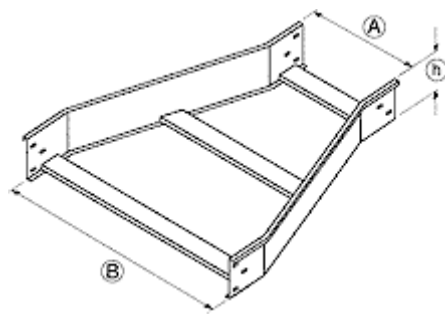




(RD) REDUCCION DERECHA

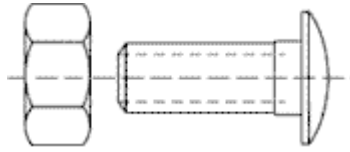


(RI) REDUCCION IZQUIERDA

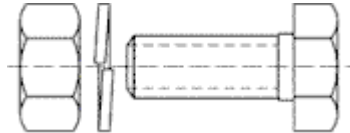


(RS) REDUCCION SIMETRICA

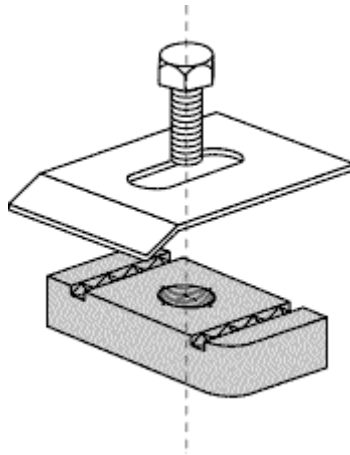
ACCESORIOS PARA BANDEJAS



(VTJ 14-12) PERNO DE CARRIAJE

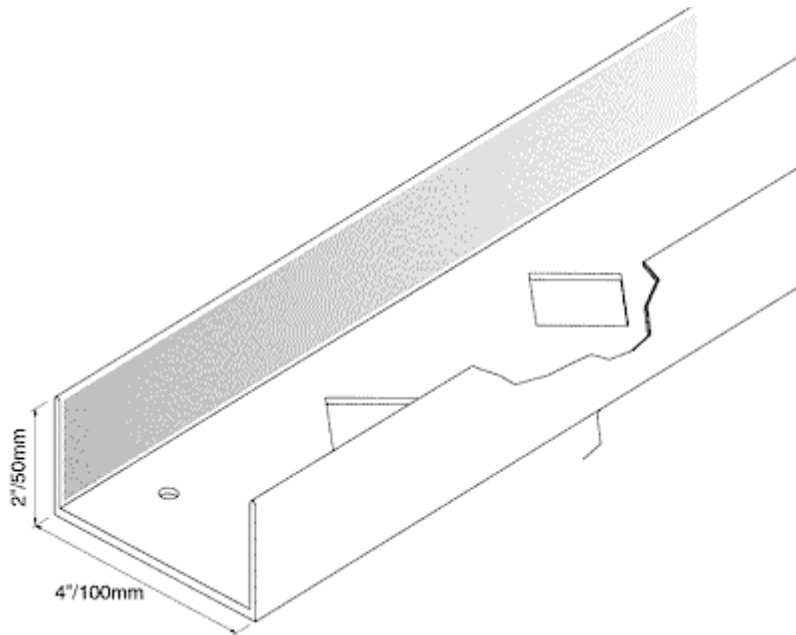


(VTJ 14-12) PERNO HEXAGONAL



(SB) SUJETADOR DE BANDEJA

DUCTOS PORTACABLES DE ALUMINIO



CAPACIDAD DE CARGA: 15lb/ft-10Kg/m

ESPESOR (mm): 3

LONGITUDES DISPONIBLES: 3m/6m

MATERIAL DE FABRICACION: Aleación AA-6063-T6

Base sólida o troquelada con agujeros de 1.5"x1.5"

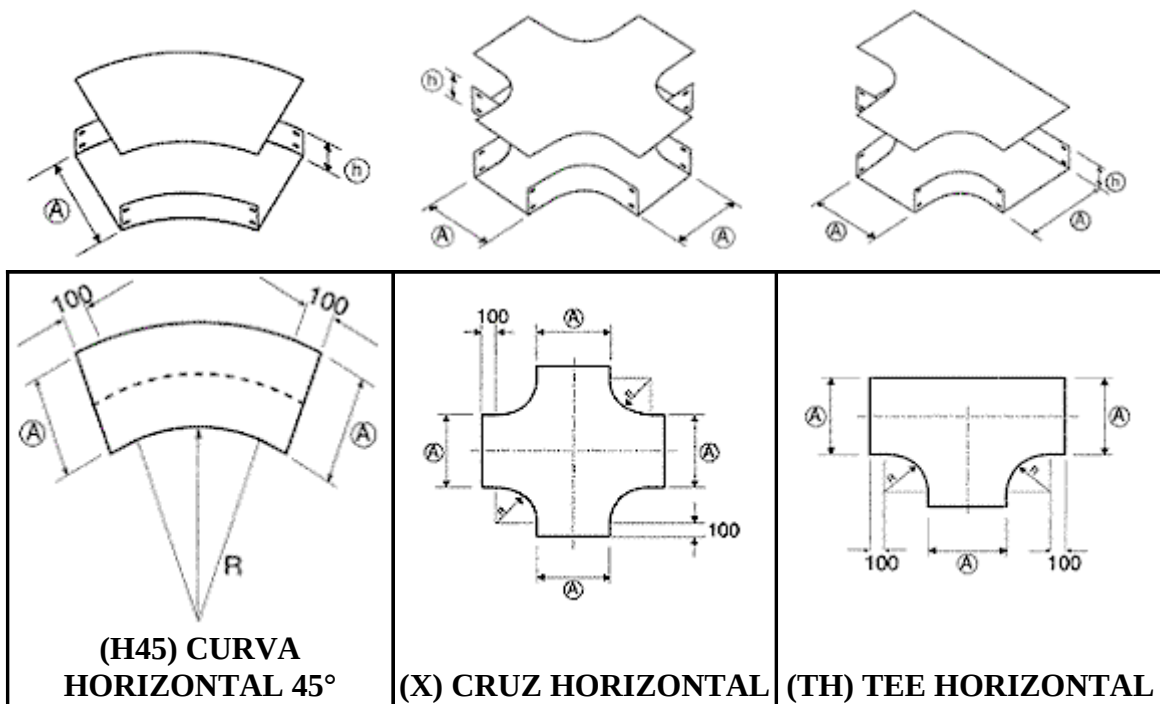
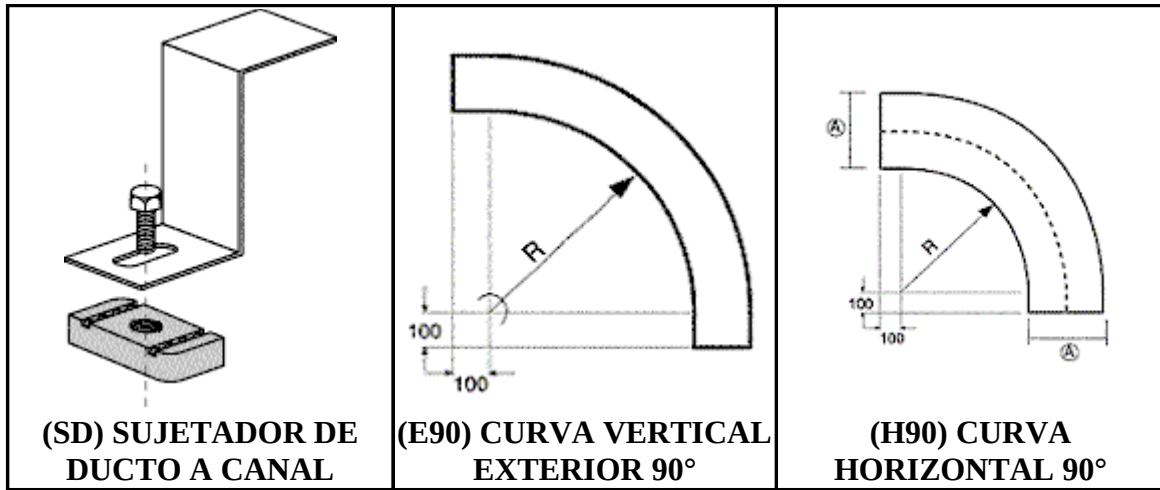
Factor de servicio 1.5. Considerando carga concentrada estática, carga de viento y sísmica.
Cada tramo y accesorio se provee con una placa de aluminio y cuatro pernos de acero inoxidable AISI 304 para uniones entre sí.

ACCESORIOS PARA DUCTOS PORTACABLES

Disponibles para ductos portacables de acero o aluminio en todas las capacidades y dimensiones.

Radios de curvatura (R) disponibles: 12" (300mm) / 24" (600mm)

Para accesorios y dimensiones especiales, consultar con fábrica.



SOPORTERIA

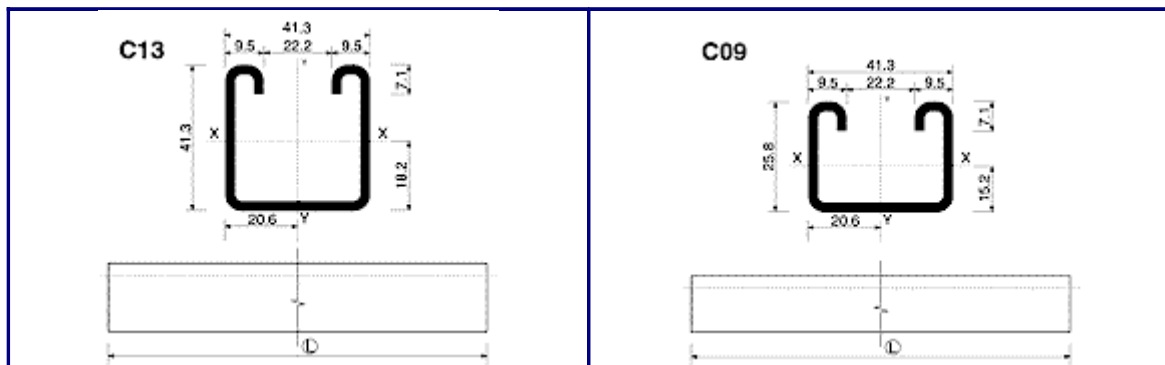
CANAL ESTRUCTURAL

Material de fabricación acero ASTM A-53
 Recubrimiento superficial galvanizado Gr-90 o galvanizado en caliente por

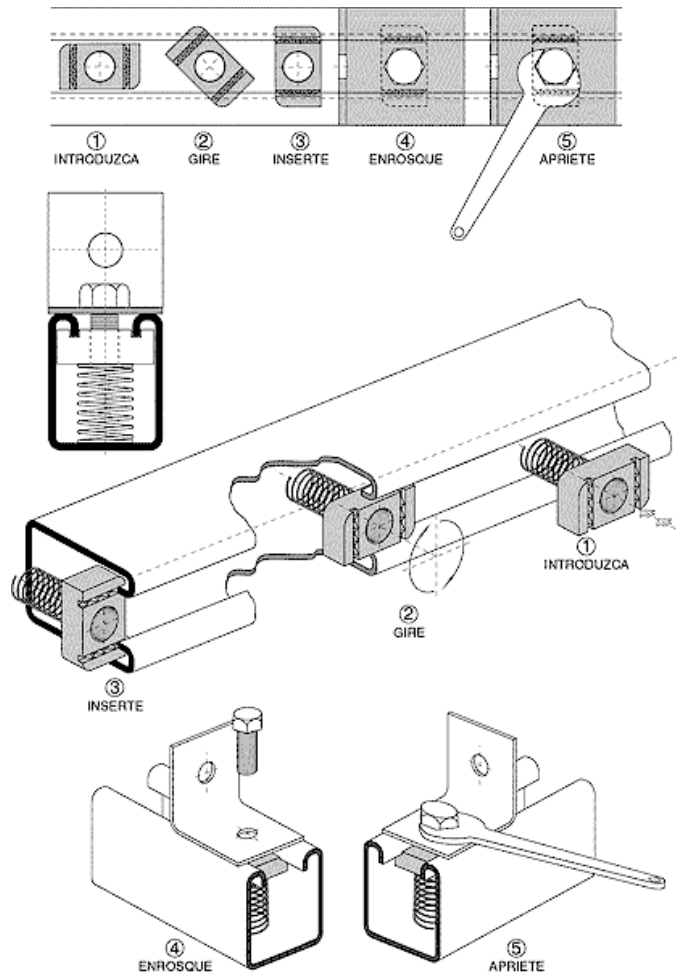
inmersión
 Longitudes (L) disponibles 2.4m / 3.0m

PROPIEDADES DE LA SECCION PARA CANAL LISA C13										
DIMENSION	ESPESOR CALIBRE cm.	PESO Kg./Mt	ARE A cm ²	EJE X-X			EJE Y-Y			COTA Cy cm.
				MOMENTO INERCI A (I) cm ⁴	MODULO SECCION (S) cm ³	RADIO GIRO (R) cm.	MOMENTO INERCI A(I) cm ⁴	MODULO SECCION (S) cm ³	RADIO GIRO (R) cm.	
1-5 / 8"	0.26 - 12	2.56	3.68	7.69	3.34	1.47	9.74	4.72	1.66	18.2
1-5 / 8"	0.19 - 14	2.08	2.89	6.17	2.71	1.51	7.61	3.68	1.68	18.5

PROPIEDADES DE LA SECCION PARA CANAL LISA C09										
DIMENSION	ESPESOR CALIBRE cm.	PESO Kg./Mt	ARE A cm ²	EJE X-X			EJE Y-Y			COTA Cy cm.
				MOMENTO INERCI A (I) cm ⁴	MODULO SECCION (S) cm ³	RADIO GIRO (R) cm.	MOMENTO INERCI A(I) cm ⁴	MODULO SECCION (S) cm ³	RADIO GIRO (R) cm.	
15 / 16"	0.26 - 12	1.79	2.68	1.75	1.28	0.81	6.18	2.99	1.54	9.6
15 / 16"	0.19 - 14	1.48	2.13	1.094	0.96	0.85	4.62	2.31	1.56	9.9

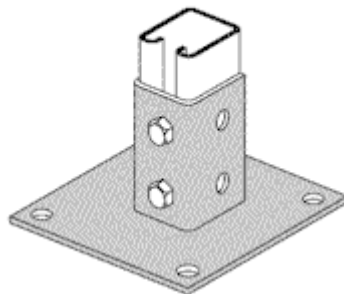


USO DE CANAL ESTRUCTURAL Y TUERCA Y MORDAZA



ACCESORIO DE CANAL ESTRUCTURAL BASE PARALELA SEIS AGUJEROS

PB-386P PARA CANAL C-13
PB-786P PARA CANAL C-09



















ANEXO 2

CAJAS Y ACCESORIOS EXPLOSION PROOF

**Condulet® Conduit Bodies and
Outlet Boxes**
Standard Shape and Hub Selector

4F

Shape SERIES	PAGE	Hub Style										
												
 GUA	50-52	GUA	GUAB	GUAC	GUAD	GUAL	GUAM	GUAN	GUAT	GUAW	GUAX	
 EAB	53			EABC		EABL			EABT		EABX	EABY
 EAJ	54		EAJB	EAJC	EAJD	EAJL			EAJT		EAJX	
 CPS	55											CPS
 GUR	60											GUR
 OE	56		OELB	OEC		OELL		OELR	OET			

4F Condulet® Outlet Boxes & Bodies

The fittings below are available only in the configurations shown.



LBH PAGE 58



LBV PAGE 58



EKC PAGE 57



ET PAGE 58

4F

Condulet® Conduit Outlet Boxes With Covers for Threaded Rigid and IMC

Cl. I, Div. 1 & 2, Groups C,D
Cl. II, Div. 1, Groups E,F,G
Cl. II, Div. 2, Groups F,G
Cl. III
NEMA 3,4,7CD,9EFG

Explosionproof
Dust-Ignitionproof
Raintight
Wet Locations

4F Conduit Outlet Boxes & Modules

Application:

GUA series conduit outlet boxes are installed within hazardous area conduit systems to:

- protect conductors in threaded rigid conduit
- act as pull and splice boxes
- connect lengths of conduit
- change conduit direction
- provide access to conductors for maintenance and future system changes
- act as mounting outlets for fixtures (with appropriate covers)
- act as sealing fittings (with appropriate covers)

Features:

GUA conduit boxes have:

- Neoprene "O" ring standard to meet NEMA 4 requirements
- Cast ears on cover to permit easy removal and tightening
- Internal green ground screw
- Four standard mounting pads except for boxes with bottom hubs
- threaded cover openings
- ten different hub arrangements
- taper threaded hubs to provide grounding continuity
- smooth integral hub bushing protects conductor insulation when pulling
- surface covers furnished with boxes
- sealing covers, dome covers, and future hanger covers are available.
- cover threads are 12 pitch.

Standard Materials:

- Bodies - Fer alloy iron alloy
- Covers - Copper-free aluminum

Standard Finishes:

- Fer alloy iron alloy - electrogalvanized and aluminum acrylic paint
- Aluminum - natural

Size Ranges:

- Hub - 1/2" to 2"
- Cover opening - 2" to 5" dia.

† Available in copper-free aluminum, add suffix -SA

* Available in copper-free aluminum, add suffix -SA. GUA outlet boxes marked with * when ordered with suffix -SA are listed for Class I, Division 1 & 2, Groups E, F, G and D, Class II, Division 1, Groups E, F, G and Class III. Covers have 12 pitch threads. Replacement cover is a GUAC6-GB.

Options:

Description

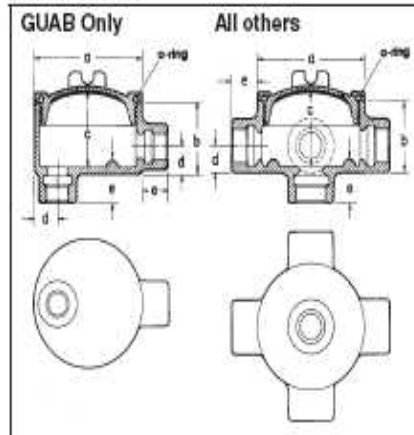
Bodies - copper-free aluminum SA †
Covers - Fer alloy iron alloy - electrogalvanized and aluminum acrylic paint WOD
• GUA Form 8 (with 3" cover opening) are available with optional cover with viewing window -WV
Copper-free epoxy powder coat S752
To order box less cover add "0" to end of catalog number ie. GUAT260.

Certifications and Compliances:

- NEC/CEC: Class I, Division 1 & 2, Groups C,D; Class II, Division 1, Groups E,F,G; Class II, Division 2, Groups F,G; Class III
- UL Standard: 886
- ANSI Standard: C33.27
- CSA Standard: C22.2 No. 30
- NEMA/EEMAC 3,4

NOTE: When assembled with sealing type cover, GUA series outlet boxes provide adequate sealing for 40% fill in hazardous areas - Class I, Groups C,D; Class II, Groups E,F,G; and Class III. Seals can be made in either horizontal or vertical positions. Use Chico® "A" sealing compound or Chico® SpeedSeal only. Conductor splices or connections must not be made in enclosures where sealing compound is to be used per NEC.

Dimensions



Suffix to be Added to Cat. #



GUA

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUA14
3/4	2	GUA24
1/2	3	GUA16
3/4	3	GUA26*
1	3	GUA36
1 1/4	3 3/4	GUA47
1 1/2	5	GUA59



GUAC

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUAC14†
3/4	2	GUAC24†
1/2	3	GUAC16*
3/4	3	GUAC26*
1	3	GUAC36*
1 1/4	3 3/4	GUAC47†
1 1/4	5	GUAC49
1 1/2	5	GUAC59†
2	5	GUAC69†



GUAB

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUAB14†
3/4	2	GUAB24
1/2	3	GUAB16*
3/4	3	GUAB26*
1	3	GUAB36*
1 1/4	3 3/4	GUAB47†
1 1/2	5	GUAB59†
2	5	GUAB69†



GUAD

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUAD14†
3/4	2	GUAD24
1/2	3	GUAD16
3/4	3	GUAD26*
1	3	GUAD36†
1 1/4	5	GUAD49

Length of Hub	Dimension "e" Length
Hub Size 1/2-3/4	7/8
1-1 1/4	1
1 1/2-2	1 1/8

GUA, GUAD, GUAM, GUAW, GUAX

Cat. #	a	b	c	d
14	2 1/2	1 1/8	1 1/4	5/8
24	2 1/2	2	2	3/4
16	3 1/2	2	1 1/2	5/8
26	3 1/2	2	1 1/2	3/4
36	3 1/2	2 5/8	2 1/4	7/8
37	4 1/4	2 5/8	2 1/2	7/8
47	4 1/4	2 1 1/8	2 3/4	1 1/8
49	5 3/4	3 1 1/8	3 1/4	1 1/8
59	5 3/4	3 1 1/8	3 3/4	1 1/8
69	5 3/4	4 1/8	4	1 1/8

Condulet® Conduit Outlet Boxes

With Covers for Threaded Rigid and IMC

Cl. I, Div. 1 & 2, Groups C,D
 Cl. II, Div. 1, Groups E,F,G
 Cl. II, Div. 2, Groups F,G
 Cl. III
 NEMA 3,4,7CD,9EFG

Explosionproof
 Dust-Ignitionproof
 Raintight
 Wet Locations

4F



4F
 Condulet® Conduit
 Boxes & Studs

GUAL

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUAL14†
3/4	2	GUAL24†
1/2	3	GUAL18*
3/4	3	GUAL28*
1	3	GUAL38*
1 1/4	3 3/4	GUAL47†
1 1/4	5	GUAL49†
1 1/2	5	GUAL59†
2	5	GUAL69†

GUAN

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUAN14
3/4	2	GUAN24
1/2	3	GUAN16
3/4	3	GUAN26
1	3	GUAN36†
1 1/4	3 3/4	GUAN47
1 1/2	5	GUAN59†
2	5	GUAN69

GUAT

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUAT14†
3/4	2	GUAT24†
1/2	3	GUAT18*
3/4	3	GUAT28*
1	3	GUAT38*
1	3 3/4	GUAT37
1 1/4	3 3/4	GUAT47†
1 1/4	5	GUAT49†
1 1/2	5	GUAT59†
2	5	GUAT69†

GUAX

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUAX14†
3/4	2	GUAX24†
1/2	3	GUAX16*
3/4	3	GUAX26*
1	3	GUAX36*
1	3 3/4	GUAX37†
1 1/4	3 3/4	GUAX47†
1 1/4	5	GUAX49
1 1/2	5	GUAX59†
2	5	GUAX69†



GUAM

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUAM14†
3/4	2	GUAM24
1/2	3	GUAM16
3/4	3	GUAM26
1	3	GUAM36
1 1/4	3 3/4	GUAM47
2	5	GUAM69



GUAW

Hub Size	Cover Opening Dia.	Cat. #
1/2	2	GUAW14†
3/4	2	GUAW24†
1/2	3	GUAW16
3/4	3	GUAW26†

Dimensions

GUAC, GUAT

Cat. #	a	b	c	d
14	2 1/2	2 1/4	2 3/8	3/8
24	2 1/2	2	2	3/4
16	3 1/2	2	1 7/8	5/8
26	3 1/2	2	1 7/8	5/8
36	3 1/2	2 1/8	2 1/8	7/8
37	4 1/4	2 3/8	2 3/8	7/8
47	4 1/4	2 1 1/8	2 3/4	1 1/8
49	5 1/4	3 1 1/8	3 3/4	1 3/8
59	5 1/4	3 1 1/8	3 3/4	1 3/8
69	5 1/4	4 1/8	4	1 3/8

GUAN

Cat. #	a	b	c	d
14	2 1/2	2 1/8	2 1/8	5/8
24	2 1/2	2 3/8	2 1/4	3/4
16	3 1/2	2	1 7/8	5/8
26	3 1/2	2	1 7/8	5/8
36	3 1/2	2 3/8	2 3/8	7/8
47	4 1/4	2 1 1/8	2 3/4	1 1/8
59	5 1/4	4 1/8	4	1 3/8
69	5 1/4	4 1/8	4	1 3/8

GUAB, GUAL

Cat. #	a	b	c	d
14	2 1/2	2 1/4	2 3/8	3/8
24	2 1/2	2 1/4	2 3/8	3/4
16	3 1/2	2	1 7/8	5/8
26	3 1/2	2	1 7/8	5/8
36	3 1/2	2 1/8	2 1/8	7/8
47	4 1/4	2 1 1/8	2 3/4	1 1/8
49	5 1/4	3 1 1/8	3 3/4	1 3/8
59	5 1/4	3 1 1/8	3 3/4	1 3/8
69	5 1/4	4 1/8	4	1 3/8

* Available in copper-free aluminum, add suffix -SA. GUA outlet boxes marked with * when ordered with suffix -SA are listed for Class I, Division 1&2, Groups B, C and D, Class I, Division 1, Groups E, F, G and Class II. Covers have 16 pitch threads. Replacement cover is a GUA06-GB.
 † Available in copper-free aluminum, add suffix -SA.

4F Condulet® Conduit Outlet Bodies, Elbows and Tees

Cl. I, Div. 1 & 2, Groups A,B,C,D* Explosionproof
 Cl. II, Div. 1, Groups E,F,G Dust-Ignitionproof
 Cl. II, Div. 2, Groups F,G
 Cl. III
 NEMA 7ABCD,9EFG

4F Conduit Outlet Bodies & Tees

Application:

- LBH conduit outlet bodies are installed in hazardous areas to:
- act as pull outlets especially for conductors that are stiff due to large size or type of insulation
 - make 90° bends in conduit system, allowing straight pull in either direction
 - provide for conduit service entrance to buildings
 - provide for conductor entrance to motors
 - provide access to wiring for maintenance and future system changes
- LBY elbows are installed in conduit systems within hazardous areas to:
- make 90° bends in conduit systems where space is limited
 - act as pull outlets
 - provide access to conductors for maintenance and future system changes
- ET series short radius tees are installed in conduit systems within hazardous areas to:
- allow single conduit stub up to outlet and device boxes located above or below main conduit runs. Eliminates separate feed and return conduits

Features:

- LBH bodies have:
- cover openings on an angle, permitting conductors to be pulled straight through hubs from either direction
 - domed covers to permit easy conductor bends (relieves strain on insulation)
 - taper threaded hubs with integral bushings
- LBY elbows have:
- maximum volume for bends within a compact overall size
 - screw on cover for ease of installation and removal
 - cover opening on an angle, permitting conductors to be pulled straight through either hub
 - taper threaded hubs and integral bushing for rigid threaded conduit
- ET short radius tees have:
- compact size and small radius of bend for use in concealed, or open conduit systems.
- Particularly suited for use in shallow floors or partitions
- taper threaded hubs and integral bushing for rigid threaded conduit

‡ Largest hub is shown at top of photo.

Standard Materials:

- LBH, LBY and ET - *Feraloy*® Iron alloy

Standard Finishes:

- LBH, LBY and ET - electrogalvanized and aluminum acrylic paint

Options:

Description	Suffix to be Added to Cat. #
LBH and LBY series - copper-free aluminum	SA
LBH and LBY series - Corro-free™ epoxy powder coat	add suffix S752

Size Ranges:

- LBH bodies - hub size 1/2" to 4"
- LBY elbows - hub size 1/2" to 1 1/2"

Certifications and Compliances:

- NEC:
 - LBH 10-20 - Class I, Division 1 & 2, Groups B,C,D
 - Class II, Division 1, Groups E,F,G
 - Class II, Division 2, Groups F,G
 - Class III
- LBH 30-100
 - Class I, Division 1 & 2, Group D
 - Class II, Division 1, Groups E,F,G
 - Class II, Division 2, Groups F,G
 - Class III
- LBY -
 - Class I, Division 1 & 2, Groups C,D
 - Class II, Division 1, Groups E,F,G
 - Class II, Division 2, Groups F,G
 - Class III
- ET -
 - Class I, Division 1 & 2, Groups A,B,C,D
 - Class II, Division 1, Groups E,F,G
 - Class II, Division 2, Groups F,G
 - Class III

- UL Standard: 995
- CSA Standard: C22.2 No. 30

- * See Compliances for classification of each product.



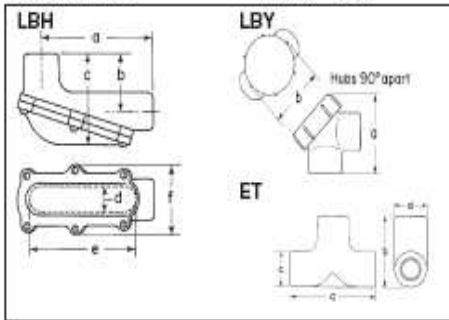
Size	Cat. #
1/2	LBH10
3/4	LBH20
1	LBH30
1 1/4	LBH40
1 1/2	LBH50
2	LBH60
2 1/2	LBH70
3	LBH80
3 1/2	LBH90
4	LBH100

Size	Cat. #
1/2	LBY15
3/4	LBY25
1	LBY35
1 1/4	LBY45
1 1/2	LBY55



Size	Cat. #
1/4-1/2‡	ET218
3/4-1‡	ET228
1-1 1/4‡	ET328

Dimensions



Size	a	b	c	d	e	f
1/2 - 3/4	5 1/8	2 9/32	4	1 9/16	4	2 3/4
1 - 1 1/4	7 7/8	3 9/32	5 1/4	1 3/4	7	4
1 1/2	10 5/16	4 1/2	7 9/32	2 1/2	10	5
2	10 1/2	4 29/32	7 9/32	2 1/2	10	5
2 1/2 - 3	15 1/4	5 1/2	9 1/2	3	15 3/4	5 5/8
3 1/2 - 4	23 1/8	6 1/2	11 1/4	4	24	7 1/2

Size	a	b	Size	a	b	c	d
1/2	2 1/8	2	3/4-1 1/2	4	2 5/8	1 1/4	1 1/2
3/4	2 1/2	2 1/4	1-3/4-3/4	4	3	1 1/2	1 1/2
1	3 1/2	2 1/2	1-3/4-3/4	4	3	1 1/2	1 1/4
1 1/4	3 3/4	2 5/8					
1 1/2	4 1/4	3 3/8					

6F**GUE, GUB Junction Boxes**

Cl. I, Div. 1 & 2, Groups B,C,D
 Cl. II, Div. 1, Groups E,F,G
 Cl. II, Div. 2, Groups F,G
 Cl. III
 NEMA 4*, 7BCD, 9EFG
 EEx d IIC T6, IP66†

Explosionproof
 Dust-Ignitionproof
 Raintight
 Wet Locations
 Watertight

6F Junction Boxes**Application:**

GUE, GUB series junction boxes are used in threaded rigid conduit systems in hazardous areas:

- To function as a splice box, pull box or equipment and device enclosure
- Indoors and outdoors

Features:

- Threaded construction throughout permits use in hazardous areas.
- Bodies have thick walls so they can be factory or field drilled and tapped to meet NEC/CEC requirements for Class I hazardous areas.
- Covers are provided with a neoprene "O" ring gasket to meet NEMA/EMAC 4 requirements for a watertight seal*
- Internal grounding lug provides a means to ground enclosed equipment.
- Boxes are machined for field installed mounting plates.
- GUB boxes are CENELEC certified when ordered with Suffix SA ATEX.

Standard Materials:

- Bodies – Fer alloy* iron alloy
- Covers – copper-free aluminum

Standard Finishes:

- Fer alloy iron alloy – GU, GUE, GUB01, GUB02 – electrogalvanized and aluminum acrylic paint. All other boxes – zinc chromate primer and aluminum acrylic paint
- Copper-free aluminum – natural

Options:

Description	Suffix to be Added to Cat. #
Material – Fer alloy iron alloy covers	WOD
For GU, GUE, GUB01, GUB02, GUB03 and GUB06 to be furnished in copper-free aluminum	SA
Copper-free aluminum boxes with ATEX certification	SA ATEX
Factory installed mounting plate for relays, terminal blocks, electrical devices, etc.	MP
Factory installed terminal blocks	Information on request

Certifications and Compliances:

- NEC/CEC:
 - Class I, Division 1 & 2, Groups B,C,D
 - Class II, Division 1, Groups E,F,G
 - Class II, Division 2, Groups F,G
 - Class III
- UL Standard: 886
- CSA Standard: C22.2 No. 30
- CENELEC: EEx d IIC, IP66† ATEX Certificate: PTB 01 ATEX 1019 U

✓ – available with Lightning Service™
 See Section G for complete details

Junction Boxes Without Hubs**

GU ✓
 4 1/2" x 4 1/2" x 4 1/2"
 3 1/2" cover opening

GUE
 5 1/2" x 5 1/2" x 5 1/2"
 3 1/2" cover opening



GUB01 ✓
 6 1/2" x 7" x 5 1/4"
 5 1/4" cover opening

GUB02 ✓
 8" x 10" x 5 1/4"
 7" cover opening

GUB06 8 1/2" x 10" x 6 1/4"
 7" cover opening



GUB03
 11" x 12" x 8 1/4"
 9 1/4" cover opening

GUB01110*
 14" x 18" x 13 1/2"
 12 1/4" cover opening

GUB15151 19" x 21" x 16 1/2"
 16 1/4" cover opening



GUB04
 11" x 12" x 8 1/4"
 9 1/4" cover opening

GUB08
 7" cover opening
 8 1/2" x 10" x 6 1/4"

Ordering Information:

Junction boxes listed can be furnished with drilled and tapped conduit openings, subject to the limitations of maximum opening, number and spacing shown in Tables 1, 2 and 4.

To Order:

- Step 1 Select the box required from photos at left and dimensional drawings on page 123.
- Step 2 Select standard conduit arrangement from Table 1.
- Step 3 Determine maximum size conduit opening required from Table 2 (consider conduit opening spacing from Table 4).
- Step 4 Select appropriate symbol for required drilled and tapped holes from Table 3.
 Example:
 Step 1 – box required GUB06
 Step 2 – arrangement 108
 Step 3 – openings – 1 1/2" at "a" and "c"; 1" at "b" and "d".
 Step 4 – symbols are substituted and written in clockwise order starting with location "a". For this example: FCFC Complete Cat. No. is made up of three parts: Part 1 – box number; Part 2 – arrangement number; Part 3 – symbols for conduit openings. For this example: GUB06-108-FCFC.
 When no opening is required at a particular location, use symbol "0" (zero).
 If none of the standard arrangements meet requirements, send a sketch showing junction box number with size and location of each opening desired.

* Not available on GUB0110 and GUB15151.
 ** External dimensions provided.
 † Order suffix SA ATEX. GUB0110 and GUB15151 are rated IP54.

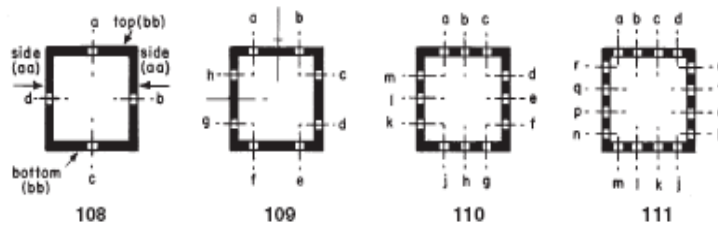
NOTE: For conduit filler ordering information, see page 140.
 * GUB0110 listed for Class I, Div. 1, Groups C & D only in Canada (CSA).

GUE, GUB Junction Boxes

Ordering Information

6F

Table 1/Arrangements of Drilled and Tapped Conduit Openings – For other arrangements, send sketch and complete description



Conduit opening arrangements shown in the illustration should meet the majority of requirements. These GUB junction boxes will be supplied with drilled and tapped openings up to the maximum size and number shown in Table 2.

6F Junction Boxes

Table 2/Maximum Size & No. of Drilled & Tapped Holes

Cat. #	Top & Bottom (bb)†				Each Side (aa)†				Back‡			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Group D*												
GU	1	1			1	1			3	1	¼	¼
GUE	2	1			2	1			2	1	¼	¼
GUB01	2	1½	¾		2	1½	1	½	1	¾	¾	¾
GUB02	2	2	1	¾	2	2	1½	1	¾	¾	¾	¾
GUB06	2	2	1	¾	2	2	1½	1	2	2	2	2
GUB08	2	2	1	¾	2	2	1½	1	2	2	2	2
GUB03	2	2	1½	1	2	2	2	1¼	4	4	3½	3
GUB04	2	2	1½	1	2	2	2	1¼	4	4	3½	3
GUB01110	2	2	2	1½	2	2	2	2	6	6	4	3½
GUB15151	5	4	3½	2½	5	4	4	3	6	6	6	6
Group C♦												
GU	1	1			1	1			3	1	¾	¾
GUE	2	1			2	1			2	1	¾	¾
GUB01	2	1¼	½		2	1¼	½		¾	¾	¾	¾
GUB02	2	1½	¾		2	2	1¼	½	¾	¾	¾	¾
GUB06	2	1½	¾		2	2	1¼	½	2	2	2	1½
GUB08	2	1½	¾		2	2	1¼	½	2	2	2	1½
GUB03	2	2	1¼	¾	2	2	1½	1	4	3½	2½	2½
GUB04	2	2	1¼	¾	2	2	1½	1	4	3½	2½	2½
GUB01110	2	2	2	1¼	2	2	2	2	6	6	4	3½
GUB15151	5	4	3	2	5	4	3½	2½	6	6	6	5
Group B♦♦												
GU	1	1			1	1			3	1	¾	¾
GUE	2	1			2	1			2	1	¾	¾
GUB01	2	1¼	½		2	1¼	½		¾	¾	¾	¾
GUB02	2	1½	¾		2	2	1¼	½	¾	¾	¾	¾
GUB06	2	1½	¾		2	2	1¼	½	2	2	2	1½
GUB08	2	1½	¾		2	2	1¼	½	2	2	2	1½
GUB03	2	2	1¼	¾	2	2	1½	1	4	3½	2½	2½
GUB04	2	2	1¼	¾	2	2	1½	1	4	3½	2½	2½
GUB01110	2	2	2	1¼	2	2	2	2	4	4	4	4
GUB15151	4	4	3½	2½	4	4	3½	2½	4	4	4	4

Table 3/Drilled & Tapped Holes

Size	Symbol
½	A
¾	B
1	C
1¼	E
1½	F
2	G
2½	H
3	J
3½	K
4	L
none	0

* Group D chart is based on use of staggered unions. If adjacent unions are desired, additional spacing may be necessary.

† Sidewall and top and bottom sizes are based on all openings being in line.

‡ Backwall sizes are based on: two per side – diagonal corners; four per side – one in each corner; three per side – triangular pattern with two on adjacent corners on long wall and third in center of opposite long wall.

♦ Conduit seals are required within 1½" of all conduit entrances for Class I, Group C hazardous locations.

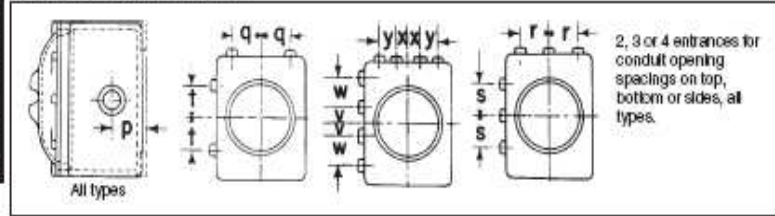
♦♦ Conduit seals are required within 1½" of all conduit entrances for Class I, Group B hazardous locations.

NOTE: For conduit line ordering information, see page 140.

6F GUB Junction Boxes

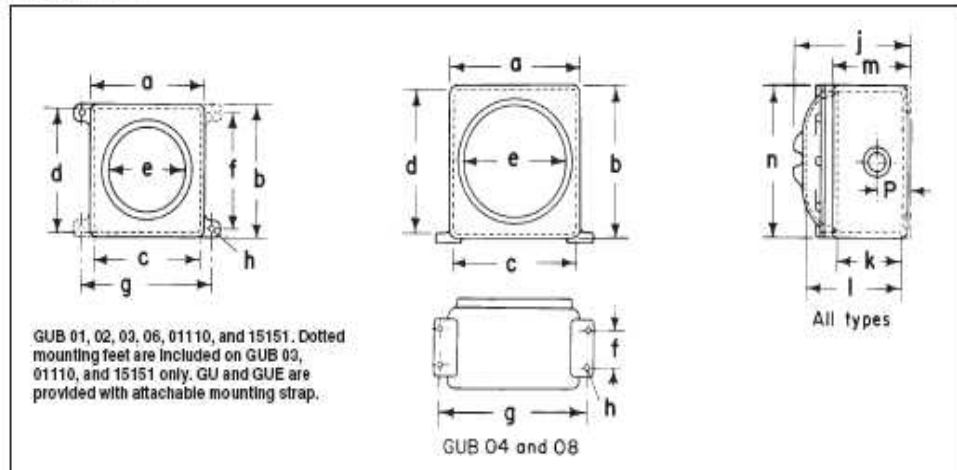
Dimensions

Table 4/Conduit Spacings



Type	p	q	r	s	t	v	w	x	y
GU	1 $\frac{1}{2}$	1	—	—	1 $\frac{1}{2}$	—	—	—	—
GUE	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	—	1 $\frac{1}{2}$	—	—	—	—
GUB01	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
GUB02	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
GUB06	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
GUB08	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
GUB03	3 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$
GUB04	3 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$
GUB01110	4 $\frac{1}{2}$	3	4	6	4	2	4	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$
GUB15151	6	4	5 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	4	2	4	2	4

Dimensions



Type	a	b	c†	d†	e	f	g	h	j	k†	l†	m	n
GU	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	—	—	—	4 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$
GUE	5 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	—	—	—	5 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$
GUB01	6 $\frac{1}{2}$	7	6 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$
GUB02	8	10	7 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	7	8 $\frac{1}{2}$	9	7 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	3	4 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$
GUB06	8 $\frac{1}{2}$	10	7 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	7	8 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$
GUB08	8 $\frac{1}{2}$	10	7 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	7	8 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$
GUB03	11	12	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	5	7 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	11
GUB04	11	12	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	5	7 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	11
GUB01110	14 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	13	17	12 $\frac{1}{2}$	16	16	1	13 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{2}$	14
GUB15151	20 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	18	21	1	16 $\frac{1}{2}$	9	13 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$	18

† Inside Dimensions

NOTE: For conduit liner ordering information, see page 140.

US: 1-888-764-5454 CAN: 1-800-285-0502 Copyright© 2006 Cooper Crouse-Hinds

COOPER Crouse-Hinds

GUA Junction Boxes with Union Hubs

Cl. I, Div. 1 & 2, Groups C,D
 Cl. II, Div. 1, Groups E,F,G
 Cl. II, Div. 2, Groups F,G
 Cl. III

Explosionproof
 Dust-Ignitionproof

6F

Application:

GUA junction boxes with union hubs are used in threaded rigid conduit systems in hazardous areas:

- to allow easy disassembly of conduit system
- to function as junction and pull box for multiple conductors and conduits
- indoors or outdoors where space is limited, such as in gasoline pumps

Features:

- Supplied with union hubs, which makes it a compact assembly.
- Have a variety of hub arrangements.
- Covers are threaded.
- Mounting straps are standard on all boxes.

Standard Materials:

- Bodies - Feratoy® iron alloy
- Covers - copper-free aluminum

Standard Finishes:

- Feratoy iron alloy - electrogalvanized and aluminum acrylic paint
- Copper-free aluminum - natural

Options:

Description	Suffix to be Added to Cat. #
Feratoy iron alloy cover	WOD

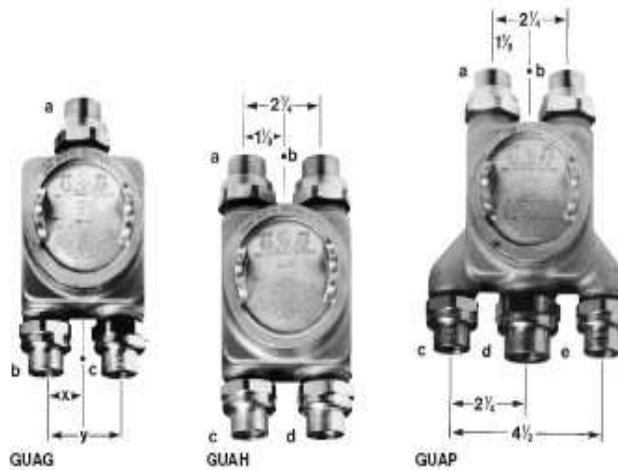
Size Ranges:

- 1/2" to 1" hubs

Certifications and Compliances:

- NEC/CEC:
 Class I, Division 1 & 2, Groups C,D
 Class II, Division 1, Groups E,F,G
 Class II, Division 2, Groups F,G
 Class III
- UL Standard: 986
- CSA Standard: C22.2 No. 30

With nuts and sleeves*



Hub Sizes	a - b - c - d - e					Cat. # With Nuts and Sleeves*	Dimensions	
	a	b	c	d	e		x	y
1/2	1/2	1/2				GUAG685	1 1/4	2 1/4
3/4	3/4	3/4				GUAG775		
1	1	1				GUAG875		
3/4	1/2	1/2				GUAG785		
3/4	1	1				GUAG885		
3/4	3/4	3/4	3/4			GUAH7775	1 3/8	2 1/4
3/4	3/4	3/4	3/4	3/4		GUAP77775	1 3/8	2 1/4

Outside dimensions of body: length, 5 1/2"; depth, 1 1/4" at corners, 3/4" over corners; nominal diameter of cover opening, 5"; width, 5 1/2".

* Photo shown without standard mounting strap(s).

NOTE: For conduit line ordering information, see page 140.

6F Junction Boxes

5F TERMINATOR™ Cable Fittings for Metal Clad Cable and Tray Cable* TMC/TMCX Series

Cl. I, Div. 1†, Groups A*, B, C, D
Cl. II, Div. 1†, Groups F, G
Cl. III*, Div. 1† & 2
Wet Locations

Application:

Terminator cable fittings are designed for use with the following cables:

- Type MC – corrugated aluminum, interlocked aluminum and interlocked steel
- Type TC Tray Cable †

Terminator cable fittings are installed:

- to provide a means for terminating type MC and TC cable at junction boxes, control centers, panelboards and enclosures for motor control and electrical distribution equipment
- to form a mechanical watertight connection
- to provide ground continuity of cable armor
- indoors and outdoors in wet and dry locations
- in vertical and horizontal cable runs
- in non-hazardous and hazardous (classified) locations. Both TMC and TMCX series can be used in Class I and Class II, Division 2 locations. TMCX series may be used in Division 1 locations and when a seal is required.

Features:

- Ten fittings cover cable O.D. range of .440" to 4.020", in 1/2" to 4" NPT sizes.
- Quick and easy to install. No disassembly is required for TMC installation.
- Unique stainless steel grounding/retaining spring with copper plate finish provides positive ground continuity and superior pull-out resistance exceeding that required by UL/CSA.
- Neoprene bushing provides a watertight seal.
- Lightweight, corrosion-resistant/copper-free aluminum construction provides long, maintenance-free service life in industrial environments.
- Optional all brass construction available.
- Hex design for easy wrenching.
- Compact size for close nesting of cables.
- TMCX fittings are furnished complete with epoxy sealing compound. ‡
- TMCX fittings with sealing chamber have a red colored gland nut for easy identification.
- Hazardous location TMCX Terminators are reusable. An integral union feature simplifies installation on new construction and allows installed TMCX Terminator cable fittings to be disassembled and reused when performing repairs or replacement of equipment.
- Optional Cold-Shrink* Kit for extra corrosion protection against corrosive elements like salt water.

Standard Materials:

- Body, intermediate body, gland nut, and armor stop insert – copper-free aluminum
- Bushing – neoprene
- Grounding/retaining spring – stainless steel
- Slip washer and armor stop reducer – nylon
- Cold Shrink Kit – EPDM Rubber

Standard Finishes:

- Copper-free aluminum – natural
- Neoprene – natural
- Stainless steel – copper flash
- Nylon – natural

Options:

- All brass construction add suffix -BR to catalog number.
- All brass construction with nickel plate finish on entry threads add suffix -BR-NP to catalog number.

Certifications and Compliances:

- NEC: Class I, Groups A*, B, C, D
Class II, Groups F, G
Class III, Div. 1 and 2 (except when used with Tray Cable)
Article 334, 340, 501-4(b), 502-4(b), 503-3(a)
- NEMA: FB1-1989
- UL Standards: 514B, 886
- Fed. Spec.: W-F-406B



- CSA Standard C22.2 No. 18-M1987
Class I, A, B, C, D SL
Class II, E, F, G
Class III, Enc. 4 locations

NPT Thread Size	Armor O.D. Range	Non-Hazardous Cat. #	Hazardous Cat. #*	Optional Cold Shrink* Kit Cat. #
1/2	.440 to .650	TMC165	TMCX165 †	TMC-K1
3/4	.600 to .850	TMC285	TMCX285 †	TMC-K2
1	.800 to 1.120	TMC3112	TMCX3112 †	TMC-K3
1 1/4	1.100 to 1.400	TMC4140	TMCX4140 †	TMC-K4
1 1/2	1.380 to 1.610	TMC5161	TMCX5161 †	TMC-K5
2	1.570 to 2.060	TMC6206	TMCX6206 †	TMC-K6
2 1/2	1.890 to 2.470	TMC7247	TMCX7247 †	TMC-K7
3	2.450 to 3.020	TMC8302	TMCX8302	TMC-K8
3 1/2	2.950 to 3.520	TMC9352	TMCX9352	TMC-K9
4	3.500 to 4.020	TMC10402	TMCX10402	TMC-K10



* Hazardous location fittings are supplied with sealing compound for one termination. Additional compound may be ordered separately. See following page.

† TMCX series is suitable for use in hazardous locations when installed in accordance with NEC articles 501-4(b), 501-5(a), 502-4(c), 502-5 and 503-3(a).

‡ TMCX catalog numbers listed are suitable for use with Type TC tray cable in hazardous locations when installed in accordance with NEC articles 501-5(a) and 502-5. TMCX series is not suitable for use in Class III locations when used with tray cable.

§ In Canada order separately Cat. # TSC1 - 1 oz. TSC4 - 4 oz.

* Terminators ordered in all brass construction (suffix -BR) are not suitable for Class I, Group A hazardous area environments.

TMC-K Corrosion Protection Kits

TMC-K Corrosion Protection Kits are specially designed for Cooper Crouse-Hinds TMC and TMCX fittings to provide protection against corrosive elements like salt spray and moisture. The TMC-K kit is made of a Cold Shrink material that is quick and easy to install on the fitting. The Cold Shrink material is made of EPDM rubber that contains no chlorides or sulfur.



The protection kit installs easily over the fitting without the use of a heat source to shrink the material tightly over the fitting. Just slide the kit over the fitting and pull out the inner core. The kit shrinks tightly over the fitting forming a watertight seal. The Cold Shrink material can be removed easily from the fitting by simply cutting it off.

See ordering information for complete offering of TMC-K Cold Shrink Kits for corrosion protection.

Cold Shrink is a registered trademark of the 3M Company.

TERMINATOR™ Cable Fittings
for Metal Clad Cable and Tray Cable♦
TMC/TMCX Series
Accessories, Dimensions

Cl. I, Div. 1†, Groups A,B,C,D
Cl. II, Div. 1†, Groups F,G
Cl. III, Div. 1† & 2
Wet Locations

5F

Installing a TMCX Terminator



1. Prepare cable.



2. Install body into enclosure. Slide gland nut and intermediate body onto cable.



3. Mix sealing compound and pack conductors over armor.



4. Slide armor stop insert over conductor and sealing compound, then back against armor. Pack remaining sealing compound.



5. Insert cable assembly into body.



6. Thread intermediate body with gland nut onto body. Tighten intermediate body, then gland nut.



TSC Epoxy Sealing Compound

A two part epoxy sealing compound is used to seal TMCX cable fittings. It is quick and easy to measure, mix and install. The compound is kneaded until a uniform color is obtained. It is then packed around the conductors and cable armor to effectively seal the cable.

Each hazardous location fitting is supplied with enough sealing compound for one termination. Additional compound may be ordered separately in one and four ounce packages.

Std. Ctn.	Tube Size	Cat. #**
10	0.5 oz.	TSC05
10	1.0 oz.	TSC1
5	4.0 oz.	TSC4

Approximate Amount of Compound Required to Seal Fittings

NPT Size	Cat. #	Ounces Required
1/8	TMCX165	0.25
1/4	TMCX285	0.50
1	TMCX3112	0.70
1 1/4	TMCX4140	1.50
1 1/2	TMCX5161	1.85
2	TMCX6206	4.50
2 1/2	TMCX7247	8.65
3	TMCX8302	15.75
3 1/2	TMCX9352	25.55
4	TMCX10402	38.95



Cable Gauge and Sizer

TMC and TMCX cable fittings are supplied with a cable gauge and sizer. This installation tool is used:

- to measure the cable armor and select the proper cable fitting.
- to determine how much cable jacket should be removed to ensure proper installation, eliminating any guesswork.
- as a gauge of how much compound to pack around the cable in order to meet UL requirements and ensure a safe, proper installation for TMCX fittings.

† TMCX series is suitable for use in hazardous locations when installed in accordance with NEC articles 501-4(c), 501-5(a), 502-4(b), 503-5 and 503-9(a).

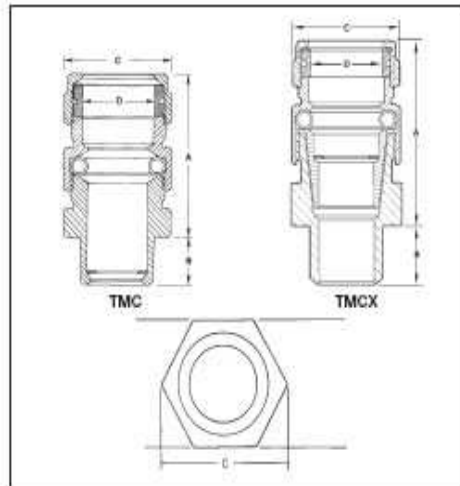
♦ TMCX catalog numbers listed are suitable for use with Type TC tray cable in hazardous locations when installed in accordance with NEC articles 501-5(j) and 502-5. TMCX series is not suitable for use in Class II locations when used with tray cable.

** Order quantity of one (1) TSC1 equals 10 1.0 oz. tubes; one (1) TSC4 equals 5 4.0 oz. tubes.

Dimensions

NPT Size	TMC Cat. #	A	TMCX Cat. #	A	TMC/TMCX		
					B	C	D
1/8	TMC165	2 3/4	TMCX165	2 5/8	3/4	1 1/8	1 5/16
1/4	TMC285	2 1/2	TMCX285	2 1/8	1 1/2	1 1/2	1
1	TMC3112	2 1/2	TMCX3112	3 1/8	1 5/8	2	1 1/4
1 1/4	TMC4140	2 3/4	TMCX4140	3 1/8	2 1/2	2 1/8	1 1/2
1 1/2	TMC5161	2 3/4	TMCX5161	3 3/8	2 1/2	2 3/4	1 5/8
2	TMC6206	4 1/2	TMCX6206	5 1/8	1	3 1/2	2 3/4
2 1/2	TMC7247	4 3/4	TMCX7247	6 1/8	1 1/4	4	2 3/4
3	TMC8302	4 3/4	TMCX8302	6 1/8	1 3/4	4 1/4	3 1/2
3 1/2	TMC9352	5 1/4	TMCX9352	7 1/8	1 3/4	5 1/4	3 5/8
4	TMC10402	5 1/2	TMCX10402	8 1/8	1 3/4	5 3/4	4 1/2

(Dimensions also apply to brass product, suffix — BR)



ANEXO 3

MATERIALES PARA INSTALACION DE RADARES

MATERIALES TERMINAL DE PRODUCTOS LIMPIOS AMBATO														
INSTALACION DE RADARES														
Ítem	Descripción	TQ3	TQ8	TQ3,8	TQ7	TQ4	TQ7,4	TQ1	TQ6	TQ1,6	TQ2	TQ9	TQ2,9	TOTALES
Obra Civil														
1	Cemento													60 Sacos
2	Ripio													9 m3
3	Arena													9 m3
Instalaciones Comunicación														
1	Tubería 3/4"	8	8		8	8		8	8		8	8		64
2	Cajas en T 3/4"		1		1	1			1		1	1		6
3	Cajas en L 3/4"	3	3		3	3		3	3		3	3		24
4	Cajas en C 3/4"	2	2		2	2		2	2		2	2		16
5	Caja GUEB7		1		1	1			1		1	1		6
6	Grapas para bandeja 3/4"	10	10		10	10		10	10		10	10		80
7	Sellos 3/4"	2	2		2	2		2	2		2	2		16
8	Universales 3/4"	6	6		6	6		6	6		6	6		48
9	Neplos Corridos 3/4"	6	6		6	6		6	6		6	6		48
10	Codos 3/4" LBY75	2	2		2	2		2	2		2	2		16
11	Tubería 1"	7	7	52	7	7	34	7	7	58	7	7	32	232
12	Cajas en T 1"			3			3			3			2	11
13	Cajas en L 1"	2	2	4	1	1	5	1	1	8	2	2	4	33
14	Cajas en C 1"	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1		15
15	Cajas en Y 1"	2						2						4
16	Grapas para bandeja 1"	20	20	10	20	20	10	20	20	10	20	20	10	200
17	Sellos 1"	4	4	4	4	4		4	4		4	4		36
18	Universales 1"	6	6	8	6	6	8	6	6	10	6	6	8	82
19	Neplos Corridos 1"	4	4		4	4		4	4		4	4		32
20	Codos 1" LBY5	1	2		1	1		1	1		1	2		10
21	Manguera Flexible 1/2"	2	2		2	2		2	2		2	2		12
22	Manguera Flexible 3/4"	4	4		2	2		4	2		2	4		24
23	Manguera Flexible 1"			16										16
24	Conectores Rectos Manguera flexible 3/4"	4	4		4	4		4	4		4	4		32
25	Conectores Rectos Manguera flexible 1/2"	4	4		4	4		4	4		4	4		32
26	Conectores Rectos Manguera flexible 1"			2										2
27	Reducciones de 3/4 a 1"	1	1		1	2	2	1	2	2	2	1		15
28	Reducciones de 3/4 a 1/2"	2	2		2	2		2	2		2	2		16
29	Reducciones de 1 a 1/2"											1		1
30	Cable de comunicación													1100m

31	Acoples de bronce	4	4		4	4		4	4		4	4		32
32	Conectores TMCX 3/4"	3	3		3	3		3	3		3	3		24
33	Conectores TMCX 1/2"													0
34	GUB01	1	1		1	1		1	1		1	1		8
35	Chico	1 9	23	15	23	23	0	23	23	0	23	23	0	8,3
36	Fibra	1	2	1	2	2	1	2	2	1,25	2	2	1	2,0
Instalaciones Eléctricas														
1	Breakers Radares	1	1		1	1		1	1		1	1		9
5	Cable armado													650m
6	Cable alimentación tablero													50m.

DISTRIBUCION DE BANDEJAS TERMINAL AMBATO

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
AREA TANQUE 8 y 3			
1	A12CTR66-4	Bandeja tipo escalerilla 6" x 4"	11
2	A12CH906-4	Curva horizontal 90° 6" x 4"	1
3	A12CI906-4	Curva vertical interior 90° 6" x 4"	2
4	A12CE906-4	Curva vertical exterior 90° 6" x 4"	2
5	A12CTH6-4	Tee horizontal 6" x 4"	1
6	A12CHR6-4	Curva horizontal regulable 6" x 4"	2
7	DATR64-2	Ducto 4" x 2"	6
8	DAH904-2	Curva horizontal 4" x 2"	1
9	DATH4-2	Tee horizontal ducto 4"x 2"	2
10	ASB-38	Sujetador bandeja de 3/8"	36
11	ASD-38	Sujetador de ducto de 3/8"	20
12	SC13-250	Ménsula sencilla, largo: 250mm	26
13	C13-20	Canal estructural liso 1 5/8" x 1 5/8", L= 2.4m	15
14	TMR-38	Tuerca mordaza con resorte 3/8"	120
15	VTE-3838	Perno hexagonal 3/8" x 38mm	120
16	PEX-123	Perno de expansión 1/2" x 3"	16
17	PB-386P	Base paralela seis agujeros para canal C13	4
AREA TANQUE 7 y 4			
18	A12CTR66-4	Bandeja tipo escalerilla 6" x 4"	10
19	A12CH906-4	Curva horizontal 90° 6" x 4"	1
20	A12CI906-4	Curva vertical interior 90° 6" x 4"	6
21	A12CE906-4	Curva vertical exterior 90° 6" x 4"	6
22	A12CTH6-4	Tee horizontal 6" x 4"	2
23	A12CHR6-4	Curva horizontal regulable 6" x 4"	1
24	DATR64-2	Ducto 4" x 2"	8
25	DAHR4-2	Curva horizontal regulable 4" x 2"	4
26	DATH4-2	Tee horizontal ducto 4"x 2"	2
27	ASB-38	Sujetador bandeja de 3/8"	34
28	ASD-38	Sujetador de ducto de 3/8"	26
29	SC13-250	Ménsula sencilla, largo: 250mm	29
30	C13-20	Canal estructural liso 1 5/8" x 1 5/8", L= 2.4m	16
31	TMR-38	Tuerca mordaza con resorte 3/8"	130
32	VTE-3838	Perno hexagonal 3/8" x 38mm	130

33	PEX-123	Perno de expansión 1/2" x 3"	16
34	PB-386P	Base paralela seis agujeros para canal C13	4
AREA TANQUE 1 Y 6			
35	A12CTR66-4	Bandeja tipo escalerilla 6" x 4"	7
36	A12CI906-4	Curva vertical interior 90° 6" x 4"	2
37	A12CE906-4	Curva vertical exterior 90° 6" x 4"	2
38	A12CTR69-4	Bandeja tipo escalerilla 9" x 4"	11
39	A12CI909-4	Curva vertical interior 90° 9" x 4"	4
40	A12CE909-4	Curva vertical exterior 90° 9" x 4"	4
41	A12CTH9-4	Tee horizontal 9" x 4"	2
42	A12CHR9-4	Curva horizontal regulable 9" x 4"	1
43	A12CR9-6-4	Reducción de 9" a 6"	1
44	DATR64-2	Ducto 4" x 2"	12
45	DAHR4-2	Curva horizontal regulable 4" x 2"	6
46	DAI904-2	Curva vertical interior 90° 4" x 2"	2
47	DAE904-2	Curva vertical exterior 90° 4" x 2"	2
48	DATH4-2	Tee horizontal ducto 4"x 2"	2
49	ASB-38	Sujetador bandeja de 3/8"	60
50	ASD-38	Sujetador de ducto de 3/8"	40
51	SC13-250	Ménsula sencilla, largo: 250mm	30
52	SC13-300	Ménsula sencilla, largo: 300mm	19
53	C13-20	Canal estructural liso 1 5/8" x 1 5/8", L= 2.4m	26
54	TMR-38	Tuerca mordaza con resorte 3/8"	210
55	VTE-3838	Perno hexagonal 3/8" x 38mm	210
56	PEX-123	Perno de expansión 1/2" x 3"	16
57	PB-386P	Base paralela seis agujeros para canal C13	4
AREA PATIO DE BOMBAS			
58	A12CTR66-4	Bandeja tipo escalerilla 6" x 4"	5
59	A12CH906-4	Curva horizontal 90° 6" x 4"	1
60	A12CTR69-4	Bandeja tipo escalerilla 9" x 4"	5
61	A12CH909-4	Curva horizontal 90° 9" x 4"	1
62	A12CTH9-4	Tee horizontal 9" x 4"	1
63	A12CR9-6-4	Reducción 9" a 6"	1
64	A16BH9020-6	Curva Horizontal 90° 20" x 6"	2
65	A16BTH9020-6	Tee horizontal 20" x 6"	1
66	A16BR20-9-6	Reducción 20" a 9"	1
67	ASB-38	Sujetador bandeja de 3/8"	60
68	SC13-250	Ménsula sencilla, largo: 250mm	8
69	SC13-300	Ménsula sencilla, largo: 300mm	8
70	SC13R-700	Ménsula sencilla, reforzada largo: 700mm	12
71	C13-20	Canal estructural liso 1 5/8" x 1 5/8", L= 2.4m	16
72	TMR-38	Tuerca mordaza con resorte 3/8"	180
73	VTE-3838	Perno hexagonal 3/8" x 38mm	180
74	PEX-123	Perno de expansión 1/2" x 3"	100
75	PB-386P	Base paralela seis agujeros para canal C13	25
AREA DE TANQUES 2 Y 9			
76	A12CTR66-4	Bandeja tipo escalerilla 6" x 4"	15
77	A12CH906-4	Curva horizontal 90° 6" x 4"	3
78	A12CI906-4	Curva vertical Interior 90° 6" x 4"	4
79	A12CE906-4	Curva vertical Exterior 90° 6" x 4"	4
80	DATR64-2	Ducto 4"x 2"	2
81	DATH4-2	Tee horizontal tipo ducto 4" x 2"	2

82	ASB-38	Sujetador bandeja de 3/8"	50
83	ASD-38	Sujetador de ducto de 3/8"	8
84	SC13-250	Ménsula sencilla, largo: 250mm	30
85	C13-20	Canal estructural liso 1 5/8" x 1 5/8", L= 2.4m	17
86	TMR-38	Tuerca mordaza con resorte 3/8"	130
87	VTE-3838	Perno hexagonal 3/8" x 38mm	130
88	PEX-123	Perno de expansión 1/2" x 3"	20
89	PB-386P	Base paralela seis agujeros para canal C13	5
SOPORTE PARA CONDUIT			
90	C13-20	Canal estructural liso 1 5/8" x 1 5/8"; L=2.4m	8
91	AA-34	Abrazaderas ajustables 3/4"	80
92	AA-1	Abrazaderas ajustables 1"	80
SOPORTERIA ADICIONAL			
93	ASD-38	Sujetador de ducto de 3/8"	100
94	TMR-38	Tuerca mordaza con resorte 3/8"	430
95	VTE-3838	Perno hexagonal 3/8" x 38mm	430
96	APL-42	Platina de empalme para ducto de aluminio	10
97	APL-6	Platina de empalme alto 4" para bandeja de aluminio	20

ANEXO 4

RTG 3930

Parabolic antenna gauge RTG 3930

The parabolic antenna gauge RTG 3930 measures the level of all types of liquids. The gauge is designed for mounting on tanks with fixed roofs and has custody transfer accuracy. It gives highest reliability with no moving parts and no contact with the liquid. All electronics are housed in the explosion-proof housing, located outside the tank.



The parabolic antenna has a unique inclination adjustment feature to allow flexible installation near tank walls and on non-horizontal manways.



The RTG 3930 is easily installed by one person on an existing manway.

Highest antenna gain

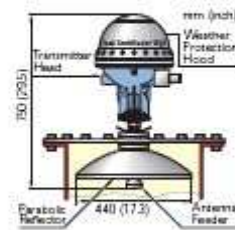
The new RTG 3930 parabolic reflector antenna gives highest antenna gain making it suitable for all applications from light products to asphalt. Antenna direction can easily be adjusted also after start-up, giving added installation flexibility.

The gauge uses state-of-the-art FMCW radar technology with digital reference and temperature control for highest level accuracy. It has inputs for temperature sensors, HART® based pressure sensors and other analog inputs as well as analog and relay outputs. All data are transmitted on the two-wire TRL/2 field bus.

As an option the gauge can be equipped with other output buses such as Profibus DP or Tiway. It can also emulate other vendor's buses when installed in existing tank gauging systems.

Installation with tank in service

The gauge can be mounted on a 20 inch manway without taking the tank out of operation. Existing field cabling is used for transmission of field data.



Features

- Highest reliability
- Custody transfer accuracy
- Tolerant to deposits.
- Drip-off antenna according to API Chapter 3.1 B.
- Emulates other vendor's field buses.
- TÜV approved for overfill protection.
- Integrated in TankRadar Rex inventory tank gauging system.

Even for the most demanding applications

The parabolic antenna design provides extreme tolerance against sticky and condensing products. It is the obvious choice for bitumen/asphalt, sulphur etc.

Hundreds of Saab Rosemount's parabolic radar gauges are in successful operation in asphalt tanks around the world.



Still operating and gauging accurately despite the heavy contamination. This parabolic antenna has for several months been exposed to blown bitumen heated to over 220° C (430° F).

Specification RTG 3930	
Measuring principle	FMCW radar with digital reference and temperature control
Antenna type	High directivity parabolic reflector with drip-off antenna, [440 mm (18 in.) diameter]
Instrument accuracy	± 0.5 mm (± 5/256 in.) [2σ value]. Maximum deviation: ±0.8 mm (1/32 in.)
Measuring range	0.8 to 40 m (2.7 to 130 ft) below flange
Temperature	Ambient temperature: -40° C to +70° C (-40° F to +158° F) Process temperature max: +230° C (+450° F)
Pressure	-0.2 to 0.2 bar (-2.9 to 2.9 psig), optional max 10 bar (145 psig)
Material exposed to tank atmosphere	Acid proof steel EN 1.4436 (AISI 316), PTFE (Teflon®) and FPM (Viton®)
Supply voltage	100-240 VAC, 50-60 Hz, optional 34-70 VAC or 48-100 VDC
Outputs /inputs	Outputs: TRL/2 field bus, 1 pc 4-20 mA, HART®, Profibus DP, Tiway 2 pcs relays, other vendor's field buses Inputs: Temp (Pt 100), 2 pcs 4-20 mA (of which one HART® Master)
Display	On separate DAU, RDU or remotely in control room
Tank opening	Minimum 480 mm (19 in.)
Housing	Aluminium, designed for IP 66 & 67
Weight	20 kg (44 lbs)
Hazardous locations certifications	EEx d[ia] IIB T6 (EN50014, EN50018 and EN50020 Europe) Class 1, Div 1, Groups C and D (UL1203, UL913 USA)

Quality and environmental system certified by DNV - ISO 9001 - ISO 14001

Your local representative:

HEADQUARTERS:

Saab Rosemount Tank Control
Box 130 45
SE-402 51 Göteborg SWEDEN
Tel Int. +46 31 337 00 00
Fax Int. +46 31 25 30 22
E-mail: sales.stc@marina.saab.se
Website: www.saab.tankradar.com

Find your local representative on our website



Copyright © Saab Marine Electronics AB Rev. Edition May 2001/Revis. 109520E

ANEXO 5

RTG 3940

Still-pipe gauge RTG 3940



The RTG 3940 gauge measures level with outstanding reliability and accuracy by transmitting radar waves towards the liquid surface inside the tank's still-pipe.

All electronics are located in the explosion proof housing, easily accessible from the outside.

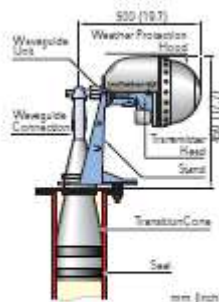
RTG 3940 is made for mounting on existing still-pipes.

Typical RTG 3940 applications are crude oil tanks with floating roofs and gasoline/product tanks with or without inner floating roofs.

Accuracy with rusty and oil covered still-pipes

The gauge features the patented Low Loss Mode radar propagation which virtually eliminates the influence of the still-pipe condition. Measurement is made with highest accuracy even when the pipe is old, rusty and covered with deposits. This is often the case with e.g. crude oil tanks. The Low Loss Mode improves the accuracy in pipes with deposits in the order of 100 times.

RTG 3940 also uses state-of-the-art FMCW radar technology with digital reference and temperature control for further accuracy enhancement.



The wave guide connection can easily be removed for product sampling and verification hand dips.



Features

- Low Loss Mode gives custody transfer accuracy
- Highest reliability
- Uses existing still-pipes.
- Antennas for 5-, 6-, 8-, 10- and 12-inch pipes as standard.
- Can emulate other vendor's field buses.
- TÜV approved for overfill protection.
- Integrated in TankRadar Rex inventory tank gauging system.

A variety of communication possibilities

The gauge has inputs for temperature sensors, HART® based pressure sensors and other analog inputs, as well as analog and relay outputs.

The gauge uses the standard 2-wire TRL/2 field bus for field data transmission. It can also communicate on other field buses such as Profibus DP or Tiway and emulate other vendor's buses.



RTG 3940 is normally installed on the existing still-pipe when the tank is in service.

Specification RTG 3940	
Measuring principle	FMCW radar with digital reference and temperature control
Antenna type	Low Loss Mode converter cone
Instrument accuracy	± 0.5 mm (± 5/256 in.) [2σ value]. Maximum deviation: ±0.8 mm (1/32 in.)
Measuring range	0 to 40 m (0 to 130 ft) from cone end
Temperature	Ambient -40° C to +70° C (-40° F to +158° F) Process max +230° C (450° F)
Pressure	Atmospheric, optional max 0.5 bar (7 psig)
Material exposed to tank atmosphere	Acid proof steel EN 1.4436 (AISI 316), Aluminium, PTFE (Teflon®)
Supply voltage	100-240 VAC, 50-60 Hz, optional 34-70 VAC or 48-100 VDC
Outputs /inputs	Outputs: TRL/2 field bus, 1 pc 4-20 mA, HART®, Profibus DP, Tiway 2 pcs relays, other vendor's field buses Inputs: Temp (Pt 100), 2 pcs 4-20 mA (of which one HART® Master)
Display	On separate DAU, RDU or remotely in control room
Still-pipe dimensions (standard)	5-, 6-, 8-, 10- and 12-inch
Housing	Aluminium, designed for IP 66 & 67
Weight	Approx. 20 kg (44 lbs)
Hazardous locations certifications	EEx d(ia) IIB T6 (EN50014, EN50018 and EN50020 Europe) Class 1, Div I, Groups C and D (UL1203, UL913 USA)

Quality and environmental system certified by DNV - ISO 9001 - ISO 14001

Your local representative:

HEADQUARTERS:
 Saab Rosemount Tank Control
 Box 130 45
 SE-402 51 Göteborg SWEDEN
 Tel int. +46 31 337 00 00
 Fax int. +46 31 25 30 22
 E-mail sales.stc@marina.saab.se
 Website www.saab.tankradar.com
 Find your local representative on our website



Copyright © Saab Marine Electronics AB Rev. Edition May 2001, Refno: 109522E

ANEXO 6

TERMOMETRO DE SPOT MULTIPLE

PRODUCT INFORMATION

Saab TankRadar®

Multiple Spot Thermometers

Product temperature is one of the prime parameters for custody transfer and accurate inventory measurement in liquid bulk storage tanks.

Saab Tank Control offers the Multiple Spot Thermometer (MST) for accurate and reliable measuring of temperature.



The Multiple Spot Thermometer (MST) is designed to measure the temperature of bulk stored liquids to provide a tank temperature profile and an average temperature.

The MST contains a number of spot elements positioned at different heights in the tank. Only those spots which are fully immersed are used to determine the product temperature.

Rugged construction

The Multiple Spot Thermometer consists of a number of ceramic-platinum elements Pt 100, each contained in an insulation covering, bundled together and housed in a flexible, gas-tight protection tube made of convoluted stainless steel. The protection tubes have rigid stainless steel fittings at the top and bottom.

The top fitting comprises a 305 mm (12 inch) long stainless steel pipe with 250 mm (10 inch) length 1/2-inch BSP thread for fine adjustment of mounting flange position. The top fitting is also filled with epoxy and serves as a gas-tight entry for the color-coded electrical connections.

Accuracy

The Multiple Spot Thermometer uses 1/6 DIN-elements (1/10 as option). This ensures accurate measurement

even under extreme conditions. The number of spots can vary to suit the particular application. The spots are equidistantly positioned to guarantee a precise measurement of the average tank temperature. A common distance between the spots is 3 m (10 ft). According to API chapter 7.

Features

- Rugged design for harsh environments
- Accurate
- Easy to install & replace
- Anchor weights, flanges & junction boxes available as accessories
- Version with integrated water bottom sensor is available (see separate product sheet)

Applications

- Refined products
- Crude oil
- Bitumen / asphalt
- Chemicals
- LPG/LNG (thermowell version)

Specifications	
Accuracy	
1/6 DIN (std):	±0.25° C (0.45° F) -40° C to +40° C (-40° F to +104° F)
1/10 DIN (option):	±0.17° C (0.31° F) -40° C to +40° C (-40° F to +104° F)
Outer material: Stainless steel AISI 316	
Overall length:	0.95-70 m (3.1-230 ft)
Sheath diameter:	3/4 in. (std), 1 inch (option)
Connection:	1/2-in. BSP thread, length 250 mm (9.8 in.)
No of wires:	3 independent wires per element or 1 wire per element plus 1 common return
Sensing element:	Pt-100
Number of spots:	max 14
Temp range std:	-50° C to +120° C (-58° F to +248° F)
Temp range optional:	-50° C to +250° C (-58° F to +482° F)
Cable leads out:	3 m (10 ft), other lengths on request

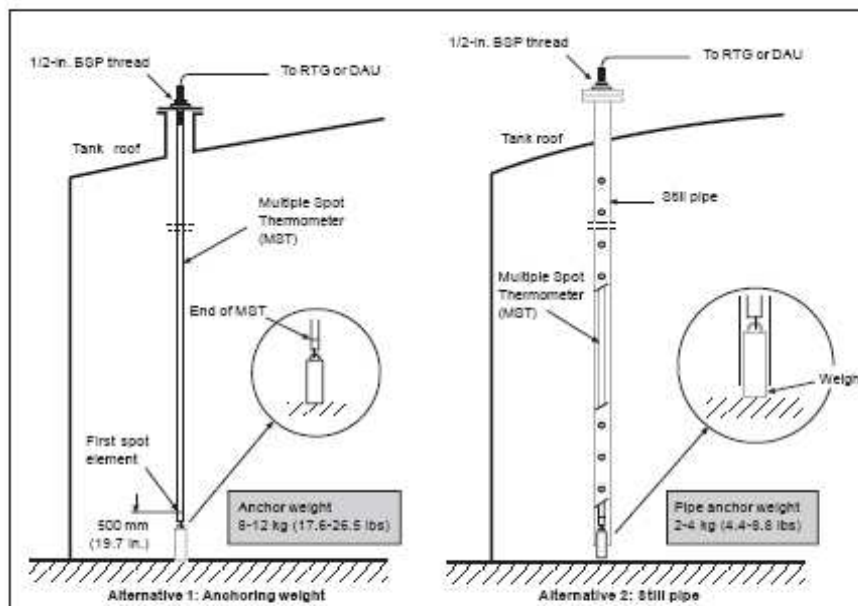
Easy installation

The Multiple Spot Thermometer is easy to install, even while tanks are in service. Generally a 2 inch entry is sufficient. Its sealed construction makes it possible to expose the MST to the tank contents without fear of damage by aggressive substances. The MST, installed in a closed thermowell, is recommended for use in pressurized tanks since it allows installation and inspection without taking the tank out of service.

A number of installation alternatives are possible. Two of them are shown below. In alternative 1, the MST is positioned by means of an anchor weight standing on the tank bottom. Alternative 2 shows the MST inside a stilling well with a small weight to stretch it, 2-4 kg (4.4-8.8 lbs).

Safe

The Multiple Spot Thermometer is a passive component, i.e. classified as a "simple apparatus", and requires no special electrical safety precautions.



Quality and environmental system certified by DNV - ISO 9001 - ISO 14001

Your local representative:

HEADQUARTERS:

Saab Rosemount Tank Control
Box 130 45
SE-402 51 Göteborg, SWEDEN
Tel: int. +46 31 337 00 00
Fax int. +46 31 25 30 22
E-mail: sales.sto@marine.saab.se
Website: www.tankradar.com

SAAB ROSEMOUNT
Tank Control

Find your local representative on our website

Copyright © Saab Marine Electronics AB Fourth Edition, October 2001, Ref: 10601 4E

ANEXO 7

SENSOR DE NIVEL DE AGUA

PRODUCT INFORMATION

Saab TankRadar®

WBS 500 Water Bottom Sensor, Integrate

The Water Bottom Sensor, WBS 500, is used for continuous measurement of free water in oil tanks providing on-line net inventory. The sensor can be integrated with the Multiple Spot Thermometer (MST) and can be equipped with an optional Pt100 spot element.

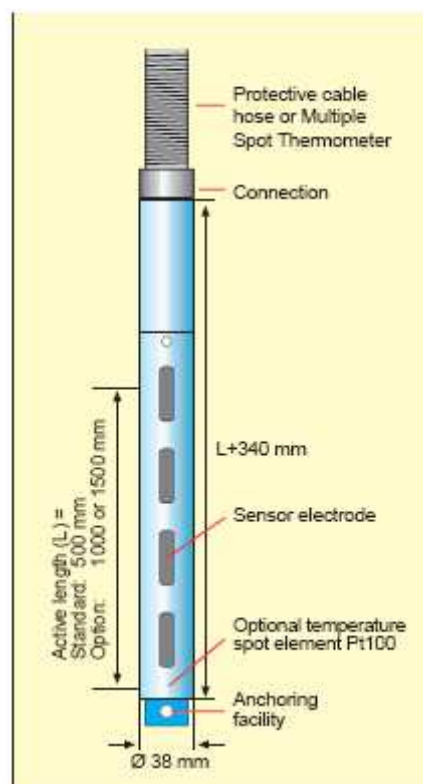
The WBS 500 sensor continuously measures the interface level between water and oil, thereby providing net inventory for the user. The standard measuring range is 500 mm.

High reliability

The WBS 500 is designed for heavy-duty service and has no moving parts. The sensor is factory calibrated and requires no field tuning. The WBS 500 sensor can be disconnected from the protective hose or the temperature sensor in case of exchange.

Rugged construction

The WBS 500 is designed for difficult applications in a corrosive environment. The immersed parts are made of acid-proof steel AISI 304, FEP, PTFE and FPM: materials which are highly resistant to most corrosive products and gases.



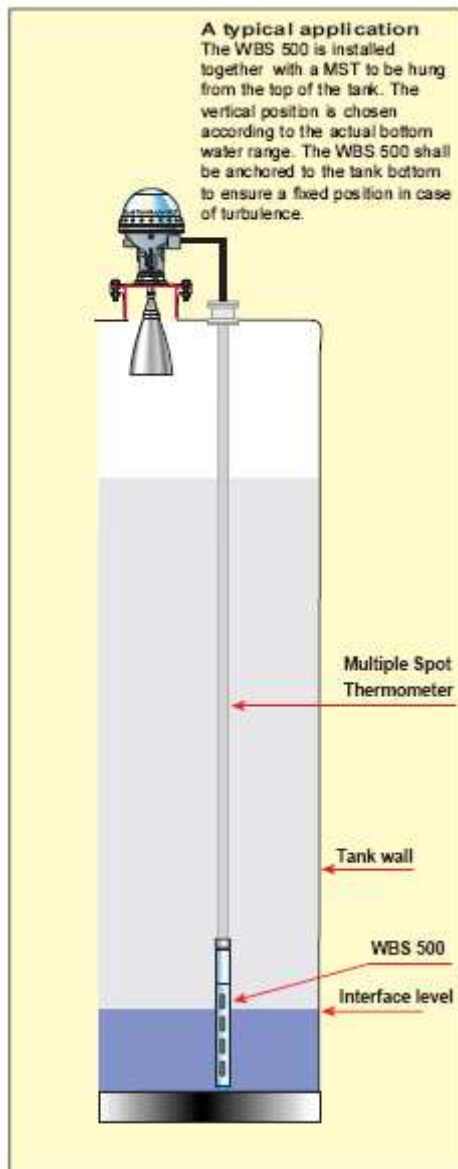
The WBS 500 level measuring probe is used to measure the free water in tanks for refined petroleum products.

The sensor is hanging in a stainless steel hose. The conduit also works as cable protection ensuring long and trouble-free operation. The probe can also be integrated with the temperature sensor.

The sensor shall be anchored to the bottom of the tank.

Electrical output

Output range	4-20 mA
Sensing element entirely in oil	4 mA
Sensing element entirely in water	20 mA



Specification WBS 500	
Accuracy	0,4% of measuring range (± 2 mm for 500 mm)
Repeatability	$\pm 0,5$ mm or $\pm 0,1\%$ of measuring range
Operating temperature	0°C to +60°C
Supply voltage	13 - 28 VDC
Max pressure	5 bar
Measuring range	Standard 500 mm (Option 1000 mm or 1500 mm)
Outer diameter	38 mm
Cabling	Shielded instrument cable 2 x 0,75 mm
Option	Pt100 temperature element in WBS 500
Application area	All refined products, except highly viscous or sticky products

Approvals

Certificate of conformity by the Technical Research Centre of Finland (VTT) according to the European standards EN50014 and EN 50020.

EEx ia IIB T5 (CENELEC)

UL approval is pending.

Quality and Environmental system certified by DNV - ISO 9001 - ISO 14001

or local representative:

HEADQUARTERS:
 Saab Rosemount Tank Control
 Box 130 45
 SE-402 51 Göteborg, SWEDEN
 Tel: int. +46 31 337 00 00
 Fax: int. +46 31 25 30 22
 E-mail: sales.stc@marine.saab.se
 Website: www.tankradar.com
 Find your local representative on our website

SAAB ROSEMOUNT
 Tank Control

Copyright © Saab Marine Electronics AB. Fourth Edition, November 2001. Refno: 106022 E

ANEXO 8

TRANSMISOR DE PRESION ROSEMOUNT 3051

Hoja de datos del producto

00813-0109-4001, Rev FA
Agosto de 2004

Rosemount 3051

Transmisor de presión Rosemount 3051

PROTOSCOLOS HART® Y FOUNDATION™ FIELDBUS

- El mejor rendimiento de su tipo, opción de alta exactitud de 0,04%
- Mejor estabilidad de la industria después de cinco años bajo las condiciones actuales de proceso
- Rendimiento dinámico único
- La plataforma Coplanar™ permite soluciones de presión, flujo y nivel integradas
- Funcionalidad avanzada de PlantWeb®

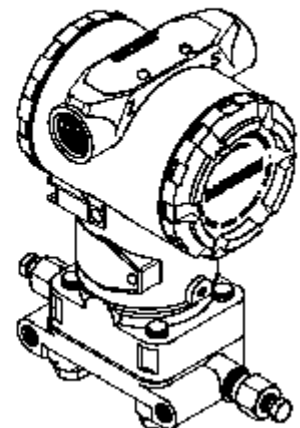


Oferta de productos

Modelo 3051C de Rosemount para presión diferencial, manométrica y absoluta

La información para hacer un pedido se encuentra en la página 24.

- Rendimiento con una precisión de hasta 0,04%
- Cinco años de estabilidad instalada de 0,125%
- La plataforma Coplanar admite manifold integrado, elemento primario y sello de diafragma.
- Spans/rangos calibrados entre 0,25 mbar y 276 bar (0.1 inH₂O a 4000 psi)
- Aislantes de proceso de acero inoxidable 316L, Hastelloy® C276, Monel®, tantaló, Monel bañado en oro o acero inoxidable 3136L bañado en oro



Hoja de datos del producto

00813-0109-4001, Rev FA
Agosto de 2004

Rosemount 3051

Especificaciones

Esta hoja de datos del producto se aplica tanto para el protocolo *HART* como para el protocolo *fieldbus*, a menos que se especifique.

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS⁽¹⁾

El funcionamiento total está basado en los errores combinados de precisión de referencia, efecto de la temperatura ambiente y efecto de la presión estática.

Modelos 3051C (Rangos 2–5) y 3051T (Rangos 1–4) de Rosemount

Precisión de referencia

- ±0,065% de span
- ±0,04% de span (opción de alta exactitud)

Funcionamiento total

- ±0,15% de span; para cambios de temperatura de ±28 °C (50 °F), hasta 6,9 MPa (1000 psi) de presión de tubería (CD solamente), desde un rango descendente de 1:1 a 5:1.

Estabilidad

- ±0,125% del límite superior del rango (URL) por 5 años para cambios de temperatura de ±28 °C (50 °F), y hasta 6,9 MPa (1000 psi) de presión en la tubería.

Tiempo de respuesta total del funcionamiento dinámico (T_D)

- Salida *HART*: 100 ms
- Salida *Fieldbus* y *Profibus*: 152 ms

Efecto de la temperatura ambiente por un incremento de 28 °C (50 °F)

Modelos 3051CD/CG de Rosemount

- ±(0,0125% del URL + 0,0625% de span) de 1:1 a 5:1
- ±(0,025% del URL + 0,125% de span) de 5:1 a 100:1
- Rango 0: ±(0,25% del URL + 0,05% de span)
- Rango 1: ±(0,1% del URL + 0,25% de span)

Efecto de la presión en las tuberías por 6,9 MPa (1000 psi)

Modelo 3051CD de Rosemount

Error de cero (puede ser calibrado a la presión de la tubería)

- Rangos 2–3: ±0,05% del URL para presiones de línea de 0 a 13,7 MPa (0 a 2000 psi)
- Rango 0: ±0,125% del URL/6,89 bar (100 psi)
- Rango 1: ±0,25% del URL

Error de span

- Rangos 2–3: ±0,1% de la lectura
- Rango 0: ±0,15% de la lectura/6,89 bar (100 psi)
- Rango 1: ±0,4% de la lectura

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS DETALLADAS

Para spans basados en cero, condiciones de referencia, relleno de aceite de silicona, materiales de acero inoxidable, brida Coplanar (3051C) o conexiones de proceso de 1/2 pulg. -18 NPT (3051T), valores digitales de ajuste fijados a puntos de rango iguales.

Precisión de referencia⁽¹⁾

La precisión de referencia propuesta incluye histéresis, linealidad basada en terminales y repetibilidad.

Modelos 3051CD, 3051CG de Rosemount

Rango 0 (CD)

- ±0,10% de span
- Para spans menores de 2:1, precisión = ±0,05% del URL

Rango 1

- ±0,10% de span
- Para spans menores de 15:1, precisión =
$$\pm \left[0,025 + 0,005 \left(\frac{URL}{span} \right) \right] \% \text{ de span}$$

Rangos 2–5

- ±0,065% de span
- Para spans menores de 10:1, precisión =
$$\pm \left[0,015 + 0,005 \left(\frac{URL}{span} \right) \right] \% \text{ de span}$$

Opción de alta precisión en rangos 2–4, P8

- ±0,04% de span
- Para spans menores de 5:1, precisión =
$$\pm \left[0,015 + 0,005 \left(\frac{URL}{span} \right) \right] \% \text{ de span}$$

Hoja de datos del producto

00813-0109-4001, Rev FA
Agosto de 2004

Rosemount 3051

Funcionamiento dinámico

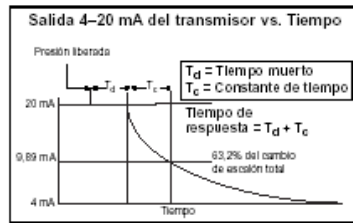
	4-20 mA (protocolo HART) ⁽¹⁾	Protocolo Fieldbus ⁽³⁾
Tiempo total de respuesta ($T_d + T_c$) ⁽²⁾ :		
3051C, Rangos 2-5:	100 ms	152 ms
Rango 1:	255 ms	307 ms
Rango 0:	700 ms	752 ms
3051T:	100 ms	152 ms
3051H/L:	Consultar al fabricante	Consultar al fabricante
Tiempo muerto (T_d)	45 ms (nominal)	97 ms
Tiempo para actualización	22 veces por segundo	22 veces por segundo

(1) El tiempo muerto y la velocidad de actualización aplican a todos los modelos y rangos; solamente salida analógica

(2) Tiempo nominal total de respuesta en condiciones de referencia de 24 °C (75 °F).

(3) Sólo la salida del fieldbus del transmisor, no se incluye el macrociclo del segmento.

FIGURA 1. Tiempo de respuesta típico del transmisor HART



3051-3061_17A

Efectos de la posición de montaje

Modelo 3051C de Rosemount

Desviaciones de cero de hasta $\pm 3,11$ mbar (1.25 in. de H₂O), las cuales pueden calibrarse. No hay efecto del span.

Efecto de la vibración

Todos los modelos

El efecto de medición debido a vibraciones es muy pequeño excepto a frecuencias de resonancia. Cuando hay frecuencias de resonancia, el efecto de vibración es menor de $\pm 0,1\%$ del URL por g cuando se prueba a frecuencias entre 15 y 2000 Hz en cualquier eje con respecto a las condiciones de proceso de montaje en tubería.

Efecto de la fuente de alimentación

Todos los modelos

Menos del $\pm 0,005\%$ de span calibrado por voltio.

Efectos RFI

Todos los modelos

$\pm 0,1\%$ de span desde 20 a 1000 MHz y con una fuerza de campo hasta 30 V/m.

Protección contra transitorios (Código de opción T1)

Todos los modelos:

Cumple con IEEE C62.41, Categoría B

Cresta de 6 kV (0,5 μ s – 100 kHz)

Cresta de 3 kV (8 x 20 microsegundos)

Cresta de 6 kV (1,2 x 50 microsegundos)

Cumple con el estándar IEEE C37.90.1, capacidad de resistencia a sobrevoltaje

Cresta 2,5 kV SWC, forma de onda de 1,25 MHz

Especificaciones generales:

Tiempo de respuesta: < 1 nanosegundo

Sobrecorriente máxima: 5000 amperios al alojamiento

Voltaje máximo de transitorios: 100 V cc.

Impedancia del circuito: < 25 ohmios

Estándares aplicables: IEC61000-4-4, IEC61000-4-5

NOTA:

Calibraciones a 20 °C (68 °F) de acuerdo con ASME Z210.1 (ANSI)

ESPECIFICACIONES OPERATIVAS

Límites de rango y sensor

TABLA 1. Límites de Rango y Sensor de los modelos 3051CD, 3051CG, 3051L y 3051H

Rango	Span mínimo				Límites de rango y sensor inferior (LRL)			
	3051CD ⁽¹⁾ , CG, L, H	Superior (URL)	Diferencial 3051C	Manométrica 3051C	Diferencial 3051L	Manométrica 3051L	Diferencial 3051H	Manométrica 3051H
0	0,25 mbar (0,1 inH ₂ O)	7,47 mbar (3,0 inH ₂ O)	-7,47 mbar (-3,0 inH ₂ O)	NA	NA	NA	NA	NA
1	1,2 mbar (0,5 inH ₂ O)	62,3 mbar (25 inH ₂ O)	-62,3 mbar (-25 inH ₂ O)	-62,3 mbar (-25 inH ₂ O)	NA	NA	NA	NA
2	6,2 mbar (2,5 inH ₂ O)	0,62 bar (250 inH ₂ O)	-0,62 bar (-250 inH ₂ O)	-0,62 bar (-250 inH ₂ O)	-0,62 bar (-250 inH ₂ O)	-0,62 bar (-250 inH ₂ O)	-0,62 bar (-250 inH ₂ O)	-0,62 bar (-250 inH ₂ O)
3	24,9 mbar (10 inH ₂ O)	2,49 bar (1000 inH ₂ O)	-2,49 bar (-1000 inH ₂ O)	34,5 mbar abs (0,5 psia)	-2,49 bar (-1000 inH ₂ O)	34,5 mbar abs (0,5 psia)	-2,49 bar (-1000 inH ₂ O)	34,5 mbar abs (0,5 psia)
4	0,20 bar (3 psi)	20,6 bar (300 psi)	-20,6 bar (-300 psi)	34,5 mbar abs (0,5 psia)	-20,6 bar (-300 psi)	34,5 mbar abs (0,5 psia)	-20,6 bar (-300 psi)	34,5 mbar abs (0,5 psia)
5	1,38 bar (20 psi)	137,9 bar (2000 psi)	-137,9 bar (-2000 psi)	34,5 mbar abs (0,5 psia)	NA	NA	-137,9 bar (-2000 psi)	34,5 mbar abs (0,5 psia)

(1) El rango 0 sólo está disponible con el modelo 3051CD. El rango 1 sólo está disponible con los modelos 3051CD ó 3051CG

ANEXO 9

CABLE ARMADO OKONITE TYPE CLX



Product Data

C-L-X[®] Type MC-HL (XHHW-2)

600V Power Cable-Aluminum Sheath

Multiple Copper Conductors/90°C Wet or Dry Rating
For Cable Tray Use - Sunlight Resistant - For Direct Burial



- A** Bare, Annealed, Stranded Copper Conductors
- B** X-Olene Insulation - Color Coded for Identification
- C** Bare, Annealed, Stranded Copper Grounding Conductor, Where Indicated
- D** Non-Hygroscopic Fillers, as necessary
- E** Binder Tape
- F** Impervious, Continuous, Welded Corrugated, Aluminum C-L-X Sheath
- G** Black Okoseal Jacket

Insulation

X-Olene[®] is Okonite's trade name for its chemically cross-linked polyethylene, with high dielectric strength.

Color Coding

Conductors 6 AWG and smaller are color coded using base colors and tracers in accordance with the Conductor Identification Table on the back of this Data Sheet. Sizes 4 AWG and larger are printed number coded.

Assembly and Coverings

The individual conductors are cabled together with non-hygroscopic fillers and a binder tape overall. The C-L-X sheath exceeds the grounding conductor requirements of Table 250.122 of the NEC and UL 1569. A bare stranded copper grounding conductor(s), located in the outer interstices, is provided for grounding. The impervious, continuous, welded, corrugated aluminum C-L-X sheath provides complete protection against moisture, liquids and gases and has excellent mechanical strength. For direct burial in the ground, embedment in concrete, or for areas subjected to corrosive atmospheres, the C-L-X sheath is protected with a low temperature black Okoseal[®] (PVC) jacket.

Applications

C-L-X Type MC-HL cables with the impervious, continuous, corrugated aluminum sheath are recommended as an economical alternate to a wire in conduit system.

They are authorized for use on services, feeders and branch circuits for power, lighting, control and signaling circuits in accordance with Article 330 and 725 of the NEC.

C-L-X Type MC-HL cables may be installed indoors or outdoors, in wet or dry locations, as open runs of cable secured to supports spaced not more than six feet apart, in cable tray, as aerial cable on a messenger, in any approved raceway, direct burial, or encased in concrete. C-L-X type MC-HL cables are also approved for Classes I, II and III, Division 1 and 2, and Class I, Zone 1 and 2 hazardous locations - NEC Articles 501, 502, 503 and 505.

Specifications

Conductors: Bare soft annealed copper, Class "B" stranding per ASTM B-8. Sizes #2 through 4/0 - compact copper per ASTM B-496.

Insulation: X-Olene per ICEA S-95-658 / NEMA WC70 and UL 44, Listed UL Type XHHW-2.

Conductor Identification: Control Sizes, #6 AWG and smaller, color coded insulation. Power Sizes, #4 AWG and larger, black with printed words of number and color.

Grounding Conductor: Where indicated, bare soft annealed copper, Class B stranded in accordance with UL 1581. Meets or exceeds requirements of NEC Table 250.122.

Assembly: Per UL 1569 with binder tape overall.

Sheath: Close fitting, impervious, continuous, welded, corrugated aluminum C-L-X per UL 1569. Exceeds grounding conductor requirements of NEC Table 250.122.

Product Features

- UL Listed as Type MC-HL cable per E38916.
- UL Listed as Marine Shipboard Cable per E137931.
- Confirms to applicable requirements of IEC 502,540, and 332-3.
- UL Listed for cable tray use, direct burial and sunlight resistant.
- Passes the IEEE 383-1974 and IEEE 1202-1991 vertical tray flame tests.
- Passes the 210,000 BTU Vertical Tray Flame Test utilizing the corner configuration and the ICEA T-29-520 Vertical Tray Flame Test.
- Complete pre-packaged, factory-tested wiring system -&127; color coded.
- C-L-X cables are quality control inspected to meet or exceed applicable UL standards.
- 90°C continuous operating temperature in all types of installations.
- 130°C emergency rating.
- 250°C short circuit rating.
- Good EMI shielding characteristics.
- Impervious, continuous metallic sheath excludes moisture, gases and liquids.

- Reduced sealing fitting requirements in Class I, Division 2 or Zone 2 hazardous locations (NEC Section 501.5(E) or 505.15(C)).
 - Lower installed system cost than conduit or EMT systems.
 - Provides excellent grounding safety.
 - Excellent compression and impact resistance.
 - Continuous long lengths.
 - Installation temperature of -40°C.
 - Complies with NEC Articles 501, 502 and 503 for hazardous locations.
 - American Bureau of Shipping listed as CWCMC Type MC-HL.
- Three symmetrical grounding conductors for PWM/VFD and other modern AC drive/motor applications.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
▲ 546-31-3403	14(7X)	3	30	3#18	0.33	8.4	0.53	13.5	50	1.27	0.64	16.3	0.32	160	190	15	15
▲ 546-31-3404	(2.08mm ²)	4		3#18	0.37	9.3	0.58	14.7	50	1.27	0.69	17.5	0.37	222	261	15	15
▲ 546-31-3453	12(7X)	3	30	3#16	0.37	9.3	0.58	14.7	50	1.27	0.69	17.5	0.37	239	278	20	20
▲ 546-31-3454	(3.31mm ²)	4		3#16	0.45	11.4	0.67	17.0	50	1.27	0.78	19.8	0.42	310	340	20	20
▲ 546-31-3503	10(7X)	3	30	3#14	0.41	10.4	0.62	15.8	50	1.27	0.73	18.5	0.42	303	383	30	30
▲ 546-31-3504	(5.26mm ²)	4		3#14	0.45	11.4	0.67	17.0	50	1.27	0.78	19.8	0.47	348	428	30	28
▲ 571-31-3190	8(7X)	3	45	3#14	0.53	13.5	0.71	18.0	50	1.27	0.82	20.8	0.58	405	440	55	50
▲ 571-31-3263	(8.36mm ²)	4		10	0.69	17.5	0.80	20.3	50	1.27	0.90	22.8	0.70	480	510	44	40
▲ 571-31-3191	6(7X)	3	45	3#12	0.63	16.0	0.80	20.3	50	1.27	0.90	22.8	0.79	500	570	75	65
▲ 571-31-3270	(13.3mm ²)	4		8	0.67	17.0	0.89	22.6	50	1.27	1.02	25.5	0.85	650	705	60	52
▲ 571-31-3200	4(7X)	3	45	3#12	0.73	18.5	0.89	22.6	50	1.27	1.00	25.4	0.85	735	820	95	85
▲ 571-31-3272	(21.2mm ²)	4		8	0.79	20.0	0.97	24.6	50	1.27	1.09	27.7	1.08	875	960	76	68
▲ 571-31-3204	2(7X)	3	45	3#10	0.84	21.4	1.06	26.9	50	1.27	1.17	29.7	1.08	1035	1115	130	115
▲ 571-31-3276	(33.6mm ²)	4		6	0.93	23.6	1.15	29.3	50	1.27	1.26	29.2	1.25	1310	1410	104	92
571-31-3208	1(19X)	3	55	3#10	0.93	25.6	1.15	29.2	50	1.27	1.26	31.5	1.25	1245	1325	150	130
571-31-3280	(42.4mm ²)	4		6	1.10	26.7	1.34	34.0	50	1.27	1.45	36.8	1.65	1600	1715	120	104
▲ 571-31-3213	1/0(19X)	3	55	3#10	1.00	25.5	1.24	31.4	50	1.27	1.35	31.5	1.43	1460	1555	170	150
571-31-3285	(53.5mm ²)	4		6	1.12	28.8	1.37	34.8	50	1.27	1.48	37.6	1.72	1850	1995	136	120
▲ 571-31-3216	2/0(19X)	3	55	3#10	1.09	27.7	1.34	34.0	50	1.27	1.45	36.8	1.72	1770	2020	195	175
▲ 571-31-3289	(67.4mm ²)	4		6	1.24	31.5	1.51	38.4	60	1.52	1.64	38.4	2.14	2425	2660	156	140
▲ 571-31-3224	4/0(19X)	3	55	3#8	1.32	33.5	1.60	40.6	60	1.52	1.73	40.6	2.35	2795	3030	260	230
▲ 571-31-3296	(107mm ²)	4		4	1.48	37.6	1.78	45.2	60	1.52	1.91	45.2	2.86	3520	3865	208	184
▲ 571-31-3228	250(37X)	3	65	3#8	1.48	37.6	1.74	44.2	60	1.52	1.91	48.5	-	3325	3670	290	255
571-31-3300	(127mm ²)	4		3	1.73	43.9	2.06	52.3	60	1.52	2.19	55.6	-	4220	4515	232	185
▲ 571-31-3236	350(37X)	3	65	3#7	1.69	43.0	1.96	49.8	60	1.52	2.10	53.3	-	4315	4715	350	310
▲ 571-31-3308	(177mm ²)	4		3	1.89	48.0	2.19	55.6	75	1.90	2.35	59.7	-	5380	5935	280	248
▲ 571-31-3244	500(37X)	3	65	3#6	1.94	49.3	2.28	57.9	75	1.90	2.44	62.0	-	5792	6382	430	380
▲ 571-31-3316	(253mm ²)	4		2	2.17	55.1	2.49	63.2	75	1.90	2.74	69.6	-	7520	8230	344	304
▲ 571-31-3248	750(61X)	3	80	3#5	2.40	61.0	2.75	69.8	75	1.90	3.00	76.2	-	8575	9335	535	475
571-31-3320	(380mm ²)	4		1	2.82	61.6	3.32	84.3	85	2.16	3.50	88.9	-	11765	12785	428	380

571-31-3252	1000(61X)	3	80	1/0	2.89	73.4	3.41	86.6	85	2.16	3.59	91.2	-	12005	13100	615	545
571-31-3324	(507mm ²)	4		1/0	3.20	81.3	3.76	95.4	85	2.16	3.94	100.1	-	15355	16955	492	436

**600V Composite Power and Control Cable - Aluminum Sheath
Okoseal Jacket: 50 mils (1.27mm)**

1-Catalog Number	09-Cable O.D. - Inches
2-Power Conductors - Number x Size	10-Cable O.D. - mm
3-Insulation Thickness - mils	11-Cross-Sectional Area (sq in) ¥
4-Control Conductors - No. x Size	12-Approx. Net Weight lbs./1000'
5-Insulation Thickness - mils	13-Approx. Ship Weight lbs./1000'
6-Grounding Conductor AWG	14-90°C Wet or Dry NEC Ampacity
7-C-L-X O.D. - Inches	15-75°C Wet or Dry NEC Ampacity
8-C-L-X O.D. - mm	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
▲546-31-3984	3X10	30	4X12	30	10	0.75	19.0	0.68	17.2	0.65	400	435	30	30
▲571-31-3657	3X8	45	4X12	30	10	0.89	22.6	1.01	25.5	0.85	530	585	55	50
▲571-31-3667	3X6	45	4X12	30	8	0.97	24.6	1.08	27.6	1.00	685	750	75	65
▲571-31-3677	3X4	45	4X12	30	8	0.97	24.6	1.08	27.6	1.08	860	945	95	85

Conductor Color Coding Sequence	
Conductor Number	Base Color
1	Black
2	Red
3	Blue
4	Orange
<p>Color Coding per ICEA Method 1, E-2</p> <p>Sizes 4 AWG and larger.</p> <p>Surface Printing of Numbers and color descriptions per ICEA Method 3</p>	
<p>Special Order: Any or all of the following conductors may be added when specifically requested by the customer to meet his specific application requirements. These conductor codings comply with UL and NEC requirements.</p>	

Purpose	Base Color	Tracer Color
Equipment Grounding	Uninsulated	
	Green	
	Green	1 or more continuous yellow stripes
Grounded	White	
	White	Black continuous stripe
	White	Red continuous stripe
	White	Blue continuous stripe
	White	Orange continuous stripe
	White	Brown continuous stripe
	White	Numeric Printing

▲ **Authorized Stock Item** - Available from our Service Centers.

Length Tolerance - Cut lengths of 1000 feet or longer are subject to a tolerance of $\pm 10\%$, less than 1000 feet, $\pm 15\%$.

¥ Cross-Sectional area for calculation of cable tray fill in accordance with NEC Section 392.9.

Ampacities

Ampacities are based on Table 310.16 of the National Electrical Code for XHHW-2 conductors rated 90°C , in a multi-conductor cable, at an ambient temperature of 30°C (86F). The 75°C column is provided for additional information.

The ampacities shown apply to open runs of cable, installation in any approved raceway, direct burial in the earth, or as aerial cable on a messenger. Derating for more than three current carrying conductors within the cable is in accordance with Note 8 to NEC Tables 310.16 through 310.19.

The ampacities shown also apply to cables installed in cable tray in accordance with NEC Section 392.11.

*Dimensions, weights and catalog numbers will vary for CSA listing

ANEXO 10

RDU 40

PRODUCT INFORMATION

Saab TankRadar®

Remote Display Unit RDU 40



The RDU 40 is a display unit for use with Saab TankRadar Rex and Saab TankRadar Pro. Its rugged design makes it withstand many years of outdoor use under harsh environmental conditions. The display functions are software controlled by the connected TankRadar gauge. It is easy to work with via the 4-key display keyboard and 7 text lines with 16 characters/line can be displayed in each screen view. The functionality is customised to meet the specific requirements from the users of TankRadar Pro and TankRadar Rex.

Saab TankRadar Rex

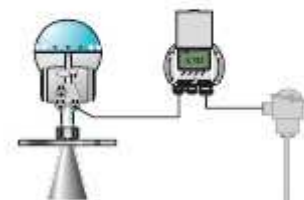
The RDU 40 can be used remotely mounted, connected by a 3-wire cable. Up to two units can be connected to one TankRadar Rex. It can display calculated data, such as level, average temperature, volume, signal strength, etc. The data can be displayed in lists or as single values in very readable 25 mm (1 inch) high solid fonts. The operator can set up a user-defined window where the most useful information is presented. This window will be shown as the default view. The RDU 40 can view up to six spot temp elements connected to TankRadar Rex.

Saab TankRadar Pro

The RDU 40 can be used remotely mounted, connected by a 3-wire cable, or factory mounted at the TankRadar Pro's enclosure. If remotely mounted, up to six PT100 elements can be connected to the optional temperature measurement card in the RDU 40. The TankRadar Pro is fully configurable from the RDU 40. User friendly menus and an installation wizard will guide through the complete start-up procedure. All measured and calculated values such as level, spot temperature, volume, signal strength, etc are displayed as numeric values or shown as bargraphs. A user-defined window can be set up by the operator.

Features

- Remote readout
- 100 m (328 ft) distance
- Easy to use
- Easy to install
- Robust, weather/dirt protection
- Excellent readability
- Temperature inputs



Specification RDU 40

View/Software:	Saab TankRadar Rex	Saab TankRadar Pro
Available data	Level Ullage Volume Level rate Signal strength Average temperature	Level Ullage Spot temperature Volume Signal strength Level rate
Configuration of RTG by RDU 40	No	Yes
Electrical:	Saab TankRadar Rex	Saab TankRadar Pro
Display type	Graphic LCD display 128 x 64 pixels	Graphic LCD display 128 x 64 pixels
Ambient temperature	-20 to 55 °C (-4 to 130 °F)	-20 to 55 °C (-4 to 130 °F)
Ex class	Cenelec: Ex ib IIC T4 FM: Class I Div I Group A, B, C, D	Cenelec: Ex ib IIC T4 FM: Class I Div I Group A, B, C, D
Max cable length	100 m (328 ft) (total length if two units is connected to the same gauge)	100 m (328 ft)
Cable requirement	3-wire, shielded instrument cable min 0.5mm ² (AWG 20) max 2.5mm ² (AWG 14) Max Ø 14mm (0.55 inch) Min insulation thickness for each wire 0.25mm (0.00985 inch)	3-wire, shielded instrument cable min 0.5mm ² (AWG 20) max 2.5mm ² (AWG 14) Max Ø 14mm (0.55 inch) Min insulation thickness for each wire 0.25mm (0.00985 inch)
Temperature option:	Saab TankRadar Rex	Saab TankRadar Pro
Measuring range	Not Applicable!	-50 to 250 °C (-58 to 480 °F)
Number of elements	Temperature elements connected directly to TankRadar Rex.	3 x 3 wire PT100 spot or 6 x PT100 spot with common return.
Ex class	See separate specification.	Cenelec: Ex ia IIC T4
Ambient temperature		-40 to 70 °C (-40 to 158 °F)
Accuracy		± 0.5 °C
Resolution		0.1 °C
Cable requirement		Shielded instrument cable min 0.5mm ² (AWG 20) max 2.5mm ² (AWG 14) Max Ø 18mm (0.7 inch) Min insulation thickness for each wire 0.25mm (0.00985 inch)
Mechanical:	Saab TankRadar Rex	Saab TankRadar Pro
Material housing	Die casted aluminium	Die casted aluminium
Dimensions	150 x 120 x 70 mm (6 x 4 x 3 inch)	150 x 120 x 70 mm (6 x 4 x 3 inch)
Weight	1.2 Kg (2.6 lb)	1.2 Kg (2.6 lb)
Cable entry	2 x M20, 1 x M25 Optional: ½ inch NPT and ¾ inch NPT by external adapters	2 x M20, 1 x M25 Optional: ½ inch NPT and ¾ inch NPT by external adapters
Protection class	IP 67, NEMA 4	IP 67, NEMA 4
Weather/dirt protection lid	Included	Included

ISO 9001 and 14001 Approvals – Quality and Environmental System Certificate by DNV

Your local representative:

HEADQUARTERS:

Saab Rosemount Tank Control
Box 130 45
SE-402 51 Göteborg, SWEDEN
Tel. int. +46 31 337 00 00
Fax int. +46 31 25 30 22
E-mail: sales.stc@marine.saab.se
Website: www.saab.tankradar.com
Find your local representative on our website



Copyright © Saab Marine Electronics AB Third Edition, October 2001, Ref no: 106029E

ANEXO 11

FCU 2160

Field Communication Unit, FCU 2160

can immediately send data from a group of tanks from the updated buffer memory.

The FCU acts as a slave on the group bus and as a master on the field bus. The unit has six communication ports. The ports can be individually configured as either group bus ports or as field bus ports.



The Field Communication Unit (FCU) is a data concentrator that continuously polls data from field devices such as Radar Tank Gauges, Data Acquisition Units and Remote Display Units and stores them in a buffer memory. Whenever a request for data is received, the FCU

There are three possibilities:

1. 4 field bus ports, 2 group bus ports.
2. 3 field bus ports, 3 group bus ports.
3. 2 field bus ports, 4 group bus ports.

Each field bus can connect maximum 16 devices (however max. 8 are recommended).

Technical Data

Explosion protection:

None.

Ambient operating temperature:

-40 °C to +70 °C (-40 °F to +158 °F).

Power supply:

115 or 230 VAC, +10% to -15%, 50-60 Hz, max. 10 W.

Ingress protection:

IP 65.

Group bus ports:

TRL/2 Bus, RS232, RS485 and a Modbus based protocol.

Group bus baudrate:

Programmable up to 19200.

Field bus ports:

TRL/2 Bus and a Modbus based protocol.

ANEXO 12

PLANOS

- PLANO A:** Bandejas y Cableado Terminal
- PLANO B:** Bandejas y Cableado Patio de bombas
- PLANO C:** Bandejas y Cableado TNK0002-0009
- PLANO D:** Bandejas y Cableado TNK0001-0006
- PLANO E:** Bandejas y Cableado TNK0004-0007
- PLANO F:** Bandejas y Cableado TNK0003-0008
- PLANO G:** Diagrama P&ID para tanques de Techo Fijo
- PLANO H:** Diagrama P&ID para tanques de Techo Flotante
- PLANO I:** Diagrama General de Instrumentación
- PLANO J:** Áreas Peligrosas en Dique Tipo
- PLANO K:** Diagrama de Fuerza
- PLANO L:** Conexionado Terminal X12
- PLANO M:** Conexionado Terminal X11
- PLANO N:** Conexión PC-FCU 2160
- PLANO O:** Diagrama de Lazo de equipo en FTNK-0001
- PLANO P:** Diagrama de Lazo de equipo en ATNK-0002
- PLANO Q:** Diagrama de Lazo de equipo en FTNK-0003
- PLANO R:** Diagrama de Lazo de equipo en ATNK-0004
- PLANO S:** Diagrama de Lazo de equipo en ATNK-0006
- PLANO T:** Diagrama de Lazo de equipo en ATNK-0007
- PLANO U:** Diagrama de Lazo de equipo en FTNK-0008
- PLANO V:** Diagrama de Lazo de equipo en FTNK-0009

INDICE

CARÁTULA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN EJECUTIVO	xii
INTRODUCCIÓN	xiv
<u>CAPÍTULO I.....</u>	<u>1</u>
<u>EL PROBLEMA.....</u>	<u>1</u>
<u>1.2 JUSTIFICACIÓN.....</u>	<u>3</u>
<u>1.3 OBJETIVOS.....</u>	<u>5</u>
<u>CAPÍTULO II.....</u>	<u>6</u>
<u>MARCO TEÓRICO.....</u>	<u>6</u>
<u>2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....</u>	<u>6</u>
<u>2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....</u>	<u>6</u>
<u>2.3 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....</u>	<u>7</u>
<u>2.4 DETERMINACIÓN DE VARIABLES.....</u>	<u>60</u>
<u>2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....</u>	<u>60</u>
<u>2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....</u>	<u>60</u>
<u>2.5 HIPÓTESIS.....</u>	<u>60</u>
<u>CAPÍTULO III.....</u>	<u>61</u>
<u>METODOLOGÍA.....</u>	<u>61</u>
<u>3.1 ENFOQUE.....</u>	<u>61</u>
<u>3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....</u>	<u>62</u>
<u>3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....</u>	<u>62</u>
<u>3.4 POBLACIÓN O MUESTRA.....</u>	<u>63</u>
<u>3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....</u>	<u>63</u>
<u>3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....</u>	<u>64</u>
<u>3.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....</u>	<u>64</u>
<u>CAPITULO IV.....</u>	<u>65</u>
<u>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</u>	<u>65</u>
<u>CAPITULO V.....</u>	<u>67</u>
<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u>	<u>67</u>
<u>5.1 CONCLUSIONES.....</u>	<u>67</u>
<u>5.2 RECOMENDACIONES.....</u>	<u>68</u>
<u>CAPITULO VI.....</u>	<u>69</u>
<u>PROPUESTA.....</u>	<u>69</u>
<u>6.1 DATOS INFORMATIVOS.....</u>	<u>70</u>
<u>6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....</u>	<u>70</u>
<u>6.3 JUSTIFICACIÓN.....</u>	<u>71</u>
<u>6.4 OBJETIVOS.....</u>	<u>72</u>
<u>6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....</u>	<u>72</u>
<u>6.6 FUNDAMENTACIÓN.....</u>	<u>73</u>
<u>6.7 METODOLOGÍA.....</u>	<u>74</u>

6.8 MODELO OPERATIVO.....	74
6.9 ADMINISTRACIÓN.....	75
6.10 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	76
CAPITULO VII.....	76
SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	77
7.1 HARDWARE.....	77
7.1.1 SISTEMAS DE MEDICIÓN DE NIVEL.....	77
7.1.2 SELECCIÓN DE HARDWARE.....	81
7.2.1 SELECCIÓN DE SOFTWARE.....	84
CAPITULO VIII.....	85
HARDWARE.....	85
8.1 DESCRIPCION.....	85
8.1.1 BANDEJAS PORTACABLES.....	86
8.1.2 TUBERIA.....	90
8.1.3 CAJAS A PRUEBA DE EXPLOSION.....	90
8.2 INSTALACIÓN MECÁNICA DE LOS MEDIDORES.....	91
8.3 INSTALACION ELECTRICA DE LOS MEDIDORES REX.....	121
CAPITULO IX.....	136
SOFTWARE.....	136
9.1 SOFTWARE TANKMASTER HMI.....	136
9.1.1 GENERALIDADES.....	136
9.1.2 REQUISITOS DEL PC.....	137
9.1.3 SAAB TANKMASTER.....	138
9.1.3.1 Módulos de software TankMaster.....	139
9.1.3.2 Principios de funcionamiento.....	140
9.1.4 INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE NIVEL....	141
9.1.4.1 Visión general.....	142
9.1.4.2. Configuración de protocolos de comunicación.....	142
9.1.4.3 Preferencias.....	143
9.1.4.4 Instalación y configuración de tanques y dispositivos.....	143
9.1.4.4.1. Instalación de tanques.....	143
9.1.4.4.2 Instalación de dispositivos.....	146
9.1.4.5. Calibración.....	157
9.1.4.6. Configuración de protocolos de comunicación.....	157
CAPITULO X.....	168
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES SOBRE LA PROPUESTA.....	168
10.1Conclusiones.....	168
10.2Recomendaciones.....	169
BIBLIOGRAFÍA.....	180
ANEXOS.....	181

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

ANEXOS

ANEXO 1 :Bandejas y Ductos Portacables_Datasheet.....	168
ANEXO 2 :Cajas y accesorios Explosion Proof_ Datasheet.....	178
ANEXO 3 :Materiales para instalación de radares.....	190
ANEXO 4 :RTG 3930_ Datasheet.....	194
ANEXO 5 :RTG 3940_ Datasheet.....	196
ANEXO 6 :Termómetro de Spot Múltiple(MST)_ Datasheet.....	198
ANEXO 7 :Sensor de nivel de agua(WLS)_ Datasheet.....	200
ANEXO 8 :Transmisor de presión(3051)_ Datasheet.....	202
ANEXO 9 :Cable Armado OKONITE Tipo CLX_ Datasheet.....	205
ANEXO 10 :Unidad de Display Remota(RDU 40)_ Datasheet.....	210
ANEXO 11 :Unidad de Comunicación de Campo(FCU 2160)_ Datasheet.....	212
ANEXO 12 :Planos.....	213

PLANOS

PLANO A : Bandejas y Cableado Terminal	
PLANO B : Bandejas y Cableado Patio de bombas	
PLANO C : Bandejas y Cableado TNK0002-0009	
PLANO D : Bandejas y Cableado TNK0001-0006	
PLANO E : Bandejas y Cableado TNK0004-0007	
PLANO F : Bandejas y Cableado TNK0003-0008	
PLANO G : Diagrama P&ID para tanques de Techo Fijo	
PLANO H : Diagrama P&ID para tanques de Techo Flotante	
PLANO I : Diagrama General de Instrumentación	
PLANO J : Áreas Peligrosas en Dique Tipo	
PLANO K : Diagrama de Fuerza	

PLANO L: Conexionado Terminal X12

PLANO M: Conexionado Terminal X11

PLANO N: Conexión PC-FCU 2160

PLANO O: Diagrama de Lazo de equipo en FTNK-0001

PLANO P: Diagrama de Lazo de equipo en ATNK-0002

PLANO Q: Diagrama de Lazo de equipo en FTNK-0003

PLANO R: Diagrama de Lazo de equipo en ATNK-0004

PLANO S: Diagrama de Lazo de equipo en ATNK-0006

PLANO T: Diagrama de Lazo de equipo en ATNK-0007

PLANO U: Diagrama de Lazo de equipo en FTNK-0008

PLANO V: Diagrama de Lazo de equipo en FTNK-0009