

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**APLICACIÓN DE LA TELEMETRÍA  
PARA EL CONSUMO INDUSTRIAL DE GAS NATURAL**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:  
ELVIS PERCY GUZMÁN FARFÁN**

**PROMOCIÓN  
2005-I**

**LIMA-PERÚ  
2010**

**APLICACIÓN DE TELEMETRÍA  
PARA EL CONSUMO INDUSTRIAL DE GAS NATURAL**

A mis padres, esposa e hijas

Mi mayor agradecimiento

por su esfuerzo y apoyo

durante todos estos años

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA</b> .....	3
1.1 Descripción del problema .....	3
1.2 Objetivos del trabajo.....	3
1.2.1 Objetivo principal.....	3
1.2.2 Objetivos secundarios .....	3
1.3 Evaluación del problema .....	4
1.3.1 Configuración original del sistema.....	4
1.3.2 Importancia y justificación de la solución.....	6
1.4 Alcance del trabajo.....	7
1.5 Síntesis del trabajo .....	7
1.5.1 Centro de control.....	8
1.5.2 Equipamiento en las estaciones.....	9
1.5.3 Comunicación de datos.....	10
1.5.4 Transferencia de variables, alarmas y comandos.....	10
1.5.5 Integración a programa SCADA .....	11
1.5.6 Integración a otras estaciones y/o dispositivos correctores .....	12
1.5.7 Base de datos .....	12
1.5.8 Reportes, balances y consultas.....	12
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b> .....	13
2.1 Telemetría.....	13
2.1.1 Commserver.....	16
2.1.2 Terminal Server.....	17
2.2 Tecnologías de comunicación evaluadas para la transmisión de datos.....	18
2.2.1 Tecnología satelital .....	18
2.2.2 Conexión por fibra óptica.....	22
2.2.3 Tecnología GPRS/GSM a través de una red de telefonía celular .....	23
<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	30
3.1 Determinación tecnológica de la solución.....	30
3.1.1 Servicio ofrecido por un operador local .....	31

3.1.2	Alternativas de equipos Data Logger.....	32	
3.2	Descripción general de la solución.....	33	
3.3	Equipamiento del sistema de telemetría.....	34	
3.3.1	El corrector.....	35	
3.3.2	El RTU.....	43	
<b>CAPITULO IV</b>			
<b>ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>			<b>52</b>
4.1	Cronograma de trabajos.....	52	
4.2	Estimación de costos.....	52	
4.3	Diagrama de conexionado entre el RTU y el Corrector.....	55	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>			<b>56</b>
<b>ANEXO A COMPONENTES PRINCIPALES DEL CORUS PTZ DE ACTARIS.....</b>			<b>57</b>
<b>ANEXO B DIAGRAMA DE CONEXIONADO RTU-CORRECTOR CORUS.....</b>			<b>60</b>
<b>ANEXO C GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>			<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>			<b>64</b>

## SUMARIO

El presente trabajo describe la aplicación de un sistema de telemetría que permita una medición más eficiente y confiable de los consumos de gas natural por parte de clientes industriales, utilizando una infraestructura de comunicaciones distinta a la existente, haciéndola congruente con los sistemas en producción

La solución propuesta es necesaria debido al incremento del número de clientes industriales, lo que hacía que bajo las condiciones iniciales, la labor de medición fuera ineficiente y no confiable. Dado ello, se sobredimensiona los requerimientos de la solución para situaciones futuras.

La solución se logra mediante la instalación de una RTU (Remote Terminal Unnit) que recibe datos de un “corrector” (dispositivo electrónico encargado de almacenar el consumo de gas natural en caudales por hora) a través de un cable de interfaz de comunicación serial RS232C. La RTU, mediante un módulo especial de comunicaciones, transmite la información mediante un enlace inalámbrico (celular) a través de un proveedor de Internet (Empresa Claro).

La solución se aplica para una empresa distribuidora gas natural en Lima con que requiere contar con el estado de consumo en tiempo real., lo que justifica la inversión en la solución propuesta

## INTRODUCCIÓN

La solución es propuesta debido a que la empresa distribuidora de gas natural realizaba un trabajo ineficiente en la medición y registro del consumo por parte de sus clientes del segmento industrial. El incremento del número de clientes a casi 400 %, se reflejaba en una inversión exagerada de recursos económicos y humanos, dado que la medición se realizaba utilizando un personal que se desplazaba a cada una de las estaciones de los clientes, registrando manualmente los consumos mediante el uso de una Laptop en donde están descargados los datos mediante un puerto serial RS232C.

La solución se logra mediante la instalación de una RTU (Remote Terminal Unit) que recibe datos de un "corrector" (caja de medición de consumo de gas) y los transmite a la red de la empresa haciendo uso de un módulo especial de comunicaciones. Se evaluaron tres alternativas para la transmisión de los datos desde la RTU a la red de la empresa distribuidora: 1) enlace satelital, 2) Conexión por Fibra Óptica, 3) Telefonía Celular.

Se opta finalmente por utilizar la telefonía celular contratándose como proveedor del servicio a la empresa "Claro". Para compatibilizar a este servicio, se eligió usar un módulo modem GSM/GPRS. (Global System Mobile Communication/General packet radio service)

El diseño se dimensiona en base a 80 estaciones, pero con capacidad para soportar hasta 500 estaciones, sin necesidad de realizar actualización de alguno de los componentes del sistema propuesto.

También se considera la instalación futura de cualquier otra marca de correctores. Debe tenerse en cuenta el hecho de que los diferentes tipos de corrector permiten calcular y transmitir el íntegro de datos especificados, de tal manera que la solución propuesta deberá integrarlo a un programa de sistema de adquisición de datos (SCADA) tal como el Oasys (programa utilizado por el distribuidor)

El presente trabajo es realizado gracias al conocimiento y experiencia adquiridos en empresas dedicadas a la instrumentación. El trabajo está apoyado en los manuales técnicos de cada dispositivo que forma parte del sistema.

El informe de suficiencia titulado "Aplicación de Telemetría para el Consumo Industrial de Gas Natural", está dividido en cuatro capítulos. En el capítulo 1 se plantea el problema de ingeniería y los objetivos, justificando la importancia de la solución propuesta. En el

capítulo 2 se explican los criterios técnicos básicos para la comprensión del informe. En el capítulo 3 se describe en detalle la solución propuesta y su metodología. En el capítulo 4 se presenta una estructura de costos aproximada. Luego se exponen las Conclusiones y Recomendaciones del caso.

Agradezco a las empresas del ramo quienes me brindaron su apoyo para las consultas técnicas correspondientes para la realización de este documento. Del mismo modo, a mi colega y amigo Ernesto Mamani.



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA

En este capítulo se realiza el planteamiento de ingeniería del problema, para ello primeramente se describe el problema y luego se expone el objetivo del trabajo, también se evalúa el problema y se precisan los alcances del informe, para finalmente presentar una síntesis de la solución.

### **1.1 Descripción del Problema**

Medición ineficiente del consumo de gas del segmento industrial debido al incremento del número de clientes a casi 400%

La medición se realizaba recorriendo personalmente cada una de las estaciones de los clientes y registrando manualmente los consumos mediante el uso de una Laptop.

### **1.2 Objetivos del trabajo**

En la presente sección se describe el objetivo principal del trabajo, y los objetivos secundarios.

#### **1.2.1 Objetivo principal**

Aplicación de un sistema de telemetría que permita una medición más eficiente y confiable, utilizando un infraestructura de comunicaciones distinta a la existente, haciéndola congruente con los sistemas en producción.

#### **1.2.2 Objetivos secundarios**

El sistema considerará la implementación de un Sistema de Telemetría, con presentación de datos en HMI (Interfaz Humano-Maquina) e interfaz de comunicación con sistema GSM/ Oasys. En el mencionado sistema se deberá de considerar lo siguiente:

- a. La elección del tipo de servicio de Red de comunicaciones y su proveedor teniendo en cuenta las limitaciones por el tipo de tecnología.
- b. La elección de los equipos a utilizar teniendo en cuenta la política de la distribuidora en cuanto a adquisición de equipos.
- c. Además se debe tener en cuenta el software de cada equipo utilizado en la implementación del proyecto
- d. Adquirir o consolidar el Know-how (capacitación en tecnología a implementarse) del proceso para poder realizar el mantenimiento rápida y eficazmente
- e. Poder mantener independencia en el manejo y operación de los sistemas

implementados.

### **1.3 Evaluación del problema**

En la presente sección se describirá el sistema correspondiente al problema mencionado. Asimismo se explicará la importancia y justificación de la solución propuesta.

#### **1.3.1 Configuración original del sistema**

La presente sección describe la situación inicial del sistema o red principal de distribución, previa a la incorporación de la telemetría. La sección se subdivide en a) Comunicaciones, b) Sistema de adquisición y control de datos y b) Medición.

##### **a. Comunicaciones**

Red de comunicaciones privada conformada por multiplexores de comunicaciones con tecnología SDH-ADM marca KEYMILE modelo UMUX 1500. SDH es la jerarquía digital síncrona la cual establece distintos tipos de velocidades de red, y ADM son los Add/Drop Multiplexors o multiplexores de inserción.

La topología de red es tipo "Anillo" utilizando fibra óptica para enlazar cada uno de los veintiséis multiplexores, distribuidas de la siguiente forma:

1. Veintitrés multiplexores son destinados a funciones de válvulas de bloqueo y estaciones de medición y regulación de gas (ERM),
2. Uno destinado al nodo central MCC (Master Control Center) City Gate,
3. Uno al nodo de contingencias CCC (Contingency Control Center)
4. Uno al nodo denominado "Etevensa" que tiene las mismas funcionalidades de las ERM con el agregado de un servicio dedicado a realizar contingencias en caso de que se requiera, por cortes en la fibra óptica.

##### **b. Sistema de adquisición y control de datos**

También conocido por SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Está conformado por un software compatible tal como el Oasys, y otros similares.

Este tipo de programa utiliza el sistema de comunicaciones descrito para proporcionar las herramientas necesarias para la supervisión y el telecontrol del gasoducto desde las Interfaces Hombre-Máquina (IHM) desde cualquiera de los dos centros de control implementados para tal fin:

1. El primario (MCC).
2. El de contingencias o secundario (CCC).

En condiciones normales el MCC tiene la responsabilidad de la adquisición de datos y telecontrol. El CCC puede tomar el control si existieran problemas en el MCC que impidieran la operación del gasoducto.

Las IHM de los puestos de operación se pueden conectar a uno u otro centro y

monitorear el sistema, pero sólo los IHM conectados al centro “operacional” serán capaces de enviar órdenes a campo.

Cada uno de los centros de control dispone de servidores redundantes de tiempo real (denominados CMX1 y CMX2) y de histórico (denominados XIS1 y XIS2), de forma que si alguno de los servidores falla, el servidor redundante toma el control y la operación podrá seguir realizándose con normalidad. Los servicios conmutan automáticamente en caso de pérdida de conexión con un servidor. También es posible conmutar manualmente los servicios.

### **c. Medición**

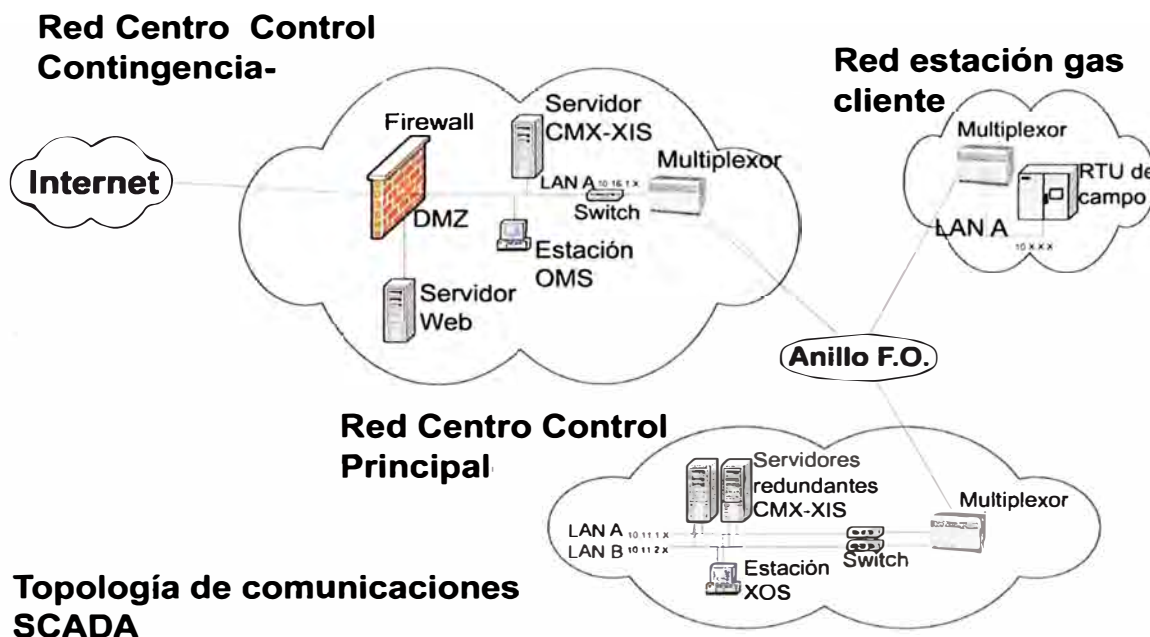
La red descrita es utilizada solo para las estaciones de regulación y presión (ERP) que se encuentran ubicadas en algunos nodos de la red de distribución y en las cuales las mediciones no se pueden realizar para los clientes industriales.

La captura, registro, validación y almacenamiento de la medición en el Gas Management System (GMS), se da de la siguiente manera:

1. GasHistorical es el programa de adquisición de datos históricos para el GMS, instalado en los servidores CMX para tal fin. GasHistorical:
  - a) Permite leer datos de medición históricos y eventos de computadores de flujo usando el protocolo Modbus-TCP. La información leída del medidor puede ser guardada en un archivo de texto.
  - b) Puede insertar datos directamente en CMX. Los datos insertados en CMX se almacenan temporalmente en un buffer conocido como “transaction spooler” cuya utilidad es permitir que los procesos de tiempo real dispongan de un método de inserción rápido en XIS.. Las transacciones (sentencias de inserción, modificación de datos) almacenadas en el “transaction spooler” serán ejecutadas por un proceso del sistema. Mediante este método se libera a los procesos de tiempo real de ejecutar ellos mismos las transacciones, ya que estas implican realizar accesos a disco y que pueden llevar demasiado tiempo.
  - c) permite obtener datos históricos de N medidores en paralelo, e incluso realizar varias peticiones de datos simultaneas al mismo dispositivo.
  - d) Se pueden programar las adquisiciones para que se ejecuten en un momento determinado o realizarlas bajo demanda, es decir manualmente por petición del usuario teniendo como identificador la dirección IP del dispositivo.
2. La aplicación suministrada del GMS es el Electronic Flow Measurement (EFM). El EFM se utiliza fundamentalmente para la consolidación, recálculo, mantenimiento y reporte de medidas de caudal, incluyendo volumen, energía y análisis de datos (validación). EFM mantiene datos en el servidor XIS, que se pueden consultar

mediante reportes de usuario que utilizan comandos SQL.

- a) Adicionalmente, el GMS tiene una interfaz de usuario propia que permite configurar y consultar de datos. Existe también una interfaz de operación a través de una estación de trabajo denominada XOS que permite al operador ver algunos de los datos de cromatografía de estas aplicaciones que se guardan en el servidor XIS y en su caso, modificarlos o enviar órdenes al cromatógrafo del spool de medición del City Gate Lurín y/o a los computadores de caudal mediante el panel de control con que dispone. La Figura 1.1 muestra al sistema descrito.



**Figura 1.1** Sistema previo a la solución

**Nota:**

La cromatografía de gases es una técnica cromatográfica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna.

**1.3.2 Importancia y justificación de la solución**

La importancia y justificación de la solución se basa en las ventajas que proporciona tanto a la empresa proveedora como al usuario. Las ventajas son las siguientes:

- El usuario podrá disponer de la información acerca de su consumo casi inmediatamente después del cierre del día operativo a través de la Web y en un formato compatible con herramientas Microsoft Excel.
- El usuario será beneficiado al representar este sistema un método con importantes ahorros de tiempo en toma de lecturas que serán aprovechados para aumentar la rigurosidad y validación de la información.
- El usuario obtendrá un sistema que aumenta aún más la vigilancia del buen funcionamiento de su estación, pues las unidades remotas enviarán mensajes de

alarmas al Centro de Control Principal, las mismas que serán atendidas por el personal de campo.

- d) La empresa distribuidora contará con un sistema rápido y confiable para la lectura del consumo y alarmas de cada uno de los clientes.
- e) La empresa distribuidora obtendrá un sistema que aumenta aún más la vigilancia del buen funcionamiento de su estación, pues las unidades remotas enviarán mensajes de alarmas al Centro de Control Principal, las mismas que serán atendidas por el personal de campo.

#### **1.4 Alcance del trabajo**

El dimensionamiento deberá realizarse en base a 80 estaciones inicialmente con capacidad para manejar hasta 500 estaciones sin necesidad de realizar actualización de alguno de los componentes del sistema propuesto.

El sistema propuesto deberá considerar el equipamiento actualmente instalado cercano al medidor. Estos equipos son correctores de volumen de las siguientes marcas y modelos: Instrument EVC 444, Actaris Corus PTZ.

Además se considerará que la empresa distribuidora, podrá instalar en el futuro otra marca de correctores no incluida en este documento, esto deberá formar parte de la filosofía de sistema abierto que se requiere.

Debe tenerse en cuenta el hecho de que los diferentes tipos de corrector permiten calcular y transmitir el íntegro de datos especificados, de tal manera que la solución propuesta deberá integrarlo a un programa de sistema de adquisición de datos (SCADA) tal cómo el Oasys

En el caso que los protocolos de nuevos correctores, no sean estándar o abiertos, la solución propuesta deberá tener en cuenta el costo de desarrollo del nuevo driver opcional necesario para el procesamiento de los datos proporcionados por el corrector. El software considerado para el manejo de los datos enviados por el modem no deberá requerir mayores modificaciones (programación orientada a dispositivos).

#### **1.5 Síntesis del trabajo**

El sistema propuesto contempla la administración, supervisión, y telecontrol (en caso de ser necesario) de puntos remotos de medición a un nuevo sistema de Gestión de Datos Temporal o de Recepción, que "inserte" dichos datos en el sistema existente (Oasys), es decir que gestione la inserción de datos en XIS (tabla EFM) y CMX (tabla almsum).

Las estaciones de medición se comunicarán con un servidor que estará ubicado en el Centro de Control de la empresa distribuidora y que resolverá el subsistema de comunicación y adquisición de datos. La comunicación podrá ser:

- a) Programada
- b) A Solicitud
- c) Por evento (alarmas)
- d) Y las funcionalidades deberán ser las siguientes:
- e) Lectura de correctores (medición)
- f) Recepción de alarmas (corrector, RTU, externas por contacto seco)
- g) Lectura de variables analógicas (temperatura, presión)
- h) Envío de comandos remotos (opcional).

### **1.5.1 Centro de control**

El sistema propuesto contemplará la provisión de un servidor/estación de operación en el Centro de Control Principal (MCC) o Centro de Control de Contingencia (CCC), dependiendo de las facilidades técnicas a evaluar, lo cual permitirá realizar en un estado normal de funcionamiento una telesupervisión de los datos del sistema generados desde los correctores, es decir que desde esta consola se podrán visualizar los mismos datos que se podrían obtener directamente del corrector, con los datos históricos y su correspondiente estampa de tiempo de cuando fue generado.

El período de interrogación a cada estación debe ser configurable a nivel del usuario y podrá ser modificado para cada estación particular especificando dicha información en una tabla, contando de esta manera con un sistema adaptable a las necesidades específicas de nuestra operación.

El sistema propuesto indicará claramente la manera de cómo se realizará la comunicación para la transmisión de datos, incluyendo notas para cada uno de los puntos siguientes:

- a) Direccionalidad, es decir que dispositivo que inicia la comunicación
- b) (Centro de control o el RTU de la estación).
- c) Seguridad, es decir que consideraciones se tienen previstas para este punto.
- d) Registro de auditoria (log).

Para la conectividad con las estaciones, la empresa distribuidora proporcionará una conexión "segura" a Internet (vía firewall) con un ancho de banda mínimo de 64kbps para poder recibir los mensajes de reporte de las estaciones a través de GPRS. Para esto se utilizará en una primera etapa, la línea dedicada a Internet corporativa de la empresa distribuidora (e-mail, Internet) de 512 Kbps. De ser necesario una línea exclusiva o un mayor ancho de banda, el proveedor deberá indicarlo de manera explícita, justificando los motivos.

Para efectos de optimización del sistema, el proveedor deberá proveer un medio alternativo de comunicación "redundante" en caso de falla del servicio principal (Internet

Corporativo).

En cuanto a facilidades eléctricas y de montaje, la empresa distribuidora dispondrá de suministro eléctrico de UPS, y un gabinete de 19" para la instalación de todos los equipos a montar en esta ubicación, por lo que los equipos propuestos (servidores, routers, modems, etc.) deberán ser provistos en los modelos y/o con accesorios para montaje en gabinete de 19" estándar.

### **1.5.2 Equipamiento en las estaciones**

El sistema propuesto considera el equipamiento (correctores) actualmente instalado cercano al medidor y las limitaciones que poseen los mismos. Estos equipos son correctores de volumen de las siguientes marcas y modelos:

- a) Instrument ECV 444
- b) Actaris Corus PTZ

Los dos correctores utilizados por la empresa distribuidora cumplen con los estándares y normas, y por tanto esos correctores cumplen las especificaciones de seguridad intrínseca por lo que se encuentran instalados en la estación de la empresa distribuidora, directamente conectados a la salida de pulsos del medidor y realizan la corrección de volumen de acuerdo a recomendación y normas internacionales.

El almacenamiento de los datos se podrá realizar de manera configurable de las variables mas importantes registradas, o para todas las variables considerando 24 registros x día, desde un mínimo de 40 días, hasta un máximo de 128 días de registros horarios, según la especificación del corrector empleado.

El registrador a ser instalado es apto para ser usado en áreas clasificadas como de riesgo de explosión (Clase 1 División 1) por ser intrínsecamente seguro. Por norma de seguridad y para mantener la clasificación, el gabinete de comunicaciones, en cual se encuentran los dispositivos de interconexión y comunicación al centro de control será ubicado en zona segura, siguiendo los lineamientos de nuestra especificación técnica (estandarización).

A una distancia aproximada promedio de 3 metros, se instalará un gabinete conteniendo los dispositivos de comunicación que permiten realizar la comunicación de datos para la telemetría. En este gabinete se encontrarán al menos los siguientes equipos:

- a) RTU que se ocupa de gestionar las comunicaciones a la frecuencia determinada, por alarmas o por solicitud expreso del operador.
- b) El MODEM, sea GSM / GPRS, celular CDMA o de línea telefónica común.
- c) La fuente de alimentación, si correspondiere, la batería de respaldo y diversos accesorios necesarios e imprescindibles.

El conexionado entre este gabinete y el corrector es realizado mediante una barrera de seguridad intrínseca, de forma tal de asegurar el cumplimiento de la clasificación de área de la estación Clase 1 División 1 antes mencionada. Esta conexión se realizará al puerto RS232 del equipo.

Si se dispone de solenoide a prueba de explosión instalada sobre la válvula de cierre a controlar, se deberá poder operar dicha válvula desde el Centro de Control y a pedido del operador (Opcional).

### **1.5.3 Comunicación de datos**

Básicamente y con la finalidad de proporcionar un sistema completamente abierto se utilizará para la transmisión de datos, el protocolo estándar de mercado Modbus embebido sobre GPRS o algún otro que se proponga especificando claramente los motivos.

Como parte de la funcionalidad embebida del sistema, se presenta una arquitectura totalmente abierta, es decir que permita al proyecto incrementarse de acuerdo a las necesidades futuras de la Empresa Distribuidora, sin requerir inversiones adicionales excepto en el caso de incluir un corrector con protocolo "non-standar", en cuyo caso el proveedor deberá ser capaz de desarrollar el "driver" manteniendo la filosofía básica de generación de datos y transmisión al centro de control.

La solución considera como medio principal de comunicación el sistema GPRS, sin embargo es capaz de soportar la opción de módems telefónico o celular, es decir se podrá establecer una conexión directa a la RTU (y al corrector) utilizando las líneas telefónicas celulares, en caso de no contar con la cobertura GPRS en alguna ubicación.

### **1.5.4 Transferencia de variables, alarmas y comandos**

La solución incluye (cuanto menos, siempre y cuando el dispositivo corrector lo soporte), la transferencia de los siguientes datos al Centro del Control:

#### **a. Variables de transmisores de temperatura y presión (operación)**

Son las siguientes

1. Temperatura instantánea.
2. Presión instantánea.
3. Estampa de fecha, hora.

#### **b. Variables del corrector (medición)**

Son las siguientes

1. Numero de Serie del Corrector.
2. Dirección del Sitio.
3. Estampa de fecha, hora.
4. Presión de línea.



5. Temperatura de línea.
6. Factor de compresibilidad de línea.
7. Acumulador sin corregir horario.
8. Acumulador corregido horario.
9. Volumen corregido horario.
10. Volumen sin corregir horario.

#### **c. Alarmas del corrector (operación)**

Son las siguientes

1. Alarmas de Presión (03).
2. Alarmas de Temperatura (03).
3. Alarmas de Caudal corregido (01).
4. Alarmas de Caudal sin corregir (01).
5. Alarma de coherencia en baja frecuencia (01).
6. Alarma de factor de conversión (01).
7. Alarma de suministro eléctrico (01).
8. Alarma de vida de batería interna (01).

#### **d. Alarmas del RTU y gabinete (operación)**

Son las siguientes

1. Alarmas de fallo del suministro principal (01).
2. Alarmas de comunicación (01).
3. Alarma de gabinete abierto (01)

#### **e. Modo de transmisión**

1. Programada
2. A Solicitud (lectura de medición, comando)
3. Por evento (alarmas)

Normalmente cada estación reportará los datos al centro de control hasta un máximo de 04 veces (configurable por el usuario). Este tiempo es configurable por la empresa distribuidora y no se contabilizará la cantidad de solicitudes de lectura remota a demanda.

Ante una alarma, de las configuradas para ser enviadas al Centro de Control en la estación en que se genere, el equipo reportará las variables en forma inmediata (esta alarma estará integrada al CMX).

En caso de ser requerido por el operador, la estación será interrogada fuera de la secuencia establecida.

#### **1.5.5 Integración a programa SCADA**

Se considera 1) Medición: base de datos XIS, tabla EFM., 2) la operación tiempo real:

base de datos CMX, tabla almsum (alarmas). Y 3) la operación tiempo real: base de datos CMX.

#### **1.5.6 Integración a otras estaciones y/o dispositivos correctores**

La solución deberá considera que la empresa distribuidora podrá instalar en el futuro otra marca de correctores no incluida en el presente informe, esto deberá formar parte de la filosofía de sistema abierto que se requiere.

#### **1.5.7 Base de datos**

La solución indicará el tipo de base de datos a utilizar para el almacenamiento de los valores de configuración, los eventos, las alarmas y los valores obtenidos de los correctores. Esta base de datos deberá ser accedida desde el software IHM.

Cabe señalar que esta base de datos tiene como objeto ser un puente o buffer temporal para los datos que deben ser integrados al Oasys.

#### **1.5.8 Reportes, balances y consultas**

Dado que toda la información convergerá en Oasys, los reportes y sus diseños serán responsabilidad del cliente, sin embargo el proveedor podrá proponer reportes para la gestión de comunicaciones y/o alarmas en la base de datos del software IHM.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

En este capítulo se exponen las bases teóricas conceptuales más importantes para la comprensión del sistema descrito en el presente informe. Esta se concentra en la telemetría.

#### **2.1 Telemetría**

La telemetría es un proceso automatizado de adquisición de datos a través de una red de comunicaciones. Los datos son obtenidos por equipos especiales que tienen la capacidad de convertir las señales de los instrumentos y son transmitidos para efectuar mediciones, monitoreo, almacenamiento y realizar el control de los actuadores correspondientes cuando esto sea pertinente. La red de comunicaciones puede ser físicamente pares de cables, redes industriales, circuitos virtuales de telecomunicaciones, enlaces inalámbricos, celulares o satelitales.

En la actualidad la mayoría de las empresas industriales, de distribución, y otras de acuerdo al avance de la tecnología tienen sus procesos industriales automatizados mediante un sistema de adquisición y control de datos, el cual puede cubrir un gran área geográfica debido a la distribución de sus estaciones remotas o sus dispositivos de campo, por esto último se requiere de un sistema de comunicaciones efectivo según el caso.

Es en este punto donde la aplicación de la telemetría obtiene su mayor importancia debido a los problemas que representan la transmisión de los datos, enlace de las estaciones, codificación, protocolos de comunicaciones, compatibilidad entre otros, etc.

Para una mayor comprensión de la importancia de la Telemetría en la medición a distancia se realiza una breve descripción del Sistema de adquisición y control de datos (SCADA) dentro del cual la adquisición de datos es de gran importancia para su correcta operación.

Los sistemas Scada son diseñados teniendo en cuenta fiabilidad, seguridad y tiempos de ejecución impuestos por el entorno de la aplicación. La característica que hace a estos sistemas más complejos que cualquier otro sistema de tiempo real es que deben manejar cantidades importantes de información, atendiendo a la vez peticiones de otras aplicaciones, necesarias para la operación del sistema de distribución.

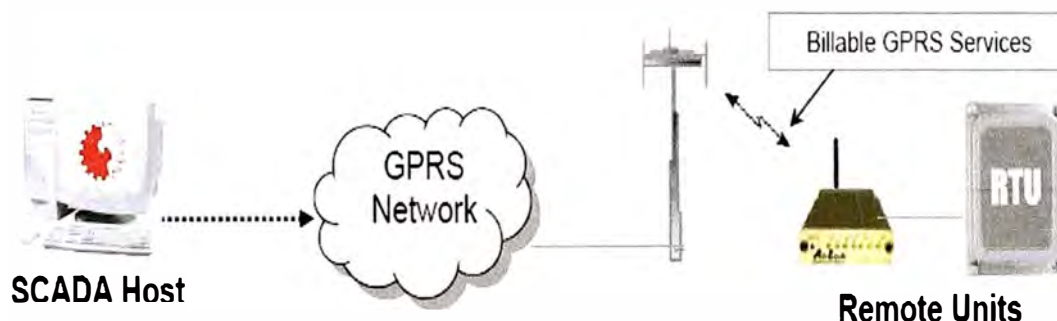
Generalmente los sistemas Scada se dividen en:

- a) Un Central Host o Master.- Compuesta por Servidores y software responsable de comunicarse con los instrumentos de campo (RTU, PLC y otros) .
- b) Una o mas estaciones remotas.- las cuales interactúan con los dispositivos de campo (instrumentos y actuadores) múltiples RTU (Unidad Remota Terminal) .
- c) Infraestructura de comunicación adecuada que es una red de comunicaciones publica o privada que presta servicios para la correspondiente transmisión de datos

Las estaciones remotas son controladas por el Master utilizando un software Standard o desarrollado a medida el cual también suele denominarse SCADA .Dicho software SCADA incluye:

- a) Una base de configuración
- b) Un motor de adquisición, control y procesamiento de alarmas
- c) Una base de datos de tiempo real
- d) Una aplicación grafica para mostrar los datos.
- e) Un sistema de historial de datos.

La Figura 2.1 muestra de manera simplificada el proceso de telemetría el cual se inicia en los dispositivos de campo o medición (Corrector de flujo, RTU, etc.) que obtienen los datos, estos son codificados y enviados hacia una red de comunicaciones para luego llegar al Servidor del Master (Scada Host).

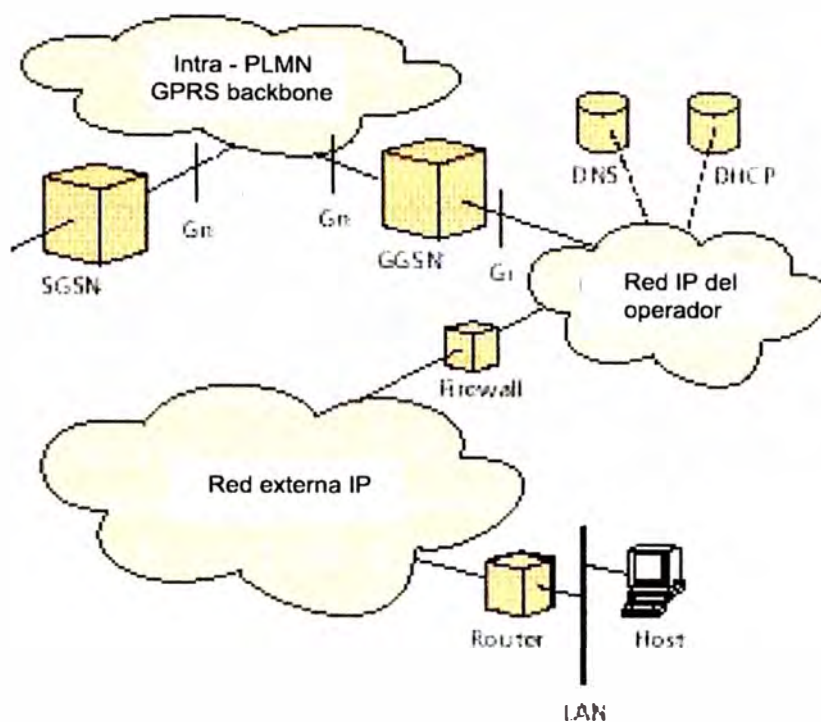


**Figura 2.1** Medición a distancia desde unidades remotas

Se observa que se requiere una red de servicios entregado por el prestador de servicios de acuerdo a la tecnología que se ha de usar.

En el presente caso el GPRS es una red inalámbrica conmutada de paquetes que utiliza el canal celular para permitir el uso de aplicaciones y servicios basados en IP, cómo es el caso de la solución propuesta.

La transmisión de datos usando un servicio de paquetes proporciona una conexión que simula ser continua e inmediata desde un dispositivo remoto móvil usando como soporte una red inalámbrica a Internet o una red IP privada. Ver figura2.2



**Figura 2.2** Esquema del sistema GPRS

Por otro lado los protocolos utilizados determinan elementos y formatos esenciales de la comunicación tales como:

- Direcciones y formato de nodo de red.
- Modos de iniciar y finalizar el envío de un mensaje al nodo destino.
- Modo en que el nodo de destino informa que el mensaje fue recibido.
- El modo de detección y corrección de errores.



**Figura 2.3** Esquema del funcionamiento de telemetría

Según se muestra en la Figura 2.3, los dispositivos de campo (instrumentos de medición y/o actuadores) que se encuentran en las estaciones remotas interactúan con el Master (Scada Telemetry Console) . Este proceso puede realizarse por envío directo de las estaciones hacia el Host mediante la dirección IP fija o bien utilizando servicios de DNS (Domain Name Service) el punto remoto puede contactar al Host y enviarle la información pertinente así el Host debe tener una aplicación servidora que siempre este disponible para recibir la información del punto remoto.

Debido a que desde los dispositivos remotos el acceso a Internet es directo, es factible que en este tipo de arquitecturas la red del operador de servicios sea privada. Es necesario un servicio específico que pueda establecer la conversión de identificaciones de los remotos en la aplicación SCADA o Telemetría a definirse y la dirección IP del remoto o bien la dirección IP publica y el puerto asignado por el gateway en la dirección que el servidor NAT (Network Address Translate) tenga configurado. Este servicio puede ser equiparado con DDNS (Dynamic Domain Name Service).

El enlace puede realizarse de dos formas:

- a) Commserver
- b) Terminal Server

### **2.1.1 Commserver**

Es un paquete de software para gestionar la transferencia de datos que esta incorporado en las tecnologías y los algoritmos para proporcionar una transmisión de datos inteligente que adapte automáticamente sus parámetros para el usuario o las necesidades del proceso.

En los casos en que la conexión se genera desde el remoto, en el Host se encuentra un servicio de servidor de comunicaciones que recibe los request del remoto y por medio de estos request, descubre la IP que le asignaron dinámicamente o bien la IP de la Gateway el cual es un Dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Normalmente es un equipo informatico configurado para hacer posible a las maquinas de una red Local conectadas a el un acceso hacia el exterior generalmente realizando para ello una operaciones de traducción de direcciones IP (NAT: Network Address Translating).El canal se establece y durante un tiempo determinado se puede enviar y recibir información del remoto. La comunicación que se inicia desde el remoto puede ser por tres motivos

- a) Tiempo.- En el remoto se establece un cronograma de comunicaciones y cuando es el momento se genera la comunicación con el servidor
- b) Alarma.- En el remoto o en el sistema del cual el remoto forma parte, puede generarse una alarma calificada, que indicaría al remoto que es el momento de

realizar la comunicación.

- c) Pedido desde el Host.- La aplicación servidora puede tener mecanismos que indiquen al remoto que puede conectarse para enviar y/o recibir información. Los mecanismos pueden ser por envíos de mensajes cortos de texto (SMS), llamadas telefónicas u otros.

Asimismo los mecanismos de envío de información pueden ser:

- a) Reporte desde el remoto.- Aquí la arquitectura depende de la solución. Para cada remoto se establece un formato fijo de reporte.
- b) Interrogación desde el Master.- Cuando el remoto se conecta con el host, en el host están establecidas las consultas que se van a realizar al remoto y se despierta un mecanismo de interrogación. Mientras el remoto este en línea se realizarán los refrescos de información correspondiente

En el commserver puede existir una base de información con los datos adquiridos desde los remotos o pueden ser estos dejados a disposición de otras aplicaciones.

Como el remoto es el que inicia la comunicación la aplicación que utiliza los datos debe ser capaz de recibirlos asincrónicamente

### **2.1.2 Terminal Server**

Existen casos en los que en el sitio de ubicación del remoto se encuentran dispositivos que pueden ser interrogados desde un software ubicado en el Master la aplicación correspondiente a ser utilizada es la terminal server. Utilizando los servicios de terminal server, la consulta generada desde el software del host se encapsula dentro de los servicios provistos de comunicación de paquetes y se envía al remoto. En el remoto esa consulta se desencapsula y se analiza localmente o se traslada a otro dispositivo mediante una conexión serie o ethernet que posee el remoto.

Es esto precisamente lo que brinda mayor flexibilidad al uso de aplicaciones inalámbricas, generando una capa de comunicaciones, que brinda varios servicios, permitiendo extender un sistema de adquisición de datos existente en geografía extendida utilizando los servicios inalámbricos.

Para los tipos de enlace mencionados anteriormente se debe contar con un servicio propio de DDNS el cual es un sistema que permite la actualización en tiempo real de la información sobre nombres de dominio situada en un servidor de nombres. El uso más común que se le da es permitir la asignación de un nombre de dominio de Internet a un ordenador con dirección IP variable (dinámica).

El Servidor DDNS mapea el nombre o dirección propia del protocolo utilizando en la aplicación del remoto al par IP: Puerto asignado por el prestador de servicios sin importar cuan frecuentemente esa dirección IP es modificada o el tiempo de vida a través del

servidor NAT, el remoto apuntado es el mismo.

El servidor se ocupa de mantener la correlación e indicar si el equipo es accesible o no para ser interrogado en un momento determinado y además mantiene estadísticas de conexiones, IP asignadas, tiempos de enlace y demás datos útiles para realizar el análisis del comportamiento de las redes de comunicaciones en los sistemas de control.

El software DDNS se desarrolla teniendo en cuenta la independencia de cada prestador de servicios e incluso en la multiplicidad de prestadores de servicios funcionando y ser independiente, con varios prestadores de un mismo servicio (GPRS) o con varios sistemas inalámbricos, pudiendo elegir para cada remoto el mejor prestador.

Cuando la IP del remoto cambia y es reportado al Servidor, automáticamente se modifican todos los enlaces para dejar asentada esa modificación y que el sistema funcione con transparencia para los sistemas superiores.

Además se puede mantener las conexiones activas con los remotos generando paquetes de mantenimiento de conexión dentro de la misma capa de comunicaciones por el tiempo definido en el host así se asegura que la conexión va a estar disponible cuando sea necesaria.

## **2.2 Tecnologías de comunicación evaluadas para la transmisión de datos**

Son tres las tecnologías consideradas que pueden brindar un nivel de comunicaciones adecuado para la solución plantada.

Estas son 1) Tecnología satelital, 2) Fibra óptica, 3) Tecnología GPRS/GSM (red de telefonía celular).

### **2.2.1 Tecnología satelital**

Globalstar es un sistema de comunicación satelital, utilizado principalmente en telefonía inalámbrica, basado en la interconexión de puntos distantes en la superficie terrestre.

La tecnología de codificación utilizada es la conocida como CDMA (Code Division Multiple Access), con la que se accede a una mayor eficiencia del sistema. Como factor negativo, está la probabilidad latente de posibles colisiones en las señales, tanto recibidas/transferidas por el satélite utilizado, como por las estaciones terrenas (Gateways).

Globalstar Packet Data es el servicio de transmisión de paquetes que el servicio satelital Globalstar ofrece, permitiendo conectividad directa IP usando sus satélites para el salto de "la última milla".

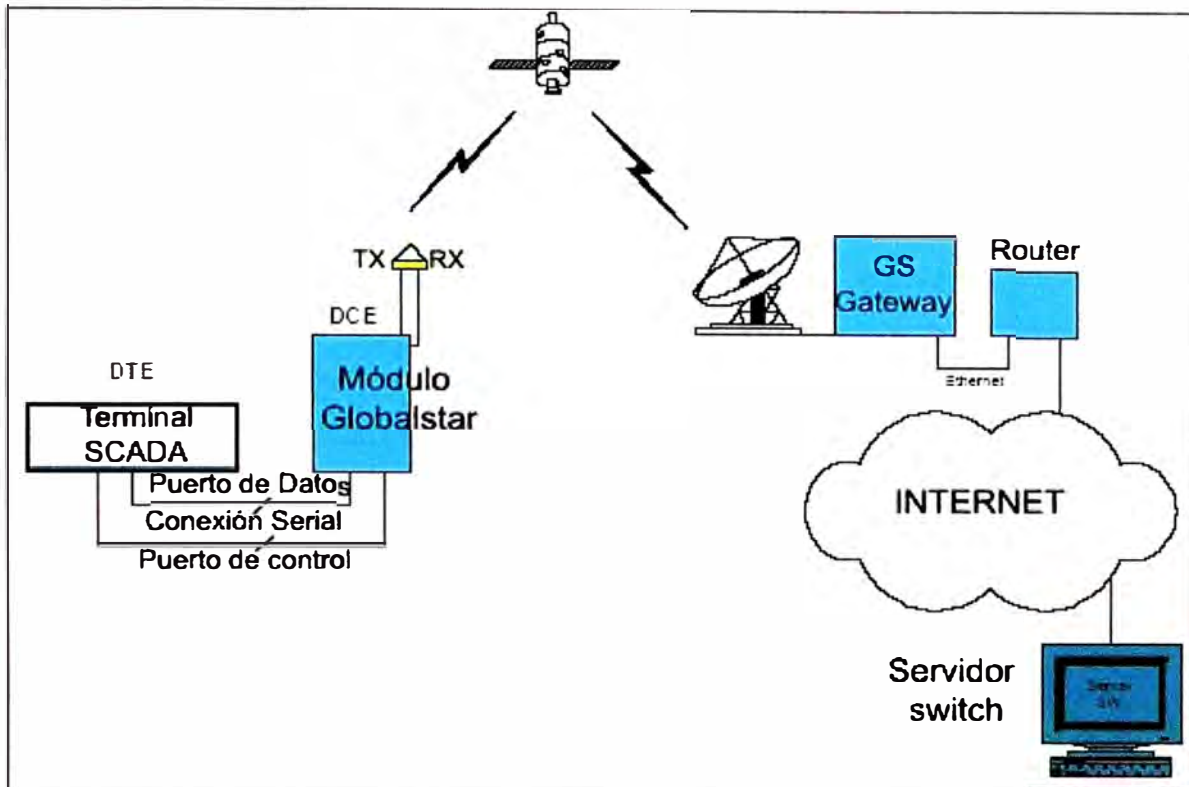
Un modem satelital permite a un dispositivo remoto originar o recibir una llamada en modo "packet data". Se puede establecer, entonces una conexión con una aplicación (Host) en el otro extremo del canal, sea usando otro modem satelital o una conexión



directa a la red usando el bridge.

Los enlaces de información del sistema Globalstar se dividen en (Figura 2.4):

1. Enlace satélite.- La señal desde (hacia) el teléfono es recibida (transmitida) por el satélite
2. Enlace Gateway.- La señal desde (hacia) el satélite es recibida (transmitida) por la estación terrena.



**Figura 2.4** Esquema del Globalstar

#### a. Descripción del servicio ofrecido por Globalstar

Es líder mundial en comunicaciones móviles por satélite y actúa en todas aquellas zonas donde no llegan las comunicaciones convencionales.

Cuenta con una red de 40 satélites de órbita baja, alcanzando una cobertura virtual de todo el planeta. Tiene acuerdos de distribución en más de 100 países.

Es un consorcio internacional formado por prestigiosos operadores de servicios y fabricantes de equipos de telecomunicaciones, entre ellos compañías líderes

A través de teléfonos fijos y móviles, Globalstar ofrece comunicaciones digitales que le permiten al cliente hablar esté donde esté.

Las ventajas del Globalstar son las siguientes:

1. Gran practicidad de uso
2. Máxima cobertura de comunicación
3. Integración de equipos para cubrir las necesidades de cada mercado

4. Servicio disponible aún en malas condiciones meteorológicas.
5. Confiabilidad y confidencialidad en las comunicaciones
6. Tecnología digital de última generación CDMA.
7. Servicio de transmisión de voz, datos y packet data. Un único paquete de minutos mensuales con fraccionamiento discriminado por servicio
8. Llamadas de Emergencia Inteligentes.

#### b. Servicios útiles al proyecto

Se resumen en 1) Transmisión de datos asincrónicos, 2) Transmisión por Packet Data, 3) S@Tmail.

##### b.1 Transmisión de datos asincrónicos

Sus principales características son:

1. Fraccionamiento de llamada primer minuto y luego cada 10 segundos.
2. El sistema globalstar se conecta con un servidor externo para acceder a la nube IP
3. Tiempo de conexión 30 segundos aproximadamente.
4. Velocidad de transmisión 9600 Kbps.

##### b.2 Transmisión por packet data

Sus principales características son:

1. Fraccionamiento de llamada primeros 5 y segundos luego cada segundo.
2. El sistema Globalstar accede directamente a la nube IP permite aplicaciones con conexión disponible en todo momento (always on).
3. Tiempo de conexión 5 minutos aproximadamente
4. Velocidad desde 9.6 Kbps hasta 114 Kbps

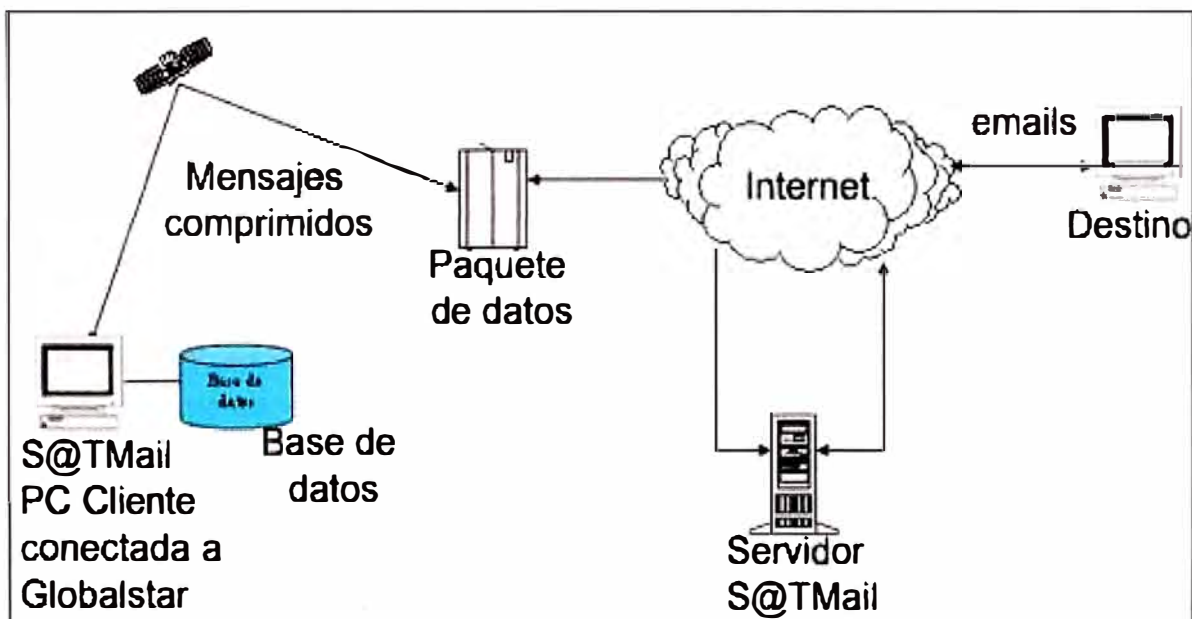


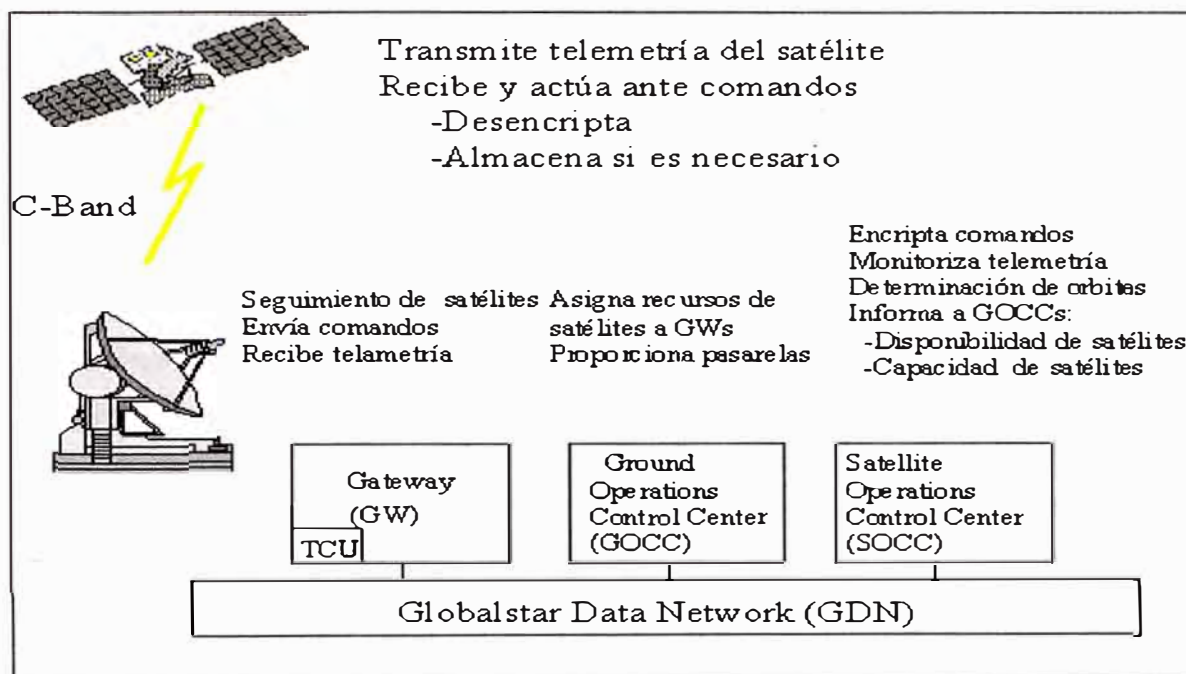
Figura 2.5 Diagrama de red

### b.3 S@Tmail

Sus principales características son:

1. Casillas de email para realizar una comunicación optimizada desde lugares remotos.
2. Compresión de los datos, envío y recepción por evento permitiendo la optimización del tiempo del satélite.
3. Administración de la información en una base de datos local con sistemas de optimización del espacio disponible.
4. Único dominio por línea con múltiples casillas particulares permitidas.
5. Facturación por dominio / línea contratada (transporte de datos ilimitado).
6. El sistema permite el control del tamaño de cada mensaje.

La Figura 2.5 muestra el Diagrama de la red. La Figura 2.6 muestra la solución para telemetría.



**Figura 2.6** Solución telemetría

### c. Enlace descendente de telemetría y ascendente de comando

Los satélites Globalstar transmiten continuamente datos de telemetría que contienen información sobre la posición orbital de la nave y el estado del satélite. Tanto el flujo de telemetría como los enlaces empleados por el módulo de comunicaciones utilizarán la banda C de frecuencias, es por ello que sólo determinadas pasarelas seleccionadas tienen unidades de T&C. Así la información de telemetría está disponible sólo cuando el satélite está siendo rastreado por una antena con una unidad de T&C.

Todas las pasarelas equipadas con unidades de T&C tienen la capacidad de controlar el satélite. La unidad de T&C consiste en una tarjeta de propósito específico para RF y un

DSP controlados por un Pentium basado en un PC. Un módulo contiene 5 unidades de T&C una de las cuales es de repuesto. Las unidades de T&C están diseñadas para trabajar automáticamente bajo el control del SOCC. No precisan el empleo de personal. Cualquier mantenimiento necesario será llevado a cabo por los proveedores de servicio a petición del Centro de Control Globalstar (GCC)

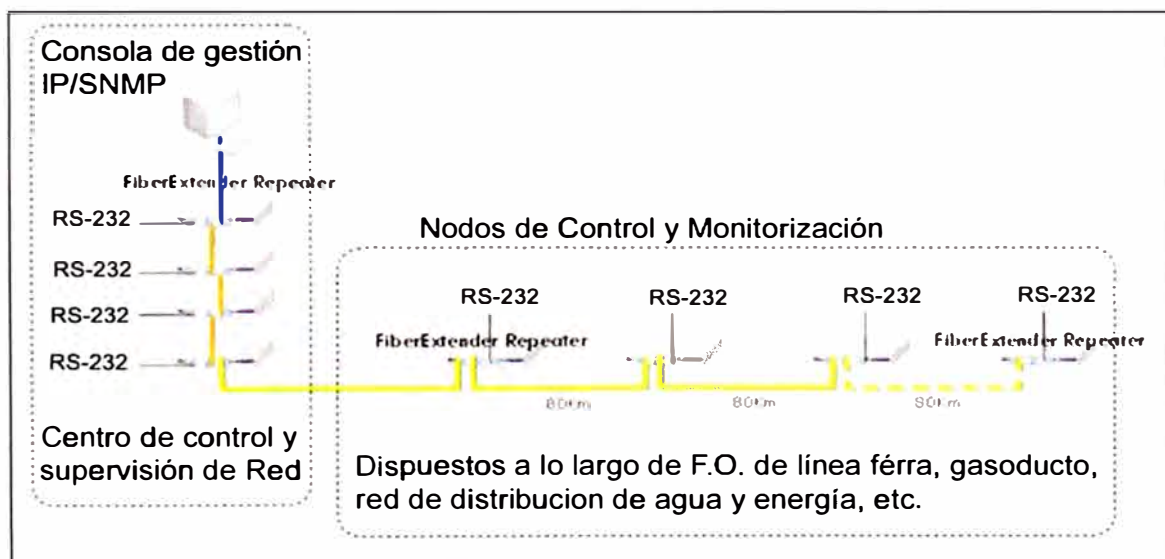
#### d. Recepción de telemetría

La información de telemetría procedente de cada satélite será recibida por la pasarela de T&C que tiene una antena apuntando al satélite. La unidad de T&C será capaz de enviar directamente los datos demodulados (modo bent-pipe) o bien almacenarlos para una posterior transmisión (modo store and forward).

Los datos almacenados serán enviados al SOCC bajo su petición, típicamente durante un periodo de baja utilización del sistema o bajos costes de comunicación por la red. El SOCC coordinará la transmisión de datos de T&C para evitar recibir unidades de datos idénticas procedentes de múltiples puntos de T&C. Los datos de telemetría enviados desde el punto de T&C son enviados al SOCC como paquetes de datos en la Red de Datos Globalstar (GDN). Si más de un SOCC estuviese proporcionando soporte, el equipamiento de T&C encaminaría los datos a múltiples destinos.

#### 2.2.2 Conexión por fibra óptica

Las Interfaces de baja velocidad como RS-232 o RS-485 son ampliamente utilizados en ámbitos industriales en operaciones de telecontrol y telemetría. En muchas ocasiones, las aplicaciones asociadas a estos interfaces son de alta criticidad. Cuando es preciso asegurar la sincronización de dispositivos, y garantizar la recuperación de rutas en tiempos del orden de milisegundos, el transporte de estas señales de control representa un reto para las actuales redes de datos IP.



**Figura 2.7** Escenario típico de conexión de F.O.

Se ha desarrollado una familia de soluciones para transportar sincrónicamente, sobre fibra óptica, cualquier interfaz y/o servicio de baja velocidad.

Si una organización cuenta con fibra óptica (propia o alquilada), Fiber Extender permite desarrollar una red para transporte de servicios de baja velocidad de una manera robusta. Como nivel de transporte, Fiber Extender emplea SDH asegurando de esta forma la rápida recuperación de rutas y sincronización de dispositivos.

En el ejemplo de la Figura 2.7, se muestra un escenario típico donde una compañía ferroviaria o de distribución de energía, dispone de nodos de control y monitorización dispuestos a lo largo de un tendido de fibra. En este escenario además, se identifica un Centro de Control y Supervisión donde se recibe la información de cada nodo.

En cada Nodo se dispone de un Fiber Extender que ofrece una o más conexiones RS-232 y RS-485 a los dispositivos de control presentes en el nodo. La conexión de los nodos a la fibra óptica sigue una topología en serie sobre un bus o anillo. En nuestro ejemplo, el tráfico RS-232 entregado a cada Fiber Extender es paquetizado en un contenedor SDH y, a continuación, colocado en la fibra óptica.

Como se puede apreciar, en el Centro de Control y Supervisión de Red se finaliza el tráfico de cada nodo. Además, en este punto central, se dispone de la plataforma de gestión desde la cual es posible acceder vía IP a la configuración de cualquier Fiber Extender.

### **2.2.3 Tecnología GPRS/GSM a través de una red de telefonía celular**

En esta sección se explicaran do aspectos básicos con la solución seleccionada: 1) el GSM y 2) GPRS

#### **a. GSM**

De sus siglas Global System Mobile Communication, dio inicio a la segunda generación de móviles comenzó con la implantación del GSM como sistema utilizado para la comunicación de la voz entre dispositivos móviles. Al principio de los años 80, existían en Europa hasta seis sistemas de comunicación analógicos, incompatibles entre ellos. Con el crecimiento del Mercado Común Europeo y la integración económica de Europa, era de vital importancia desarrollar un sistema de telefonía común, en el que no existieran incompatibilidades, aunque el usuario cambiase de país.

En 1982 la CEPTB (European Postal Telephone and Telegraph) formó un comité conocido como Groupe Special Mobile, posteriormente transformado en Global System for Mobile Communications (GSM). Su principal objetivo era la creación de un sistema de comunicaciones móviles en el que primara la compatibilidad y que pudiera implantarse en los años 90. En 1989 la responsabilidad de generar especificaciones para GSM fue transferida al recientemente formado ETSI (Instituto Europeo para los Estándares en

Telecomunicaciones). Este organismo, además de buscar la compatibilidad en la comunicación telefónica móvil, también se preocupó por desarrollar aplicaciones necesarias con el fin de conseguir una mayor calidad de la voz.

En 1991 GSM empezó a utilizarse y, en la actualidad, ha sido adoptado en varios países, incluyendo una gran parte de Europa, el norte de África, Medio Oriente, algunos países de Asia y en Australia.

En la mayoría de ellos existen acuerdos de roaming, esto es, la posibilidad de que los usuarios puedan viajar a distintas partes del mundo sin ver afectado su servicio de telecomunicaciones con el mismo número y un solo recibo.

La peculiaridad de GSM, y lo que causó mayores dificultades en el desarrollo de sus aplicaciones, era que nunca antes se había utilizado la tecnología digital en un enlace radio. Sin embargo, una vez superadas estas complicaciones, el usuario se enfrentaba a la problemática de la cobertura. Se debía adaptar el GSM a las distintas bandas de frecuencia que se utilizan en cada región del planeta.

GSM fue adaptado en un primer momento a la banda de 900 Mhz. Estas bandas son las frecuencias del espectro electromagnético reservadas para las comunicaciones móviles mediante radio GSM (y actualmente también GPRS). Aunque Europa se decantó por el GSM 900, en otros países, principalmente en Asia y Sudamérica, se utilizó la banda de 1800 Mhz.

Finalmente se optó por instalar la tecnología de Banda Dual (Dual Band), que permite al dispositivo utilizar ambas. Además, Europa aprovechó esta capacidad para dividir el espectro de la telefonía móvil entre las dos bandas. De esta manera, la de 1800 Mhz corresponde a las áreas urbanas mientras que la de 900 Mhz corresponde a las suburbanas. Y, por si alguna de las bandas esta saturada o tiene problemas con la cobertura, el cambio de banda se realiza automáticamente.

Por su parte, en Estados Unidos se utiliza una banda diferente, la de 1900 Mhz. Por esa razón, se crearon los dispositivos tri-banda. Los móviles tri-banda son aquellos que pueden funcionar correctamente en cualquiera de las tres bandas existentes, por lo que un usuario de un móvil tri-banda no tendrá problemas de cobertura en ningún punto del planeta. Cabe destacar, por último, los móviles GSM QuadBand.

Éstos están dirigidos principalmente a Latinoamérica, donde también se utiliza la banda de 850 Mhz. Si no se va a mantener contactos internacionales con esta región en concreto, es una característica del móvil que no debería tener en cuenta a la hora de decidirnos entre un dispositivo u otro.

### **a.1 Beneficios del GSM**

GSM revolucionó el sector de la tecnología móvil con múltiples ventajas, sobre todo

en lo referente a seguridad del usuario. A continuación se exponen los principales beneficios que se obtienen al utilizar un móvil GSM en comparación con los dispositivos analógicos:

1. Mayor calidad de voz.- Respecto a la tecnología analógica, este factor fue un avance significativo para poder mantener una comunicación inteligible y de calidad.
2. Carácter paneuropeo de la telefonía móvil. Se hace posible una comunicación sin incompatibilidades dentro de la Unión Europea. Actualmente esta compatibilidad se puede extender a cualquier punto del planeta gracias a los contratos de roaming automáticos existentes.
3. La tarjeta SIM.- Esta pequeña tarjeta consiste en un chip personal que almacena información correspondiente a la línea, códigos, contactos del directorio telefónico y mensajes de texto, entre otros.
4. Proporciona el nivel máximo de seguridad y confidencialidad:- Ésta es una de las mayores preocupaciones de los usuarios de móviles. GSM incorpora dos funciones que permiten una comunicación segura sin posibilidad de intromisiones:
  - a. Códigos de seguridad: Junto a la tarjeta SIM se le entrega al usuario dos códigos de seguridad. Uno llamado código PIN, que se deberá activar siempre que se encienda el dispositivo; y un código PUK, que se debe activar cuando se ha errado tres veces seguidas el código PIN. En caso de introducir erróneamente ambos códigos, el número del usuario se bloquea y debe ponerse en contacto con su operadora para volver a activarlo.
  - b. Privacidad: Gracias a un proceso de encriptación, en GSM las comunicaciones pueden ser totalmente privadas. Es imposible que intrusos interfieran en la conversación o descifren la información que esta siendo transmitida por el aire.
5. Proporciona al usuario una amplia gama de servicios y facilidades.- Algunos desde el primer momento que se implantó; otros han necesitado de un mayor desarrollo de la tecnología. Unos ejemplos de estos servicios son GPRS (General Packet Radio Service), WAP (Wireless Application Protocol), MMS (Mensajería instantánea multimedia), Chat, Mensajería instantánea, Mensajería unificada, etc.)
6. Cobertura mundial.- A pesar de que este objetivo se ha alcanzado relativamente tarde, hoy en día se puede afirmar que con los móviles tri-banda los problemas de cobertura son prácticamente inexistentes.
7. Ser accesible económicamente.- A pesar de que los últimos modelos de móviles pueden acercarse a los \$1.000 el primer día que salen al mercado, están muy lejos de los primeros terminales celulares, que superaban en algunos casos los \$4.000. Además, las ofertas de contrato de las distintas operadoras y los programas por

puntos, permiten un acceso muy amplio a cualquier dispositivo móvil existente. De hecho, los móviles de 1.500 millones de usuarios que se han conseguido en poco más de una década, prueban que cualquier persona puede tener acceso a un móvil.

#### **b. GPRS**

De sus siglas General Packet Radio Service. Es una mejora del GSM. Se vio forzada por la presión del término 'Internet Móvil'. El intento de conseguir una transferencia de datos de manera satisfactoria era imposible con GSM y la única situación de navegar con móvil no se realizaba.

GSM resultó, por lo tanto, un sistema muy eficiente para la voz, pero no para los datos. Las razones eran varias:

En primer lugar, GSM sólo permite una velocidad de transferencia de 9,6 Kbps (Kilobytes por Segundo). Actualmente la mínima velocidad de las empresas proveedoras de Internet (mediante una conexión de telefonía fija) está en torno a los 56 Kbps, de manera gratuita. A la velocidad de 9,6 Kbps se hace muy costosa la transferencia de datos y las opciones que se pueden ofrecer están muy limitadas.

En segundo lugar, el tiempo para establecer la conexión duraba entre 15 y 30 segundos. Por último, el usuario pagaba por tiempo de conexión.

Estas últimas características están muy relacionadas. Si el usuario tiene que pagar por el tiempo que está conectado y no por los datos que transfiere, no es posible estar conectado las 24 horas del día. Por esa razón, esperar medio minuto cada vez que se intenta realizar una nueva conexión resulta algo fastidioso. Además, se une el hecho de que la velocidad de 9,6 Kbps es demasiado lenta y, en un sistema de pago por tiempo, hace muy cara la navegación.

Para solucionar todos estos problemas se creó el sistema GPRS (General Packet Radio Services), al que se le denomina 2,5G o 'Generación de Transición' por estar situada entre la Segunda y la Tercera Generación.

Para hacer posible el servicio GPRS fue necesario añadir determinadas prestaciones a las redes ya existentes de GSM, entre otras cosas. Por esa razón, puede considerarse a GPRS como un avance del GSM, pero no una solución sustitutoria. Sin embargo, un terminal GSM no podrá aprovechar estos nuevos servicios. Para ello, el usuario se ve obligado a cambiar de móvil. De todas formas, actualmente sólo los modelos más antiguos no están adaptados con GPRS.

Una de las principales características de la 'Generación de Transición' es la posibilidad de pagar por datos transmitidos, en lugar de por tiempo de conexión. Esto permite al usuario la opción de estar siempre conectado, sin temor a que le llegue una factura desorbitada. No obstante, ante esta nueva posibilidad surgió el problema (todavía



no solucionado completamente) de la limitación de la batería.

Para el servicio GPRS se desarrolló un nuevo estado de funcionamiento, frente a los dos que ya tenía el GSM. Además de estar 'apagado' y 'en funcionamiento', un nuevo terminal con GPRS puede estar 'en espera', lo que supone un consumo mínimo de batería, pero sin dejar de estar conectado.

Existen 3 clases de móviles GPRS atendiendo a su capacidad para simultanear la transferencia de voz y datos:

1. Clase A: Soporta GPRS y GSM (datos y voz, respectivamente). Con estos móviles se pueden efectuar y recibir llamadas simultáneamente, mientras se está conectado.
2. Clase B: Soporta GPRS y GSM, pero no permite un tráfico simultáneo de voz y datos. Es necesario, por ejemplo, que la transferencia de datos se termine para poder recibir llamadas. .
3. Clase C: No soporta conexión simultánea. El usuario debe elegir entre un servicio u otro. De esta manera, si está activado el servicio GPRS para envío de datos, no se podrá efectuar ni recibir llamadas hasta que no se desactive.

#### **b.1 Beneficios del GPRS**

Los beneficios del GPRS son los siguientes

1. Mayor calidad de transmisión.- Aunque en un principio se esperaba llegar a una velocidad de 384 Kbps., los más de 50 Kbps. reales que permite actualmente GPRS facilitan una transmisión de datos aceptable.
2. Simultaneidad de voz y datos.- Si bien es cierto que la simultaneidad total sólo se consigue con móviles GPRS de Clase A, estos son cada vez más usuales. De todos modos, aunque los móviles de Clase B no permiten esta simultaneidad, si se puede detener temporalmente una transmisión de datos para mantener una conversación telefónica y, cuando finalice, reanudar la transmisión.
3. Pago por información y no por tiempo de conexión.- Este sistema de pago es lógicamente sólo atribuible a los datos. La voz sigue facturándose por tiempo. No obstante, el pago por información ha supuesto a su vez un cambio en la concepción de las facturas telefónicas, en lo que a pago por navegación se refiere.
4. En primer lugar, ya no es posible cobrar por el tiempo transcurrido en la navegación. Ahora lo que importa es el tamaño del archivo que se descarga o se transfiere. Por tanto, el usuario pagará más o menos, dependiendo de lo que "pese" el archivo en el que está interesado.

Por otro lado, algunas operadoras empezaron a desarrollar los llamados 'bonos GPRS'. El importe del bono se carga al saldo que tenga la tarjeta prepago y, una vez agotado el bono, se aplica la modalidad de tarifa única de pago por uso que tenga esa

operadora. Para los terminales con contrato se utilizan planes específicos que adaptan la factura a las necesidades que el usuario tenga, dependiendo del tipo de datos que necesita.

Sin embargo, sobre todo con la llegada de la 3G, es cada vez más común una tarifa plana. Es decir, se paga una cantidad fija al mes, sin importar el tamaño total de todos los datos.

5. Siempre conectado.- Ya que ahora es el tamaño de los datos lo que modifica las facturas, existe la posibilidad de estar conectado permanentemente. El usuario sólo pagará por aquellos datos que se descargue o transmita, no importa que este conectado sólo el tiempo justo que dura la operación o durante todo el día.

6. Nuevas baterías.- Algunos móviles con GPRS incorporan mejoras en sus baterías, dado que la transmisión de datos consume mucha más energía que la voz. Este debe ser uno de los factores que más importe en la elección de un terminal, dado que si ofrece muchas prestaciones, pero su batería se consume rápidamente, no servirá de nada.

En las baterías de Níquel-Cadmio (Ni-Cd), que fueron las primeras que se pusieron en circulación con la salida al mercado de los móviles GSM, existía el llamado 'Efecto Memoria'. Consistía en un gasto repentino de la batería, que obligaba al usuario a recargarla continuamente. Esto se producía cuando previamente se había recargado la batería Ni-Cd parcialmente o en momentos en los que no era necesario hacerlo.

Las mejores baterías actualmente son las denominadas 'Ion- Lítio', que no sufren este problema y que pueden aguantar más de 200 horas en modo de espera, sin necesitar recargarse.

7. Acceso a redes Internet.- Dado que GPRS funciona de manera similar a como lo hace la Red de redes, una de sus principales características es el acceso a la Intranet de su empresa en cualquier momento y desde cualquier lugar.

8. Simultaneidad de sesiones.- Las sesiones que se abran a la vez depende de las necesidades del usuario. Si mientras el usuario navega necesita realizar otra consulta, por ejemplo, una base de datos, tan solo tiene que iniciar una nueva sesión, sin tener que cerrar la que ya está activa.

9. Facilidad en la conexión.- Se ha simplificado tanto la conexión vía GPRS que, con tan sólo pulsar una tecla, el usuario ya está conectado.

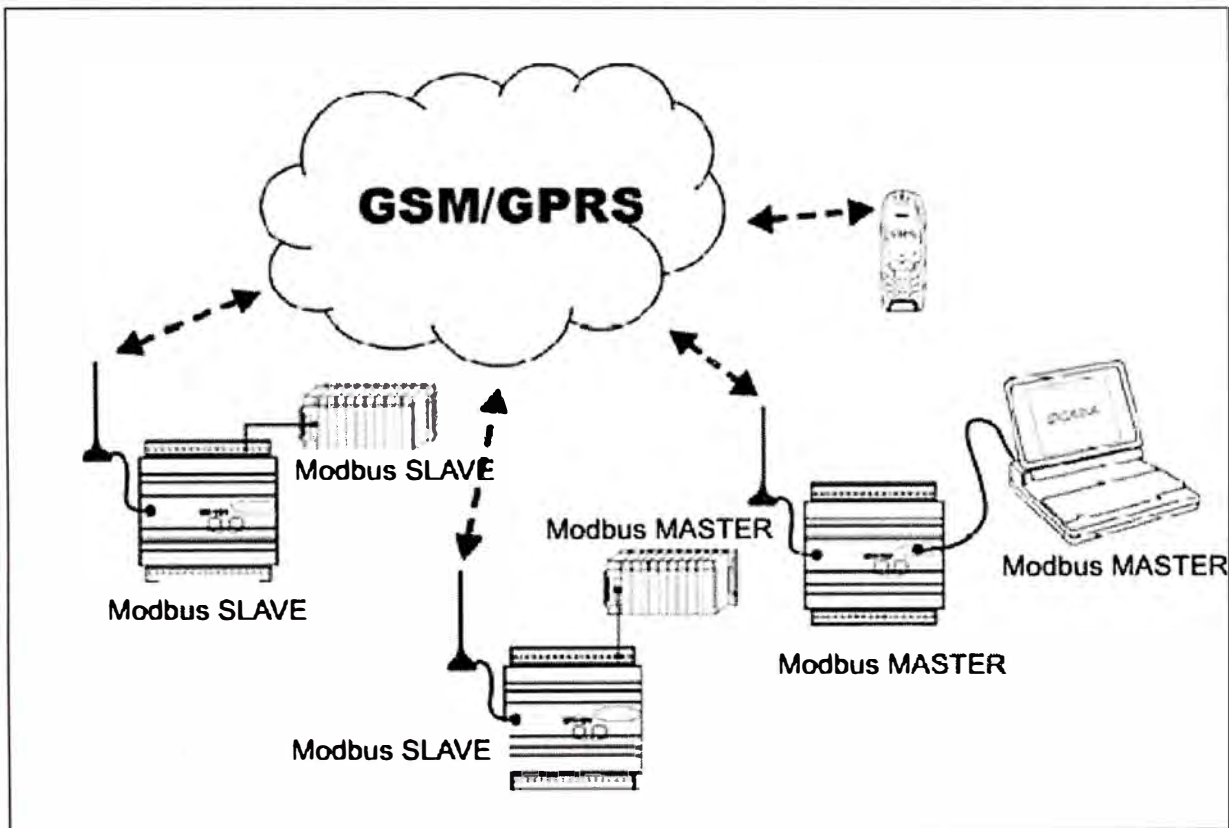
10. Calidad de servicio.- Dependiendo de las funciones que desee realizar con su móvil, los servicios que contratará serán diferentes. Según el que contrate, la calidad en la transmisión de datos puede variar.

11. Facturación totalmente detallada.- A medida que los servicios aumentan, también lo

hace el detalle de las facturas, tanto en lo referente a voz, como a datos.

12. Gran variedad de terminales.- Desde la implantación de GRPS, la variedad, tanto en diseño como en funcionalidad, ha permitido una fabricación imparables de distintos modelos. El usuario puede escoger no sólo aquel móvil que le atraiga por tamaño, estética y funciones, sino que puede incluso personalizarlo, con múltiples carcasas y demás accesorios.

La Figura 2.8 muestra un diagrama de la interacción de diferentes módulos en una red GSM/GPRS.



**Figura 2.8** Interacción de diferentes módulos en red GSM/GPRS

**Nota:**

En el siguiente capítulo se describirá la metodología de la solución

### CAPÍTULO III METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se describe la metodología para la solución del problema.

#### 3.1 Determinación tecnológica de la solución

En esta sección se exponen los elementos tecnológicos principales propios de la solución (telemetría). Se describe la tecnología de comunicaciones seleccionada (GSM/GPRS) y el módulo de adquisición de datos también denominado RTU.

La Figura 3.1 muestra la topología inicial del sistema SCADA, al cual se proponen dos opciones tecnológicas de comunicaciones: 1) por alambre de cobre -Telefónica (Figura 3.2) y 2) Inalámbrica - Claro. (Figura 3.4)

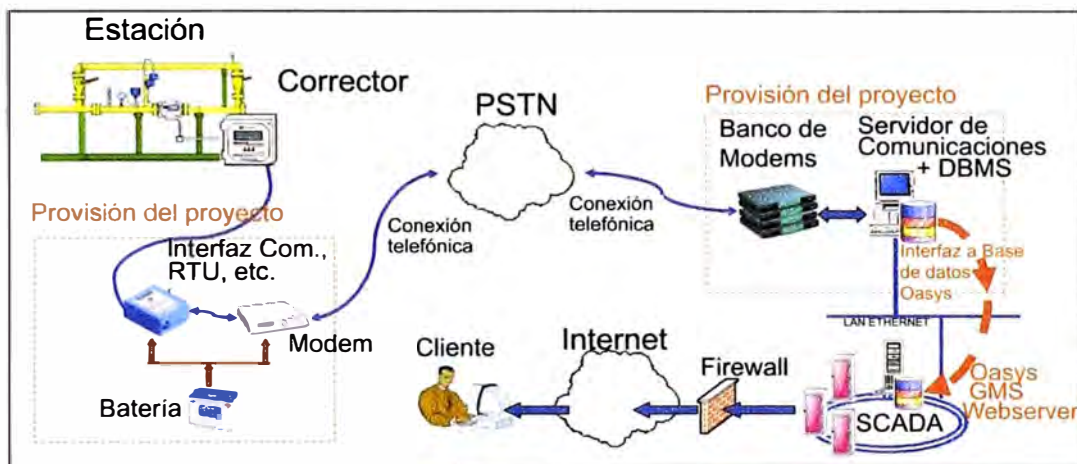


Figura 3.1 Topología inicial del sistema SCADA

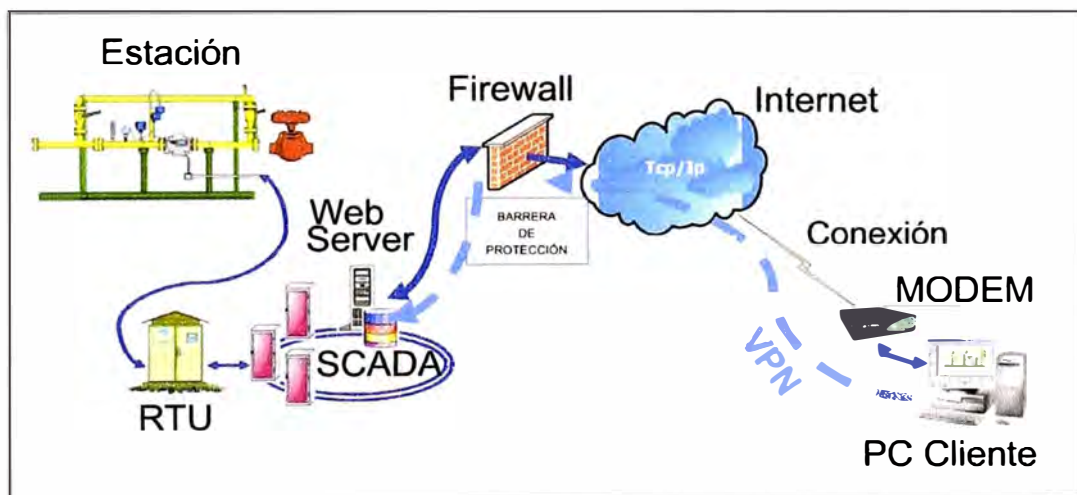
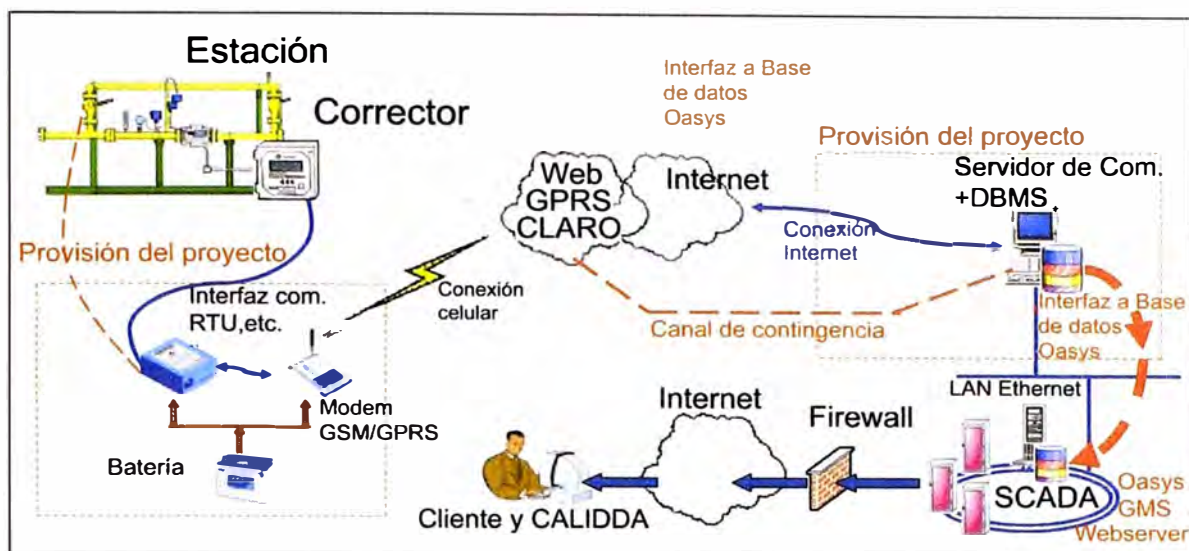


Figura 3.2 Opción 1: Comunicación por alambre de cobre - Telefónica



**Figura 3.3** Opción 2: Comunicación inalámbrica Claro

### 3.1.1 Servicio ofrecido por un operador local

Monitoreo y control de sus dispositivos a distancia. Si se desea interactuar de forma remota con máquinas y dispositivos en tiempo real, permitiendo visualizar y manipular los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento, el servicio de Telemetría es la solución perfecta.

Estas aplicaciones controlan, actúan y envían alarmas relacionadas con maquinarias de uso industrial, combinando las telecomunicaciones y las tecnologías de la información, para automatizar procesos, integrar herramientas de compañías en sus sistemas informáticos y crear servicios de valor añadido. La telemetría permite obtener información en tiempo real de equipos que se encuentren a distancia; para ello se les coloca un modem GSM y un CHIP. Las funcionalidades de este servicio son:

- a) Monitoreo y control de variables a distancia.
- b) Control de acciones de válvulas y otros dispositivos a distancia.
- c) Consulta de niveles de Seguridad.
- d) Programación a distancia de parámetros.
- e) Envío de señales de alarma al sistema central, email, o telefono celular.
- f) Personalización e integración con los sistemas de gestion propios de su empresa.
- g) Los beneficios de este servicio son:
  - h) Alarma oportuna.-Permite reaccionar de manera inmediata frente a eventos inesperados
  - i) Ahorro.- Permite ahorrar costo de transporte y es un medio de activación de maquinas y sensores
  - j) Control.- Permite controlar múltiples puntos a distancia sin necesidad de hacer controles físicos.

### 3.1.2 Alternativas de equipos Data Logger

Es un adquirente o registrador de datos utilizado como elemento de monitoreo de magnitudes físicas. El Data Logger es de muy sencillo manejo, y se regula rápidamente para las distintas funciones de medición.

Al medidor se le pueden conectar infinidad de tipos de sensores, térmicos NTC, lineales integrados de temperatura, transductores de señales de corriente DC y AC, luxómetros, barómetros, detectores de humedad relativa o absoluta, detectores de deformación, peso, torsión, compresión, elongación, traductores de fuerzas, acelerómetros. Detectores de velocidad de la corriente de aire etc.

El aparato registrador de datos dispone de 5 entradas a cada una de las cuales se les puede conectar cualquiera de los tipos y diversos sensores nombrados anteriormente.

Los datos son transmitidos a un PC u ordenador portátil y evaluados mediante el software de monitoreo y análisis. A través de esta interfase, se configuran las referencias de cada canal y se pueden representar en el ordenador en cada momento las señales tanto numérica como estadísticamente.

Las posibilidades y los campos de aplicación son prácticamente ilimitados, tanto como monitores de variables en un proceso productivo industrial, como simples ensayos de laboratorios a nivel educacional.

La Figura 3.4 muestra el módulo adquirente de datos TADDI RTU.



**Figura 3.4** Módulo adquirente de datos TADDI RTU

El módulo RTU, de múltiples entradas realiza el censado permanente de variables utilizadas en cualquier sistema de control o tele supervisión para ser reportadas a un sistema SCADA.

Este módulo esta diseñado para proporcionar, en un protocolo estándar Modbus, los valores en tiempo real de las variables conectadas.

Como opciones para transmisión de datos a un SCADA, se pueden solicitar los opcionales:

- a) Modem PSTN 2400/4800 bps.
- b) Modem Celular o GSM/GPRS.
- c) Modem Satelital.

### **3.2 Descripción general de la solución**

El funcionamiento del sistema de telemetría se resume de la siguiente manera:

- a) A través de un Terminal de Internet el usuario (La empresa distribuidora o los clientes) solicitan datos
- b) Esta información se dirige hacia el Servidor de comunicaciones y espera la conexión del equipo remoto, pueden ocurrir dos casos:
- c) Si el equipo remoto esta conectado se realiza el intercambio de datos con el servidor de comunicaciones.
  - 1. En caso contrario se realiza una llamada al equipo remoto y este al recibir la llamada pasa a su estado activo y se realiza el intercambio de datos
  - 2. Se actualizan los datos en el Terminal de Internet del usuario.

Las principales características de sistema son:

- d) Servidor de atención autónomo con arquitectura de una base de datos abierta
- e) RTU configurable con protocolos integrados para correctores, modbus, GPRS
- f) Modulos de entradas y salidas disponibles para control de válvulas
- g) Modulo de configuración programable que soporta:
  - h) Protocolos ModBus y especiales en la misma RTU
    - 1. Manejo de MODEM celular, tecnología GSM/GPRS
    - 2. Manejo de Radio MODEM de espectro ensanchado

En las siguientes líneas se describen los aspectos principales del sistema

#### **a. Medición**

Se realiza a través del corrector que puede ser de diversas marcas siempre que respete el sistema SCADA existente. Sobre esta parte del proceso no existe mucha variación pues el presente informe pretende explicar la transmisión y no la forma en que se miden los datos.

## **b. Adquisición de datos**

Cualquier tipo de señal obtenida mediante sensores (analógicos o digitales), ya sea de temperatura, humedad, presión, caudal, nivel de producto en tanques, apertura de válvulas, arranque de motores, etc., así como el registro de datos en general, puede ser objeto de transmisión vía GPRS.

Como cualquier otro autómata programable (PLC), los módulos conectados en red GPRS pueden actuar basándose en sus variables locales. Además, mediante interacción con los otros módulos, incorporan la capacidad de utilizar variables y datos existentes en cualquier otro módulo de la red.

## **c. Interacción con el usuario.**

Un sistema con esta tipología puede interactuar con el usuario de varias formas:

1. Teléfonos móviles.- Enviar/recibir mensajes cortos de texto (SMS) con información del proceso a/de teléfonos móviles preestablecidos. Existen dos posibilidades
  - a) Activados por evento: el módulo MT envía un SMS al destinatario para avisarle de algún suceso preprogramado (nivel mínimo de producto en el tanque, caudal permitido máximo alcanzado, apertura de una válvula, etc.).
  - b) Respuestas a consultas realizadas desde el móvil del usuario (valor actual del nivel de producto en tanque, temperatura actual, etc.).
2. Ordenador central. Desde la aplicación central con los datos de todos los procesos, bases de datos, sinópticos (SCADA), etc. y con una conexión a red.

## **d. Modem**

El proceso de codificación por el envío de los datos por paquetes debe ser independiente del operador de comunicaciones.

Para la optimización del sistema de comunicaciones se ha optado que los equipos sean compatibles con la tecnología GSM/GPRS clase B que permite el envío de datos por paquetes o voz pero no ambos simultáneamente.

## **e. Transmisión de Datos vía GPRS**

Para optimización del medio de transmisión se elige este medio de transmisión por ser el más óptimo por las siguientes razones:

La facturación por el servicio de transmisión se realiza por volumen de datos en contraposición a la transmisión por tiempo de conexión.

### **3.3 Equipamiento del sistema de telemetría**

Los elementos principales de la telemetría implementada son los siguientes:

- 1) El corrector (convertor electrónico de volumen de gas),
- 2) la RTU,
- 3) El módulo modem para la comunicación de datos



### 3.3.1 El corrector

El corrector es en sí un dispositivo “Convertor electrónico de volumen de gas” con características avanzadas.

Para el ejemplo de la implementación, el documento se referirá al Corus PTZ de Actaris (Ahora Itron <http://www.actaris.com/html/index.php> ), una empresa especializada en la fabricación de instrumentos electrónicos de medición y control para los servicios de gas, electricidad, agua y calor, en toda etapa de la cadena de producción y distribución. Para el caso específico del gas estos son, la parte de extracción-transmisión del producto, y su distribución para el consumo industrial, comercial y residencial. La Figura 3.5 muestra una imagen del corrector Corus PTZ de Actaris



**Figura 3.5** Corrector Corus PTZ de Actaris

En esta sección consta de: a) una breve descripción, b) Principo de operación, c) Características principales, d) Arquitectura del corrector, e) Sellos metrológicos, f) comunicaciones, g) Datos recogidos/transmitidos, h) Etiqueta metrológica.

#### a. Breve descripción

El Corus PTZ es un convertor electrónico de volumen de gas que puede suministrarse en dos versiones, PT o PTZ.

Está diseñado para calcular el volumen corregido del gas, partiendo de la medida de volumen de un gas efectuada por un contador, a una presión y temperatura, convierte dicho volumen a las condiciones de referencia previamente determinadas (presión y temperatura). El volumen se registra mediante una entrada de baja frecuencia (BF) que se puede conectar a cualquier contador de gas que cumpla con los requisitos Ex (ambientes potencialmente explosivos).

El Corus PTZ pertenece a una nueva generación de convertidores electrónicos de volumen diseñados para alcanzar un alto nivel de funcionamiento gracias a los eficientes

equipos electrónicos que integra. Basándose en el uso de una memoria Flash, su arquitectura permite actualizar su firmware a través de un PC portátil sin necesidad de modificar la tarjeta base.

El Corus PTZ está aprobado según el nuevo estándar Europeo (EN 12405) y se puede utilizar para uso comercial, industrial o en transacciones fiscales de gas. De acuerdo a la regulación Europea ([http://ec.europa.eu/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/index_es.htm)), posee la marca CE y cumple con las siguientes directivas (ejemplo práctico se muestra en el ítem h):

1. 1989/336/EEC (directiva de compatibilidad electromagnética)
2. 1994/9/EC (directiva de ambientes potencialmente explosivos)

El Corus PTZ posee las siguientes funciones:

1. recepción e integración del volumen medido por el contador
2. medición de la temperatura y la presión del gas
3. cálculo del factor de compresibilidad (versión PTZ)
4. cálculo del factor de conversión y del volumen basado en condiciones de referencia utilizando conversión de PT o PTZ
5. cálculo del caudal medido y caudal convertido
6. visualización de los datos medidos y corregidos
7. administración de las alarmas
8. administración de una amplia base de datos
9. múltiples canales de comunicación para operaciones locales y remotas
10. on/off entradas y salidas

#### **b. Principio de operación**

El contador mide el volumen de gas en condiciones de trabajo ( $V_b$ ), bajo una presión específica ( $P_b$ ) y temperatura ( $T_b$ ). El Corus PTZ convierte este volumen en un volumen corregido a condiciones de referencia según la fórmula establecida en la EN 12405:

$$V_c = \frac{P}{P_r} \cdot \frac{T_r}{T} \cdot \frac{Z_r}{Z} \cdot V_b = C \cdot V_b \quad (3.1)$$

En donde:

$V_b$  = Volumen medido en condiciones de trabajo

$V_c$  = Volumen corregido

$T$  = Temperatura del gas en condiciones de trabajo

$T_r$  = Temperatura de referencia del gas

$P$  = Presión en condiciones de trabajo

$P_r$  = Presión de referencia del gas

$Z$  y  $Z_r$  = Factor de compresibilidad del gas en 1) condiciones de trabajo y 2) de referencia

### c. Características principales

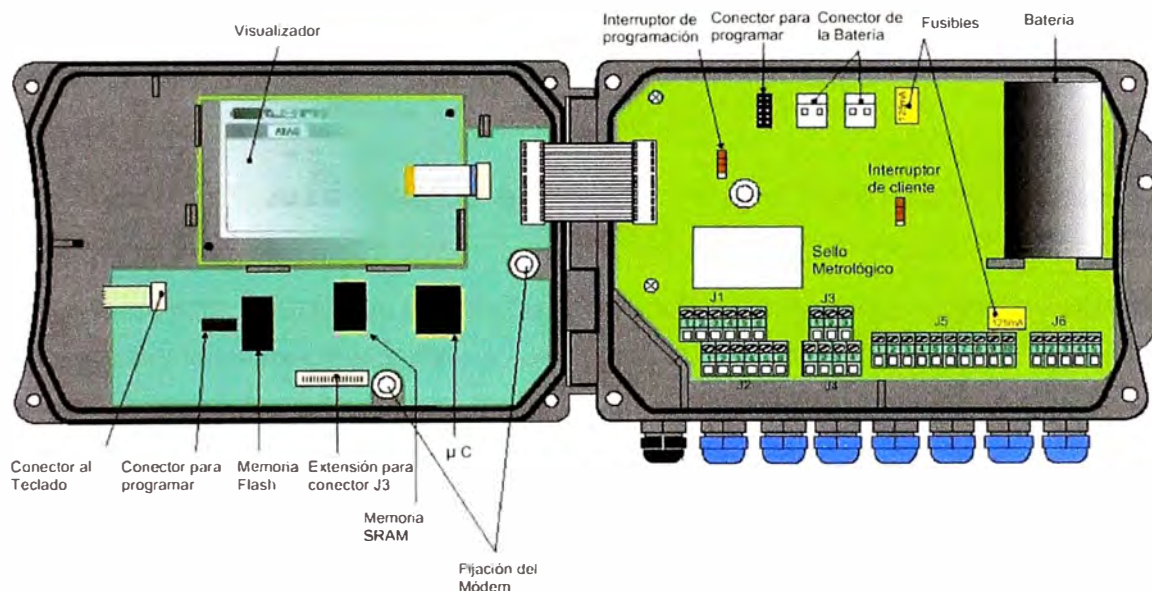
La tabla 3.1 muestra la relación de características principales del corrector Corus PTZ de Actaris. La Figura 3.6 muestra una vista interior del mismo.

#### Nota:

En el Anexo A, la Figura A.1 muestra los componentes principales en mayor detalle.

**Tabla 3.1** Características principales del corrector Corus PTZ

Ítem	Características
Tipo de equipo	Convertor del tipo 1
Tipo de conversión	PT y PTZ
Material de la caja	Policarbonato
Dimensiones externas	Largo = 22,2 cm Ancho = 8,6 cm Altura = 14,5 cm
Peso (sin incluir cables)	1,5 kg
Rango de temperatura ambiente	[ - 25 °C ; +55 °C ]
Rango de temperatura del gas	[ - 40 °C ; +70 °C ]
Protección IP	IP65 acorde con EN 60529
Alimentación	Batería interna (entre 2,6V y 3,7V)
Sonda de presión	Sonda externa de tipo piezo-resistivo
Sonda de temperatura	Sonda de Platino (Pt1000 acorde con EN 60751)
Entrada de volumen	Entrada de baja frecuencia (2 hz. Máx.)
Atmósfera potencialmente explosiva	Equipo del grupo II, categoría 1 II 1G ia IIC T4



**Figura 3.6** Vista interior del corrector

### d. Arquitectura del corrector

El Corus PTZ está compuesto por tres tarjetas o cartas electrónicas. La Figura 3.7 muestra la arquitectura del hardware:

1. Tarjeta de visualización, la cual incluye la pantalla de cristal líquido.
2. Tarjeta del CPU, la cual contiene el "corazón" del producto (los microcontroladores y los periféricos directos: memorias RAM y Flash,...)
3. Tarjeta I/O (entradas / salidas), la cual integra los terminales, los circuitos de adquisición de presión y temperatura, las entradas de baja frecuencia y antifraude, las entradas y salidas digitales la RS232 y la batería interna.

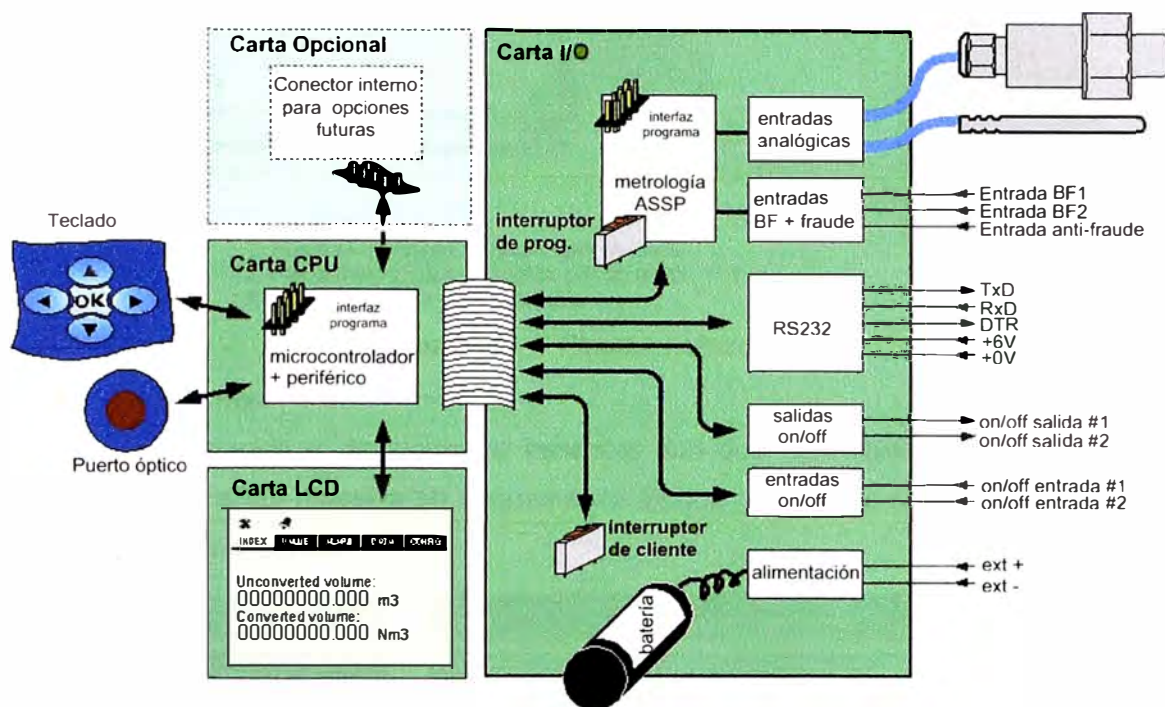


Figura 3.7 Arquitectura del corrector

**Nota:**

En el Anexo A, la Figura A.2 muestra la arquitectura del corrector Corus PTZ de Actaris.

**e. Los sellos metrológicos**

Todo aspecto referido con la recopilación de datos de consumo exige la inviolabilidad del medidor. Cualquier manipulación del medidor debe ser detectada. El Corus PTZ cuenta con tres sellos metrológicos que protegen el acceso a:

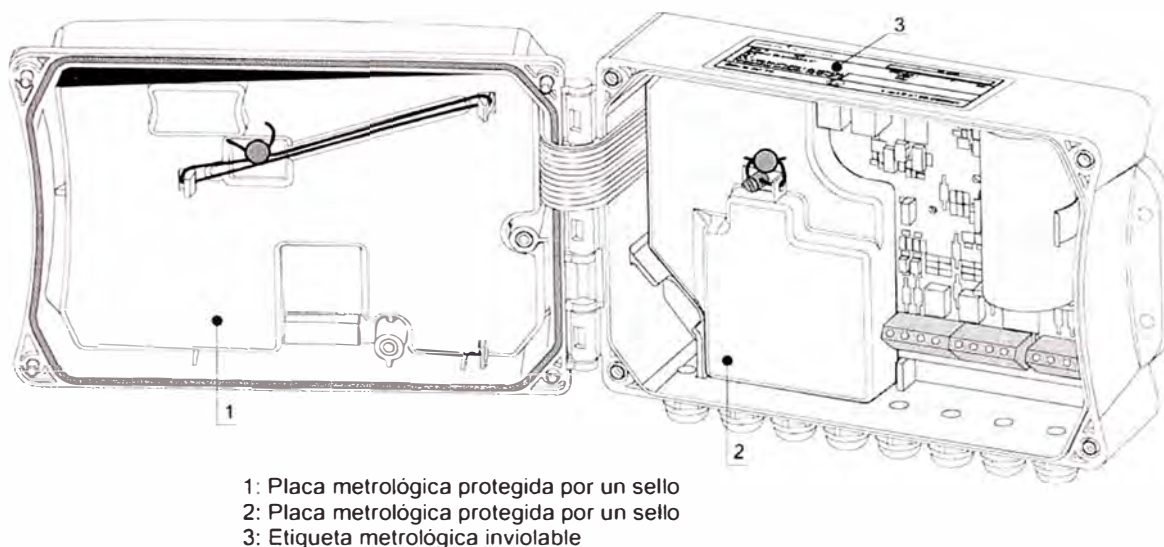
1. Los componentes metrológicos
2. Las conexiones a los sensores de presión, temperatura y contador
3. Al interruptor de programación que se usa para configurar el acceso a la Información metrológica.

**Nota:**

La metrología es la ciencia de la medida y cuyo propósito es estudiar los sistemas de medida en cualquier campo de la ciencia.

La protección a los diferentes elementos metrológicos se realiza mediante dos placas

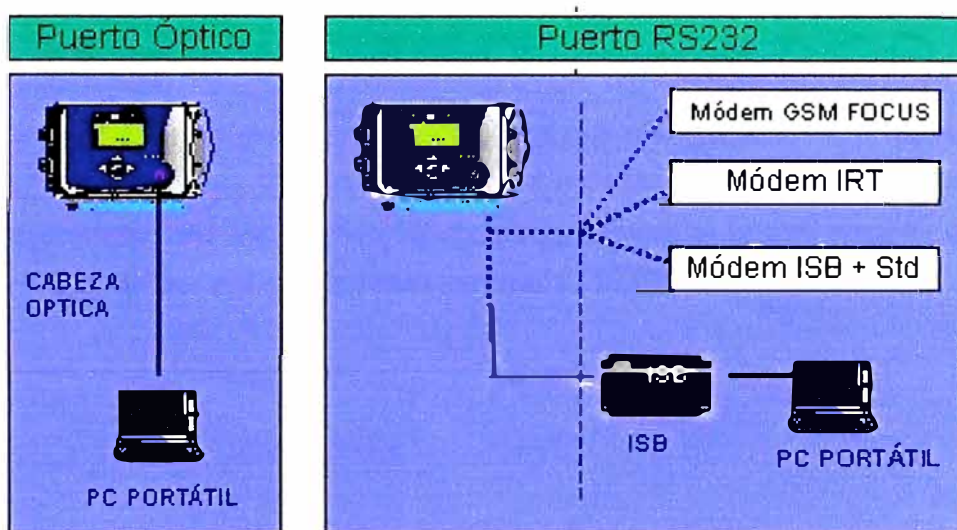
que cubren la tarjeta del CPU y la sección metrológica de la carta de I/O respectivamente. Estas placas se pueden sellar como se muestra en la Figura 3.8:



**Figura 3.8** Placas metrológicas

#### f. Comunicaciones

Las comunicaciones del corrector provistas son dos: 1) Puerto óptico, y 2) Puerto RS232. La figura 3.9 muestra un esquema de ambos puertos de comunicaciones, y las opciones de comunicación.



**Figura 3.9** Esquema de puertos de comunicaciones (óptico y RS232)

##### f.1 Puerto óptico

Este puerto se puede utilizar en comunicaciones seriales (star-stop). Funcionando a las siguientes velocidades: 1200 baud., 2400 baud., 4800 baud. y a 9600 baud.

Un disco hecho de material magnético se fija bajo la cubierta del equipo y permite la fijación mecánica de la cabeza óptica. La presencia de una cabeza óptica se detecta

magnéticamente. Esto permite que el conversor esté (por defecto) en un modo “dormido” al utilizar el puerto óptico. En caso de falla, la detección magnética puede ser interrumpida activando el interfaz de usuario.

### f.2 Puerto RS232

El Corus PTZ posee un puerto RS232 que se puede utilizar para:

- Comunicación local con un ordenador portátil a través de una conexión intrínsecamente segura (ISB o Intrinsic Safe Barrier).
- Comunicación remota a través de un módem externo ya sea un IRT (Intrinsic Remote Terminal) o GSM.

Este puerto se puede utilizar en comunicaciones seriales (star-stop). Funcionando a las siguientes velocidades: 300 baud., 1200 baud., 2400 baud., 4800 baud., 9600 baud., y a19200 baud. El puerto RS232 está por defecto en un modo pasivo.

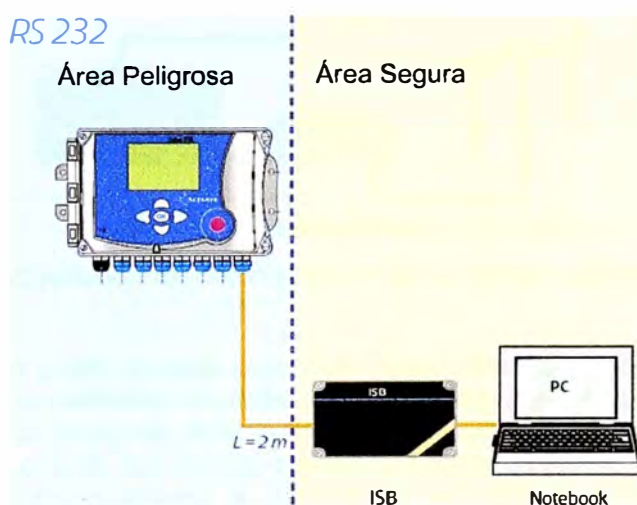
El puerto RS232 emite las siguientes señales:

- Transmisión de datos (TxD)
- Recepción de datos (RxD)
- Información de Terminal listo (DTR)

### f.3 Configuraciones

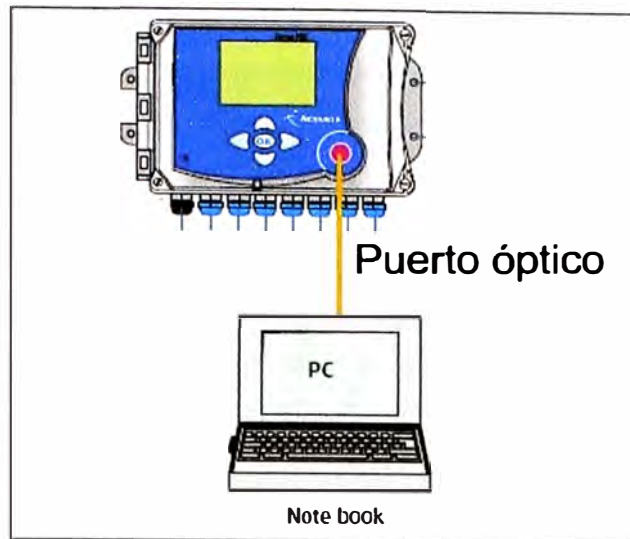
Las características mencionadas en los dos ítems anteriores son la base para la solución, es decir, se pasa de la recopilación personal mediante una Laptop (Figura 3.10 y 3.11) de los consumos de los clientes industriales, hacia una recopilación vía una RTU externa.

Las opciones para comunicación remota vía RS232, son mediante un 1) modem GSM (Figura 3.12), 2) un modem IRT (Figura 3.13) que consiste de una RTU intrínsecamente segura incorporada con un módulo de comunicaciones, y 3) un modem estándar acompañado de una barrera de seguridad intrínseca ISB.(Figura 3.14)



**Figura 3.10**

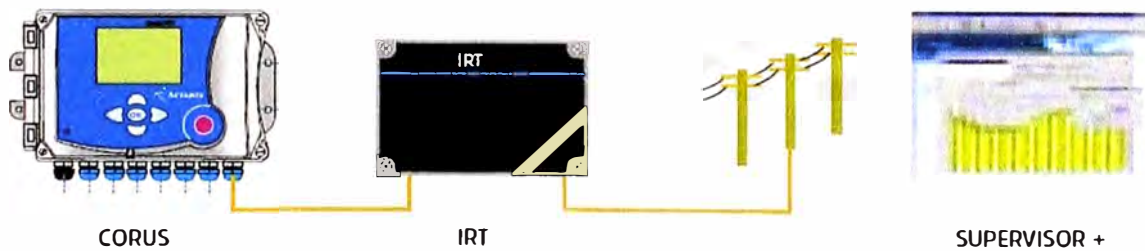
Conexión directa vía RS232



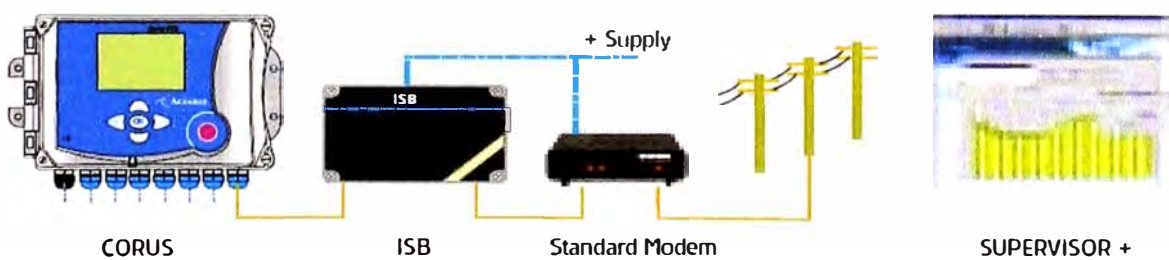
**Figura 3.11** Conexión directa vía puerto óptico



**Figura 3.12** Adquisición de datos a través de un modem GSM (Ejem. Focus)



**Figura 3.13** Adquisición de datos a través de un modem IRT



**Figura 3.14** Adquisición de datos a través de un modem estándar y un ISB

**Nota:**

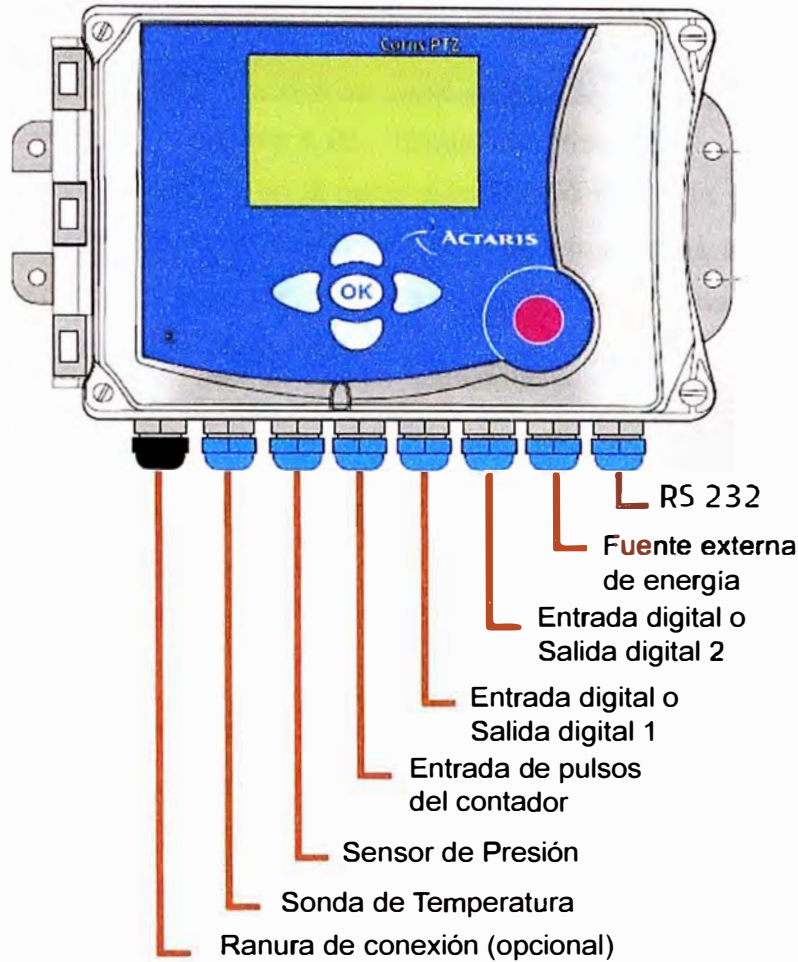
El ISB limita la energía proporcionada dentro del área peligrosa para prevenir la ignición de una atmósfera potencialmente explosiva. El ISB está conformado por redundantes diodos Zener diseñados para una total protección aún si los dos diodos fallan. Cuando una condición de falla ocurre, los diodos activan el fusible, abriendo el circuito de carga. Los fusibles cumplen adicionalmente la función de proteger al ISB contra errores de cableado durante el servicio e instalación.

### g. Datos recogidos/transmitidos

La base de datos manejada por el corrector es: 1) el consumo (horario, diario, mensual, de intervalo), 2) Eventos (alarmas, puestas a cero, cambios en interruptores, programaciones), y 3) Parámetros (presión, temperatura, umbrales, etc.)

Las alarmas se clasifican en: 1) Alarmas no metrológicas (caudal, impulsos, consumo corregido, batería, etc.) y 2) Alarmas metrológicas (presión y temperatura)

Las conexiones externas disponibles se muestran en la Figura 3.15. La conexión para hacer la medida del consumo de gas es denominada "Entrada de pulsos del contador"



**Figura 3.15** Conexiones externas

Los impulsos enviados por el contador a la entrada (llamada "entrada principal de BF" o BF1) se calibran con el peso de impulso escogido y se suman al índice de volumen bruto. Los pesos de impulso pueden tener los siguientes valores en  $\text{m}^3/\text{impulso}$ : 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100 y 1000.

La entrada de BF se puede asociar a cualquier contador de gas con salida de baja frecuencia o a cualquier equipo que sea eléctricamente compatible con 1) un contacto seco, 2) un relé estático, y 3) un colector abierto o salida "open drain"



## h. Etiqueta metrológica

Relacionada con los ambientes potencialmente explosivos y relacionados con las normas antes mencionadas (94/9/CE, Ex). Ver Figura 3.16.




número de serie	fecha	<b>Corus PTZ</b>		
Transmisor de Presión =		Rango =	/ bar	
Sonda de Temperatura =		Impulso $\Delta$ =	m <sup>3</sup>	
Tb =	K / Pb =	bar	Z/Zb =	
Temperatura Ambiente = -25 / +55 °C		Gas =		
Aprob. Metro.: TC3493 - 19/02/2003				
 0081  II1G EEx ia IIC T4 - LCIE 03 ATEX 6165X				Fabricado en Chasseneuil (F)
<b>Cuidado : Estática. Limpiar solo con un paño mojado.</b>				

Figura 3.16 Etiqueta metrológica

Este distintivo se encuentra en la parte superior del producto y se utiliza para mostrar los marcados metrológicos y el marcado CE. Esta etiqueta es inviolable: No se puede quitar sin que se rompa. En esta etiqueta se encuentra la siguiente información:

1. Nombre del fabricante (Actaris)
2. Número de serie del producto
3. Fecha de fabricación
4. Peso de impulso de la entrada de BF
5. Rango de la temperatura ambiental
6. Fórmula de conversión
7. Tipo de gas
8. Número de serie y rangos de la sonda de presión
9. Número de serie y rangos de la sonda de temperatura
10. Presión de referencia
11. Temperatura de referencia
12. Número de aprobación metrológica
13. Marcado CE y la información necesaria por la regulación de atmósferas potencialmente explosivas.

### Nota:

En el siguiente capítulo se describirán los aspectos correspondientes al cronograma de los trabajos y la estimación de costos.

### 3.3.2 EI RTU

Cómo se mencionó inicialmente, el módulo RTU, de múltiples entradas realiza el censado permanente de variables utilizadas en cualquier sistema de control o tele supervisión para ser reportadas a un sistema SCADA. Este módulo está diseñado para proporcionar, en un protocolo estándar Modbus, los valores en tiempo real de las variables conectadas

.La arquitectura de la RTU puede considerarse como una conexión de módulos de procesamiento encerrada en un gabinete industrial estándar. Ver tabla 3.2.

**Tabla 3.2** Arquitectura del RTU

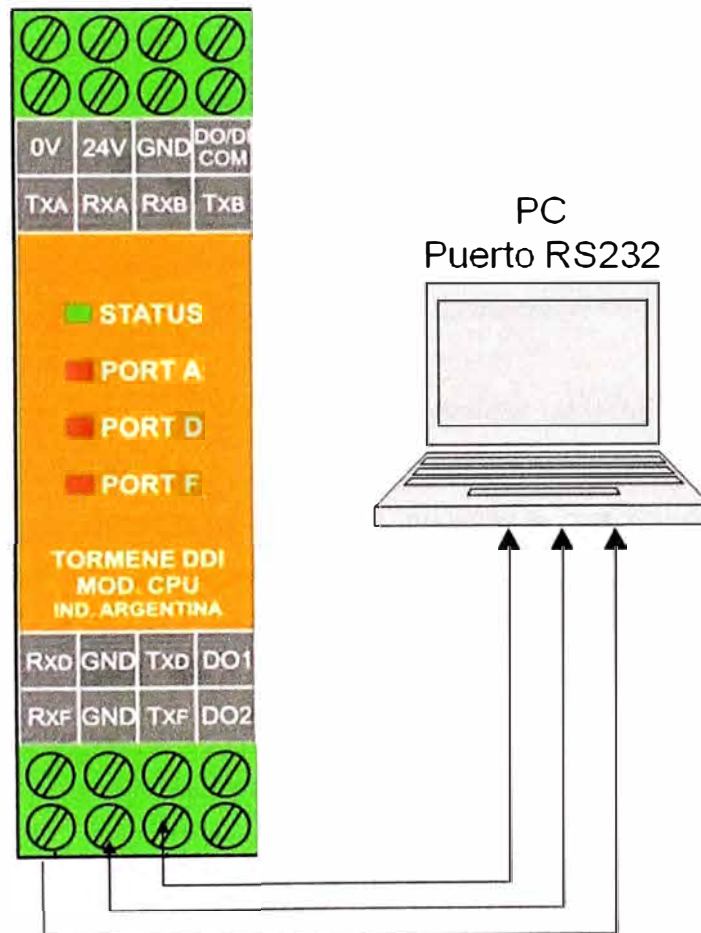
Módulo	Función
P	CPU – Comunicación
A	Entradas y salidas Analógicas
D	Entradas y salidas digitales
G	GSM/GPRS MODEM
R	Entradas RTD (resistance temperature detector)

.La arquitectura de la RTU puede considerarse como una conexión de módulos de procesamiento encerrada en un gabinete industrial estándar. Ver tabla 3.2:

La RTU puede contener hasta dos módulos A, dos módulos D y dos módulos R.

#### a. Módulo de CPU- Comunicación P

El módulo P es el módulo central de la RTU, lleva a cabo todo el procesamiento. Además contiene cuatro puertos serie, que son estándar RS485 o RS232.



**Figura 3.17** Módulo CPU- Comunicaciones

El módulo de procesamiento P puede ser utilizado para intercambio de datos en serie con equipamiento inteligente, medidores, instrumentos y otro PLC o RTU, para constituir

una interfaz entre el campo y la red de comunicación. La figura 3.17 muestra un ejemplo de conexión para configurar el RTU.

Otras aplicaciones para el módulo incluye:

1. Comunicación multipuerto con estaciones maestro con diversos protocolos para satisfacer los requerimientos del usuario.
2. Comunicación con RTU satélite remota (fuera de la planta) por medio de MODEM de línea, radio, fibra óptica, radio o redes dial-up.

El módulo dispone de un microcontrolador de 16 bits funcionando a 40MHz, la precisión de cálculo numérico es de punto flotante de 32 bits conforme al estándar de la IEEE.

### **b. Módulo de procesamiento analógico A**

Este módulo provee hasta ocho entradas analógicas y dos salidas analógicas. Se compone de un conversor analógico-digital de 12 bits, que permite el muestreo continuo de sus entradas con una precisión del 0,025%.

La RTU puede ser pedida con dos módulos analógicos lo que da un total de 16 entradas en modo común y cuatro salidas analógicas. Ver Figura 3.18.

#### **b.1 Entradas analógicas**

Las entradas pueden configurarse en modo corriente (4 - 20mA, 0 – 20mA) o en modo tensión (0- 5V, 1-5V, 0-10V). El modulo tiene protección contra valores de entrada fuera del rango de medición.

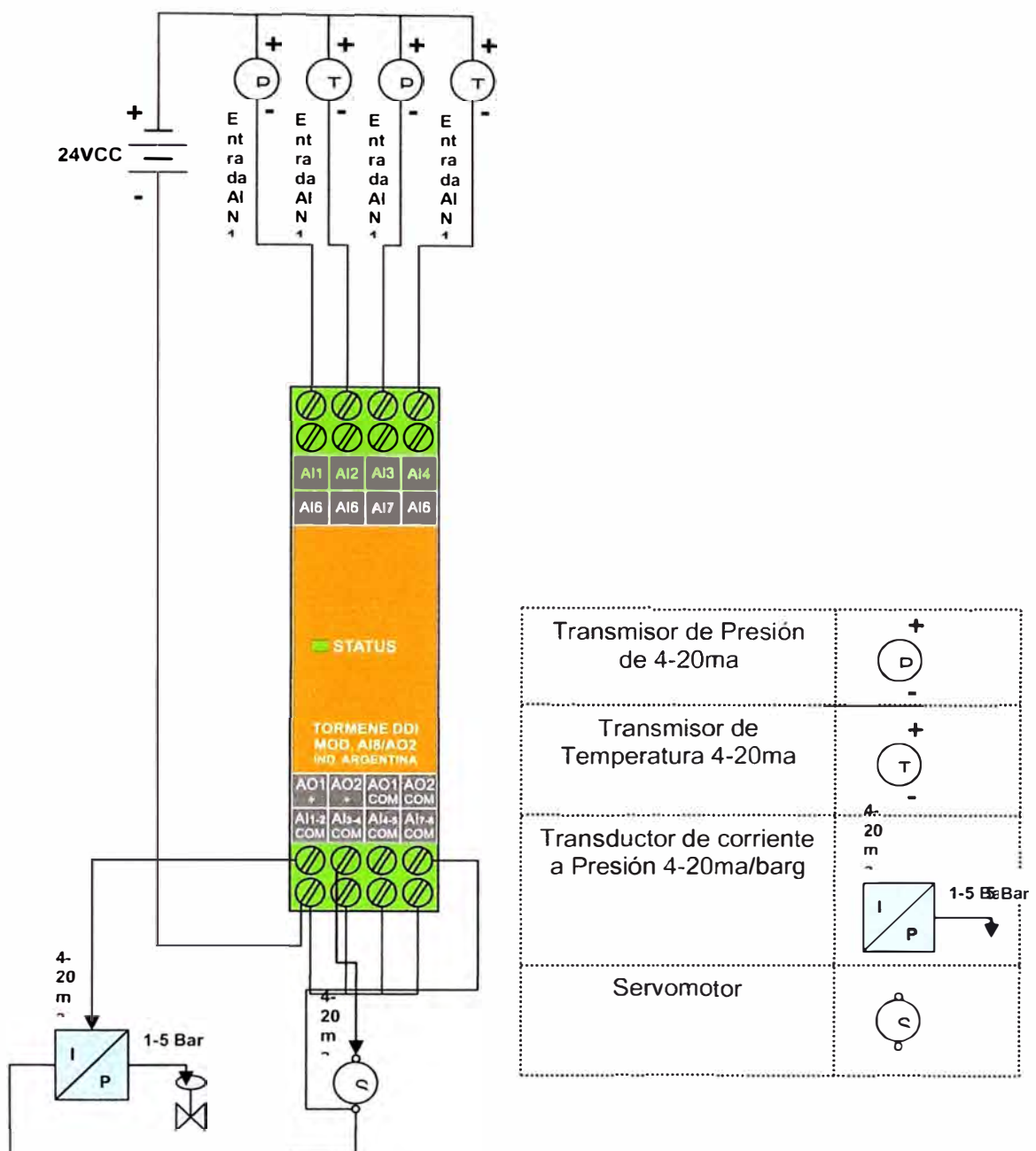
Las entradas pueden ser de modo común o diferencial, el usuario tiene la posibilidad de convertirlas de a dos entradas mediante el software de configuración y jumpers. Por lo tanto, el módulo puede tener ocho entradas en modo común, o cuatro en modo diferencial, o una combinación de ambas.

Para las entradas en modo común, se puede configurar mediante jumpers si el instrumento usa fuente interna o externa. La fuente interna es de 24VDC y se puede configurar de a pares, por ejemplo, canal 1 y 2 entradas de corriente con fuente interna en modo común, 3 y 4 entradas de tensión sin fuente interna, 5 y 6 entrada diferencial de corriente.

El usuario puede asignar unidades de ingeniería para la conversión, el filtro de entrada, y la posibilidad de múltiples alarmas.

#### **b.2 Salidas analógicas**

Las salidas analógicas también pueden configurarse como de tensión o corriente. Como salida de tensión admite un rango máximo de 0 a 10V, y como salida de corriente de 0 a 20mA con una carga de 0 a 500 ohms. El conversor digital – analógico tiene una resolución de 12bits, el error total en la salida de corriente es del 0.1%.



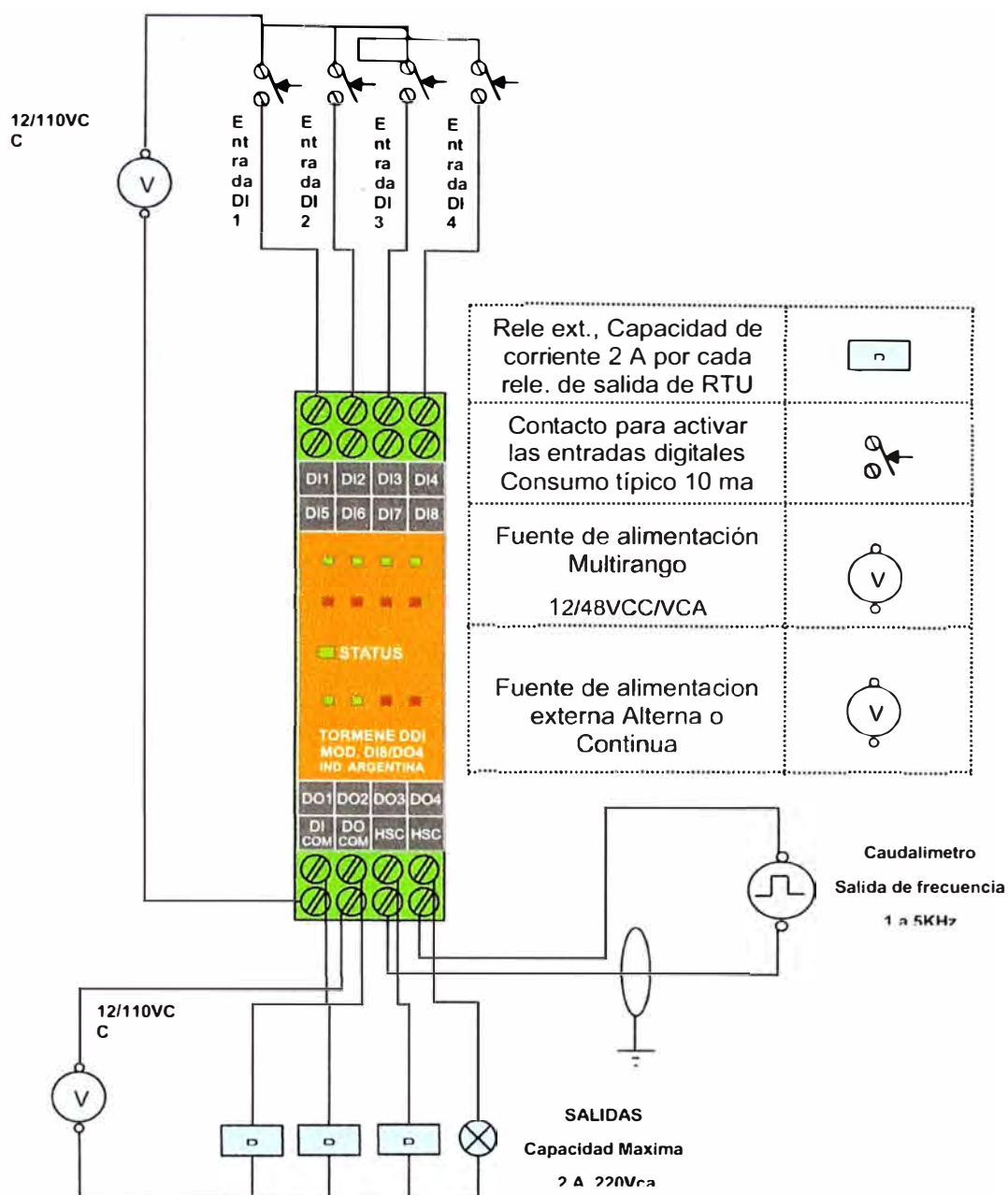
**Figura 3.18** Interconexiones modulo Entradas y Salidas Analógica

### c. Módulo digital D

Este módulo provee ocho entradas digitales, cuatro salidas digitales y dos entradas de HSC (contador rápido). Esto se puede ver en la Figura 3.19.

El módulo tiene agregada una función de diagnostico, entre otras comprobaciones comprueba el estado de la salida y emite una alarma si no concuerda con el supuesto valor.

El estado de todas las entradas digitales y del estado del módulo es indicado en el frente mediante leds bicolors.



**Figura 3.19** Interconexiones modulo Entradas y Salidas Digitales

### c.1 Entradas digitales

Las entradas digitales pueden excitarse por continua o alterna, tienen filtro analógico de entrada contra parásitos, además tienen implementadas un algoritmo de lectura múltiple para minimizar por software reportes molestos de señales ruidosas. Cada entrada puede tener definido un tiempo anti-rebote configurable por el usuario.

Las entradas de contador rápido, admiten hasta una frecuencia de 10KHz, tienen un circuito de filtrado y acondicionamiento de la señal; y están opto aisladas.

### c.2 Salidas digitales

Las salidas digitales pueden solicitarse a colector abierto o a Relé, en este último

caso se puede configurar mediante jumpers si es una salida normalmente cerrada o abierta. Las salidas pueden configurarse como Pulse Command o Latch. El Pulse Command en el caso de Relé, puede tener una duración definida por el usuario de 0,5 hasta 10 segundos.

#### d. Módulo GSM/GPRS

Este modulo es un dispositivo terminal de GSM, cuenta con protecciones una fuente de alimentación regulada y estabilizada, y un puerto serie RS232 para su configuración desde una PC.

Este modulo es un dispositivo industrial que está diseñado en un enclosure marca Phoenix Contact, la cual presenta borneras extraíbles para el fácil manejo en campo. El dispositivo presenta una alta inmunidad al ruido, respetando normas de emisión y recepción electromagnéticas según IEC, el cual le da robustez a las aplicaciones industrial.

Opera en cuatro bandas de frecuencias, 850/900/1800 y 1900 MHz, el conector de antena del tipo MSA esta en el panel frontal, también se provee la antena para la correcta operación del modem.

El modem puede ser utilizado de forma independiente conectándolo a una PC a través del puerto de configuración.

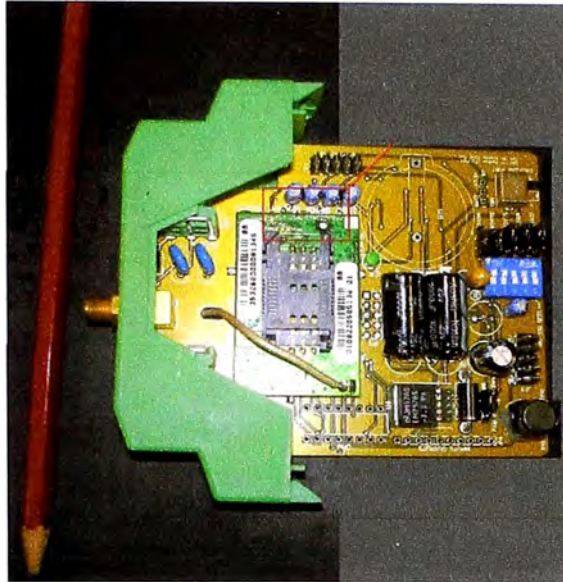
La tarjeta SIM no es entregada con el módulo, debe ser adquirida de un proveedor de servicio celular GSM. El módulo no opera sin la SIM. El módulo GSM/GPRS tiene un led en el panel frontal que indica su estado:

1. Parpadeando: indica que esta tratando de registrarse a la red
2. Fijo: esta registrado en la red GSM.

Las características de este módulo se muestran en la Tabla 3.3

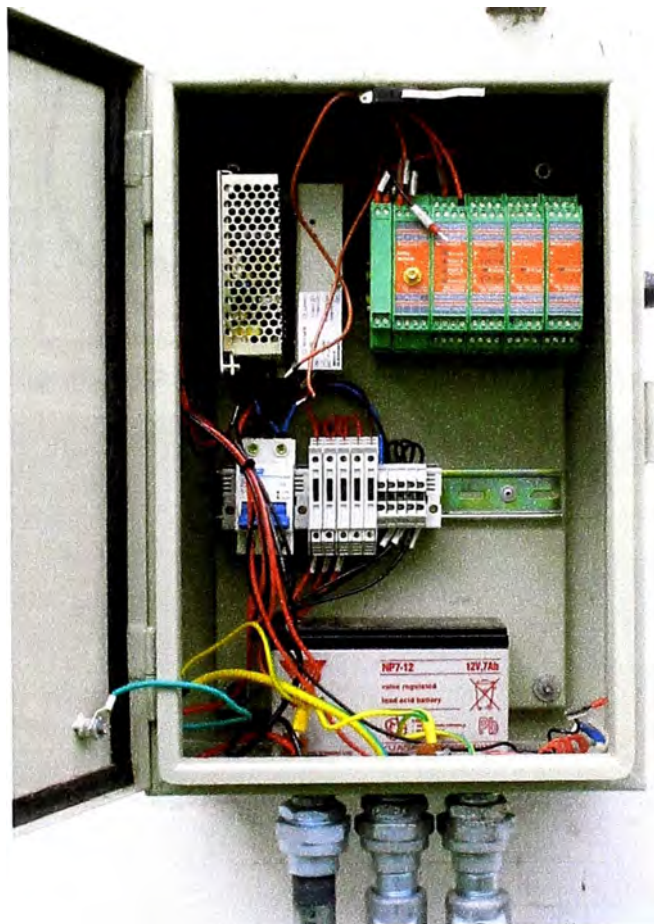
**Tabla 3.3** Características del módulo GSM/GPRS

Ítem	Característica				
Paquetes de datos	GPRS				
Modo	Class B, Multislot 10				
Protocolo	GPRS Rel 97 and 99, SMG 31				
Códigos	CS1-CS4				
Canal de paquetes	PBCCH/PCCCH				
Consumo de potencia (mA)	Banda	TX	RX	Idle	Sleep
	850	230	160	50	15
	900	220	160	44	15
	1800	210	160	40	15
	1900	215	156	40	15



**Figura 3.20** Módulo GSM/GPRS integrado al RTU e instalado

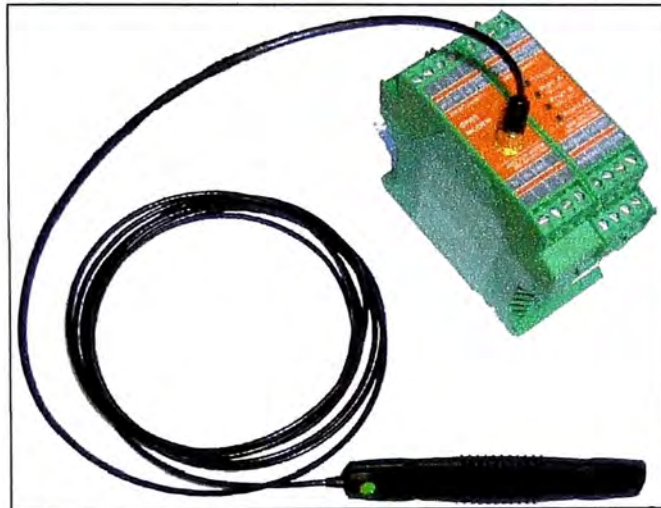
La Figura 3.20 muestra al módulo en detalle. La Figura 3.21 muestra al módulo emplazado en el tablero. La Figura 3.22 un detalle de dicho tablero. La Figura 3.23 el módulo y su antena..



**Figura 3.21** Módulo GSM/GPRS integrado al RTU e instalado



**Figura 3.23** Detalle de módulo GSM/GPRS instalado



**Figura 3.23** Detalle de módulo GSM/GPRS instalado



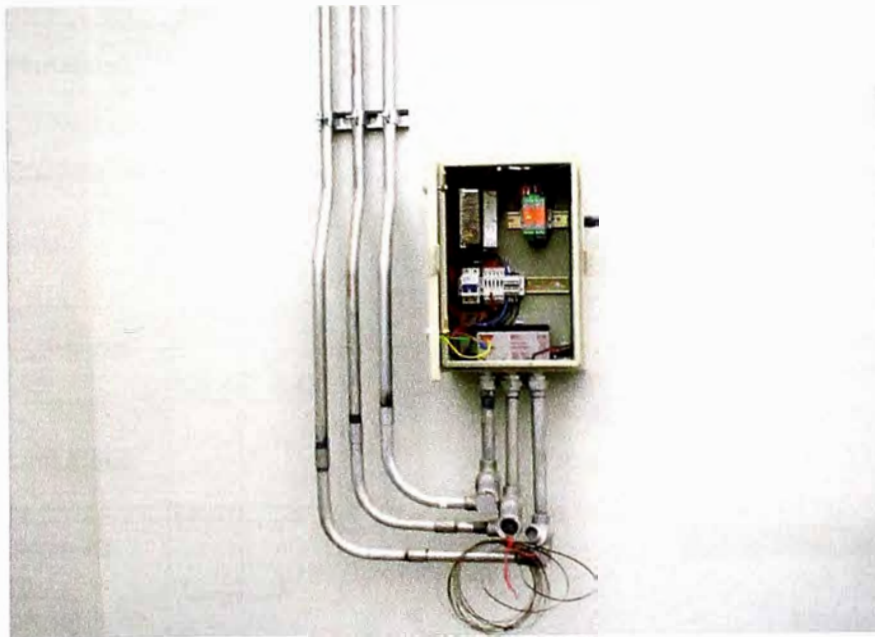
**Figura 3.24** Corrector en dentro del ERM



La Figura 3.24 muestra al corrector instalado dentro de su emplazamiento final (ERM). En la Figura 3.25 se observa a la estación de regulación y medición (ERM). En la Figura 3.26 se muestra al tablero del RTU el cual está situado fuera del ERM, o más conocida como zona segura o no clasificada



**Figura 3.25** Estación de regulación y medición (ERM)



**Figura 3.25** Módulo GSM/GPRS emplazado externamente al ERM

## CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se tocan los temas involucrados al presupuesto y al cronograma del proyecto de ingeniería.

### 4.1 Cronograma de trabajos

En la Tabla 4.1, se muestra el cronograma de los trabajos:

**Tabla 4.1** Cronograma de trabajos

Descripción	Un	días	1	2	3	4	5	6	7
<b>obras preliminares</b>									
permisos y mediciones en campo	ml	2.00	■			■			
<b>montaje de tuberías</b>									
trazo y replanteo	ml	1.00	■						
instalacion de tuberías conduit rigid	ml	3.00		■	■	■			
instalacion de accesorios a prueba de explosion	und	4.00				■	■	■	■
instalacion de rtu: puesta a tierra, alimentacion, comunicación, antena para gprs	und	2.00			■	■			
<b>cableado, comisionado de rtu y corrector</b>		3.00				-----			
cableado de cables 232, gpt 16 awg		4.00				■	■	■	■
comisionado de tablero rtu		6.00					■	■	■
sellado de tuberías		5.00						■	■
<b>pruebas necesarias</b>									
pruebas de continuidad		1.00					■		
pruebas de aislamiento							■		

### 4.2 Estimación de costos

La Tabla 4.2 y 4.3 presenta el presupuesto para la instalación de una estación.

**Tabla 4.2** Presupuesto para una estación

Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Cost. Un	Total \$/.
<b>1.00</b>	<b>MATERIALES</b>				<b>1,972.57</b>
1.01	cable de comunicación RS 232	m	15.00	19.20	288.00
1.02	cables electricos THW 14 AWG	m	14.00	1.20	16.80
1.03	cables eléctricos GPT 16AWG	m	60.00	1.05	63.00
1.04	cables GPT 16AWG para tablero RTU	m	1.00	1.05	1.05
1.05	cables codificado para PTT	m	6.00	11.70	70.20
1.06	capuchon señal PHOENIX y etiquetas	und	22.00	0.80	17.60
1.07	terminales tubulares 22 y 16 awg	und	22.00	0.36	7.92
1.08	terminales tipo ojo para PPT	und	7.00	1.50	10.50
1.09	busing con toma a tierra	und	3.00	18.00	54.00
1.10	contra tuerca	und	3.00	1.20	3.60
1.11	niples de 3/4	und	3.00	7.00	21.00
1.12	union universal de 3/4	und	4.00	65.00	260.00
1.13	sello de 3/4	und	1.00	65.00	65.00
1.14	fibra y masilla	cjto			15.00
1.15	codo de 3/4"	und	0.00	70.00	0.00
1.16	caja gual antiexplosiva	und	0.00	120.00	0.00
1.17	caja antiexplosiva de 3/4	und	2.00	70.00	140.00
1.18	curva de 3/4"	und	5.00	14.30	71.50
1.19	uniones simples	und	11.00	4.80	52.80
1.20	prensa stophas Metalica	und	1.00	29.00	29.00
1.21	riel strung *	und	0.00	82.73	0.00
1.22	abrazaderas strung	und	13.00	3.80	49.40
1.23	pernos de expansión	und	4.00	3.80	15.20
1.24	pernos,tacos hilding, arandelas,tuercas	glb			30.00
1.25	tuberia conduit 3/4	und	7.00	55.00	385.00
1.26	tubo PVC sap de 3/4	und	1.00	11.70	11.70
1.27	pintura galvanox	glb			25.00
1.28	niple de PVC ,curvas,pegamento	cjto	1.00	11.70	11.70
1.29	camiseta de Pvc	cjto			10.00
1.30	plancha para antena de 10*18cm. Y pintado	und	1.00	20.00	20.00
1.31	sikaboom, silicona	cjto		20.00	20.00
1.32	termocontraible	m	1.00	15.00	15.00
1.33	cintillos y portacintillos para fijadores de cables	und	10.00	2.80	28.00
1.34	llave termica de 16 A.	und	0.00	78.00	0.00
1.35	techo para gabinete 0.37*0.22*0.05 m	und	1.00	95.00	95.00
1.36	concreto premezclado para resanes	glb			30.00
1.37	cajas condulets 3/4	und	2.00	19.80	39.60

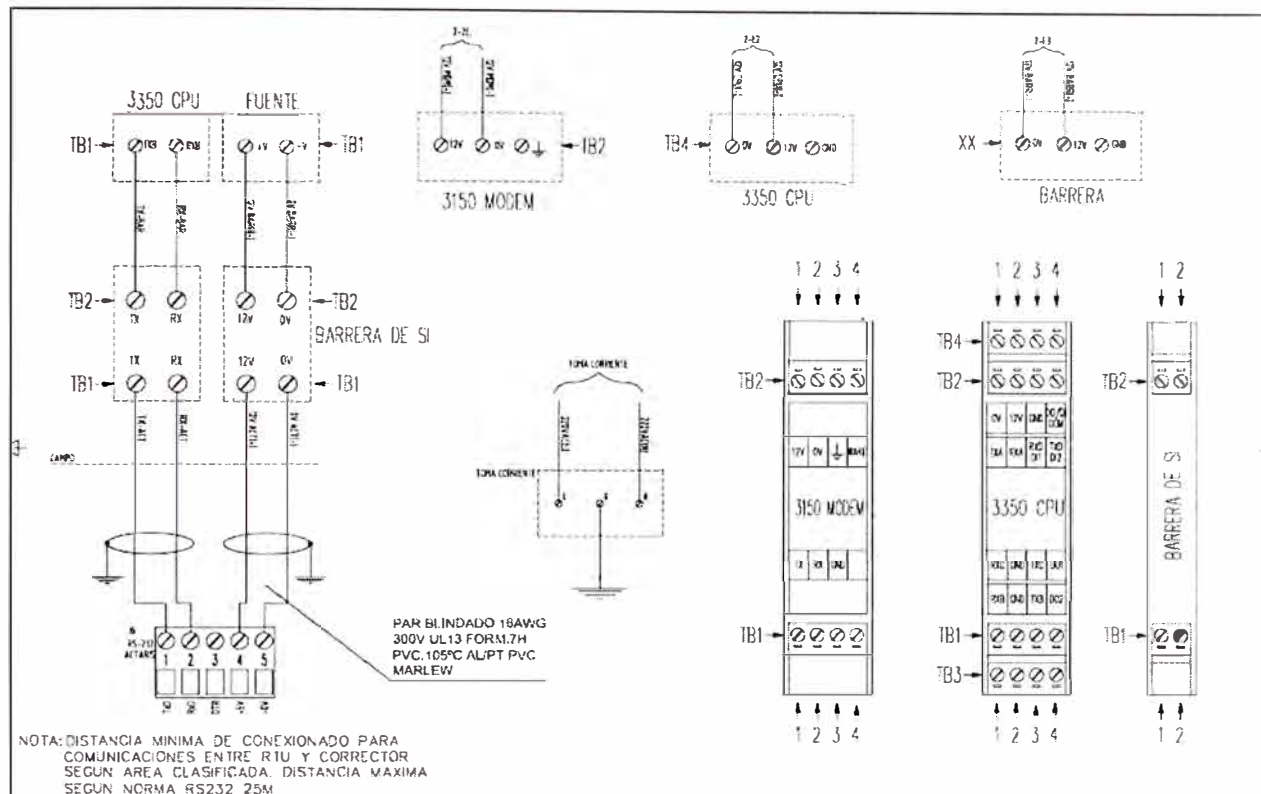
**Tabla 4.3** Presupuesto para una estación (sigue)

Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Costo unitario	Total S/.
<b>2.00</b>	<b><u>EQUIPOS UTILIZADOS</u></b>				<b>360.00</b>
2.01	Cortadora de pavimento, generador eléctrico	Cjto			
2.02	dobladora de conduit	Cjto			
2.03	taladro eléctrico	Cjto			
2.04	tarrajas y mordaza	Cjto			
2.05	pistola eléctrica	Cjto			
2.06	herramientas eléctricas y civiles	Cjto			
<b>3.00</b>	<b><u>EPP, SEGUROS, SEÑALIZACIÓN</u></b>				<b>120.00</b>
3.01	Equipos de protección Personal				
3.02	Seguro, señalización				
<b>4.00</b>	<b><u>TRANSPORTES EN OBRA</u></b>				<b>360.00</b>
4.01	Transportes en Obra				
	movilización y desmovilización				
<b>5.00</b>	<b><u>MANO DE OBRA Y SUPERVISIÓN</u></b>				<b>1,140.00</b>
5.01	Personal técnico		2.00		
5.02	personal civil		1.00		
5.03	Supervisión general		1.00		
<b>6.00</b>	<b><u>Medición y pruebas técnicas</u></b>				<b>280.00</b>
6.01	pruebas de megado y continuidad				
<b>7.00</b>	<b><u>CERTIFICADOS DE MEDICION</u></b>				<b>490.00</b>
	<b><u>Y EXPEDIENTES FINALES, visitas realizadas</u></b>				
	certificado de medición				<b>150.00</b>
	expedientes finales				<b>200.00</b>
	visitas realizadas antes de la ejecución				<b>140.00</b>
	-				
	<b><u>COSTO FIJO</u></b>				<b>4,722.57</b>
	<b><u>GASTOS GENERALES</u></b>				<b>566.71</b>
	<b><u>UTILIDAD</u></b>				<b>708.39</b>
<b>9.00</b>	<b><u>TOTAL</u></b>				<b>5,997.66</b>

\*Los rieles strung para las 10 ERM del Proyecto de telemetría, están incluidas en ERM Gloria

### 4.3 Diagrama de conexionado entre el RTU y el Corrector

La Figura 4.1 muestra el diagrama de conexionado el cual puede verse en mayor detalle en el Anexo B.



**Figura 4.1** Diagrama esquemático de conexionado RTU-Corrector

#### Nota:

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones relacionadas con presente trabajo.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

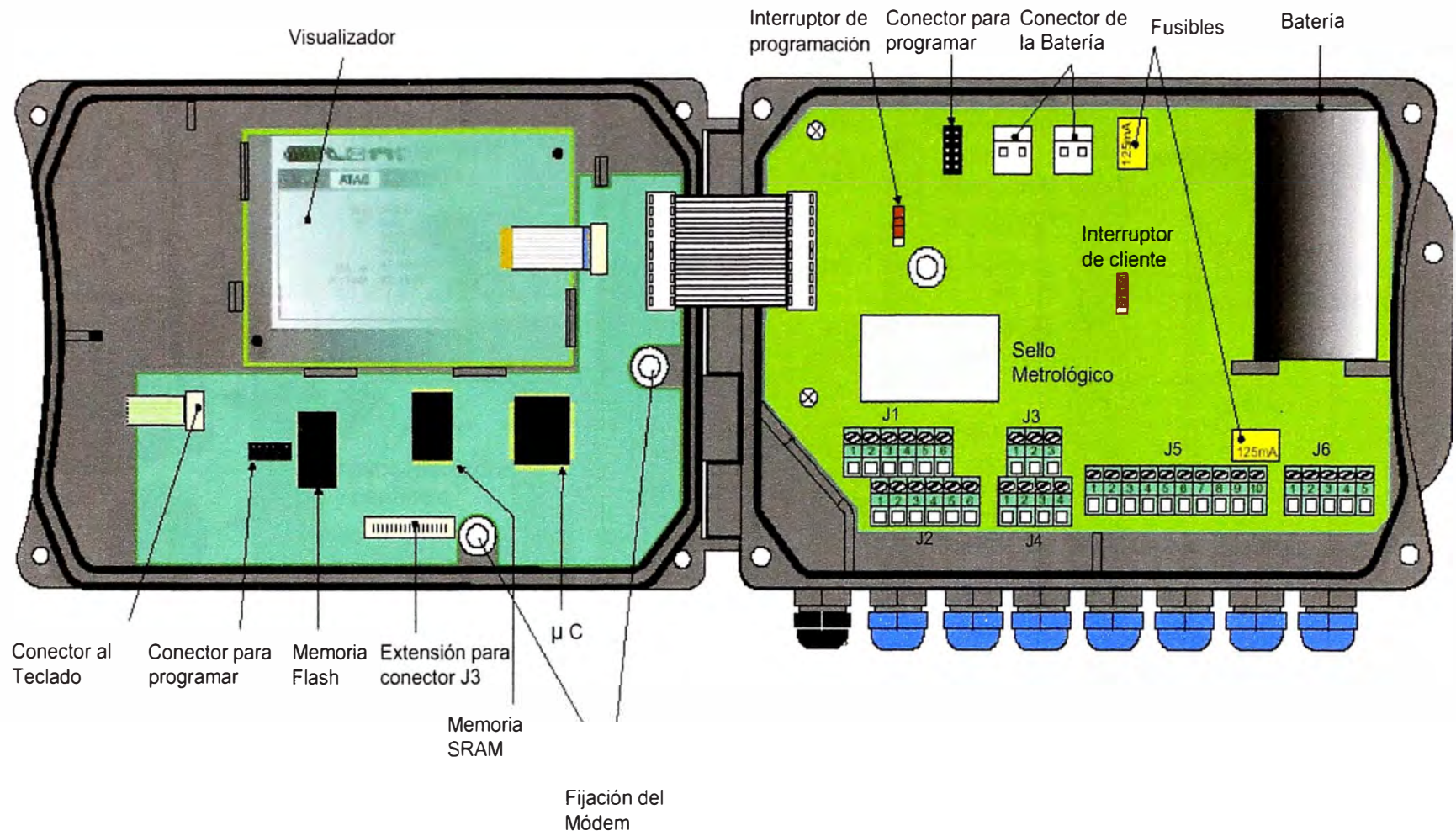
### **Conclusiones**

1. El presente informe abarca la aplicación de la telemetría para el consumo industrial de gas natural.
2. Dado el gran riesgo del área de trabajo, se debieron cumplir estrictos requerimientos de seguridad, para evitar se produzcan daños materiales y humanos
3. El GPRS es el método óptimo para la transmisión de datos en paquetes, evitando así cableado adicionales y costos de transmisión y adecuación que son parte de otras soluciones
4. El sistema propuesto es independiente de los fabricantes, por cuanto cumplen ciertos estándares internacionales, tanto de comunicación, electromagnetismo y seguridad en ambientes altamente explosivos.
5. La telemetría permite que el cliente pueda consultar en tiempo real su consumo, mediante la asignación de una dirección IP privada.
6. La telemetría le permite monitorear una gran cantidad de parámetros de la estación, y alarmas, para la asistencia técnica oportuna en caso de requerirse.

### **Recomendaciones**

1. Si la empresa distribuidora, instala en el futuro otra marca de correctores no incluida en este documento, deberá cumplir con que esta sea de estándar abierto.
2. Es altamente exigible que los equipamientos a utilizar cumplan con la directiva de compatibilidad electromagnética (1989/336/EEC) y la directiva de ambientes potencialmente explosivos (1994/9/EC).

**ANEXO A**  
**COMPONENTES PRINCIPALES DEL CORUS PTZ DE ACTARIS**



**Figura A.1** Vista interior el Corus PTZ con sus componentes principales



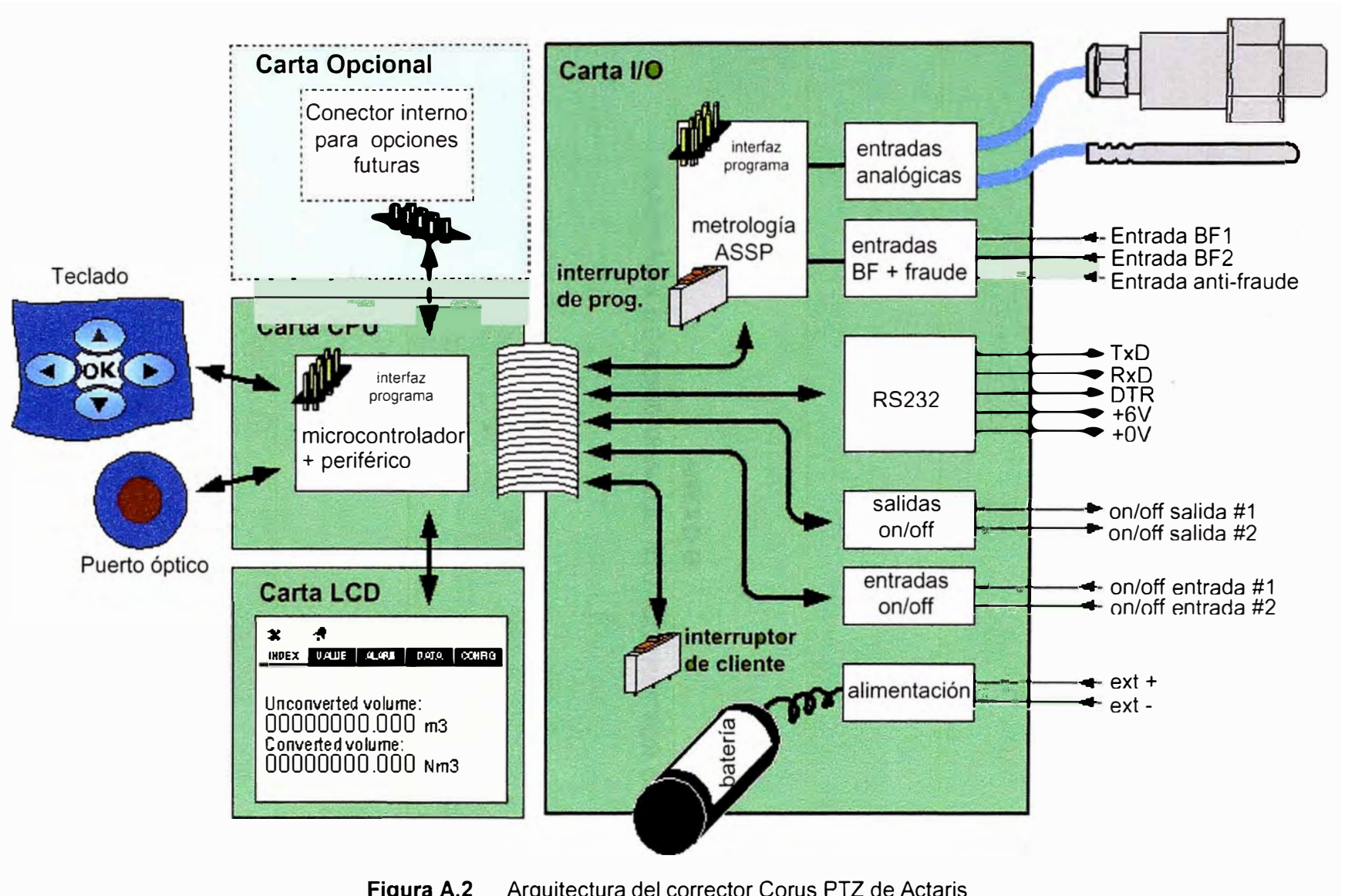


Figura A.2 Arquitectura del corrector Corus PTZ de Actaris

**ANEXO B**  
**DIAGRAMA DE CONEXIONADO RTU- CORRECTOR CORUS**

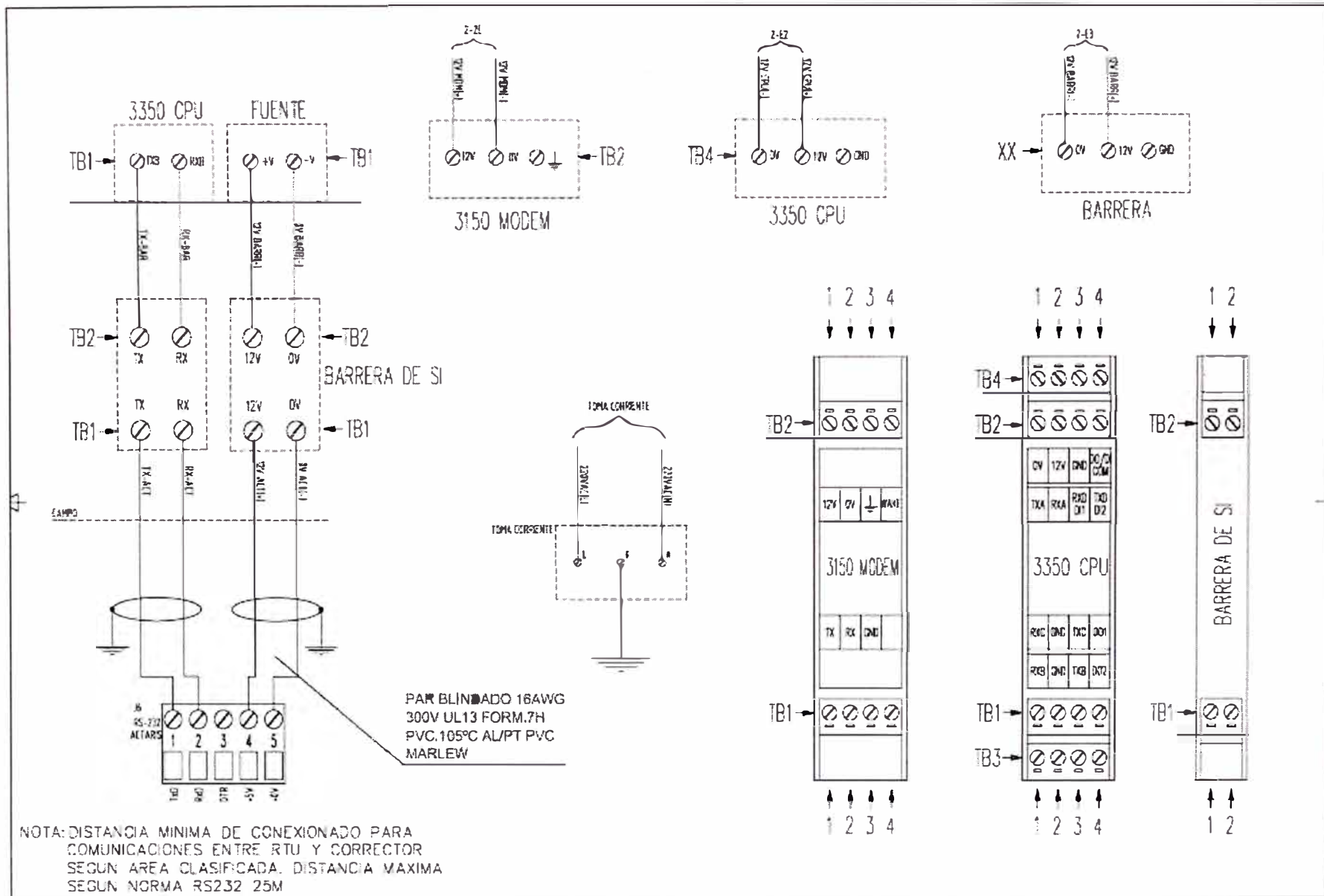


Figura B.1 Diagrama de conexionado RTU- Corrector CORUS

**ANEXO C**  
**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

ADM	Add/Drop Multiplexor o Multiplexor de inserción/extracción
CCC	Centro de Control de Contingencias o Secundario,
DDNS	Dynamic Domain Name Service.
DNS	Domain Name Service
DT	Documento de Trabajo
ERM	Estación de regulación y medición,
ERP	Estaciones de regulación y presión
GMS	Gas Management System
GPRS	General packet radio service
GSM	Global System Mobile Communication)
HSC	Contador Rápido
IHM	Interfaces Hombre-Máquina
IRT	Intrinsically safe, autonomous PSTN modem
ISB -	Intrinsic Safe Barrier
MB	MODBUS
MBAP	MODBUS Application Protocol
MCC	Centro de Control Primario
NAT	Network Address Translate
RTU	Remote Terminal Unit (Unidad Terminal Remota)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (en español, Sistema de Control y Adquisición de Datos).
SDH	La jerarquía digital síncrona (Synchronous Digital Hierarchy)
SMS	Mensajes cortos de texto
UPS	Unidad Ininterrumpible de Energía

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sanders, Geoff, et al, "GPRS Networks", Wiley, 2003, ISBN 1580531733.
2. Actaris, "Manual Técnico de usuario – Corus PTZ", Francia, 2004.
3. Actaris, "Gas Volume Converter CORUS PTZ", 2004, Folleto GA-0075.1-GB-12/04.
4. Tormene Americana, "Manual de Usuario TADDI-RTU-8.4.8.2-A"
5. Tormene Americana, "Manual de Usuario MODEM-GSM-3150".
6. El ABC de la Instrumentación en el Control de Procesos Industriales, Gilberto Enriquez
7. GPRS: General Packet Radio Service, Regis J. Bates
8. GPRS para Internet Móvil, Emmanuel Seurre
9. Manual MSA para Zonas Clasificadas Clase I División I Grupo D
10. Instrumentación: Adquisición, Procesado y Análisis de Señales, Anthony Manuel
11. Sistemas de Instrumentación, Javier Rosell Ferrer