



021.
FUE
C2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Monitoreo a Distancia del Sistema de Protección Catódica en las Líneas Submarinas del Terminal Petrolero de Balao-Esmeraldas”

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERA MECÁNICA

Presentada por:

Fátima Elizabeth Fuentes Caicedo

GUAYAQUIL _ ECUADOR

Año: 2003

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

A las personas que colaboraron en la realización de este trabajo y en especial al Ing. Julián Peña por su valiosa orientación y ayuda.

DEDICATORIA

A DIOS

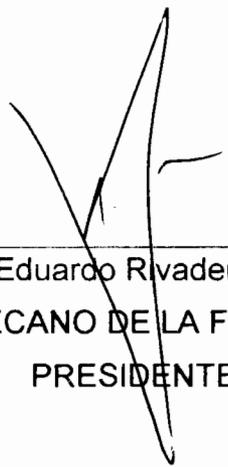
A MI MADRE

A MIS HERMANOS

FAMILIARES Y

AMIGOS

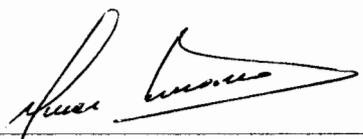
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



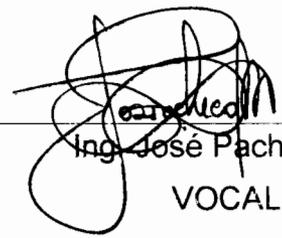
Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE



Ing. Julián Peña E.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Omar Serrano V.
VOCAL

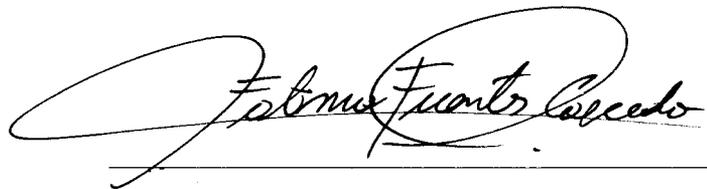


Ing. José Pacheco M.
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, reading "Fatima Elizabeth Fuentes Caicedo". The signature is written in a cursive style with large, sweeping loops. Below the signature is a solid horizontal line.

FATIMA ELIZABETH FUENTES CAICEDO

RESUMEN

El presente trabajo desarrolla la implementación de una estación de monitoreo a distancia de un sistema de protección catódica en ocho tuberías submarinas del Terminal Marítimo de Balao.

Se desarrolla la implementación de una estación de monitoreo del Sistema de Protección Catódica(SPC) por corriente impresa con la finalidad de proteger contra la corrosión las ocho líneas del terminal marítimo desde la estación de bombeo en la playa Balao hasta el PLEM "Pipeline End Manifold" submarino a 4.3 Km de la costa.

En el transcurrir de los años ha existido falta de un adecuado control de potenciales eléctricos de protección del sistema catódico de las líneas submarinas del Terminal Petrolero, debido a la distancia y dificultad de acceso desde las Refinería Estatal de Esmeraldas hacia dicho terminal; esto ha ocasionado que no se lleve un control adecuado del estado de protección de las líneas,

que permita proveer con antelación posibles daños que interrumpen el correcto funcionamiento del SPC.

En el primer capítulo se describirá la importancia del monitoreo a distancia y el desarrollo en la tecnología que este tipo de sistema ofrece. En el segundo capítulo, se realiza la aplicación del monitoreo a distancia al Sistema de Protección Catódica que se mejoró en el Terminal Petrolero de Balao, mediante un enlace vía telefónica desde la Unidad de Inspección Técnica en Refinería Estatal de Esmeraldas hacia playa Balao. En el tercer capítulo se realiza la implementación del software en un sistema operativo de Windows 95 o compatible, el mismo que no requiere de ninguna técnica especializada en programación y que comunica la información correcta, al usuario, en el momento requerido. En el capítulo cuarto, se pone operativo el Sistema de Monitoreo a Distancia y se toma las lecturas de potenciales en la estación de prueba y se compara con los datos obtenidos en el computador instalado en la Unidad de Inspección Técnica, el mismo que indicará el correcto funcionamiento del sistema.

Implementar un sistema de monitoreo a distancia para el adecuado y eficiente control de potenciales eléctricos de protección, que opere desde una estación ubicada en la Unidad de Inspección Técnica dentro de la Refinería Estatal de Esmeraldas a 6 Km de distancia del Terminal Petrolero de Balao, evitará la

necesidad que el personal técnico viaje hasta las estaciones de prueba a tomar mediciones, incrementando dramáticamente el número de lugares que pueden ser evaluados durante un período de tiempo dado y liberar al personal para realizar otras actividades.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	V
ÍNDICE GENERAL	VIII
ABREVIATURAS	XI
SIMBOLOGÍA	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE PLANOS	XVII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1	
1 MONITOREO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CATÓDICA A DISTANCIA	3
1.1 Aspectos Teóricos	4
1.2 Tipos de Monitoreo a Distancia	5
1.3 Aplicaciones Industriales	10
1.4 Descripción de la Tecnología a Implementar	11

CAPITULO 2

2	MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA PARA LAS LÍNEAS SUBMARINAS DEL TERMINAL PETROLERO DE BALAO	16
2.1	Descripción del Problema	16
2.2	Criterios de Protección	17
2.3	Diseño del Sistema Catódico	18
2.4	Instalación Sistema Catódico	33
2.5	Instalación del Hardware	45

CAPITULO 3

3	IMPLANTACIÓN DEL SOFTWARE DE MONITOREO	60
3.1	Configuración del Software	63
3.2	Parámetros de Instalación	67
3.3	Planificación de Alarmas	75
3.4	Registro de Datos y Mensajes	78
3.5	Interfaz Gráfica del Sistema Catódico	83

CAPITULO 4

4	PRUEBAS DE MONITOREO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	88
4.1	Puesta en Marcha del Sistema	88

4.2 Manejo de Datos Obtenidos por el Software 95

4.3 Análisis de Datos 99

CAPITULO 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 101

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA



ABREVIATURAS

Ag/Ag Cl	Plata-cloruro de plata
A/ m ²	Área por metro cuadrado
Amp.	Amperio
AM	Monitoreo análogo
am	Antes meridiano
ASCII	Código de intercambio de información estándar Americana
AWG	American Wire Gauge
BCP	Tarjeta de CPU
cm.	Centímetro
CAHA	Soldadura Cadweld
COM2-RS232	Puerto serial de 9 pins
CPU	Unidad Central de procesamiento
Dc	Densidad de corriente
DTE	Data terminal equipment
DCE	Data communication equipment
EB&R	Estación de bombeo y reducción
E-R-1	Electrodo de referencia 1
EMP	Protección electromagnética
ESD	Descarga electroestática
Ft.	Pie
g/ A-año	Gramo-amperio por año

I_{TR}	Corriente- transformador rectificador
In x L	Pulgada por longitud
IBM	Compañía de computadores
Id	Identificación
Lb.	Libra
m	Masa
mV.	Mili voltios
máx.	Máximo
M^2	Metros cuadrados
Min.	Minuto
MODEM	Modulador-demodulador
NACE	National Association of Corrosion Engineers
Ohm	Ohmio
OLE	Object Linking and Embedding
Off	Apagado
on	Encendido
PC	Computador
Pulg.	Pulgadas
PLEM	Pipeline End Manifold
pm	Pasado meridiano
UMR	Unidad de Monitoreo Remoto
Ref.	Referencia
RMC	Remote Monitoring Control
SPC	Sistema de protección catódica
T-1	Tubería 1
TEPRE	Terminal de Petrolero de Refinería Esmeraldas
V	Voltaje
V_{TR}	Voltaje del transformador rectificador

SIMBOLOGÍA

Σ	Sumatoria
Ω/m	Ohmio por metro
ΣR	Sumatoria de resistencias
Φ	Diámetro
n	Número de Ánodos
$^{\circ}C$	Grados Centígrados
%	Porcentaje
#	Libra fuerza
π	Pi = 3.1416
ρ	Resistividad
E	Eficiencia
A	Superficie

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1.1	Códigos de información 5
Figura 1.2	Diagrama de bloques simplificado de una red 6
Figura 1.3	Conexión Satelital 9
Figura 1.4	Sistema evaluado desde una locación distante 12
Figura 1.5	UMR Configuración general 15
Figura 2.1	Resistividad Del Suelo - Longitudinal 22
Figura 2.2	Resistividad Del Suelo - Transversal 23
Figura 2.3	Rectificador Enfriado En Aceite, Tipo Antiexplosión 35
Figura 2.4	Instalación De La Cama De Ánodos 38
Figura 2.5	Encapsulación Epóxica Para Unión Y Sellado De Cables 39
Figura 2.6	Soldadura Cadweld 41
Figura 2.7	Estación De Monitoreo 43
Figura 2.8	Medición De Aislamiento 45
Figura 2.9	Tarjeta Software Del Sistema de Monitoreo 48
Figura 2.10	Tarjeta Del Registro De Datos 50
Figura 2.11	Esquema Gráfico Del Módulo 52
Figura 2.12	Caja De Conexión Al Módulo 53
Figura 2.13	Panel De Control De Windows 58
Figura 2.14	Estado De Configuración Del Modem 59
Figura 3.1	Componentes Del Software 62
Figura 3.2	Grupo De Programas 63
Figura 3.3	Panel Principal 64
Figura 3.4	Nuevo Módem 65
Figura 3.5	Configuración Del Módem 66
Figura 3.6	Instalación Nueva 68
Figura 3.7	Parámetros De Comunicación 69
Figura 3.8	Propiedades De Instalación 71
Figura 3.9	Tipo De Contacto 71
Figura 3.10	Instalación De Unidad De Monitoreo 72
Figura 3.11	Contacto Editado 73
Figura 3.12	Editor Del Sistema 74
Figura 3.13	Comandos De Instalación 75
Figura 3.14	Valores De Alerta Para Alarmas 75
Figura 3.15	Lista De Personal 76
Figura 3.16	Grupo De Trabajo Y Calendario 78

Figura 3.17	Parámetros De Medeción.....	79
Figura 3.18	Contactos	80
Figura 3.19	Lista De Mensajes	82
Figura 3.20	Control De Mensaje	82
Figura 3.21	Visualización De Potenciales	84
Figura 3.22	Visualización Del Rectificador	85
Figura 3.23	Diagrama De Flujo De Las Hojas De Trabajo.....	87
Figura 4.1	Diagrama De Proceso Del SPC	90
Figura 4.2	Sistema De Mensajes	92
Figura 4.3	Mensajes Procesados / Recibidos	93
Figura 4.4	Diagrama de Flujo Del Software De Monitoreo.....	94
Figura 4.5	Command Center.....	95
Figura 4.6	Variación De Los Potenciales De Protección	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Aplicaciones de Monitoreo y Control	11
Tabla 2	Descripción De Las Tuberías	18
Tabla 3	Medición De Resistividad Eléctrica-Longitudinal	20
Tabla 4	Medición De Resistividad Eléctrica- Transversal.....	21
Tabla 5	Dimensiones De Las Líneas	24
Tabla 6	Consideraciones De Diseño	26
Tabla 7	Diseño Del Sistema.....	28
Tabla 8	Corriente De Protección Para Las Líneas	29
Tabla 9	Masa Anódica Requerida	30
Tabla 10	Acometidas Eléctricas En La Caseta De La Estación.....	34
Tabla 11	Tipos De Tarjetas Para El Módulo.....	47
Tabla 12	Referencia De Los Parámetros De Comunicación.....	69
Tabla 13	Referencia De Parámetros De Medición	79
Tabla 14	Potenciales Eléctricos De Protección	97

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Vista General del SPC	IT-SPC-001
Plano 2	Implantación genral del SPC	IT-SPC-002
Plano 3	Detalles de Instalación del SPC	IT-SPC-003
Plano 4	Detalles de Instalación del SPC	IT-SPC-004
Plano 5	Corte de Tuberías	IT-SPC-005
Plano 6	Detalle a Aislamiento de Líneas Submarinas	IT-SPC-006

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo trata del “Monitoreo a Distancia del Sistema de Protección Catódica en las Líneas Submarinas del Terminal Petrolero de Balao-Esmeraldas”, dirigido a implementar un sistema de monitoreo permanente en las ocho líneas del terminal, con la implementación de un software que facilite el control en las tuberías desde una estación principal.

La Refinería Estatal de Esmeraldas REE cuenta con un terminal marítimo en Balao para realizar las exportaciones e importaciones de productos blandos, que consta de una Estación de Bombeo y Reducción (EB&R) y 8 líneas que transportan los diferentes productos, construido hace 20 años. La EB&R esta ubicada a 450m de la orilla del mar y las líneas tienen una longitud de 4300m hasta el PLEM “Pipeline End Manifold” submarino, donde el producto es descargado desde y hacia los buques.

Las líneas se encontraban protegidas por un sistema de protección catódica por corriente impresa, en una longitud que abarcaba desde el PLEM submarino hasta unas bridas localizadas a 300m. de la estación de bombeo y este

sistema se encontraba colapsado sin prestar un servicio eficiente de protección contra la corrosión. El resto de la tubería, desde las bridas hasta la estación de bombeo se encontraba protegidas únicamente con tape aislante protector en malas condiciones y que estaba exponiendo esta área de la estructura al ataque corrosivo.

Se realizó el mejoramiento del SPC (sistema de protección catódica) por corriente impresa que pretende proteger el área total de la instalación, comprendiendo desde las válvulas en la zona de lanzadores en la EB&R hasta el PLEM submarino.

Instalando posteriormente un sistema de monitoreo a distancia que comprende la instalación de los electrodos de referencias, el cableado para la Unidad de monitoreo remoto (UMR) y la aplicación del software en la estación, principal para el adecuado y eficiente control y monitoreo del SPC desde una estación de control ubicada en la Refinería.

CAPÍTULO 1

1 MONITOREO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CATÓDICA A DISTANCIA

El monitoreo es un compendio de software de alto desempeño que acapara la comunicación y optimiza los recursos en donde los amperios, el voltaje y el potencial son parámetros que por lo general se usan con regularidad. Este compendio de parámetros ha ido evolucionando desde 1922 hasta nuestros actuales días.

En nuestras casas, se vive con parámetros que dan comodidad y generan menos desgaste físico, a lo que denominaremos "Síndrome del Control Remoto". El control de la corrosión requiere de un monitoreo periódico, que a través de la historia se ha llevado a cabo en el campo por medio de mediciones directas por lo que la tecnología y el medio para la calidad convergen en hacer el control y monitoreo a distancia económicamente viable.

1.1 Aspectos Teóricos

La comunicación de datos es transferir información digital. Este se define como conocimiento o forma del conocimiento que cuando se la organiza y procesa se llamara datos. Los datos se los localiza de diversas informaciones; tales como información alfabética, numérica, simbólica, incluido los símbolos alfa numéricos.

Una red de comunicación de datos puede ser tan sencilla como dos computadoras personales conectadas, entre sí, por medio de una red telefónica pública o tan compleja como varios computadores conectados a varias estaciones remotas.

Códigos De Comunicación

Los códigos de comunicación de datos son secuencias de bit preescritas, usadas para codificar caracteres y símbolos. Existen solo tres tipos de caracteres usados en los códigos de comunicación:

- Caracteres de control de enlace de datos
- Caracteres de control gráfico
- Caracteres alfa / numéricos

En cualquier sistema de comunicación es inevitable que ocurran errores por lo cual es necesario implementar procedimientos de control de

errores, por lo que este sistema tiene unas secuencias de mensajes de código ASCII (Código de Intercambio de Información estándar de Estados Unidos de América) de 10101, el mismo que tiene que ser recibido por un puerto serial RS232 (COM2) en su computador en las mismas condiciones, en caso de recibir 11101 el código es incorrecto y es rechazado, ver **Figura 1.1**.

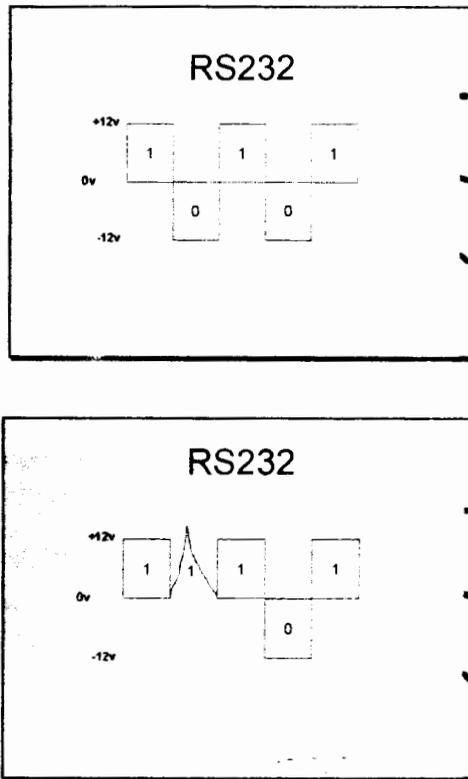


Figura 1.1 Códigos de información

1.2 Tipos de Monitoreo a Distancia

Para la comunicación de los datos en un sistema de monitoreo a distancia es necesario una red de comunicación de datos, en donde hay una fuente de información digital (estación primaria), un medio de

transmisión (facilidad) y un destino (estación secundaria) En los que la computadora principal tiene un conjunto de terminales locales y equipos periféricos. Tenemos una estación secundaria(o remota) que mostraremos en la **Figura 1.2**. La variación en la cantidad de las estaciones remotas y la interconexión a la computadora principal varía considerablemente dependiendo el sistema y su aplicación.

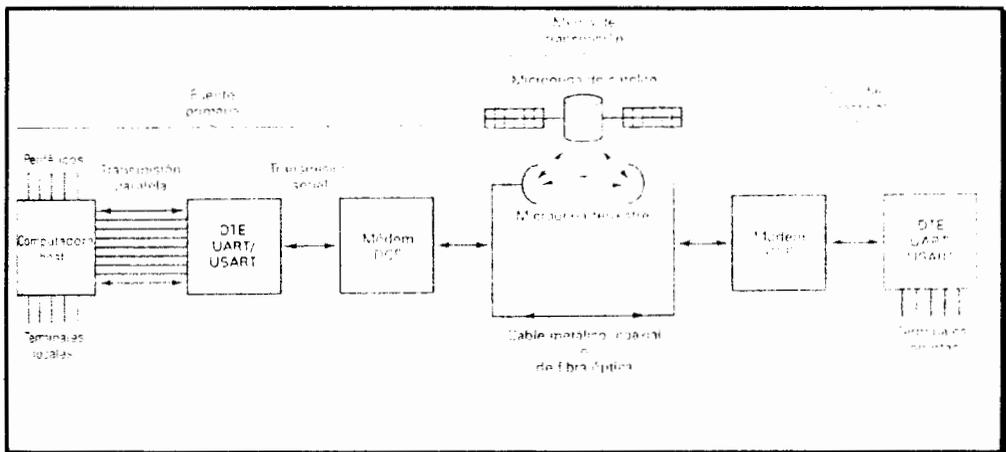


Figura 1.2 Diagrama de bloques simplificado de una red de comunicación de datos

Existen algunos medios de transmisión, incluyendo la transmisión de radio en el espacio libre terrestre, microondas de satélite, facilidades de cable metálico (sistemas digitales y analógicos) y cables de fibra óptica (propagación de ondas de luz).

DTE/ DCE estas dos expresiones se usan muy frecuentemente. El *equipo de terminal de datos* (DTE) es un termino general que describe la interfase usado en las estaciones para adaptar las señales digitales

de la computadora a una forma más adecuada de transmisión. El *equipo de comunicación de datos* (DCE) describe el equipo que convierte señales digitales a señales analógicas y la interfase del equipo de terminal de datos al medio de transmisión analógico. Esencialmente un DCE es un modem (modulador / demodulador). Un MODEM convierte las señales digitales binarios a señales analógicas.

Enlace Vía Radio

La implementación de un sistema de radio es muy utilizado en zonas en las que se encuentran distantes y de un grado de dificultad muy elevado, además, si se desea tener una mayor cobertura de enlace, lo que se puede aprovechar para el monitoreo en grandes extensiones de tuberías petroleras o gaseoductos.

Para poder obtener la conexión al hardware es necesario implementar un receptor convertidor de la señal y tener enlaces mediante antenas de comunicación que mantenga la cobertura en toda la región.

En un sistema como este, por la complejidad que significa tiene un costo inicial alto y no hay costo mensual al adquirir una frecuencia.

Enlace Vía Teléfono

Los sistemas de comunicación mediante servicio de telefonía pública es uno de los sistemas más sencillos y necesitan de un MODEM en la unidad principal y la estación remota. Se puede contar con una disponibilidad en lugares remotos en los que se pueda realizar el tendido del cable metálico que es preferibles que sea una línea dedicada para la transmisión de datos para evitar la interrupción de los mensajes y se produzcan errores. En este sistema el costo por minuto consumido es económico

Enlace Vía Celular

La tecnología de la conexión celular brinda la disponibilidad de ubicaciones remotas, además, del bajo costo de instalación pero que no cuenta en muchas ocasiones con la cobertura necesaria por falta de repetidoras y en zonas con accidentes geográficos dramáticos, la señal no satisface el requerimiento de enlace.

Enlace Vía Satélite

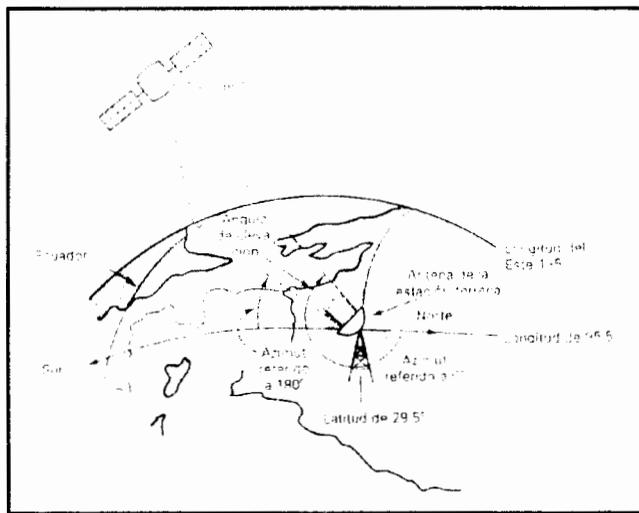


Figura 1.3 Conexión Satelital

Este tipo de conexión transmite el protocolo de datos completos y se puede disponer de satélites de órbita baja en los que se cuenta con la gran red de servidores de Internet y se puede contar con la disponibilidad de ubicaciones remotas pero de gran complejidad donde la estación remota se conecta al satélite luego a una estación en tierra que lo transfiere a la central de control de la red que envía la información por Internet hacia el usuario, ver **Figura 1.3**, por lo que no se tiene una comunicación en vivo y existe retraso en la información. Los satélites geoestacionarios poseen comunicación en vivo en ambos sentidos y posee un área de cobertura total ya que no existe necesidad de cambiar de un satélite a otro.

Enlace Vía Fibra Óptica

Durante los diez últimos años la industria de la comunicación ha tenido cambios notables y dramáticos en los que se ha desarrollado la comunicación de voz, datos y videos, lo que ha creado una gran demanda de este sistema por su mayor agilidad dado que tiene la capacidad de transmitir información con mayor capacidad entre más ancha sea la banda. Son inmunes a la transmisión de inducción magnética e interferencia estática y los cables son más resistentes a extremos ambientales pero una de sus desventajas es el alto costo inicial de instalar un sistema de fibra óptica y el mantenimiento y reparación es más difícil y costoso que los sistemas metálicos.

1.3 Aplicaciones Industriales

La implementación del desarrollo en la comunicación de datos a permitido la aplicación de monitoreo de sistemas de protección catódica y el monitoreo de más variables dentro de un sistema, pero brinda la oportunidad de tener más alternativas de monitoreo dentro de la actividad industrial. Formando parte de los procesos y teniendo aplicación dentro del monitoreo y control analógico, el monitoreo y control digital de variables de procesos como son: presión, temperatura, flujo, viscosidad, nivel de fluido, detección de humo / fuego, ver **Tabla 1**, lo que esta sujeta al uso del sensor adecuado para cada proceso, el mismo

que va ha estar conectado al software que determinará la orden que debe cumplir de acuerdo a los valores sitiados.

Tabla 1 Aplicaciones de Monitoreo y Control

<h2>Aplicaciones</h2>			
Monitoreo Analógico	Control Analógico	Monitoreo Digital	Control Digital
Mediciones	Ajustar	Revisar	Apagar/Encender
. Voltaje	Salida de Electr.	. Apagado/Encendido	. Luz
. Corriente	. Intensidad de luz	. Status de Válvula	. Generador
. Frecuencia	. Flujo	. Puerta abierta	. Sirena
. Temperatura	. Temperatura	. Alarma de Fuego	. Regaderas
. Presión	. Velocidad de motor	. Bajo combustible	. Cargador
. Hidrometría	etc...	. etc...	. Válvula
. Niveles			. etc...
etc...			

El número de Canales de Control y Monitoreo Remoto se puede incrementar a 480 conectados a un mismo modem

1.4 Descripción De La Tecnología A Implementar

La tecnología reduce el esfuerzo humano requerido para mantener funcionando un sistema de protección catódica. El equipo de monitoreo remoto proporciona al personal datos de eficiencia del SPC desde locaciones distantes usando solo un MODEM en un computador o IBM compatible. Esto elimina la necesidad que el personal viaje hasta las estaciones de prueba a tomar las mediciones, incrementando drásticamente el número de lugares que pueden ser evaluados durante

un periodo de tiempo dado, y libera al personal para realizar otras actividades. El uso de un MODEM equipado en una laptop portátil posibilita que el SPC pueda ser monitoreado desde cualquier lugar y en cualquier tiempo, ver **Figura 1.4**. Además, se pueden monitorear varias instalaciones desde un solo computador, haciendo uso del programa respectivo que permita la ampliación del monitoreo de mas de un sistema.

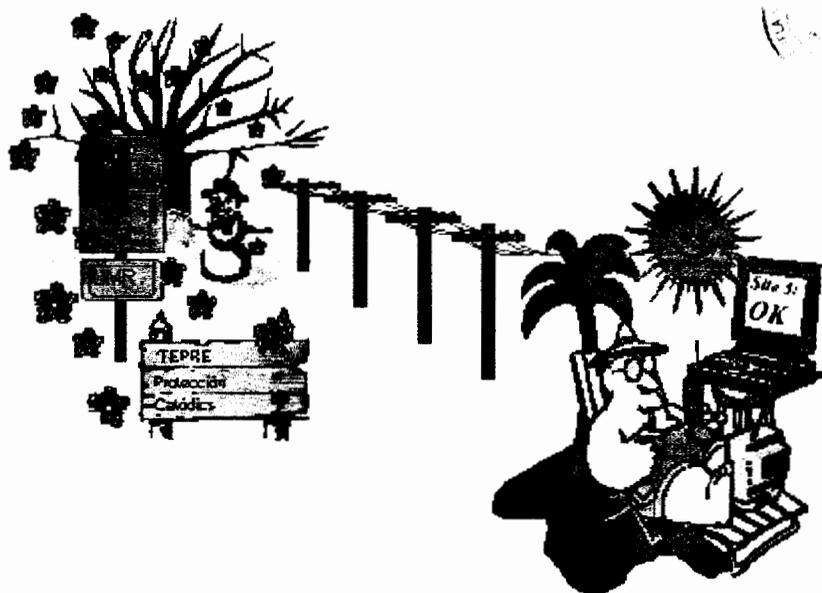


Figura 1.4 Sistema evaluado desde una locación distante

La unidad de monitoreo remoto (UMR) puede ser usada para monitorear los siguientes parámetros:

- Potencial "ON" Estructura a suelo: Este es el potencial de la estructura protegida con aplicación de corriente. Este potencial es

usualmente referenciado con electrodos de referencia de plata-cloruro de plata (Ag/AgCl).

- Potencial "OFF instantáneo" Estructura a suelo: Este es el potencial de la estructura protegida inmediatamente después que se ha interrumpido la corriente del SPC. Este potencial es usualmente referenciado con electrodos de referencia de plata-cloruro de plata (Ag/AgCl).
- Voltaje DC: Este es el voltaje de salida en el rectificador, medido en los terminales de salida.
- Corriente DC: Esta es la corriente de salida del rectificador. Es usualmente determinada por la medición de la caída de voltaje en el shunt de resistencia conocida y aplicando la Ley de Ohm.

Una configuración general de un UMR se muestra en la **Figura 1.5**, en los que se denotan los elementos y las locaciones que componen el sistema.

Para el SPC instalado en el TEPRE, la UMR está instalado cerca del rectificador, un electrodo de referencia de plata -cloruro de plata esta enterrado sobre cada una de las ocho tuberías a monitorear y el cable es dirigido hacia la UMR. Los terminales del UMR están conectados al voltaje, corriente de salida del rectificador y los potenciales de tubería

suelo vs. el electrodo de referencia permanente, los cuales pueden ser medidos.

Una línea de teléfono se ha conectado al UMR ubicado en la estación de monitoreo del TEPRE, con una extensión de 300m de cable multipar con protección especial para ser enterrado, tomando en cuenta las normas de seguridad y de precaución para indicar el paso del cable en el sector, lo que posibilita la comunicación al computador ubicado en la Unidad de Inspección Técnica de la planta de la Refinería Estatal de Esmeraldas, el que también tiene un MODEM con línea telefónica.

Después que los datos han sido almacenados en la central del computador, los potenciales de Estructura a Suelo pueden ser evaluados contra los criterios de protección catódica de NACE Internacional (1992) para determinar si la estructura esta o no protegida contra la corrosión. Las salidas de voltaje y corriente del rectificador pueden ser monitoreados para fluctuaciones significantes frente a valores normales. Tales fluctuaciones pueden indicar problemas que necesitan de ser investigados y controlados a tiempo.

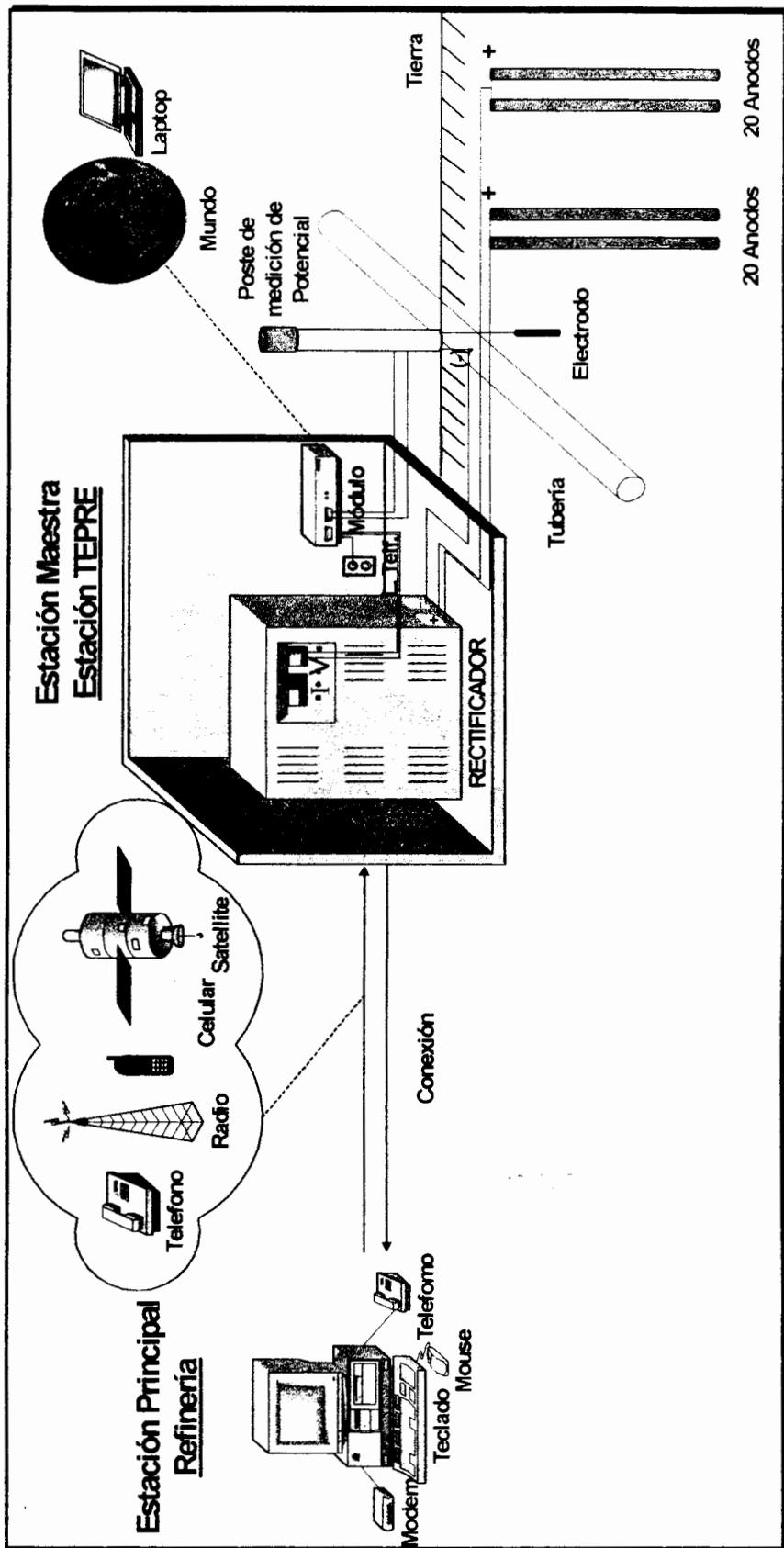


Figura 1.5 UMR Configuración general

CAPÍTULO 2

2 MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA PARA LAS LÍNEAS SUBMARINAS DEL TERMINAL PETROLERO DE BALAO

Si bien las tuberías del Terminal Petrolero se encuentran en un buen estado, debido al sistema de protección catódica antes instalado, el mismo que ya se encuentra colapsado y sin cumplir su función, además de corrientes provenientes de otro sistema por falta de aislamiento entre los mismos. En necesario proveerlo de un correcto sistema de protección catódica y aislarlo de sistemas aledaños que puedan resultar afectados.

2.1 Descripción Del Problema

Con el paso de los años, ha existido falta de un adecuado control de potenciales eléctricos de protección del sistema catódico de las líneas submarinas del Terminal Petrolero que se ha venido desmejorando con el paso del tiempo, debido a la distancia y dificultad de acceso desde la Refinería Estatal de Esmeraldas hacia el Terminal; esto pro-

duce que no se lleve un control del estado de protección de las líneas, que permita tener un conocimiento del estado y comportamiento en que se encuentran y poder detectar posibles daños que ocasionen una interrupción total o parcial del funcionamiento del SPC.

2.2 Criterios De Protección

Existen varios criterios utilizados internacionalmente y que son aceptados para comprobar que una estructura esté protegida o polarizada catódicamente. Seguiremos el criterio de la National Association of Corrosion Engineers (NACE), RP 01-69-96 que plantea lo siguiente:

1. El criterio del potencial de inmunización del acero, se basa en un potencial equivalente a -800 mV ó más electronegativo con relación al electrodo de referencia de Ag/ AgCl.
2. El criterio que indica que el potencial de protección, se obtiene cuando se produce una diferencia de potencial de 100mV más electronegativo respecto al potencial natural en la estructura (sin protección).

2.3 Diseño del Sistema Catódico

Las especificaciones del presente diseño cubre cálculos, requerimientos de equipamiento, materiales y detalles de instalación del sistema de protección catódica mejorado en las siguientes líneas, ver **Tabla 2**:

Tabla 2 Descripción De Las Tuberías

LÍNEA	DIAMETRO (Pulg)	LONGITUD (m)	PRODUCTO
N° 1	20"	4300	FUEL OIL
N° 2	14"	4300	FUEL OIL
N° 3	10	4000	LPG
N° 4	8"	4300	KEREX
N° 5	12"	4300	DIESEL
N° 6	12"	4300	GASOLINA EXTRA
N° 7	10"	4300	GASOLINA SUPER
N° 8	20"	4000	DESLASTRE

Resistividad Eléctrica Del Terreno

Se realizó las lecturas de resistividad eléctrica del terreno en el frente de playa, para conocer la actividad electrolítica del sector, principalmente para conocer las características del terreno en la zona donde se tiene previsto instalar los lechos de ánodos.

El valor de resistividad promedio considerado para este diseño es de: 431.97 OMM-cm. a 3 metros de profundidad. Esto es, para determinar

principalmente la resistencia eléctrica del circuito catódico que deberá vencer la corriente eléctrica desde los ánodos difusores hacia la estructura de las líneas.

Se realizó dos procesos de medición de las resistividades:

- Lecturas a lo largo de las líneas a partir de la abscisa 0+000 ubicada en la Estación de Bombeo y Reducción (EB&R) hasta la abscisa 0+400 ubicada en la playa, Ver **Tabla 3**.
- Lecturas en sentido perpendicular de las líneas a la altura de la caseta del rectificador de protección catódica existente, en dirección hacia el sitio donde serán instalados los ánodos difusores de corriente, Ver **Tabla 4**

Tabla 3 Medición De Resistividad Eléctrica-Longitudinal

FECHA: 5/05/2001	LECTURAS R (Ω)			RESISTIVIDAD (Ω -cm.)		
2/24/2001	factor x Ohm			$2 \pi a R$		
ABSCISA PK	a = 150cm	a = 300 cm.	a = 500 cm.	a = 150 cm.	a = 300cm	a = 500 cm.
0+000 (EB&R)	---	--	---	--	--	---
0+050	---	---	---	---	---	--
0+100	10*0,62	10*0,31	10*0,12	2261.95	2073.45	628.32
0+150	10*0,3	1*0,87	1*0,2	2261.95	1093.27	345.58
0+200	1*0,46	1*0,1	1*0,04	113.10	659.73	408.41
0+250	10*0,77	10*0,65	10*0,27	716.28	339.29	314.16
0+300	10*0,12	1*0,46	1*0,1	2638.94	2638.94	314.16
0+350	1*0,23	1*0,1	1*0,02	216.77	188.50	62.83
0+400 (PLAYA)	1*0,14	1*0,1	1*0,1	131.95	188.50	314.16
PROMEDIO:				1191.56	1025.95	341.09
OBSERVACIONES :						
Las mediciones a 0+350 y 0+400 son en playa.						

Ver Figura 2.1

Tabla 4 Medición De Resistividad Eléctrica - Transversal

FECHA:	LECTURAS R (Ω)			RESISTIVIDAD (Ω -cm.)		
15/03/2001	factor x Ohm			$2 \pi a R$		
ABSCISA	a = 150cm	a = 300 cm.	a = 500cm	a = 150 cm.	a = 300 cm.	a = 500 cm.
LECHO # 1						
0+000	---	---	---	---	---	---
0+028	10*0,11	1*0,28	1*0,08	1036,73	527,79	251,33
0+058	1*0,73	1*0,17	1*0,07	688,01	320,44	219,91
0+088	1*0,4	1*0,1	1*0,08	376,99	188,50	251,33
PROMEDIO:				700,58	345,58	240,86
LECHO # 2						
0+000	10*0,13	1*0,1	1*0,08	1225,22	188,50	251,33
0+30	1*0,24	1*0,1	1*0,08	226,19	188,50	251,33
0+060	10*0,15	1*0,46	1*0,1	1413,72	867,08	314,16
0+090	10*0,14	1*0,44	1*0,14	1319,47	829,38	439,82
PROMEDIO:				1046,15	518,36	314,16
OBSERVACIONES:						
Se toman las distancias desde el punto de contacto en las tuberías.						
El lecho #1 esta antes del estero						
El lecho #2 esta después del estero						

Ver Figura 2.2

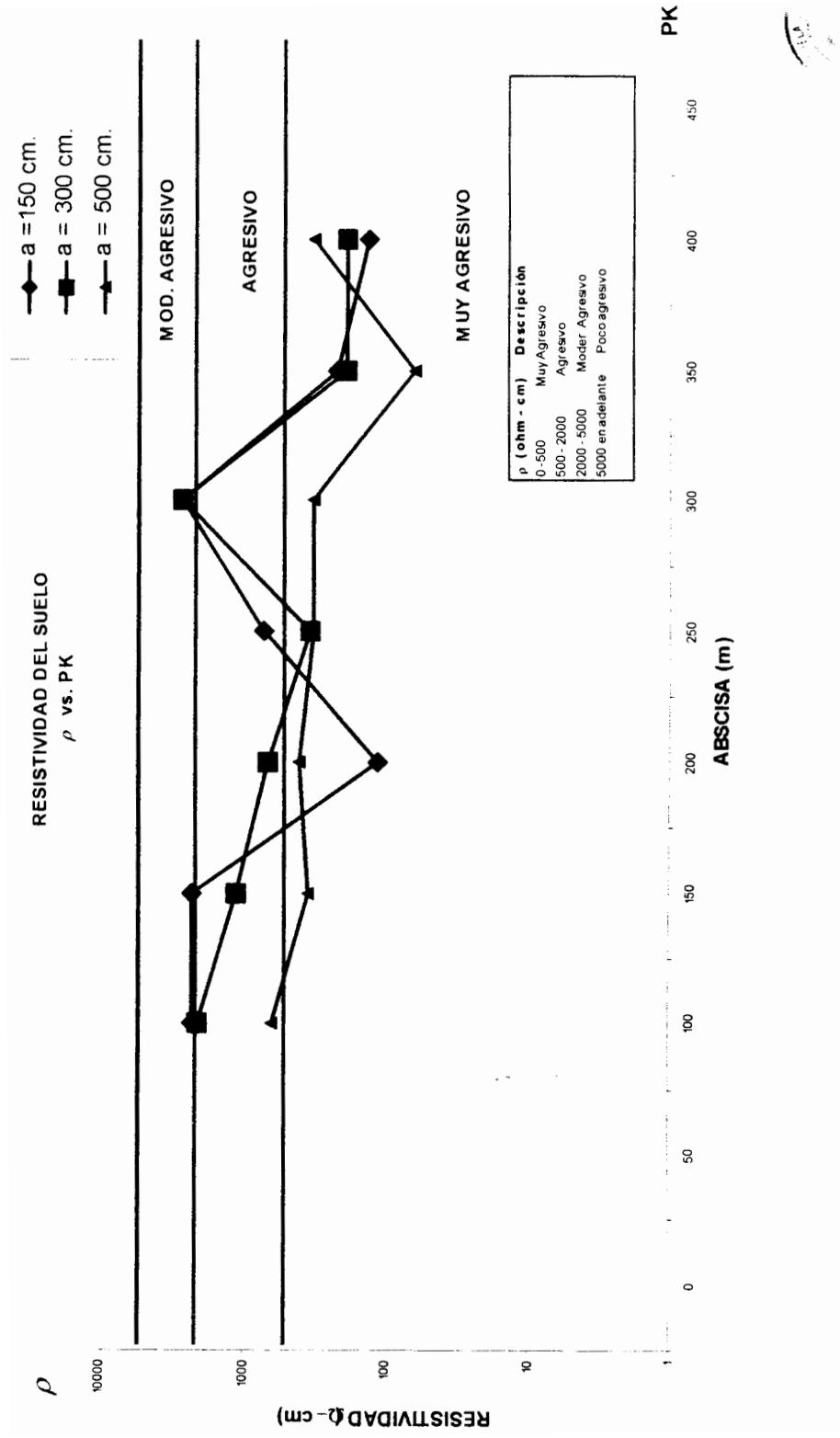


Figura 2.1 Resistividad Del Suelo - Longitudinal

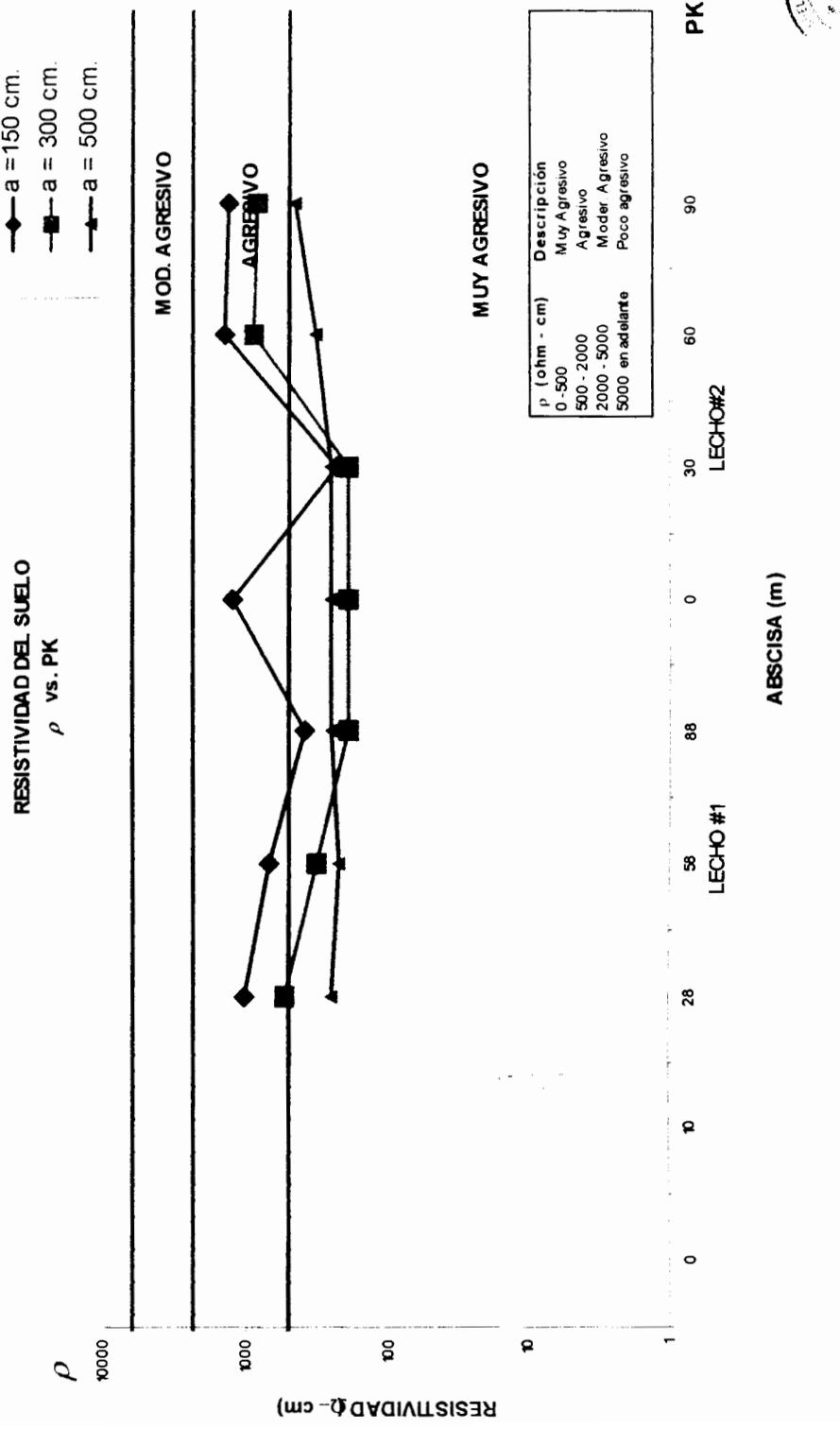


Figura 2.2 Resistividad Del Suelo - Transversal

4. En el sector se encuentra operando otro sistema de corrientes impresas perteneciente al oleoducto y que se encuentra muy próximo a nuestras líneas de trabajo, las cuales podrían generar corrientes inducidas. El sistema de corrientes impresas, por su lado, puede neutralizar las corrientes vagabundas que podrían provenir del otro sistema catódico perteneciente del oleoducto.

Método De Corrientes Impuestas

El método que se utilizará se basa en el principio de suministrar corriente continúa a partir de un transformador – rectificador, el mismo que recibe energía de líneas eléctricas del sector.

La corriente eléctrica que se suministra, parte desde el terminal positivo del transformador–rectificador hacia los ánodos que son a su vez los responsables de difundir dicha corriente; esta corriente será capaz de vencer la resistencia eléctrica del terreno hacia la estructura metálica que estará conectada al terminal negativo del transformador–rectificador. De esta forma se cierra el circuito eléctrico del sistema catódico.

La finalidad de proveer esta corriente de protección es cambiar el potencial eléctrico natural del acero y transportarlo a potenciales de inmunidad, evitando por lo tanto la corrosión metálica del mismo.

Área A Proteger En Las Tuberías

Tabla 5 Dimensiones De Las Líneas

LÍNEA	DIAMETRO (Pulg)	ÁREA (m2)
N° 1	20"	6862.51
N° 2	14"	4803.76
N° 3	10"	3431.26
N° 4	8"	2745.00
N° 5	12"	4117.51
N° 6	12"	4117.51
N° 7	10"	3431.26
N° 8	20"	6383.73

Selección Del Sistema De Protección Catódica

Se adoptará el método de corrientes impuestas por las siguientes consideraciones:

1. El área a proteger de las líneas submarinas, representa una gran demanda de corriente que no puede ser provista mediante ánodos de sacrificio; aún así, esto implicaría un alto costo de implementación de este sistema.
2. Facilidad de acometida eléctrica en el sector.
3. El sistema a implementar por corrientes impuestas puede operar con una vida útil superior a los 20 años, lo que no es factible con el método de ánodos de sacrificio que su vida es limitada por el consumo del cual son objeto.

Especificaciones Técnicas Del Sistema A Implementar

Los siguientes datos representan las consideraciones técnicas de entrada al diseño del sistema de protección catódica por corrientes impuestas, ver **Tabla 6**:

Tabla 6 Consideraciones De Diseño

ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION
SISTEMA CATÓDICO:	POR CORRIENTES IMPUESTAS
DENSIDAD DE CORRIENTE A APLICAR:	$D_c = 34.6 \text{ mA/m}^2$
VIDA DEL SISTEMA:	$V = 20 \text{ AÑOS}$
ANODOS A EMPLEAR:	Titanio CERANODE CPR – 8C
DIMENSIONES:	$\phi 1 \text{ in x L } 60 \text{ in}$
CAPACIDAD DE CORRIENTE	8 Amperios en columna de coque
COLUMNA DE COQUE	$\phi 16'' \text{ x h } 3\text{m.}$
PESO UNITARIO DEL ANODO:	$m = 3.0 \text{ Libras}$
CABLE CONECTOR	8 AWG HMWPE

Diseño y Cálculos

A continuación, se presenta los resultados de los cálculos respectivos:

Corriente Eléctrica De Protección

$$I = A Dc (1-E)$$



Donde:

- A: Superficie total de las tuberías (m²)
- Dc: Densidad de corriente promedio (mA/m²)
- E: Eficiencia del recubrimiento (%);

Se ha considerado el valor de eficiencia E = 80 % para el hormigón

Entonces, veamos los resultados de los cálculos de corriente obtenidos, ver **Tabla 7**:

Tabla 7 Diseño Del Sistema

PROYECTO DE PROTECCION CATODICA EN LINEAS SUBMARINAS
TERMINAL PETROLERO EMERALDAS

VALORES PROMEDIOS DE RESISTIVIDAD OBTENIDOS

(Ohm-cm)

a=1.5 m	a=3.0 m	a=5.0 m	promedio
1191,56	1025,95	341,09	852,9

CALCULO DE DENSIDAD DE CORRIENTE PROMEDIO

(mA/m²)

a=1.5 m	a=3.0 m	a=5.0 m	promedio
32,7	33,5	39,9	34,6

DISEÑO DEL SISTEMA POR CORRIENTES IMPUESTAS

ANODO TIPO:

DIAMETRO:

LARGO:

PESO DEL ANODO

COLUMNA COQUE

EFICIENCIA HORMIGÓN

CPR-8C

1,00 in

60,00 in

3,00 lbs

16" x 10' d x L

0,80 %

LINEA	DIAMETRO (m)	LONGITUD (m)	Area (m ²)	Dc(1-E)	I (A)	VIDA (años)	lunitaria (A)	ANODOS (u)	CANTIDAD (u)
20 in	0,51	4000	6383,73	6,92	44,18	20	6,27	7,05	7
20 in	0,51	4300	6862,51	6,92	47,49	20	6,27	7,57	8
14 in	0,36	4300	4803,76	6,92	33,24	20	6,27	5,30	5
12 in	0,30	4300	4117,51	6,92	28,50	20	6,27	4,54	5
12 in	0,30	4300	4117,51	6,92	28,50	20	6,27	4,54	5
10 in	0,25	4300	3431,26	6,92	23,75	20	6,27	3,79	4
10 in	0,25	4300	3431,26	6,92	23,75	20	6,27	3,79	4
8 in	0,20	4300	2745,00	6,92	19,00	20	6,27	3,03	3
TOTAL			35892,53	TOTAL	248,40		6,27	TOTAL	39,62

1TR, I=	250	A
---------	-----	---

1TR, E=	50	V
---------	----	---

n=	40
----	----



Tabla 8 Corriente De Protección Para Las Líneas

LÍNEA	A (m ²)	Dc(mA/m ²)	I (Amp)
N° 1 (20")	6862.51	34.6	47.49
N° 2 (14")	4803.76	34.6	33.24
N° 3(10")	3431.26	34.6	23.75
N° 4 (8")	2745.00	34.6	19.00
N° 5(12")	4117.51	34.6	28.50
N° 6 (12")	4117.51	34.6	28.50
N° 7 (10")	3431.26	34.6	23.75
N° 8 (20")	6383.73	34.6	44.18

$$I_{TOTAL} = \Sigma (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8)$$

$$I_{TOTAL} = 248.51 \text{ Amp.}$$

El requerimiento de corriente obtenido, ver **Tabla 8**, se lo adiciona un 8% para su adquisición para que no trabaje en su capacidad nominal. Por lo tanto, se considera conveniente la adquisición de un transformador – rectificador de 250 Amperios. Por lo tanto:

$$I_{TR} = 250 \text{ Amp.}$$

Cálculo de Ánodos Difusores

$$N = I_{TR} / I$$

Donde:

Se utilizará ánodos CERANODES tipo CPR -8C, de aleación de Titanio, cuyas características son:

- Diámetro: 1 pulg.
- Longitud: 60 pulg.
- Peso: 3 lb.
- Corriente de trabajo: 6.27 Amperios en coque
- Corriente de salida por ánodo: 8 Amperios

Veamos a continuación la siguiente **Tabla 9**, los resultados obtenidos:

Tabla 9 Masa Anódica Requerida

LÍNEA	I corriente Total (Amp)	Corriente Unitaria (A)	Número de Ánodos n (u)	Ánodos requeridos
N° 1 (20")	47.49	6.27	7.05	8
N° 2 (14")	33.24	6.27	7.57	5
N° 3 (10")	23.75	6.27	3.79	4
N° 4 (8")	19.00	6.27	5.30	3
N° 5 (12")	28.50	6.27	4.54	5
N° 6 (12")	28.50	6.27	4.54	5
N° 7 (10")	23.75	6.27	3.79	4
N° 8 (20")	44.18	6.27	3.03	7

$$n_{TOTAL} = \Sigma (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7 + n_8)$$

$$n_{TOTAL} = \Sigma (7+8+5+5+5+4+4+3)$$

$$n_{TOTAL} = 40 \text{ unid.}$$

Cálculo De Resistencias Eléctricas

Se calculará utilizando la siguiente ecuación:

$$R_t = \Sigma (R_a + R_{ca} + R_c)$$

Donde:

- R_a : Resistencia eléctrica del lecho de ánodos que integran el circuito catódico.
- R_{ca} : Resistencia de cables eléctricos, se empleará 1/0 AWG de resistencia $3.3 \times 10^{-4} \Omega / m$.
- R_c : Resistencia de las tuberías. Valor despreciable por ser buen conductor.

Entonces:

$$R_t = R_a + R_{ca}$$

Sobre la base de estas observaciones, se concluye que es recomendable fijar la cantidad de 40 ánodos para el circuito catódico.

Por lo tanto:

$$n = 40 \text{ ánodos}$$

Considerando la resistencia eléctrica del circuito, se procede a calcular el voltaje de salida del transformador – rectificador:

$$V_{TR} = I \Sigma R$$

Donde:

Demanda Real de Corriente de Protección: $I = 250$ Amperios

Resistencia del Circuito Catódico: $\Sigma R = 0.2$ Ohms.

Por lo tanto:

$$V_{TR} = 50 \text{ Voltios}$$

Conclusiones Del Diseño

1. Corriente de Protección catódica: $I_{TR} = 250$ Amperios
2. Masa general de Ánodos Difusores: $M = 120$ Lb.
3. Ánodos Difusores a Emplear:
 - Tipo: 8C
 - Masa: 3 libras
 - Desgaste: 1 lb./ Amperio - Año
 - Dimensiones: ϕ 1 in x L 60 pulg.
4. Cantidad de ánodos: 40
5. Espaciamiento entre ánodos: 13 ft
6. Dimensiones del Relleno de Coque para cubrir los ánodos: ϕ 16 in x L 10 ft

7. Resistencia Eléctrica Total del Circuito Catódico: 0.2 Ohm
8. Voltaje Nominal del Transformador – Rectificador: 50 Voltios

2.4 Instalación Sistema Catódico

Una vez que se han detectado los problemas existentes y la manera en la que se puede mejorar el sistema teniendo en cuenta los criterios de protección y las condiciones en las cuales trabaja, se realiza la instalación de cada una de las secciones del sistema catódico, el mismo que consta de: rectificador, ánodos, conexiones, medidores de potencial y juntas de aislamiento eléctrico.

Rectificador

Suministra la corriente necesaria para llegar a los niveles de polarización para proteger la estructura. Donde sus características y requerimientos para su instalación se describen en la siguiente Tabla 10



Tabla 10 Acometidas Eléctricas En La Caseta De La Estación

Unidad	Descripción
Transformador- Rectificador	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificador inmerso en aceite • Voltaje entrada: 440 VAC • Frecuencia: 60 Hertz • Fase: Three • Voltaje: DC 50 VDC • Corriente DC: 250 Amps • Tipo de cabina: A prueba de explosión • Material de cabina: Acero Pintado
Malla	<ul style="list-style-type: none"> • Barras de cobre • Tejido de alambre de cobre
Acometida Eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Cajas de breakers para 440 y 110V • Transformador de 440 a 110V

Para la ubicación del rectificador se adecuó la caseta existente en el área, construyendo una base en el suelo que garantice la sujeción del equipo y evitar vibraciones, deslizamiento o asentamientos, ver **Figura 2.3.**



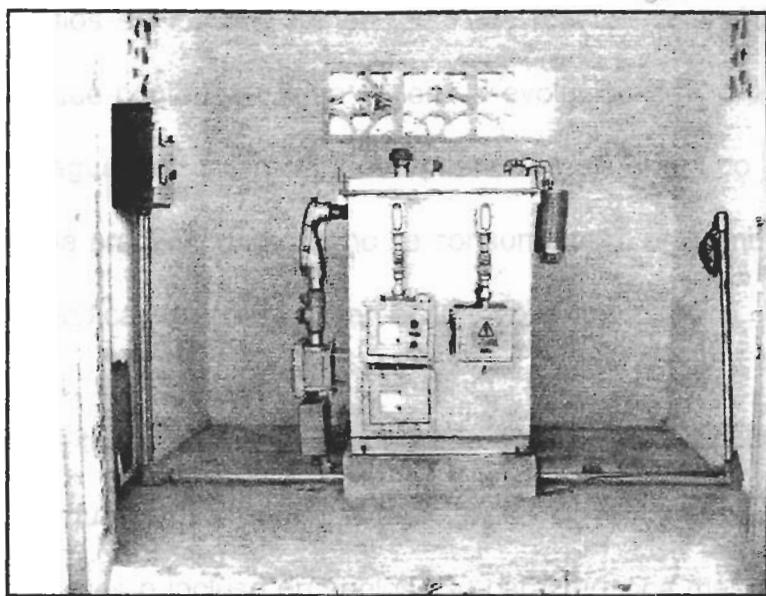


Figura 2.3 Rectificador Enfriado En Aceite, Tipo Antiexplosión

Las conexiones, pruebas realizadas y la puesta en marcha del equipo se encuentran en la sección 4.1

Una parte muy importante para garantizar el equipo contra alguna falla de sobrevoltaje o descarga es la puesta a tierra. Se ubicó cuatro estacas de cobre de $\frac{1}{2}$ " por un metro de largo y un tejido de $1m^2$ con cable de cobre flexible. Esta malla se conectó al cable conductor verde amarillo de conexión a tierra que se encuentra en el rectificador.

Ánodos

Al ser los electrones suministrados de manera externa por el rectificador no es necesario que los ánodos sean más activos que la estructura. Es posible que los ánodos puedan permanecer inertes y que solo

sean los sitios en los que tienen lugar las reacciones anódicas. En ambientes que contengan agua y cloro la evolución de cloro y la oxidación de agua son las reacciones presentes en el ánodo. De esta manera en la práctica el ánodo no se consume pero en cambio las reacciones anódicas se producen en el ambiente que lo rodea.

El ánodo de titanio platinado es indicado especialmente para instalaciones en agua de mar, aunque también es perfectamente utilizable en aguas dulces o incluso en suelos. Su característica más relevante es que con pequeños voltajes (12 V) se pueden sacar intensidades elevadas de corriente, además, su desgaste es apenas perceptible. La salida máxima de corriente puede ser de 3 000 A/m², y su desgaste en las condiciones más adversas es de 0.01 g/A-año.

Para la instalación de los lechos de ánodos se definió los siguientes pasos:

- Las tuberías tienen una longitud de 4300m que había que cubrir, el sistema diseñado por corriente impresa cubre toda la dimensión de la tubería y no es necesario utilizar ánodos de sacrificio en las zonas en que están expuestas y enterradas. Una uniforme distribución de corriente se logra con una perfecta ubicación de los lechos de ánodos y el medio en que se en-

cuentran, una vez definida la ubicación, se pasó a la ubicación en terreno.

- Se desbrozó toda la zona, para realizar las mediciones, ubicación y acceso a la maquinaria para realizar las excavaciones. Los detalles de ubicación se encuentran en el plano.
- Para cada ánodo se realiza la excavación hasta 3.6m, se ubica el tubo en el centro, se rellena con 1m de tierra y se compacta para que el tubo este firme y se procede a rellenar con 5 sacos de 50 lb. coque "backfill", ver **Figura 2.4**, se ubica el electrodo en el centro del tubo y se rellena con 10 sacos de 50 lb. coque, luego se rellena con tierra la parte exterior y se va compactando para que la tierra este firme y no existan intersticios que causen falla en la distribución y desgaste posterior del ánodo, luego se termina de rellenar con 5 sacos de 50 lb. coque y se retira el tubo y se le ubica una capa de tierra, quedando el ánodo instalado y el cable 8 AWG expuesto para realizar las conexiones respectivas. Este procediendo se realiza para los 40 ánodos de los dos lechos.



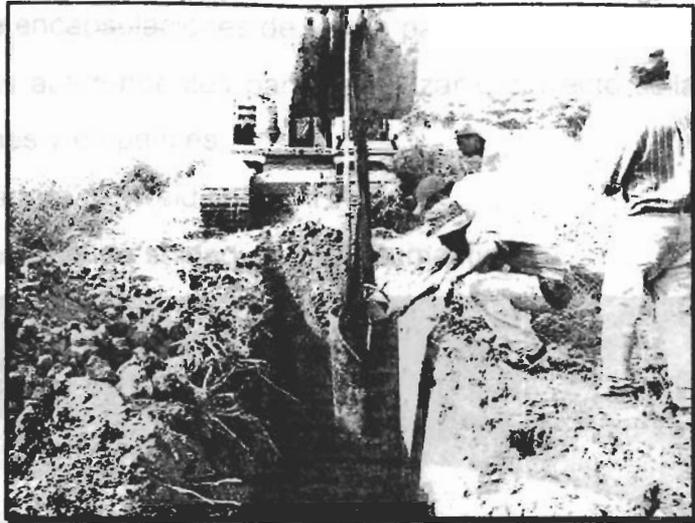


Figura 2.4 Instalación De La Cama De Ánodos

- Cada ánodo se encuentra separado 3m entre sí y el cable que esta expuesto se lo enrolla e identifica para evitar daños en él que pueden causar mala distribución de corriente.

Se tiene instalado dos lechos de ánodos con 20 ánodos cada uno y una distribución de corriente máx. de 6.25 A / ánodo.

Conexiones

Se distribuye uniformemente la corriente suministrada por el rectificador para formar el circuito de cátodo y ánodo entre las tuberías y los lechos de ánodos, para lo cual se utilizó el material siguiente:

- Cable direct burial (HMWPE) 1/0,
- Pernos ranurados de cobre,

- kit de encapsulaciones de resina para pernos ranurados,
- Cintas autofundentes para garantizar u correcto sellado de las uniones y empalmes,
- Soldadura cadweld tipo CAHA
- Protectores de soldadura con bitumastic

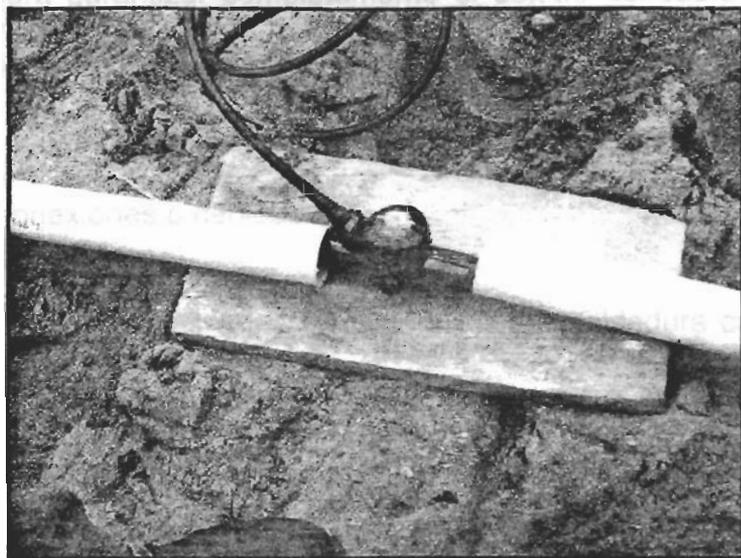


Figura 2.5 Encapsulación Epóxica Para Unión Y Sellado De Cables

Una vez instalados los ánodos y descubiertas las tuberías, se extiende el cable desde los extremos de los lechos hasta la caseta del rectificador. Se cubre el extremo del cable con cinta y en cada ubicación de ánodo se retira una parte del recubrimiento de polietileno y se une al cable del ánodo utilizando pernos ranurados. Se cubre la unión con autofundente y se procede a colocar la encapsulación cubriendo los extremos con cinta auto fundente para luego rellenar la encapsulación con la resina y tatarla, quedando lista hasta que adquiera la consis-

tencia necesaria, ver **Figura 2.5**. Este procedimiento se realiza con todas las uniones.

El cableado en toda su extensión esta protegido con tubería conduit reforzada para garantizar completamente el estado del cable y a su vez se colocó una cama de arena sobre la que posa la tubería y todas las conexiones, evitando que al tapar la zanja se puedan producir daños en las conexiones o cableado.

Para conectar los cables a las tuberías se utiliza soldadura cadweld, ubicando el molde con la polvera sobre la tubería y con un chispero se lo enciende quedando los cables soldados al instante, ver **Figura 2.6**. Por cada tubería se realizó dos soldaduras, una para la unión del cable negativo y otra para unir los dos cables que van al poste de medición y a la unidad de monitoreo.



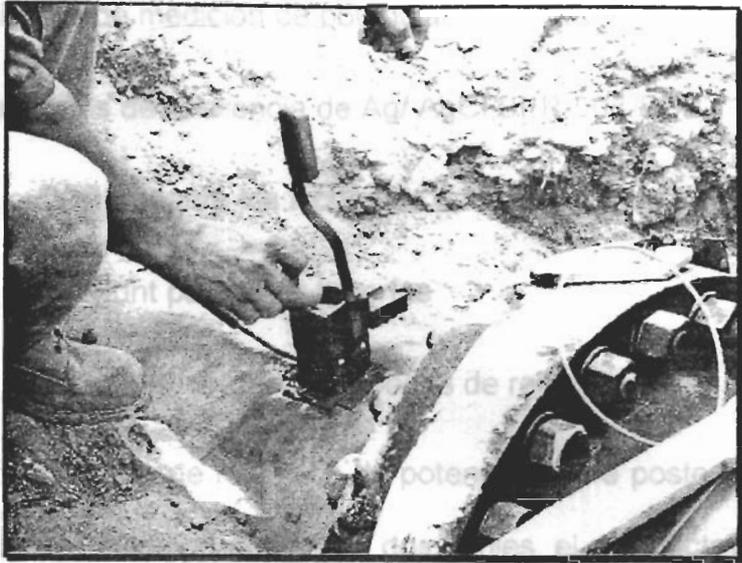


Figura 2.6 Soldadura Cadweld

Para proteger estas uniones soldadas se las cubrió con los capuchones y el bitumastic, que están diseñadas para estar enterradas y para secciones que han sido removidas.

Una vez realizada las conexiones, encapsulaciones y soldaduras se procedieron a tapan las zanjas e identificar la ubicación de cada ánodo con una placa de concreto en la que expresa la leyenda "Lecho 1 Á-nodo # 1"

Potenciales De Medición

En un sistema en el que no se puede palpar el trabajo realizado es necesario postes de medición y cajas de control para poder tener lecturas del comportamiento del sistema en la estación de medición, **Figura 2.7**, para lo cual se consta con:

- Cabezas de medición de potencial
- Electrodo de referencia de Ag/ AgCl SER-008-SUB
- Caja de shunt para los lechos de ánodos
- Caja de shunt para las 8 tuberías
- Caja de lectura para los electrodos de referencia

Se colocó la cabeza de medición de potencial sobre postes con base de hormigón. A estos postes llegan dos cables, el del electrodo de referencia y el del cable soldado a la tubería, para poder realizar las lecturas con un voltímetro conectando el positivo (+) al electrodo de ref. SER-008-SUB. y el negativo (-) a la tubería.

En las cajas de conexión de los lechos tenemos shunt de cobre para 125 A. Teniendo identificados los lechos 1 y 2 con el número de cintas envueltas en el cable.





Figura 2.7 Estación De Monitoreo

En las cajas de conexión de las tuberías se tiene una barra de cobre que distribuye a cada tubería, el mismo caso de la caja anterior, la identificación de la tubería se la tiene indicada por el número de cintas envueltas en el cable de acuerdo a la numeración llevada en este documento.

La caja de medición de los electrodos es un punto de control en la que se puede medir el potencial y **están correctamente** identificados los electrodos "E-R-1" a "E-R-8" y **las tuberías con "T-1" a "T-8"**. Desde esta caja se pasa directamente el cableado al módulo de la unidad de monitoreo a distancia.

Se puede realizar las mediciones, comprobaciones del sistema y poder determinar el estado de operación en que se encuentra, además, tenemos los valores censados para transmitirlos al sistema de monitoreo a distancia para comprobar y comparar los valores obtenidos en sitio.



Juntas De Aislamiento Eléctrico

Se aísla completamente de sistemas aledaños la estructura a proteger y comprobar que la corriente que se esta distribuyendo eficientemente sobre las tuberías consignadas al SPC por corriente impresa.

Por lo que se colocó las juntas aislantes entre la brida de las válvulas de la zona de lanzadores y la brida de la tubería con sus correspondientes casquitos, juegos de arandelas metálicas y aislantes, dándoles el ajuste necesario para las que están diseñadas que es de #300.

Una vez instalado el kit, se procede a realizar la prueba de aislamiento con el equipo de Tinker & Rasor para medir aislamiento, ver **Figura 2.8**. Se coloca las puntas del instrumento a cada lado de la junta y se determina por medio de sonido el nivel de aislamiento que se posee, obteniéndose un aislamiento completo en cada una de las tuberías.

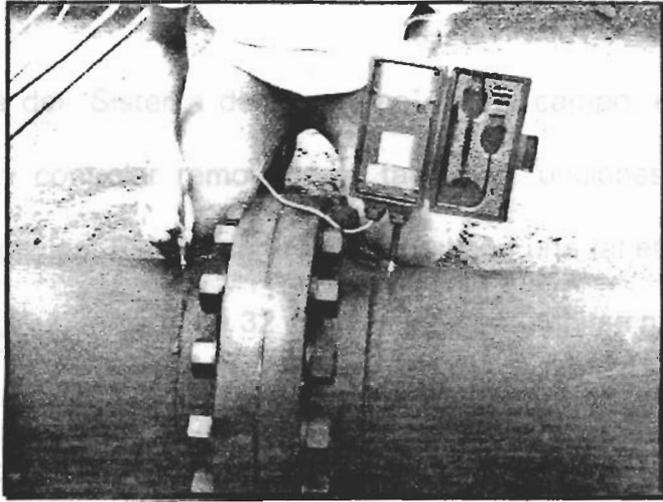


Figura 2.8 Medición De Aislamiento

2.5 Instalación Del Hardware

Confinamiento Primario

El confinamiento primario es un plástico de alto impacto coloreado de negro que provee el primer nivel de protección ultravioleta. Se usan inhibidores ultravioleta adicionales en la fabricación del confinamiento primario. El confinamiento primario es a prueba de agua, humedad y polvo en una clasificación IP65 *

Temperatura De Operación

El sistema tiene una temperatura de operación continua que va de -40°C a +85°C (-40F a +185F).

* Desde noviembre de 1982 las estipulaciones, con leves modificaciones, se describen en DIN VDE 0470 parte 1: "Clases de protección en relación con las cubiertas (Código IP)". Este estándar constituye la versión alemana del Estándar Europeo EN 60 529. También fue emitido como publicación de IEC 529 (1989).



Canales

El hardware del "Sistema de Monitoreo", en el campo, es capaz de monitorear y controlar remotamente tanto las funciones analógicas como las digitales. El hardware de campo tiene una tarjeta madre capaz de recibir un mínimo de 32 canales y de expandirse hasta 480 canales, permitiendo que los múltiples rectificadores y otros dispositivos sean monitoreados y controlados utilizando una fuente de comunicación única. La programación de todas las funciones del hardware se hace toda desde la estación principal, no se requiere la programación en campo. Todos los canales tienen su propio microprocesador y están eléctricamente aislados uno del otro. Cada canal tiene protección de ondas erráticas tanto para Descarga Electrostática (ESD – Electro Static Discharge) como Protección Electromagnética (EMP – Electro Magnetic Protection) y es capaz de una comunicación bilateral continua con cualquier otro canal, en cualquier combinación.

Todos los canales tienen plena capacidad de retención de memoria cuando se termina la energía del hardware. Todos los parámetros y protocolos establecidos se mantienen y no hay necesidad de reingresar información alguna.

Características De La Instalación

El equipo de campo Instalado dispone de conectores analógicos codificados de color especializado para la aplicación, además, se puede conseguir módulos con diferentes canales de configuración, ver **Tabla 11**:

Tabla 11 Tipos De Tarjetas Para El Módulo

AM	Tarjeta de Monitoreo Análogo	(4 canales)
AC	Tarjeta de Control Análogo	(2 canales)
DM	Tarjeta de Monitoreo Digital	(4 canales)
DC	Tarjeta de Control Digital	(4 canales)
TC	Tarjeta de Controlador Tomahawk	(2 canales)
BKP	Tarjeta de CPU	
BCD	Tarjeta de CPU con Datalogger (registrador de datos)	
BKK	Adaptador-Bucle de corriente serial (0-20mA)	
BSA	Adaptador serial V24 (RS232)	
IM	MODEM interno para líneas telefónicas analógicas	
BKM	Caja de Comunicación (interna / externa)	

Para el monitoreo de la Líneas Submarinas del TEPRE se requiere de un monitoreo análogo en las lecturas de los potenciales de las tuberías, voltaje y corriente en el rectificador, para lo cual es necesario ubicar las tarjetas en los enchufes del módulo.

Tarjeta De Monitoreo Análogo

La tarjeta de monitoreo análogo(AM) nos da lecturas de valores análogos. Los valores analógicos son valores que tienen un rango de lectura. Esto puede ser el voltaje de salida del rectificador que da 21.5Voltios o 23.4Voltios. Los valores analógicos siempre tienen un rango seguro y dan una lectura casi exacta dentro de este rango definido.

Identificación

La tarjeta AM, ver **Figura 2.9**, tiene un área de grapas específicas sobre la placa principal del módulo, que ayuda a identificar las ranuras donde la tarjeta AM se va a colocar.

Blanco	Jx9	+ positivo	Canal 4
Gris	Jx8	- negativo	
Blanco	Jx7	+ positivo	Canal 3
Gris	Jx6	- negativo	
Blanco	Jx5	+ positivo	Canal 2
Gris	Jx4	- negativo	
Blanco	Jx3	+ positivo	Canal 1
Gris	Jx2	- negativo	
Naranja	Jx1	No use	Solo prueba fabrica
Negro	Jx0	No use	Solo prueba fabrica

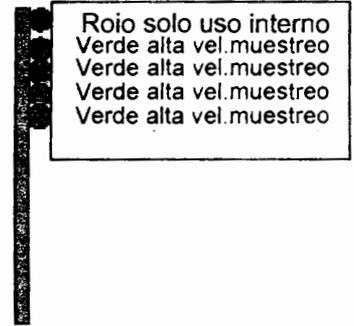


Figura 2.9 Tarjera Software Del Sistema de Monitoreo

Rangos Y Resoluciones

Las tarjetas AM vienen pre-sitiadas de la fábrica en uno de los siguientes rangos:

• 0 – 4 V	Impedancia de entrada:	10M Ω o 20M Ω
	Máx. Entrada :	4.096 V
	Resolución :	4mV / Bit
	Propósito principal :	Electrodo de referencia permanente
• 0 – 100mV	Impedancia de entrada:	10M Ω
	Máx. Entrada :	101.89057..mV
	Resolución :	99.599 μ V / Bit
	Propósito principal :	Amperaje de salida del rectificador en el shunt
• 0 – 30 V	Impedancia de entrada:	1M Ω
	Máx. Entrada :	30.0127 V
	Resolución :	29.3379 mV / Bit
	Propósito principal :	Voltaje de salida en Rect. pequeño
• 0 – 100 V	Impedancia de entrada:	1M Ω
	Máx. Entrada :	01.133 V
	Resolución :	98.859 mV / Bit
	Propósito principal :	Voltaje de salida en Rect. grande

Hay que chequear la entrada antes de conectar, para no invertir la polaridad.



Tarjeta De CPU / Datalogger

La tarjeta de CPU (BCP) es la responsable del control de la unidad y como segundo punto del BCP es la conexión con el mundo externo. Esta siempre en comunicación boxea (BKM). Toda la información en lo que concierne a esta unidad se almacena en la tarjeta BCP. Ade-

más, existe datos buffer[†] en la unidad que almacenan alarmas desde las tarjetas de monitoreo que proporcionan la hora y fecha registradas. Aún si la comunicación es bloqueada un rato, el buffer va almacenar las alarmas entrantes.

Otra tarea principal es el registro de datos(Datalogger) con el que la unidad puede almacenar mas de 690.000 lecturas en su placa de memoria rápida.

Identificación

El BCP, ver **Figura 2.10**, se ubica siempre en la ranura #10 que es la que se encuentra mas a la derecha de la placa principal. No tiene grapas porque no se puede conectar directamente el BCP.

	J09		No usado	
	J08	A 4	Selector de dirección	
	J07	A 3	Saltador, cortar si es necesario	
	J06	A 2		
	J05	A 1		
	J04		No usado	
Naranja	J03	+	Ent. de poder Positivo	Ubicado a Der. de ranura #10 Rojo: DS001 titila en reset o encendido Rojo: DS002 enciende en reset,saltador Verde: DS003 El poder conducido
Naranja	J02	+		
Negro	J01	-	Ent. de poder Negativo	
Negro	J00	-		

Figura 2.10 Tarjeta Del Registro De Datos

[†] Espacio de memoria para almacenamiento temporal de datos.



Especificación

El BCP almacena los siguientes datos en su memoria. Ellos no se perderán en caso de que falle la fuente de poder.

- Valores de alarmas y advertencias
- Los datos buffer de los últimos 80 mensajes
- Condiciones del registrador de datos
- Los últimos 30 mensajes que no han sido enviados a la Estación Principal.
- Contado de re-calibración
- Configuración de todas las tarjetas instaladas.

Re-Calibre Del Módulo

A fin de recalibrar el módulo, ver **Figura 2.11**, se realiza los siguientes pasos:

1. Apagar la unidad y unir (poner en corto) el Jumper BR1 en el módulo.
2. Prender la unidad por treinta segundos, el led DS02 prenderá por unos segundos y la información almacenada en el módulo será borrada
3. Apagar la unidad y volver a poner el Jumper BR1 abierto (sepa-



rados los dos pequeños pines, poniendo el conector negro en uno solo de ellos).

4. Mientras la unidad permanece apagada, para resetear el password y el Id, se pone en corto el Jumper T1 que se encuentra en la esquina superior izquierda.

5. Prender la unidad por 30 segundos y apagar, se vuelve a dejar el jumper T1 abierto y ya listo.

Cuando se vuelve a prender la unidad todo esta borrado y se puede volver a enviar los parámetros.

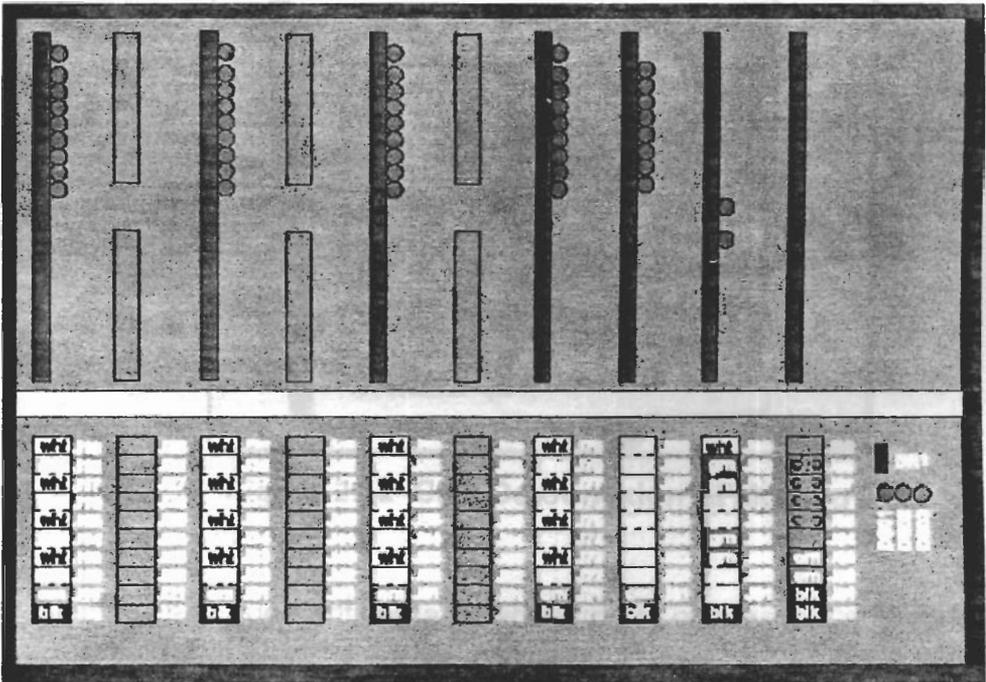


Figura 2.11 Esquema Gráfico Del Módulo

Conexiones

Las conexiones se han realizado entre la unidad de monitoreo y los puntos de prueba, para lo que se ubica una caja de conexión para reducir los diámetros de los cables 14 AWG provenientes de los electrodos de referencia y tuberías. Con este fin se utilizó la caja de conexión para el hardware y cables con un orden de colores y líneas punteadas negras y rojas para indicar la polaridad, ver **Figura 2.12**, y hacer más fácil el trabajo de conexión y reducir errores que se puedan producir por el cambio de polaridades.

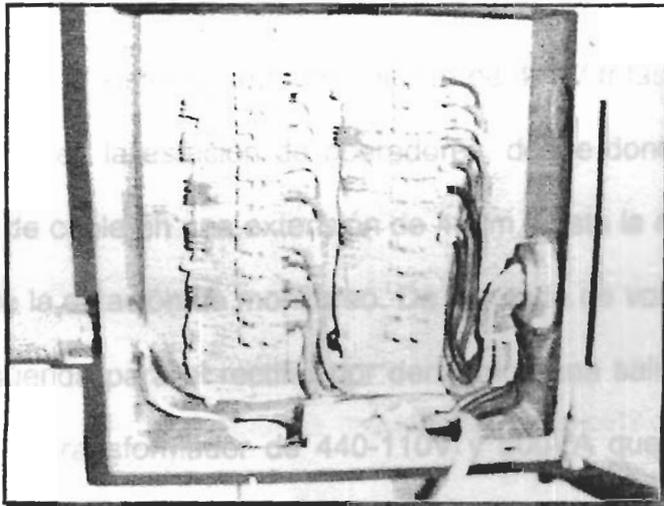


Figura 2.12 Caja De Conexión Al Módulo

Siempre hay que verificar la polaridad de la conexión. Cada canal tiene un positivo y un negativo, no se produce un daño si se invierte la polaridad solamente no se producen lecturas.

Comunicaciones Y Formatos De Comunicación

El "Sistema RMC Comanche" trabaja con un amplio rango de formatos de comunicación que incluyen teléfono, celular, celular digital, satélite, radio o cableado, los cuales pueden todos mezclarse en cualquier combinación. El software de la estación principal de computación es capaz de operar diez (10) unidades de modem y/ o facsímile simultáneamente, para apoyar las actividades de comunicación del sistema de monitoreo y control a distancia

Fuentes De Alimentación

Para energizar el sistema se tomo energía de 440V trifásica en el panel de control en la estación de operadores, desde donde se realizó un tendido de cable en una extensión de 400m, hasta la acometida en la caseta de la estación de monitoreo. De la fuente de voltaje de 440V que es requerida para el rectificador derivamos una salida en la que utilizamos un transformador de 440-110V y 500VA que satisfaga la carga requerida y proveer el voltaje al hardware.

El hardware es capaz de usar fuentes de energía que incluyen la comercial con clasificaciones que van de 110-120 voltios AC 60hz a 220-240 voltios AC 50/60hz, de fase sencilla o triple, así como energía solar y de batería. El voltaje de operación es de 12-24 VDC y el consu-

mo es menos de 14 watt. El "Sistema de Monitoreo" puede utilizar una fuente de energía sin interrupción (Respaldo de Batería).

Preparación Del Hardware De La Estación Principal

Para ser capaz de establecer conexiones con los dispositivos de monitoreo y control a distancia, por lo menos un módem debe estar conectado a la estación principal. Un módem es un dispositivo que permite a la computadora comunicarse por medio de línea telefónica, teléfono celular, radio o satélite. La palabra 'módem' es una abreviatura de "**modulador-demodulador**", lo cual significa que el módem transforma los datos de la computadora en señales telefónicas y viceversa. Hay dos clases de módems: módems incorporados en tarjetas internas agregadas dentro de la computadora o módems externos, los cuales tienen que conectarse a un puerto serial de la computadora.

Es necesario seguir las acciones requeridas para instalar y preparar módems con Windows '95, '98, 2000.

En el Sistema de Monitoreo y Control a Distancia, los módems proveen comunicación entre módulos (instalaciones remotas), los cuales están localizados en el rectificador o hardware de campo, y la estación



principal. Además de eso, el programa utiliza módems para enviar mensajes de fax y para contactar servicios de localizador.

Conectando Un Módem Externo A La Estación Principal RMCS Co-manche

Las partes requeridas para conectar un módem externo a una Estación Principal son:

- Una computadora personal con un sistema operativo Microsoft Windows '95,'98, 2000.™ (la Estación Principal)
- Un módem externo
- Un adaptador de suministro de energía para el módem (usualmente entregado con el módem)
- Un cable serial para conectar el módem a la computadora (usualmente entregado con el módem)
- Un cable para la conexión entre el módem y la línea telefónica o dispositivo de comunicación (usualmente entregado con el módem)
- Un enchufe de teléfono
- Los manuales del módem y de la computadora personal

Las siguientes instrucciones explican los pasos para conectar e instalar un módem externo a la Estación Principal.

1. Conectar el módem a la línea eléctrica. Asegurarse que utiliza un adaptador de suministro de energía que sea apropiado para su voltaje de la red eléctrica.
2. Conectar el módem a la red telefónica.
3. Verificar qué puerto serial (RS-232C) de su computadora no está en uso. La mayoría de las veces, las computadoras personales tienen dos puertos seriales llamados COM1 y COM2. En la mayoría de los casos, COM1 se usa para el ratón, tomar el COM2 para el módem.
4. Conectar el módem a un puerto serial libre de la computadora. Hay dos clases de clavijas/ enchufes para conexiones seriales con computadoras personales: una con 9 agujas (DB-9) y una con 25 agujas (DB-25). Si las clavijas del cable serial no encajan en el enchufe del módem y/ o computadora, usar un adaptador apropiado.
5. Encender el módem.
6. Iniciar la computadora.
7. Preparar el módem.

Preparación Del Módem

Se conecta el módem a un puerto serial libre (RS-232C o puerto COM) de la PC de la estación principal. Las PCs estándares están

equipadas con dos puertos COM rotulados 'COM1' y 'COM2'. COM1 debe reservarse para el ratón; COM2 debe usarse para las comunicaciones del módem.

Windows '95,'98, 2000. ofrece la detección automatizada del módem y las características de diagnóstico. Para usarlas, se hace clic en [Inicio/ Parámetros/ Panel de Control], ver **Figura 2.13**:

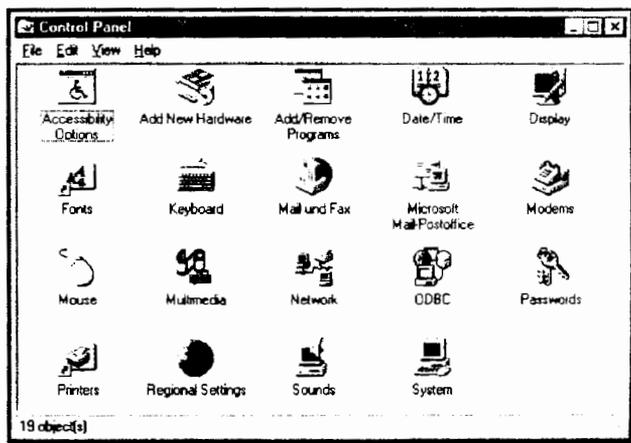


Figura 2.13 Panel De Control De Windows

Para instalar un nuevo módem se hace doble clic en el icono "Módems" y dejar que Windows '95,'98, 2000 detecte e instale el módem. Asegurarse de que el módem esté encendido y conectado adecuadamente. Después de que el módem ha sido detectado e instalado, Windows '95,'98, 2000, le dice acerca del puerto COM del módem: "El siguiente módem se encontró en COM2"

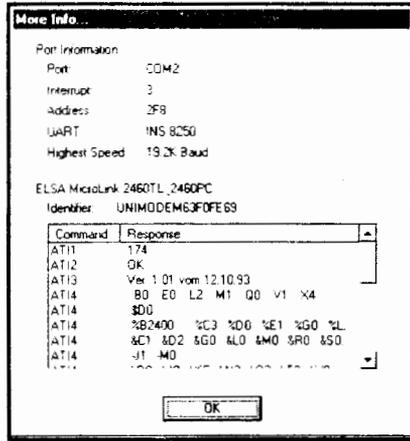


Figura 2.14 Estado De Configuración Del Modem

Asegurarse de que el módem esté encendido. Haga clic en [Módems/ Diagnóstico], seleccione COM2, luego haga clic en [Detalles], ver **Figura 2.14**. Windows '95,'98, 2000 ejecutará el diagnóstico y mostrará los resultados del interrogatorio.



CAPÍTULO 3

3 IMPLANTACIÓN DEL SOFTWARE DE MONITOREO

Esta tecnología es relativamente nueva y la mayoría de los software de las UMR se actualizaron durante el periodo de prueba y lo importante es que proporcionaron perfeccionamientos. Las aplicaciones del software eran factores importantes en la viabilidad de la UMR. Todos los paquetes del software están basados en Windows, agregando el beneficio de la interfase a una variedad de análisis de los datos y programas de información. Ninguna de las unidades era OLE compatible; sin embargo, todas las unidades guardaban los datos perdidos en archivos que eran hoja de cálculos importables.

Algunas UMR le proporcionan la opción de transmitir un grupo específico de lecturas al usuario, que varían desde el inicio de la unidad a la fecha presente, mientras que otros estaban mucho más limitados.

La mejor y más fiable solución al problema del almacenamiento de datos, es empleado por la unidad que tiene la capacidad de acopio de datos en sitio. Esta unidad es capaz de proporcionar datos completos del backup puestos, así como exportar datos para los rangos de fechas especificados por el usuario.

Como se mencionó antes, los fabricantes están poniendo continuamente al día sus software. Algunos de los más nuevos desarrollos del software incluyen la capacidad del exportar los datos directamente a cualquier programa de hoja de cálculo especificado por el usuario e incluyen la compatibilidad OLE para una incorporación más simple en el ambiente de Windows, y una capacidad de informe automático que permite a la unidad avisar a un PC remoto en una base fijada y transmitir sus lecturas

Además, la incorporación del atributo de la alarma, la cual notificará al usuario cuando una lectura este fuera del limite especificado por el usuario. Otras mejoras están en el área de seguridad, donde el acceso a varias funciones de la unidad se las limita a través del uso de contraseñas

El software de monitoreo o de Tele supervisión es el último eslabón en la cadena desde el proceso al usuario, posee diferentes componentes, ver **Figura 3.1**, de los cuales los principales son:

- Interfase Hombre-Máquina (MMI)
- Módulos de configuración de Bases de Datos
- Drivers de comunicaciones
- Módulos de configuración de pantallas
- Módulos de manejo de alarmas
- Módulos de manejo de tendencias e históricos

Todos estos módulos se hallan integrados formando un paquete software que permite desarrollar aplicaciones de monitoreo y control bastantes complejas.

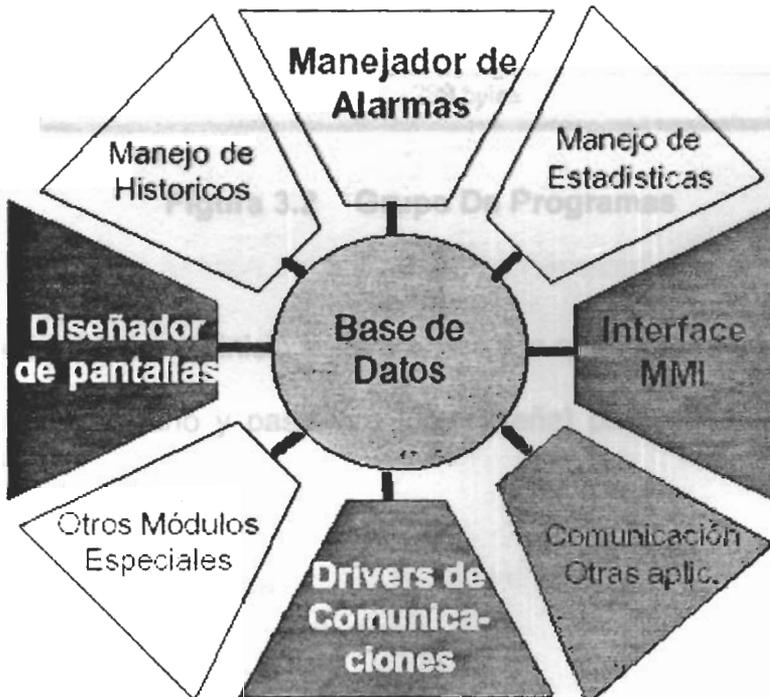


Figura 3.1 Componentes Del Software

3.1 Configuración Del Software

Las herramientas y el software relacionados están localizados en el grupo de programas "Comanche RMCS". Para iniciar el programa, se hace doble clic en el icono "Comanche RMCS", ver Figura 3.2.

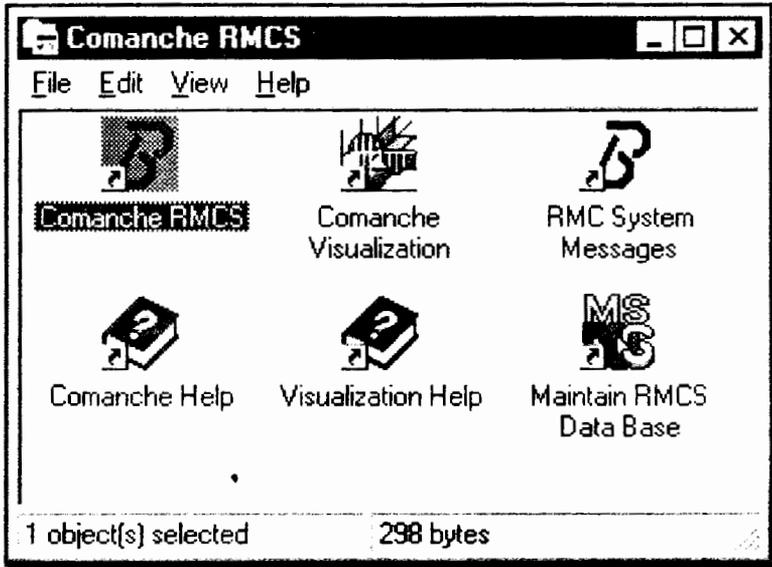


Figura 3.2 Grupo De Programas

Después de que se inició software, se pide que ingrese su ID [identificación] de usuario y password [contraseña] para obtener acceso al sistema.

Contraseña programada:

ID de usuario : SYSTEM

Password : **start**

Panel Principal Comanche

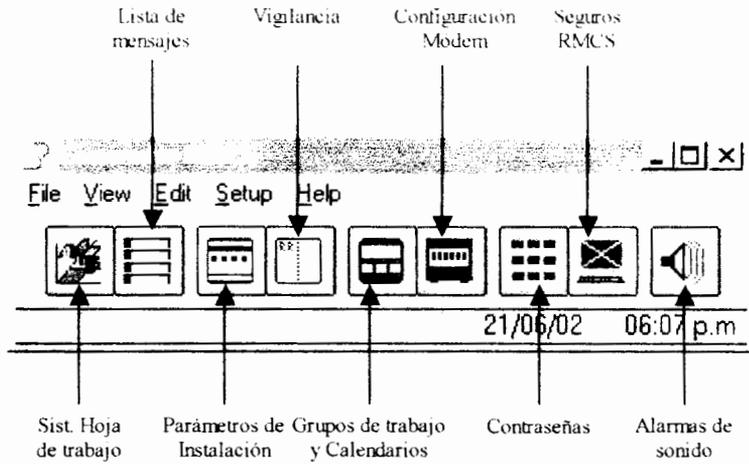


Figura 3.3 Panel Principal

El Panel Principal Comanche ofrece todas las herramientas que se necesita para administrar completamente un Sistema RMC.

Para iniciar una función del programa, se hace clic una vez en el icono de función, ver **Figura 3.3**.

Agregando Módems

El primer paso para configurar el software es editar la configuración del módem.

Para agregar un nuevo módem, se usa la característica arrastrar y soltar para elegir un módem de tipo adecuado (módem en proceso o

fax) colocarlo sobre un símbolo de puerto COM, ver **Figura 3.4**. Los símbolos de puertos COM en gris no pueden usarse para propósitos de comunicaciones.

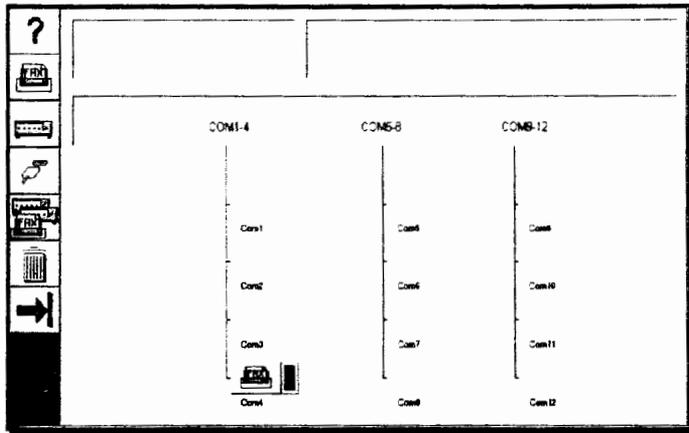


Figura 3.4 Nuevo Módem

Configuración Del Módems

Después de agregar un nuevo módem, el cuadro de configuración del módem se abre. Se puede seleccionar el tipo de módem de una lista de tipos pre-configurados o ingresar los parámetros definidos del usuario. También se tiene que verificar los parámetros de marcación del módem (método de marcado de pulsos/ tonos) y el uso que se le dará al módem -marcar internamente y al exterior o solamente marcar al exterior, para permitir comunicación en proceso, localización, y fax- y que sea capaz de marcar. Haciendo clic en "OK" cuando se termina, ver **Figura 3.5**.



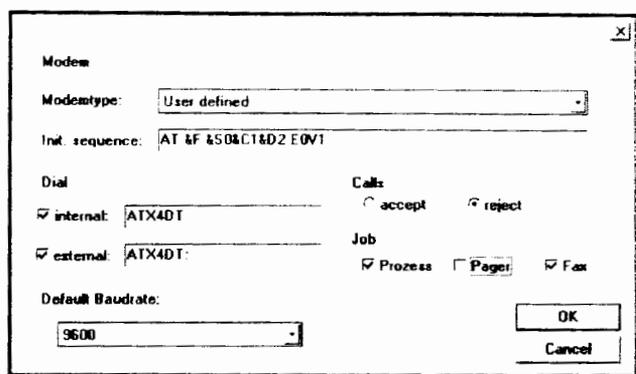


Figura 3.5 Configuración Del Módem

Secuencia De Inicialización Del Módem Y Comandos "AT"

La secuencia init [inicialización] del módem es un comando que utiliza el software para inicializar adecuadamente un módem de monitoreo y control remotos. Virtualmente todos los módems que se venden ahora son genéricos o "Hayes compatible" [compatibles con Hayes]. Un buen punto de inicio para una cadena de inicialización adecuada es, por tanto, el uso de comandos "AT" que deberían ser comunes para todos los módems.

AT &F &S0 &C1 &D2 E0 V1

Estos comandos del módem tienen la intención de lograr los siguientes parámetros:

&F: Reajuste el módem a defectos de fábrica.



&S0: Ajusta la señal DSR del módem para que siempre esté activa-
da.

&C1: La señal DCD del módem está activada durante una conexión
establecida.

&D2: La señal DTR del módem que se desactive ocasionará que el
módem cuelgue.

E0: El módem no hará eco (repetir) con los comandos del módem.

V1: El módem contestará respuestas alfanuméricas.

Asegurándose que el comando "&F" también active [inicio de comuni-
cación bi-direccional de hardware RTS/ CTS] el módem. ¡Esto es ne-
cesario para las comunicaciones adecuadas del módem!

3.2 Parámetros De Instalación

Para crear una instalación desde el panel principal seleccionamos "Fi-
le / Intallation" [Archivo / Instalación] para luego, en el botón "New"
[Nuevo] de la ventaba de instalación crear el sitio, ingresando las lí-
neas de texto que describen la instalación remota. Una vez terminado
se hace clic en el botón OK, ver **Figura 3.6**.



Site name	Type
INSPECCIÓN TECNICA	<input checked="" type="checkbox"/> Comanche B288
SPC TEPRE	<input type="checkbox"/> Comanche ELITE
	<input type="checkbox"/> Comanche ARROW

OK Cancel

Figura 3.6 Instalación Nueva

Una vez que se define el sitio, desde el panel principal se hace clic en el icono “Installation data and parameters” [datos y parámetros de instalación] Del cuadro de dialogo de selección de instalación se hace doble clic en la nueva instalación (INSPECCIÓN TÉCNICA, SPC TEPRE), del cual aparece la ventana “System Site Editor” [Editor de Sitio del sistema] ver **Figura 3.7** y se selecciona “Edit Communication Parameters / Edit values” [Editar Parámetros de Comunicación / Editar valores]. Las entradas en esta ventana se refieren a diferentes partes del sistema:

- El grupo de instalación contiene información para el software.
- Los grupos de “Comunicación y Call Sequence” [Comunicación y secuencia de llamada] contienen información que es enviada y usada por el hardware, ver **Tabla 12**.



Station: 1

Id:

Show current communication parameters
 Edit values Copy current values

Settings to contact Site

Password: TEPRE

Phone no. of Site: 725337

Modemgroup: Default

External Hold Line: 30 sec.
 Set Device Time Permanent

Settings for Site Modem

Modem Init: AT

Modem Dial: ATDT

Phone No. 1: 700184

Phone No. 2: 700184

Call sequence

Number	Delay
1 1st Number	0 Minutes
2 1st Number	1 Minutes
3 1st Number	2 Minutes
4 1st Number	5 Minutes
5 1st Number	10 Minutes
6 1st Number	15 Minutes
7 1st Number	1 Hours
8 1st Number	12 Hours

OK Cancel Help

Figura 3.7 Parámetros De Comunicación

Tabla 12 Referencia De Los Parámetros De Comunicación

Referencia	Entrada	Explicación
Password [Clave]	TEPRE	Contraseña que será utilizada para autenticar el acceso.
Installation Phone No. [Núm. Telefónico de la Instalación]	725337	El número telefónico a marcar para conectarse a la instalación remota.
Modemgroup [Grupo de Módem]	CONFIGURADO	El grupo de módem a usar para establecer una conexión.
External [Externo]	<input checked="" type="checkbox"/>	Si se selecciona, indica que la instalación no está conectada a un sistema telefónico interno.
Set Device Time [Ajustar Hora del Dispositivo]	<input checked="" type="checkbox"/>	Siempre que llame a la instalación remota, envíele la fecha y la hora actual.

Hold Line [Línea de Espera]	30 Seg.	Duración mínima en la que el software Comanche mantendrá una conexión con la instalación. ¡Al seleccionar Permanente se mantendrá la línea por siempre! ¡Esto deberá seleccionarse solamente en casos de prueba!
Modem Init [Inicialización del Módem]	AT	Cadena de inicialización que usará el módem de la instalación remota.
Modem Dial [Marca- ción del Módem]	ATDT	Los comandos del módem requieren tonos al marcar a la estación principal
Teléfono No. 1 / No. 2	700184	Números telefónicos primario y secundario para llamar a la estación principal.
Call Sequense [Se- cuencia de llamada]		Si un módulo falla al marcar a la estación principal, utiliza el parámetro de secuencia de llamada para intentos posteriores de marcación. 1st Number y 2 nd Number [1º Número y 2º Número] se refieren al Teléfono No. 1/No. 2. El valor Delay [Demora] ajusta el tiempo de espera entre dos llamadas subsecuentes.

Este software brinda la facilidad de editar sus propiedades y seleccionar el número de estaciones en la instalación y cuáles de ellas están equipadas con registrador de datos, ver **Figura 3.8**. En la instalación se tiene una Estación # 1, ubicada en el TEPRE y equipada con registrador de datos.



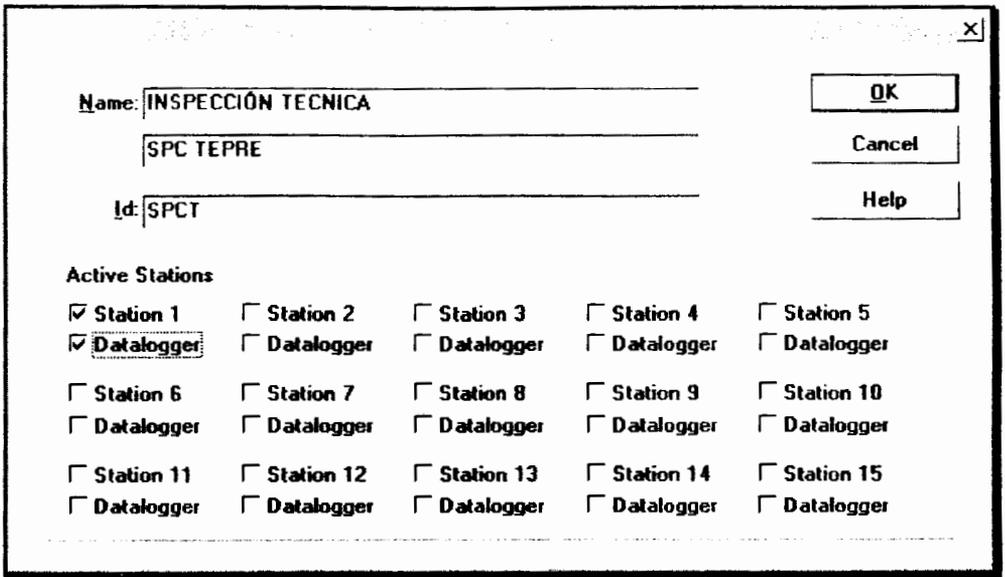


Figura 3.8 Propiedades De Instalación

Una vez que se edita las propiedades, se selecciona "Station 1" [Estación 1] y "All (Contacts)" [Todos (Contactos)], ver **Figura 3.12**, en el editor de sitio del sistema. Luego se hace doble clic en el número de contacto que se va a editar y se le asigna el tipo e información, ver **Figura 3.9**.

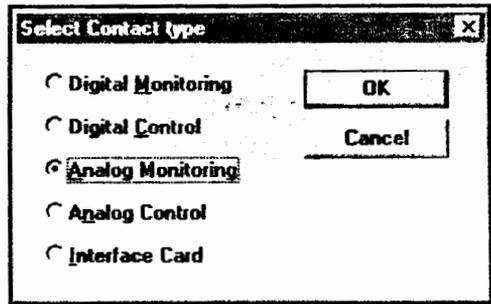


Figura 3.9 Tipo De Contacto

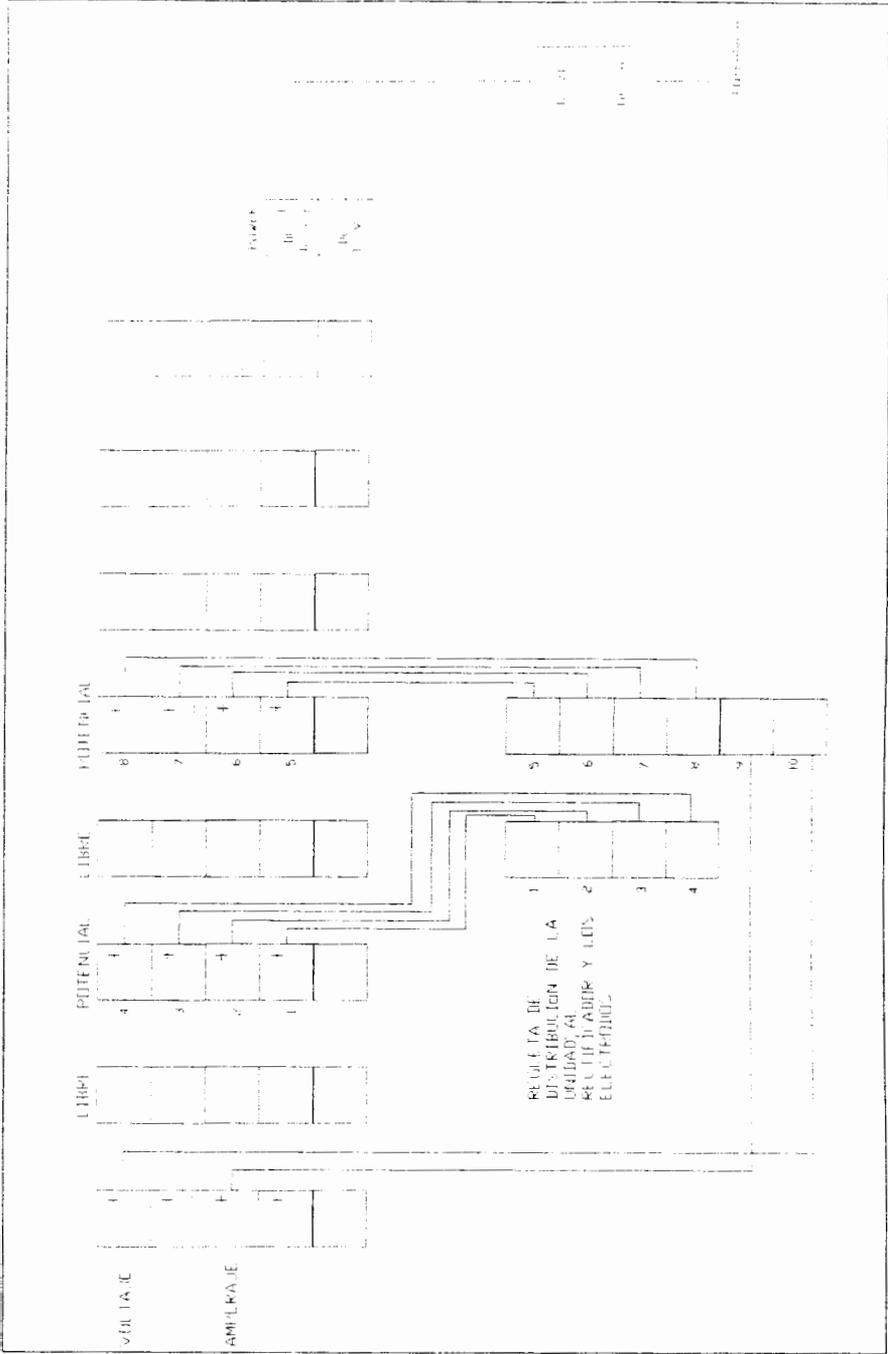


Figura 3.10 Instalación De Unidad De Monitoreo





El hardware en la instalación remota consta de tres placas de cuatro contactos de monitoreo análogo como indica la **Figura 3.10**; al voltaje, la corriente del transformador y a cada tubería se le asigna un canal en el que se edita una breve descripción del dispositivo, la unidad de medición y el rango en el que van a estar las lecturas a monitorearse, ver **Figura 3.11**.

Name:	TUBERIA 20" FUEL OIL	OK
	POTENCIAL TUBO-SUELO	Cancel
Unit:	V	Help
Range:	0.0 - 4.095	

Figura 3.11 Contacto Editado

La distribución de los contactos obedece a la ubicación de las placas de tal modo que los números asignados son: #1 al #4, #9 al #12 y #17 al #20; del menú de contactos se selecciona "All activated" [Todos los activados] de donde aparece la lista de contactos que ya han sido activados, ver **Figura 3.12**.

#	Type	Name	Value	Range
2	AM	CANAL VOLTAJE LIBRE, VOLTAJES DC	0.00	0.00 ... 100.00 V
4	AM	CORRIENTE DE SALIDA, AMPERIOS DC	0.00	0.00 ... 500.00 A
9	AM	TUBERIA 20" FUEL OIL, POTENCIAL TUBO-SUELO	0.00	0.00 ... 4.095 V
10	AM	TUBERIA 14" FUEL OIL, POTENCIAL TUBO-SUELO	0.00	0.00 ... 4.095 V
11	AM	TUBERIA 10" LPG, POTENCIAL TUBO-SUELO	0.00	0.00 ... 4.095 V
12	AM	TUBERIA 8" KEREX, POTENCIAL TUBO-SUELO	0.00	0.00 ... 4.095 V
17	AM	TUBERIA 12" DIESEL, POTENCIAL TUBO-SUELO	0.00	0.00 ... 4.095 V
18	AM	TUBERIA 12" GASOLINA EXTRA, POTENCIAL TUBO-SUELO	0.00	0.00 ... 4.095 V

Figura 3.12 Editor Del Sistema

En este momento, el software del sistema de monitoreo recibió toda la información necesaria para establecer comunicación con la instalación a distancia. En el editor del sitio se selecciona Comand/ Site y en la ventana se marca la estación a la que se va a enviar los comandos, la que corresponde a la estación #1 TEPRE, luego se hace clic en Send Parameter [Enviar parámetro] ver **Figura 3.13**. El software marca a la estación a distancia y carga los parámetros en el módulo.



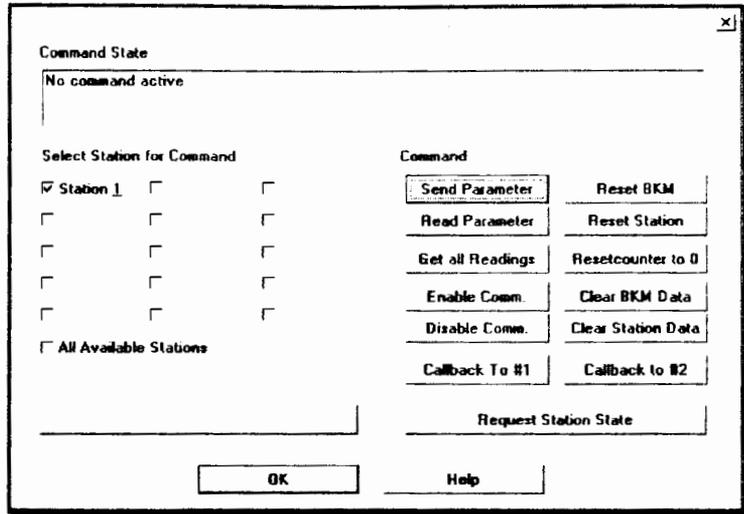


Figura 3.13 Comandos De Instalación

3.3 Planificación De Alarmas

La planificación presenta un sistema de manejo de la información de alarmas automatizadas, incluyendo el tiempo en que ocurrieron, grupos de trabajo y administración de responsabilidades.

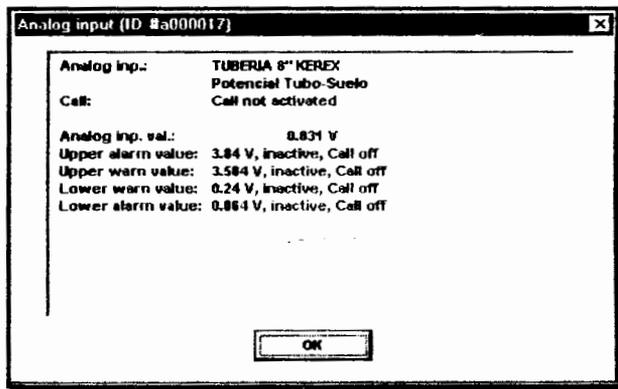


Figura 3.14 Valores De Alerta Para Alarmas

Las entradas analógicas ofrecen un rango amplio de grupos de comandos que presentan mensajes automáticos en condiciones de advertencia o alarma, a las que se asigna parámetros para que envíen mensajes a la estación principal si los valores caen por debajo o aumentan por encima de cualquier valor de alarma o advertencia ya definidos, ver **Figura 3.14**. Las notificaciones de alarmas son recibidas por una persona o un grupo de trabajo.

Name	E-mail address	Pager No.	Facsimile No.	Remarks	000
Agustin Ahencia	aaahencia@petroindustrial.c	CityCall 722300		Comunicacion	▲
Cesar Montalvo	cmontalvo@petroindustria		71203	Insto. Tecnica	▼
Doyle Ylledas	dylledas@petroindustrial.c	CityCall 727045		Proteccion Catodica	
Fabrizio Obando	fobando@petroindustrial.c		72569	Proteccion Catodica	
Fausto Flores	fflores@petroindustrial.c	CityCall 710738	722604	Insto. Tecnica	
Marcelo Ortiz	mortiz@petroindustrial.c		722604	Insto. Tecnica	
Pedro Paladines	ppaladine@petroindustria		722604	Insto. Tecnica	

Figura 3.15 Lista De Personal

Para crear un grupo de trabajo se hace clic en el icono Workgroups & Calendar [Grupo de trabajo y Calendario] en el panel principal del software, ver **Figura 3.3**. Las ventanas permiten ingresar la lista de miembros del personal de inspección técnica que son capaces de manejar una alarma. Por cada miembro del personal en esta ventana se

puede asignar su facsímile personal o un número de localizador así como su obligación, ver **Figura 3.15**.

El personal esta organizado en grupos de trabajo relacionados con la asignación de sus responsabilidades y turnos. Para crear un grupo de trabajo en el software, se hace clic en el icono Create New Workgroup [Crear nuevo grupo de trabajo], se ingresa el nombre del grupo y se selecciona los miembros del grupo en las líneas en blanco pudiendo ingresar los nombres, correos electrónicos, teléfonos y responsabilidad.

Teniendo en cuenta el horario de trabajo en la Refinería, se puede programar grupos de emergencia o subgrupos considerando cambios de turno, almuerzo y la fecha. Los miembros del grupo pueden estar activos o inactivos debido a enfermedad o ausencia. Con la característica de la programación de horas y los grupos de trabajo se planifica el calendario de trabajo, ver **Figura 3.16**.



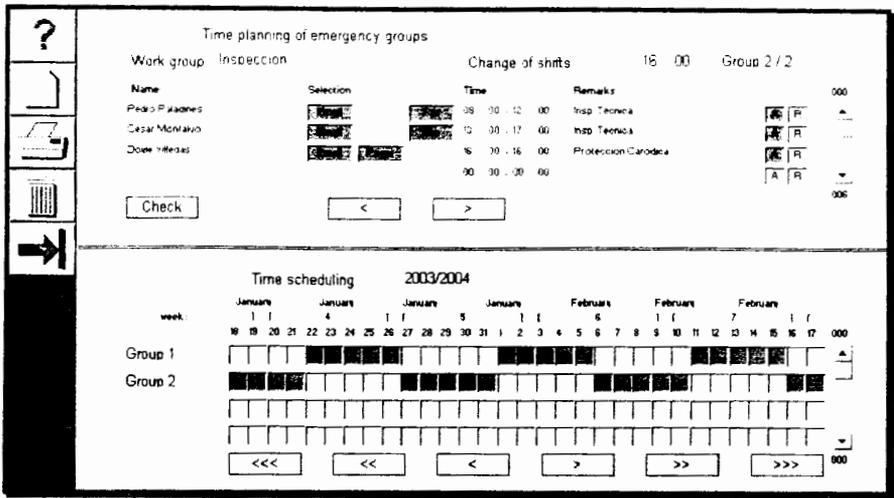


Figura 3.16 Grupo De Trabajo Y Calendario

3.4 Registro De Datos Y Mensajes

El sistema soporta el registro de datos tanto de medidas de potencial "on" como de potencial "off". En la instalación del TEPRE, realizamos mediciones del potencial "on", para lecturas del potencial "off" la estación tendría que estar equipada con una salida de control digital para que sea capaz de encender y apagar el rectificador.

Configuración

En la ventana de Site Setup [configuración del sitio], se selecciona la estación que esta equipada con registro de datos, la misma que se activa al hacer clic en el cuadro, ver **Figura 3.8**.

Luego se selecciona desde la ventana del editor del sistema, Datalogger/ Measurement Parameters [Parámetros para registro de datos y

medición] ver **Figura 3.17** y se ingresa el tipo de medición, los valores de parámetros y el ciclo de las lecturas, ver **Tabla 13**.

Figura 3.17 Parámetros De Medición

Tabla 13 Referencia De Parámetros De Medición

Parámetro	Explicación
Off-/On-potential measurement [medición con/sin potencial]	El tipo de medida potencial que la instalación es capaz de y configurada para. La medida sin potencial requiere un control digital „break switch“ [conmutador de interrupción] que encienda o apague el rectificador.
Start [Inicio]	Fecha y hora en que comienza el proceso de registro.
Power ON/OFF [Encendido/ Apagado]	Se aplica sólo a registro sin potencial. Los campos 'ON' y 'OFF' deben contener la duración para que el rectificador se encienda y se apague.
Cycle length [duración del ciclo]	Se aplica sólo a medidas con potencial. La duración de un solo ciclo de medición debe darse aquí.
# of cycles [núm. de ciclos]	El número de ciclos que tendrá lugar el registro de datos. Esto puede ser un valor numérico, o usted puede registrar infinitamente marcando la opción Unlimited [ilimitado].

Sample rate [velocidad de la muestra]	El intervalo entre lecturas durante un ciclo. Esto controla la resolución del proceso de registro.
---------------------------------------	--

Con los valores del Número de ciclos = 10, la velocidad de la muestra = 1 min. en una duración de 5 min. , El proceso de registro completo toma 10x5min. = 50min. El número de lecturas número de lecturas es 50 mim./1 mim = **50 lecturas.**

Una vez definido el ciclo de mediciones, se selecciona las entradas analógicas que corresponde a cada contacto que va ha usar el registro de datos, ver **Figura 3.18**, haciendo clic en Contact Settings [Parámetros de contacto].

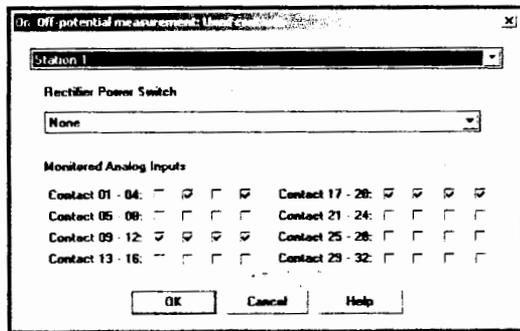


Figura 3.18 Contactos

Lecturas

Para las lecturas el Comanche utiliza un programa para organizar la información y exportarla a otros programas de Windows o basas de

datos. En el editor del sistema se selecciona datalogger/ Command [registrador de datos/ comandos], el detalle del manejo de los datos se verá en la sección 4.2. Para continuar y guardar la información en la lista de mensajes, se acepta trabajar con el programa no activo. Se inicia la lectura del datalogger al enviar los parámetros y lista el proceso de registro.

Lista De Mensajes

La lista de mensajes permite seguir la pista a todos los mensajes entrantes en proceso, notificaciones de rutina y alarmas así como filtrar mensajes, para reflejar un marco específico, tipo de contacto o prioridad de mensaje.

Con el botón de "Auto" activado cualquier mensaje entrante se desplazará continuamente hacia delante, así como mensajes específicos pueden bloquearse y seleccionarse al resaltar la casilla de la izquierda de cada línea de mensaje, ver **Figura 3.19**. Si se hace clic en el icono visualización con un solo mensaje seleccionado, el software nos lleva a la hoja de trabajo donde aparece el contacto relacionado con el mensaje.

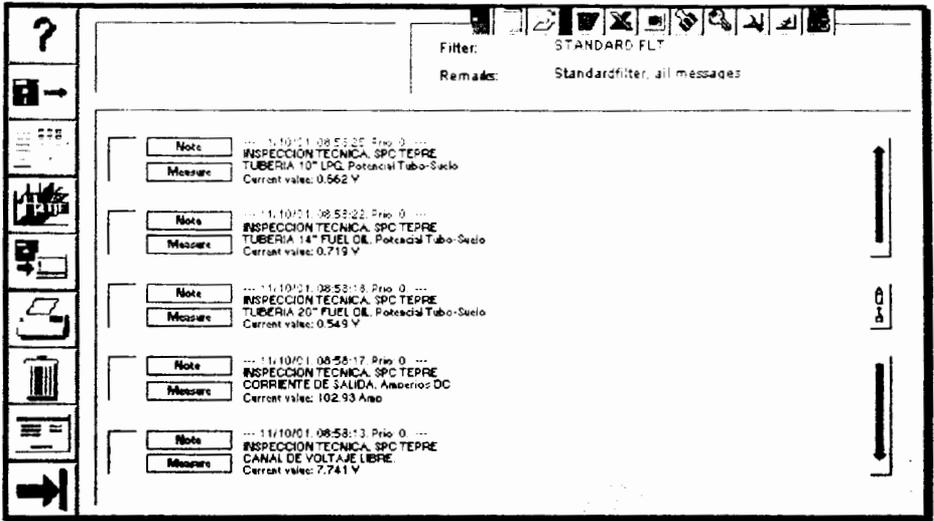


Figura 3.19 Lista De Mensajes

La ventana de control de mensajes nos da una introducción a la cantidad de alarmas y mensajes que se ha recibido desde la estación maestra durante un cierto tiempo, ver **Figura 3.20**. Por ejemplo, el control de la alarma se reajusta a las 5 pm y se inspecciona a las 8 am del día siguiente, horas de los cambios de turno en Refinería, esté mostrará cuantas alarmas y mensajes llegaron en la noche.

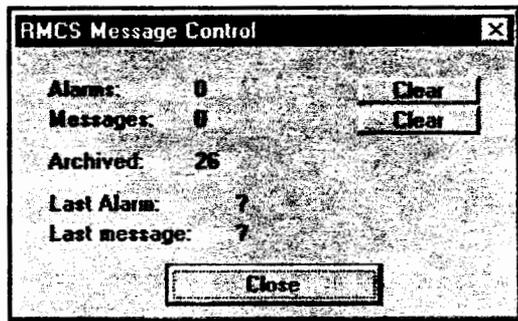


Figura 3.20 Control De Mensaje

3.5 Interfaz Gráfica Del Sistema Catódico

Es una aplicación para dirigir y controlar a distancia el equipo a través de los módulos. El sistema de controlar y ordenar es muy complejo y se pone muy extenso cuando hay un cierto número de instalaciones conectadas. A través del proceso de visualización, el usuario del equipo se proporciona con una herramienta para el proceso de controlar así como el proceso de reaccionar a la información recibida además de ilustrarse y simplificarse.

El Principio

En la visualización dirigida o controlada, se conectan parámetros de instalación existente con los objetos de la visualización (las entradas digitales, entradas analógicas, rendimientos digitales, rendimientos analógicos y contadores.)

Se transmite información proporcionada por los parámetros vía la estación maestra a estos objetos. Con la ayuda de la visualización-objeto, se ha creado un modelo de la instalación, que no sólo representa la información de los parámetros en los objetos, sino también permite dar una orden vía los objetos a los parámetros y, por consiguiente, al equipo. Sólo información necesitada por el usuario se muestra, ver **Figura 3.21**.

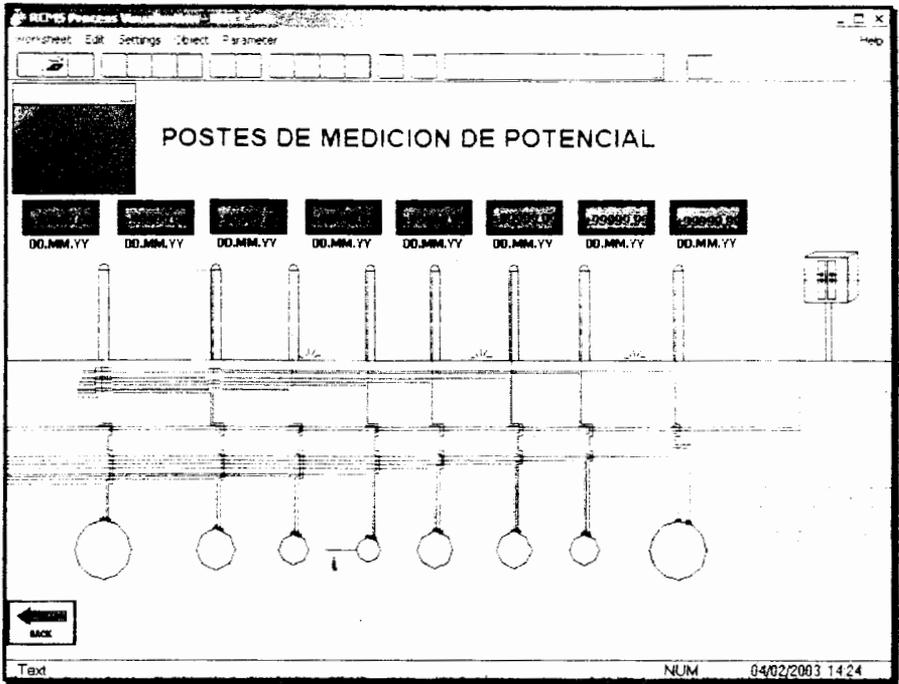


Figura 3.21 Visualización De Potenciales

La posibilidad de incorporar los gráficos y el texto permite mostrar todos los datos pertinentes claramente y rápido, para leer sin el peligro de perder los informes importantes en una confusión del texto.



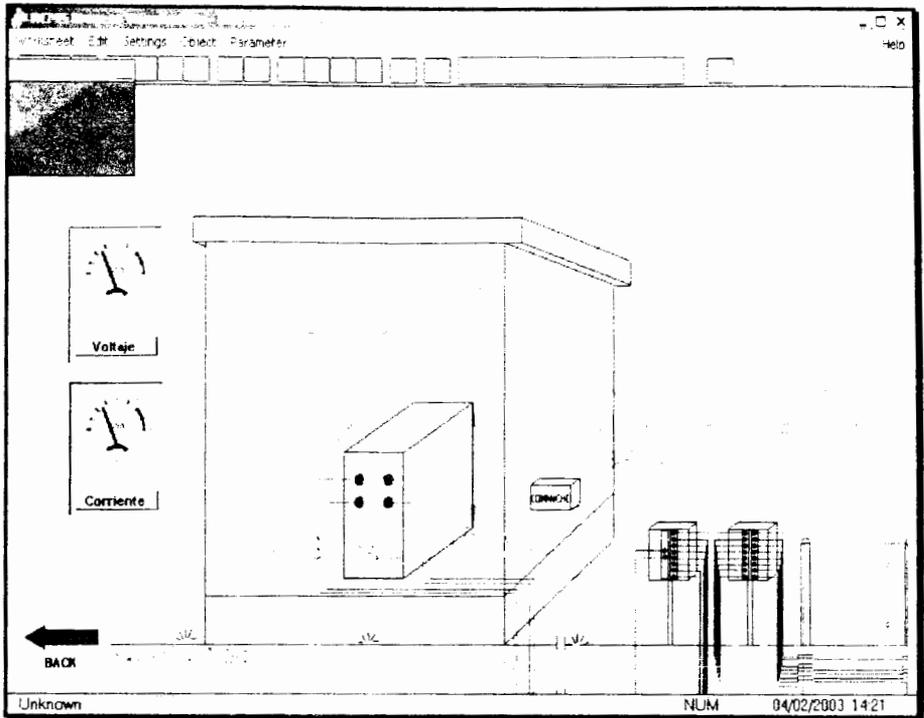


Figura 3.22 Visualización Del Rectificador

Además, pueden conectarse a varias hojas de trabajo a un sistema de hojas de trabajo en que se insertan los *objetos de salto* que permite llamar a una hoja de trabajo diferente mientras se esta en otra hoja de trabajo. Esto lo hace fácil, incluso si se trata de instalaciones complicadas o varias instalaciones al mismo tiempo, ver **Figura 3.22**.

Presentación

Una vez que el diseño del objeto parámetro y la hoja de trabajo ha sido completado y todos los parámetros están conectados a la instalación a distancia, el sistema de hojas de trabajo puede usarse para

presentación del proceso y comunicaciones, ver **Figura 3.23**. Esto puede hacerse al:

- Cambiar la visualización del modo editar al modo usuario, seleccionando **File/ Switch to User Mode** [Archivo/ Conmutar a modo usuario]. Esto se lo aplica para el diseño y prueba.
- Comenzar la visualización del modo espectador desde el panel principal del Software.





Visualización

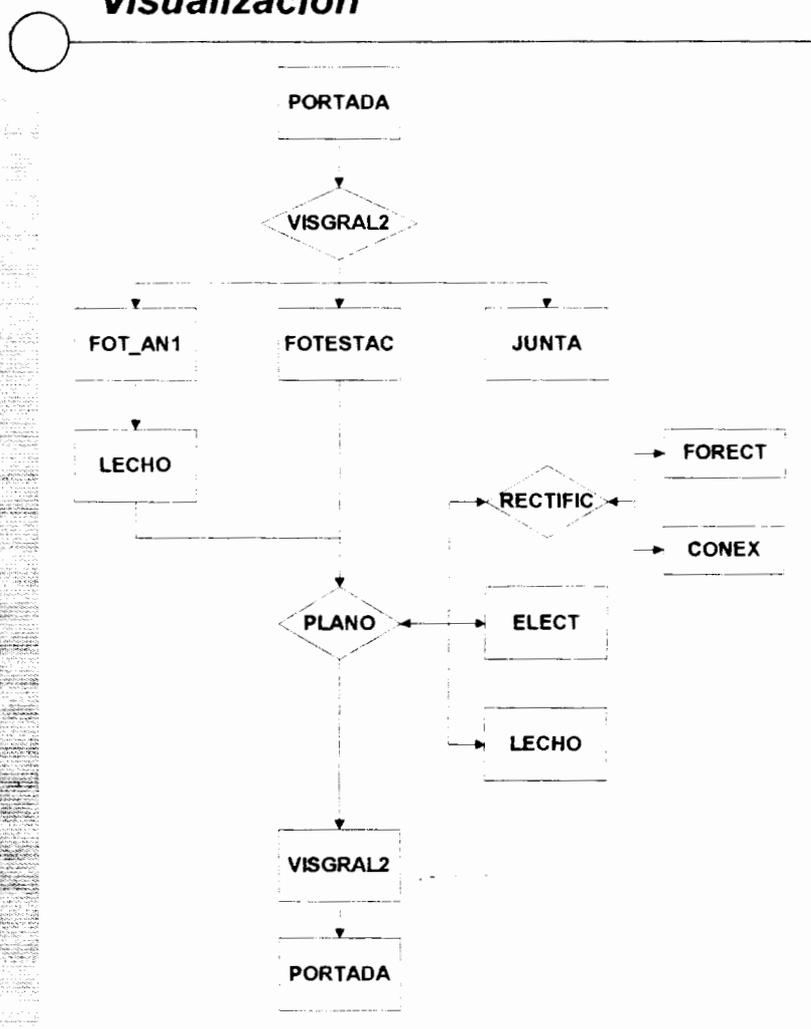


Figura 3.23 Diagrama De Flujo De Las Hojas De Trabajo



CAPÍTULO 4

4 PRUEBAS DE MONITOREO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se pone a prueba el funcionamiento en conjunto de todas las partes del sistema y verificar el correcto desempeño en la toma de lecturas y la transmisión de la información entre la estación principal y la estación remota.

Se realizará lecturas de potenciales y corrientes en las líneas de conducción, en sitio, verificado los adecuados valores de protección. Estas lecturas se compararán y certificarán las registradas por el Sistema de Monitoreo a distancia, en la estación de Refinería de Esmeraldas, con la finalidad de comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

4.1 Puesta En Marcha Del Sistema

Para la obtención del resultado final, que es las lecturas de valores de protección en la estación principal, por parte del personal de inspec-

ción, fue necesario realizar la implantación de cada uno de sus componentes, los mismos que son:

- Mejoramiento e instalación del SPC.
- Instalación del módulo del hardware con las conexiones al SPC
- Instalación y programación del Software en la estación principal.

Una vez realizado todos los requerimientos para poder tener comunicación entre las dos estaciones, es necesario seguir un procedimiento para poner en marcha el sistema completo.

Estación Maestra

La fuente de energía del sistema esta conectado al panel de control en la sala de operadores, donde esta perfectamente identificado con una leyenda los breakers que corresponden al SPC; ubicando en "On", se puede tener control desde la caseta del rectificador en la caja de breakers, la misma que tiene un voltímetro que nos indica si la fuente esta en 440V. Desde esta caja se conectan a la red trifásica, 3x440 Vca, los conductores del rectificador, ver **Figura 2.3**.

Una vez energizado el equipo en el interruptor general, se aumenta la tensión y la corriente de salida. Ambas lecturas se pueden apreciar en los instrumentos que están en la parte frontal del rectificador.

El ajuste se lo va realizando gradualmente, cada 20 A se toma lecturas del voltaje y potencial eléctrico, los mismos que se gradúan hasta alcanzar los potenciales de protección de las tuberías en valores de 73 A y 6 V. Describiéndose todo el proceso en la **Figura 4.1**.

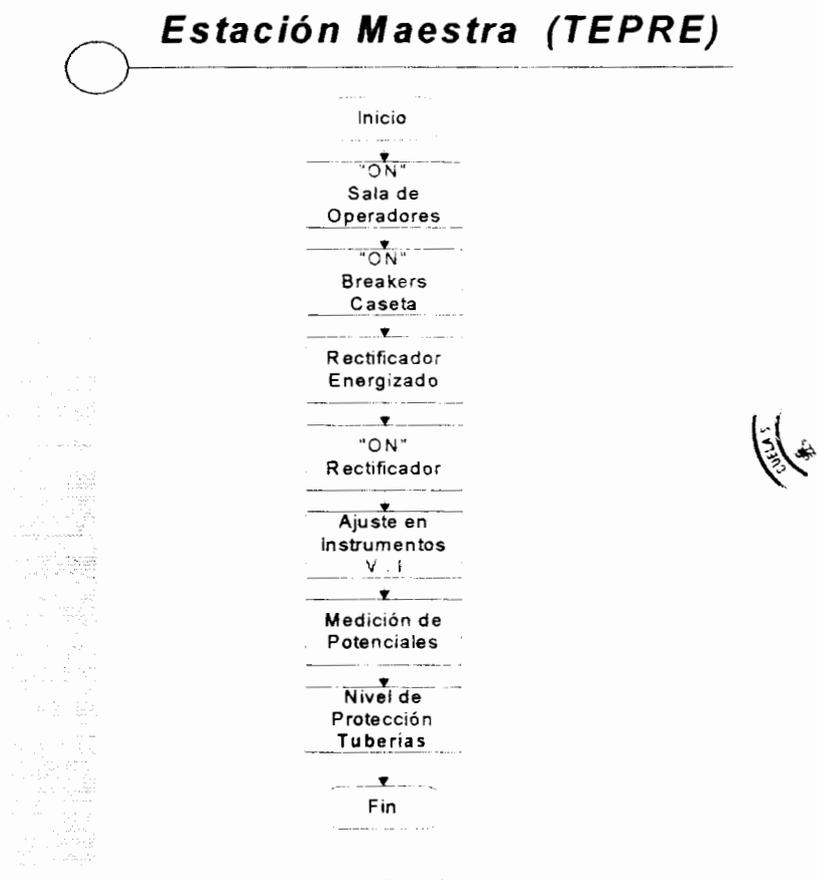


Figura 4.1 Diagrama De Proceso Del SPC

Estación Principal

El programa de monitoreo funciona bajo el sistema operativo de Windows y es de fácil manejo, en el diagrama de flujo de la **Figura 4.4**, se

puede apreciar las alternativas que se tiene para realizar las lecturas y chequeo de los mensajes recibidos desde la estación maestra.

Para tener acceso al programa con toda sus herramienta es necesario tener la llave de acceso y la contraseña correcta, una vez abierto el sistema se tiene tres alternativas para realizar las lecturas:

1. Visualización
2. Editor del sitio
3. Lista de mensajes

La visualización es la forma más sencilla de tener lecturas instantáneas, teniendo una idea general del sitio, por la ayuda que prestan los gráficos y fotos de la estación.

El editor de sitio permite tener acceso a valores de lecturas en tiempos determinados, al enviar los parámetros requeridos para las lecturas a la estación maestra y almacenar las lecturas en el registrador de datos e iniciar el envío de las lecturas a la estación principal, las mismas que pueden revisarse en la lista de mensajes.

Se puede tener acceso a las lecturas entrando directamente a la lista de mensajes, en esta lista se almacena todas las ordenes que se han requerido además de las alarmas y notificaciones producidas por el

sistema; la información puede ser filtrada para contactos específicos e intervalos de tiempos que se desea revisar. Desde esta ventana se puede ingresar a la visualización y el editor del sitio de los contactos especificados.

Al iniciar la conexión y establecer contacto con la estación maestra se pudieron enviar los parámetros de configuración para el hardware y luego solicitar las primeras lecturas, las que se pueden apreciar en la **Figura 4.2, 4.3.**

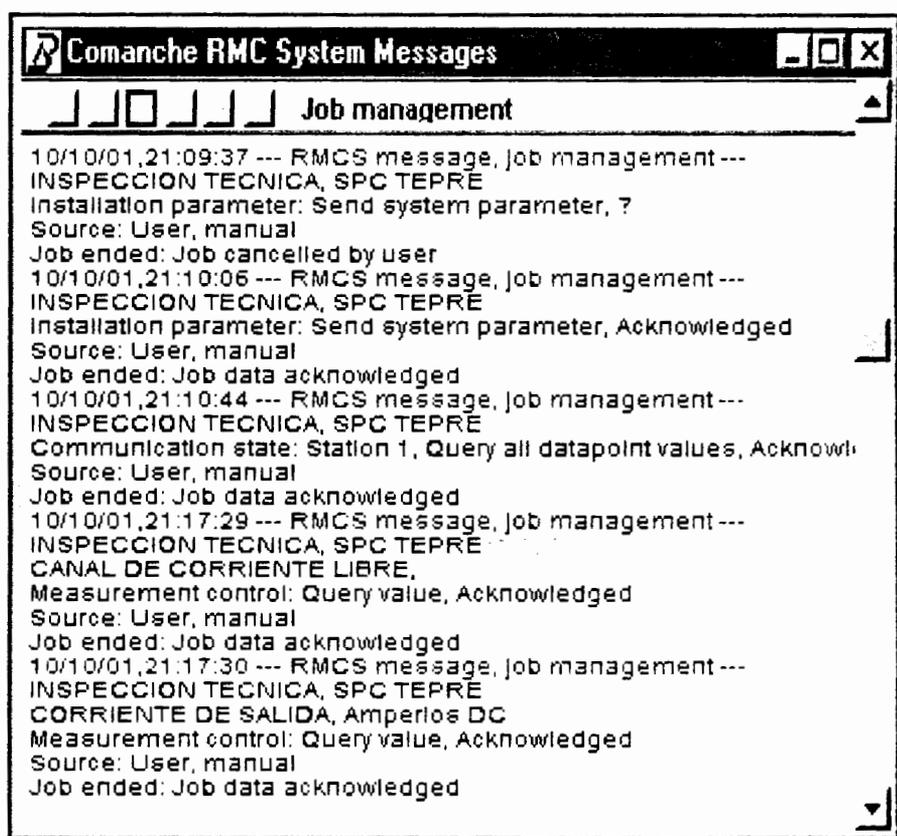


Figura 4.2 Sistema De Mensajes



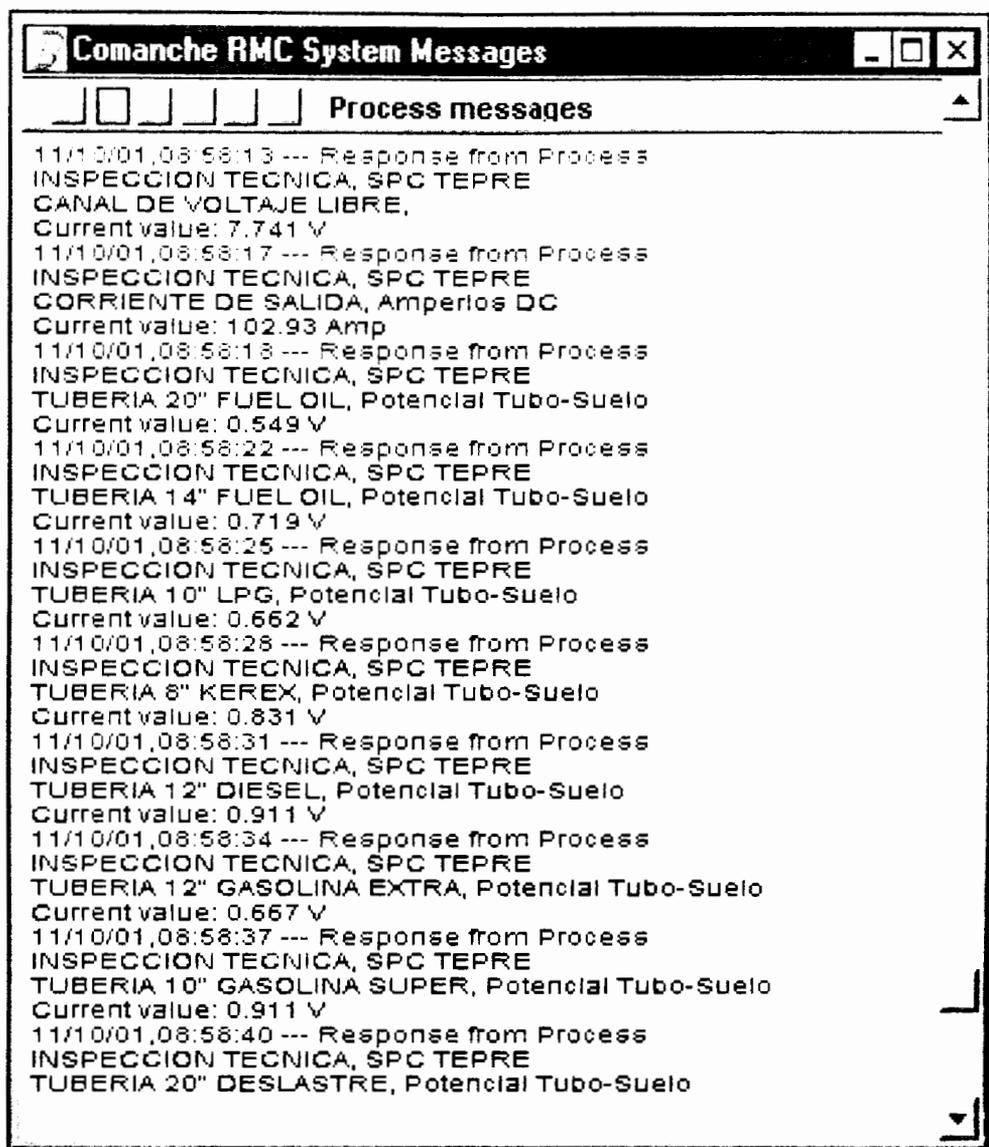


Figura 4.3 Mensajes Procesados / Recibidos



Estación Principal (Refinería)

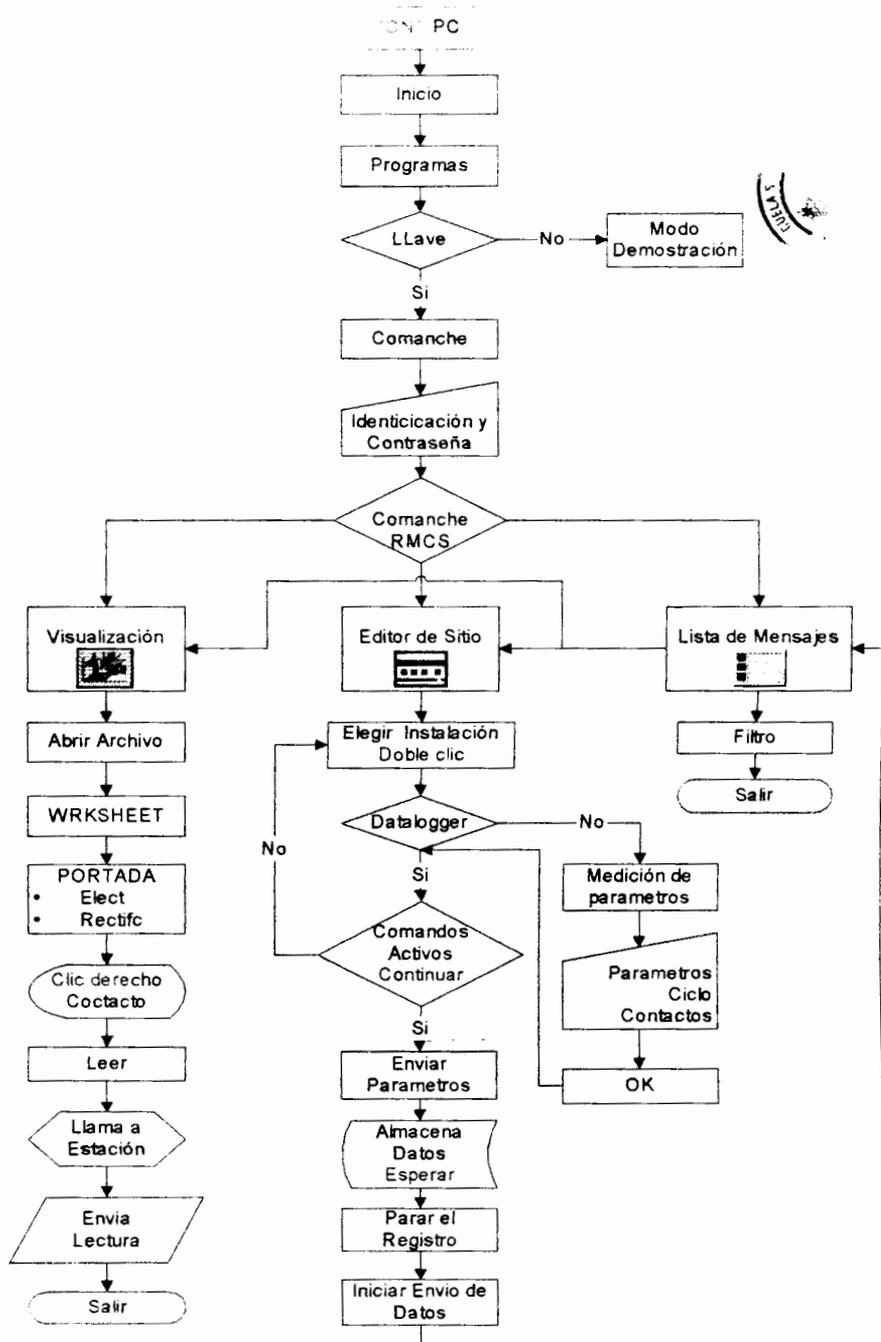


Figura 4.4 Diagrama de Flujo Del Software De Monitoreo

4.2 Manejo De Datos Obtenidos Por El Software

El manejo de datos es una herramienta muy útil para poder tener una apreciación estadística del comportamiento de las lecturas y poder determinar el momento en que se presenten fallas en el sistema y tomar una medida a tiempo.

Para esta herramienta el programa COMANCHE es capaz de establecer conexión entre dos paquetes de software, de tal modo que las lecturas puedan ser exportadas a programas de manejo de base de datos y hojas de cálculo como son: Excel, Lotus 123, Quattro Pro, Database, Access, Approach y otros programas.

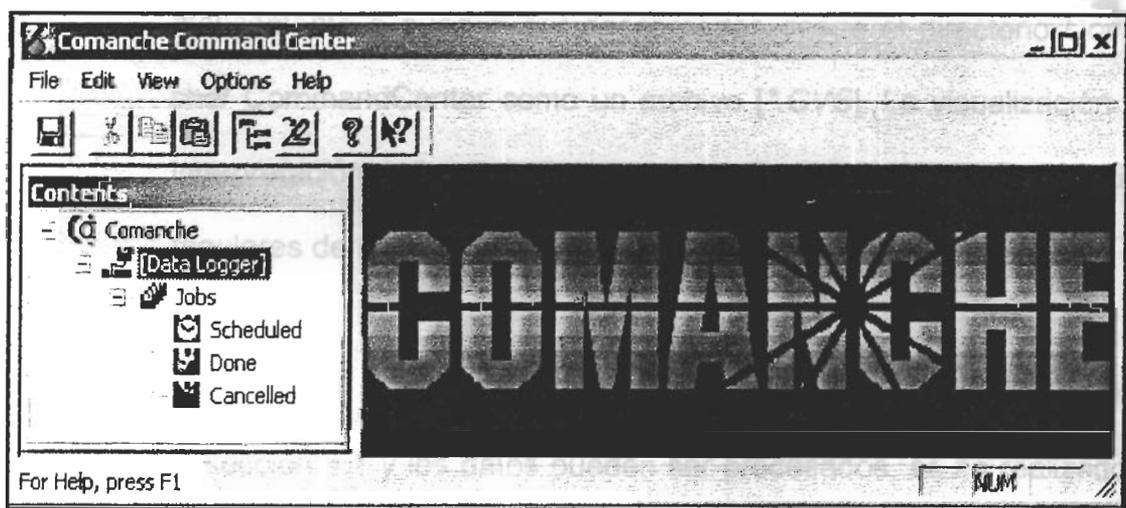


Figura 4.5 Command Center

Es esencial iniciar el COMANCHE y luego iniciar el Command Center para tener la correcta instalación y conexión entre los dos software,

ver **Figura 4.5**. Para realizar la toma de lecturas es necesario seguir el procedimiento descrito en la sección 3.4, en este caso las lecturas están disponibles para ser procesadas solamente a través del Command Center, a diferencia de trabajar sin el Command Center activado, en donde las lecturas son enviadas a la lista de mensajes.

Después de seleccionar la instalación y las mediciones en la ventana derecha, las lecturas pueden ser exportadas como archivos [*.CVS] usando Station / Export to file [Estación / Exportar a archivo] o puede ser visto como un archivo de Excel utilizando Export to Excel [Exportar a Excel]. Una vez iniciado Excel, los datos están disponibles automáticamente o pueden ser descargados desde el directorio Comanche/ CommandCenter como un archivo [*.CVS]. La visualización y la interpretación de los datos se realizan de acuerdo a las características regulares de Excel.

Una vez que el sistema ha sido puesto en marcha como se indico en la sección 4.1 y los datos pueden ser procesados, se ha realizado un control de la variación del potencial desde su estado natural sin protección y el incremento del potencial desde su instalación, ver **Tabla 14**.



Tabla 14 Potenciales Eléctricos De Protección

TUBERIA	Pot. Natural	Pot. Protección	Pot. Protección	Pot. Protec-
	[mV]	[mV]	[mV]	ción [mV]
	<i>Dic. 01</i>	<i>Ene-02</i>	<i>Feb-02</i>	<i>Mar-02</i>
L 1 FUEL OIL	373	549	845	1140
L 2 FUEL OIL	536	720	880	1041
L 3 LPG	641	662	900	1192
L 4 KEREX	570	831	1002	1174
L 5 DIESEL	580	911	1006	1101
L 6 GASOLINA EXTRA	667	710	974	1238
L 7 GASOLINA SUPER	733	911	1065	1219
L 8 DESLASTRE	643	747	824	900

Una mejor apreciación se puede observar en el gráfico de barras de la **Figura 4.6**. Donde se tiene la variación de potencial en estado natural hasta niveles de potenciales de protección para las tuberías.



4.3 Análisis De Datos

La obtención de los datos pudo ser realizada con mucho éxito y así comprobar la comunicación entre la estación principal y la maestra, estas lecturas fueron comprobadas con lecturas realizadas en sitio, existiendo una diferencia de 0.002 V entre la lectura realizada por el módulo y el poste de medición de potencial, teniendo un margen de error bajo que permite tener una apreciación muy precisa de lo que esta ocurriendo en el sistema.

Una de las limitaciones que se presentaron, es la suspensión de la línea telefónica utilizada para la comunicación, por parte de Refinería. Esto no interrumpió el funcionamiento del SPC y las lecturas se podían comparar entre las mediciones de los postes de potencial y la caja de conexión de entrada al módulo, existiendo la misma diferencia producida entre las lecturas en el monitor de la estación principal y la estación maestra.

El módulo, además de las entradas de potencial, tiene las entradas del voltaje y el amperaje del Transformador-rectificador, de esta forma se puede controlar el correcto funcionamiento del equipo teniendo como limitante solo el monitoreo dado que se esta usando tarjetas de monitoreo análogo y no tarjetas de control digital que permite enviar



órdenes de ejecución como prender y apagar el equipo desde la estación principal cuando sea requerido.

Para obtener los valores de protección deseados y tener certeza que el sistema se encuentra protegido, hay que llegar a la estabilización del sistema. De acuerdo a lo descrito a la puesta en marcha de la estación maestra en la sección 4.1, se realizaron incrementos de 20 A hasta obtener niveles de protección cercanos o superiores a 800 mV consiguiéndose dejarlos en valores de 73 A y 6V, a partir de Ene. 02 como indica la **Tabla 14**; los incrementos posteriores en los niveles de potenciales se deben al proceso de estabilización y distribución uniforme del sistema.

Refinería piensa implementar una línea para despacho de combustible en el terminal. El sistema fue diseñado para futuras ampliaciones tanto en sistema de protección catódica como en el de monitoreo, teniendo solo que realizar las conexiones necesarias al sistema y al contacto en el módulo de la estación maestra y de esta manera tendremos todas las tuberías protegidas y monitoreadas.





CAPÍTULO 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye lo siguiente:

1. Las Líneas submarinas del Terminal Petrolero de la Refinería de Esmeraldas quedaron protegidas con niveles entre 900 y 1200 mV y con el sistema de monitoreo activado.
2. El equipo de monitoreo remoto proporciona al personal datos eficientes del SPC desde ubicaciones distantes usando solo un MODEM en un computador. La tecnología reduce el esfuerzo humano requerido para mantener funcionando un sistema de protección catódica mediante el monitoreo a distancia.
3. Elimina la necesidad que el personal viaje hasta las estaciones de prueba a tomar las mediciones, incrementando dramáticamente el número de lugares que pueden ser evaluados durante un periodo de tiempo dado, y libera al personal para realizar otras actividades.

4. El sistema se puede tener en funcionamiento las 24 horas del día, aún cuando no se mantenga una comunicación con la estación principal, los datos se mantendrán almacenados en el registro hasta que puedan ser enviados, teniendo una capacidad de más de 690.000 lecturas.
5. El sistema de monitoreo Comanche quedó configurado de tal manera que notifique a través de una llamada de sonido tipo alarma y enviar mensajes al fax de los grupos de trabajo, indicando que unas de las tuberías ha bajado su nivel de protección y de alarma.
6. El programa permite un análisis exhaustivo sobre lo que esta ocurriendo en las tuberías y otorga a tiempo futuro datos estadísticos sobre el comportamiento del SPC.
7. El monitoreo del sistema de protección catódica del TEPRE brinda un fácil acceso al personal técnico autorizado, el mismo que requiere una capacitación para el manejo del Software sin necesidad de que tenga conocimientos avanzados en computación.
8. Las pérdidas que producirían al país, la corrosión de las tuberías de despacho de combustible, ya sea por fuera de servicio o reparación son incalculable. Por ende resultado económico y rentable la implantación

del SPC, un Software de alto desempeño con un hardware de bajo costo, avance en comunicaciones y la optimización de los recursos.



Se recomienda lo siguiente:

1. Realizar un mantenimiento periódico para verificar el correcto funcionamiento y operación.
2. Por el cuello de botella que fue la obtención de la línea telefónica por parte de instituciones estatales y la burocracia existente, se recomienda el uso de sistemas de comunicación por medio de radio o celular, que permitan una comunicación continua para futuras instalaciones.
3. Para la durabilidad del módulo de la estación maestra, se recomienda que cada vez que se realice soldadura en las tuberías, se desconecte los cables de entrada al módulo, ya que la descarga eléctrica podría ocasionar severos daños en el equipo.
4. Ampliar las variables de inspección, ya que el sistema implantado es capaz de detectar drenaje de corriente a través de cada ánodo pues cuenta con la existencia de varios canales de comunicación disponibles en el módulo.
5. La utilidad, funcionalidad y fácil manejo del programa y la visualización por partes de personas que tengan un conocimiento para el manejo de Windows, hacen posible que se aplique este sistema para otro tipo de estructuras, tales como: poliductos en tierra, oleoductos, tanques de almacenamiento, etc.



6. El hardware en la estación maestra tiene contactos de monitoreo analógico para realizar las lecturas de potencial, voltaje y amperaje. Se recomienda ampliar sus posibilidades instalando una tarjeta de control digital que permita apagar y encender el rectificador desde la estación principal.
7. Dada la importancia que tiene proteger el segundo rubro de ingreso del país, recomiendo realizar una tesis de grado para el control y monitoreo de los 60 tanques de almacenamiento de 40m y 60m de diámetro, en la Refinería Estatal de Esmeraldas.
8. La versatilidad que brinda el hardware con la posibilidad del uso de múltiples tarjetas digitales y analógicas, más su capacidad de expansión, permiten recomendar su utilización para otras variables de monitoreo y control en aplicaciones diferentes a la Protección Catódica.



APÉNDICES



A CARACTERÍSTICAS DE ÁNODOS DE PROTECCIÓN CATÓDICA POR CORRIENTE IMPRESA

Tipo	Peso específico	Consumo Kg./A año	Densidad de corriente A/m ²		Utilización (medio)
			Máxima	Practica	
Aceros Chatarra	7.8 7	~9 4.5-1	5	1	Todos
Grafito	1.6	0.1-1	10-100	2.5-40	Terreno, agua de mar, excluido fondo marino y agua dulce
Ferro-silicios 0.95%C, 16%Si, 0.75Mn	~7	0.25-1	30-40	10-100	Agua dulce, terreno
Fe-Cr-Si: 0.95%C, 0.75% Mn, 4.5%Cr, 14.5%Si	7	0.25-1	270	10-100	Terreno, agua de mar, fondo marino
Pb-Ag (2%Ag)	11.3	~0.2	300	30-65	Solo agua de mar excluido el fondo marino
Pb-Ag-Sb (1% Ag, 6%Sb)	11	~0.5	300	50-200	
Titanio Platinado	4.5	8x10 ⁻⁶	400 c/micra	500-1000	Terreno no salino con backfill, agua de mar excluido fondo marino y agua dulce
Niobio Platinado	8.4	8x10 ⁻⁶	de	500-700	
Tántalo platinado	16.6	8x10 ⁻⁶	Espesor	500-1100	
Lida	4.5	5x10 ⁻³	110	700-1100	Todos



B Módems—Información y Arreglo de Desperfectos



Introducción

Lo siguiente contiene alguna información básica sobre módems y se dan algunas pistas para el arreglo de desperfectos. Un módem es un dispositivo que permite a la computadora comunicarse por medio de línea telefónica, teléfono celular, radio o satélite. La palabra 'módem' es una abreviación de "modulador-demodulador", lo cual significa que el módem transforma los datos de la computadora en señales telefónicas y viceversa. Hay dos clases de módems: módems incorporados en tarjetas internas agregadas dentro de la computadora y módems externos, los cuales tienen que conectarse a un puerto serial de la computadora.

En el Sistema de Monitoreo y Control Remotos Comanche, los módems proveen comunicación entre módulos (instalaciones remotas), los cuales están localizados en el rectificador o hardware de campo, y la estación principal RMCS Comanche. Además de eso, RMCS Comanche utiliza módems para enviar mensajes de fax y para contactar servicios de localizador.

Conectando un módem externo a la estación principal RMCS Comanche

Las partes requeridas para conectar un módem externo a una estación principal RMCS son:

- Una computadora personal con un sistema operativo Microsoft Windows 95™ (la estación principal)
- Un módem externo



- Un adaptador de suministro de energía para el módem (usualmente entregado con el módem)
- Un cable serial para conectar el módem a la computadora (usualmente entregado con el módem)
- Un cable para la conexión entre el módem y la línea telefónica o dispositivo de comunicación (usualmente entregado con el módem)
- Un enchufe de teléfono
- Los manuales del módem y de la computadora personal

Las siguientes instrucciones explican los pasos para conectar e instalar un módem externo a la estación principal RMCS Comanche. Vea su manual del módem sobre detalles acerca del establecimiento de las conexiones de los cables.

1. Conecte el módem a la línea eléctrica. Asegúrese que utiliza un adaptador de suministro de energía que sea apropiado para su voltaje de la red eléctrica.
2. Conecte el módem a la red telefónica.
3. Verifique qué puerto serial (RS-232C) de su computadora no está en uso. La mayoría de las veces, las computadoras personales tienen dos puertos seriales llamados COM1 y COM2. En la mayoría de los casos, COM1 se usa para el ratón, así que tome COM2 para el mó-



dem. Nota: Si su computadora personal contiene una tarjeta DigiBoard™ card, hay más puertos seriales disponibles para conexiones del módem, así que vea el manual de la tarjeta DigiBoard™.

4. Conecte el módem a un puerto serial libre de su computadora. Nota: Hay dos clases de clavijas/enchufes para conexiones seriales con computadoras personales: una con 9 agujas (DB-9) y una con 25 agujas (DB-25). Si las clavijas de su cable serial no encajan en el enchufe de su módem y/o computadora, use un adaptador apropiado.
5. Encienda el módem.
6. Inicie la computadora.
7. Prepare el módem como se describe en el capítulo "Preparación del Hardware de la Estación Principal" de este documento.
8. Si su computadora tiene un módem integrado, vea el manual de su computadora y de su módem para información sobre la instalación.

Comandos AT

Un módem puede trabajar en dos estados diferentes: "estado de datos" y "estado de comandos". Si el módem está en el estado de datos, cada dato que sea entregado por la computadora se transmite a una línea telefónica (el módem esta "en-línea"). El intercambio de datos entre dos módems es posible sólo cuando ambos están en línea. Cuando la computadora envía la cadena "+++" (secuencia de escape) al módem, se conmuta al estado de comando en



el cual la computadora puede controlar las acciones del módem al enviar comandos llamados comandos AT. Estos recibieron este nombre porque cada línea de ese comando tiene un prefijo "AT" que significa "atención" y es seguido por uno o más comandos. Puede encontrar una lista de todos los comandos posibles AT en su manual del módem. Para regresar al estado de datos, el comando ATO de AT tiene que ser enviado. **Observe que la longitud de las líneas de comando AT no deben exceder a 40 caracteres.**

Los comandos AT fueron usados primero por Hayes Smartmodems™. Ahora, un subconjunto de comandos AT integra un estándar industrial de-facto para el control del módem (así llamado estándar Hayes). Su módem puede soportar algunos comandos AT que no son parte del "estándar Hayes". Vea su manual del módem para más detalles.

Los comandos AT se usan para manipular varios parámetros para inicialización, por ejemplo velocidad de datos o marcación.

Inicialización del Módem

Por el software Comanche, los módems conectados son inicializados automáticamente con una cierta línea de comando AT. Para cada módem conectado, la línea de comando AT usada por el Software Comanche para inicialización puede verse en el cuadro de configuración del módem.



Haga clic en el ícono "*Modem Configuration*" [*Configuración del Módem*] en el Panel Principal Comanche. Se presenta una introducción de todos los puertos seriales (puertos COM) y todos los módems conectados. Para abrir el cuadro de configuración del módem para un módem determinado, haga clic en el botón **derecho** del ratón sobre el ícono del módem referido. La ventana "*Modem Configuration*" se abrirá. En la sección "*Modem*" encontrará una lista expandible ("*Modemtype*") [Tipo de módem] con módems predefinidos (oprima el botón a la derecha de la lista). Seleccione el tipo de módem que haya conectado a la computadora. La entrada en "*Init. Sequence*" [*Iniciar secuencia*] debajo del tipo de módem muestra la línea de comando AT que lo acompaña.

Si no puede encontrar su módem en la lista de módems, tiene que seleccionar "*User defined*" [*Usuario definido*] como tipo de módem. En este caso es necesario insertar una línea de comando AT apropiada en "*Init. Sequence*". La línea de comando AT recomendada para un módem de usuario definido es:

AT &F &S0 &C1 &D2 E0 V1

El comando en esa 'línea de comando AT' tiene los siguientes significados:

&F restablezca los parámetros del módem a los defectos de fábrica. **&F** debe activar adicionalmente "inicio de comunicación bidireccional de hardware RTS/CTS", lo cual es necesario para las comunicaciones apropiadas del mó-

dem. RTS significa "request to send" [solicitar para enviar] lo cual es una señal en un cierto cable de la interfaz serial RS232-C que se usa para una clase especial de control de comunicación (también llamada **hardware handshake**). CTS significa "clear to send" [borrar para enviar] y es también otra señal handshake.

&S0 ajusta la señal DSR del módem para que siempre esté activada. DSR significa "data send ready" [envío de datos] lo cual se comunica por señales en otro cable de interfaz serial RS232-C.

&C1 activa la señal DCD del módem durante una conexión establecida. DCD significa "data carrier detected" [portadora de datos detectada]. La señal DCD usa un cierto cable de la interfaz RS232-C. La portadora de datos es una señal especial en la línea telefónica en la cual los datos transferidos son "llevados" (por ejemplo, modulados).

&D2 ocasiona que el módem se cuelgue cuando la señal DTR se desactiva. DTR es la abreviatura de "data terminal ready" [terminal de datos lista]. Aquí la terminal de datos es otro término para la computadora de la estación principal. La señal DTR utiliza también un cierto cable de la interfaz RS232-C. El comando **&D2** asegura que el módem no mantenga la línea en espera cuando la comunicación entre el módem y la computadora ha terminado.



E0 impide que el módem "haga eco" de los comandos AT. Normalmente, cada comando AT enviado al módem por la computadora lo repite (hace eco) el módem y lo envía de regreso a la computadora. El comando **E0** apaga el eco.

V1 permite que el módem conteste respuestas alfanuméricas. En el estado de comando, por ejemplo durante el establecimiento de una conexión telefónica, el módem envía ciertos mensajes a la computadora. **V1** ocasiona que el módem envíe los mensajes en un formato de texto legible. Los mensajes comúnmente usados son:

OK módem ha aceptado el comando AT



RING módem recibe una llamada

CONNECT *n* módem tiene una conexión de *n* baudios (baudio es la medida de velocidad de transmisión de datos)

BUSY la línea está ocupada

NO CARRIER módem no puede detectar a la portadora de datos

NO DIALTONE módem no puede acceder a la línea telefónica (por ejemplo, porque la línea es utilizada por un teléfono)

ERROR comando AT impropio o incorrecto

Ya que diferentes módems soportan diferentes conjuntos de comandos AT, su módem puede no comprender uno o más de los comandos mostrados arriba.



ba. En este caso, vea el manual de su módem y observe qué comando tiene el mismo efecto en su módem como el descrito arriba.

Nota: Una línea de comandos impropia o incorrecta ocasionará que el módem no se pueda conectar más a la línea telefónica.

Secuencia de la Marcación

En la sección "*Dial*" [Marcar] del cuadro de configuración del módem tiene que ingresar ciertos comandos AT que controlan las acciones de marcación del módem. Observe que el número telefónico que el módem tiene que marcar para contactar al módulo remoto BM **no debe** insertarse aquí.

Hay dos métodos de marcación en las redes telefónicas: el método de marcación por tonos y el de pulsos. El método de marcación por tonos utiliza diferentes tonos para representar los números marcados, mientras que en el método de marcación por pulsos un número marcado se transforma en una secuencia de pulsaciones. El método de marcación por tonos es el método estándar en los E.U.A. En los comandos AT, **DT** representa el método de marcación por tonos y **DP** representa el método de marcación por pulsos.

Básicamente, existen dos posibilidades de conectar un módem a la red telefónica. Usted puede conectar el módem directamente a una línea telefónica dedicada, o el módem puede conectarse a un sistema telefónico interno. En los comandos AT, **X4** se usa para módems conectados a una línea dedicada, **X3** se usa para módems conectados a un sistema telefónico interno.



Si su módem se conecta a una línea dedicada, seleccione "*external [externo]*" en la sección "*Dial*" e inserte el comando **AT AT X4 DT** en "*external*" si su red telefónica usa el método de marcación por tonos. Si su red telefónica usa el método de marcación por pulsos, tiene que insertar **AT X4 DP**.

Si ha conectado su módem a un sistema telefónico interno, seleccione **ambos** "*internal*" y "*external*". El comando AT en "*internal*" se usa para llamadas internas (por ejemplo, para instalaciones dentro del mismo edificio que están conectadas al mismo sistema telefónico interno); el de "*external*" se usa para llamadas al exterior (por ejemplo, a instalaciones lejanas, servicios de localizador, llamadas de fax). Los comandos AT correspondientes son **AT X3 DT** y **AT X3 DP**, respectivamente. Si tiene que marcar un cierto número para obtener una línea al exterior en su sistema telefónico interno, este número deberá agregarse al comando AT en "*external*". Ejemplo: Usted tiene que marcar "9" para una línea al exterior, luego el comando AT correspondiente es **AT X3 DT 9** (se asume que es por el método de marcación por tonos).

Algunos sistemas telefónicos internos requieren un pequeño descanso (aproximadamente 2 segundos) antes de marcar un número externo. En este caso, puede agregar una coma al comando AT para llamadas al exterior. En nuestro ejemplo, el comando AT completo en "*external*" se lee "**AT X3 DT 9,**".

Velocidad en baudios

La velocidad en baudios es una medida para la cantidad de datos transferidos entre dos módems por segundo. Esto se mide en baudios. En la sección "*Default Baudrate*" [*Velocidad en Baudios por Omisión*] del cuadro de configuración del módem, puede seleccionar la velocidad en baudios que el módem usa normalmente para contactar a otro. Un valor apropiado es 2400 ó 4800.

Aceptar Llamadas

En la sección "*Llamadas*" del cuadro de configuración del módem, usted puede seleccionar si el módem debe aceptar o denegar las llamadas entrantes. Si selecciona "*accept*" [*aceptar*], el módem contesta a cada llamada del exterior. Si selecciona "*reject*" [*denegar*], el módem ignora cualquier llamada entrante.

Control de Trabajo

En la sección "*Job*" [*Trabajo*] del cuadro de configuración del módem, usted puede seleccionar qué clase de trabajo tiene que hacer el módem:

- Si el módem tiene que contactar a un módulo **BM** (una instalación remota), seleccione "*Process*" [*Proceso*].
- Si el módem es capaz de enviar mensajes a un servicio de localizador, seleccione "*Pager*" [*localizador*].
- Si el módem es capaz de enviar mensajes de fax, seleccione "*Fax*".



Observe que esto funcionará solamente para "módems de fax clase II". Vea el manual del módem para más detalles.

Puede seleccionar uno o más de los servicios. Observe que si no selecciona alguno de los servicios anteriores, el módem no marcará al exterior. El módem aceptará llamadas sólo si "accept" está seleccionado en la sección "Calls"..

Arreglo de Desperfectos

Si su módem no trabaja apropiadamente, el problema puede tener varios motivos. Lo siguiente le daría algunas pistas para arreglar desperfectos.

Si el módem no funciona, asegúrese de que

el módem esté conectado a la red eléctrica y esté encendido. Muchos módems tienen indicadores de presentación, así que puede ver si el módem está encendido.

El módem está conectado correctamente a la línea telefónica. Observe que muchos módems tienen dos enchufes para cables telefónicos. Uno para conectar el módem a la línea telefónica (usualmente marcado con un símbolo de enchufe del teléfono o la palabra "line") y otro para conectar un teléfono al módem (usualmente marcado con un símbolo de teléfono o la palabra "phone"). Asegúrese de que utilice el enchufe de la línea. Si es necesario, vea el manual de su módem.





El módem está conectado correctamente a la computadora de la estación principal Comanche.

Si el módem no puede contactar a una instalación remota, tal vez la línea telefónica o la instalación remota estén interrumpidas. Para verificar esto, desconecte el módem del enchufe telefónico y conéctelo a un teléfono normal. Si no puede escuchar el tono de marcar, su línea telefónica está muerta. De otra manera, intente marcar el número de la instalación remota. Si la instalación remota está bien, escuchará señales del módem (ruido y silbido) en el receptor. No olvide volver a conectar el módem a la línea telefónica después de terminar esa prueba.

Si la prueba con el teléfono normal tuvo éxito, tiene que verificar si la computadora de la estación principal Comanche se puede comunicar con el módem. Para probar esto puede utilizar un programa terminal, por ejemplo, el programa Hyper Terminal de Windows 95™. Un programa terminal le permite ingresar tanto datos como comandos AT a su módem directamente a través de un teclado de computadora y ver los datos recibidos y los mensajes del módem en la pantalla de su computadora. El uso del programa Hyper Terminal se describe como sigue:

- Terminar el Programa Comanche RMCS.
- Restablecer el módem apagándolo y encendiéndolo



- Seleccionar "*Start/Programs/Accessories/Hyper Terminal*" [*Iniciar/Programas/Accesorios/Hyper Terminal*] en el menú de inicio de Windows 95™; la ventana "*Accessories*" se abrirá.
- Haga doble clic en el ícono de la carpeta llamada "*Hyper Terminal*" en la ventana "*Accesorios*": la ventana "*Hyper Terminal*" se abrirá.
- Haga doble clic en el ícono "*Hyper Terminal*"; el programa Hyper Terminal se iniciará.
- El programa Hyper Terminal le pedirá que ingrese un nombre para su sesión terminal. Ingrese cualquier nombre, por ejemplo "test" [prueba], y oprima "OK".
- Luego, el programa Hyper Terminal le pedirá que ingrese el número telefónico que deberá ser marcado por el módem. Ya que sólo queremos verificar la comunicación entre el módem y la computadora, es irrelevante el número que sea ingresado.
- Ahora, el Hyper terminal está listo para aceptar cualquier entrada.
- Ingrese "AT" y oprima la tecla de retorno. El módem contestará "OK". Si no lo hace, la comunicación entre la computadora y el módem está interrumpida. Verifique si
- el módem está conectado correctamente a la computadora.
- El módem está instalado correctamente bajo Windows 95™.



Reinicie el programa Hyper Terminal e intente de nuevo. Si el módem acepta la entrada "AT" intente la línea de comando AT que se ingresó en "Init. sequence" en el cuadro de configuración del módem del software RMCS Comanche, por ejemplo

AT &F &S0 &C1 &D2 E0 V1

Si el módem contesta "ERROR" no comprende uno más de los comandos AT. Intente los comandos solos, uno por uno (no olvide poner "AT" antes de cada comando solo) y verifique qué comando(s) es/son contestado(s) con "ERROR". Vea el manual de su módem para comandos alternativos que tengan el mismo efecto que los denegados y pruébelos.

Cuando use un programa terminal, observe que algunos comandos AT tienen efectos a la salida en la pantalla de su computadora y a los sonidos que puede escuchar de la bocina del módem. Aquí están algunos ejemplos:

AT E0 apaga el eco. Dependiendo de los parámetros de su programa terminal, puede no ver en pantalla lo que ingreso en su teclado.

AT E1 enciende el eco. Dependiendo de los parámetros de su programa terminal, puede ver doble las entradas de su teclado en pantalla.

AT V0 presenta los mensajes del módem como códigos numéricos.

AT V1 presenta mensajes del módem en formato de texto legible.

AT M0 apaga la bocina integrada del módem.



AT M1 enciende la bocina hasta la portadora la detecta.

AT M2 la bocina del módem está siempre encendida.

AT L0-3 control de volumen de la bocina: **AT L0** volumen bajo, **AT L3** volumen alto.

Para marcar al exterior del programa terminal tiene que ingresar la secuencia de marcación apropiada (vea capítulo "Secuencia de Marcación") seguido por el número que quiera marcar. Si la marcación tuvo éxito, el módem responderá "**CONNECT n**", en donde n es la velocidad en baudios (por ejemplo **CONNECT 1200**) y se conmutará automáticamente al estado de datos. Para conmutar de regreso al estado de comando, tiene que ingresar la secuencia de escape "**+++**". Para terminar una llamada, ingrese "**ATH**" en el estado de comando. Vea su manual de módem para más comandos AT.

Cuando haya encontrado una línea de comando AT apropiada para inicialización, termine el programa terminal e inicie el software RMCS Comanche. Abra el cuadro de configuración del módem e ingrese la nueva línea de comando AT en "*Init. sequence*".

Si el módem no trabaja adecuadamente, tal vez tenga los parámetros incorrectos en el cuadro de configuración del módem.

- Verifique si ha ingresado las líneas de comando AT correctas para marcación en la sección "*Marcar*".

- Intente usar otra velocidad en baudios (sección "*Default Baudrate*").
- Si el módem no contesta las llamadas entrantes, verifique si ha seleccionado "*accept*" en la sección "*Calls*".
- Si el módem no marca al exterior, verifique si ha seleccionado algún servicio en la sección "*Job*" y verifique si ha ingresado el número telefónico correcto de la instalación remota.

Si tiene más preguntas, vea el manual de su módem y/o computadora para información específica sobre el hardware o pregunte a un técnico.





C PARÁMETROS DE INSTALACIÓN COMANCHE

Comanche

REMOTE MONITORING AND CONTROL SYSTEM



Installation settings

Page

Sunday, 2/16/2003 12:38a

INSPECCION TECNICA SPC TEPRE

activated stations														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

general	
ID	SPCT
Password	TEPRE

calling strategy			
no.	phone#	delay	min. / hours
1	1st	0	minutes
2	1st	1	minutes
3	1st	2	minutes
4	1st	5	minutes
5	1st	10	minutes
6	1st	15	minutes
7	1st	1	hours
8	1st	12	hours

main station's phone numbers	
Phone 1	700184
Phone 2	700184

communication setup	
Phone No.	725337
Modem Grp.	Default
Modem Init	AT
Modem Dial	ATDT
Ext. / Int.	external

alarm settings	
Callcounter exceeds	not active
Restartcounter exceeds	not active
Group Failure	activated
Unexpected ID	activated
Errors reported	activated

remarks:

Comanche

REMOTE MONITORING AND CONTROL SYSTEM

B



Installation settings

Page

2/16/2003 12:38a

**INSPECCION TECNICA
SPC TEPRE**

Station

contact table

#	Type	Name	Unit
1			
2	AM	CANAL VOLTAJE LIBRE, VOLTIOS DC	0,00..100,00 V
3			
4	AM	CORRIENTE DE SALIDA, AMPERIOS DC	0,00..500,00 A
5			
6			
7			
8			
9	AM	TUBERIA 20" FUEL OIL, POTENCIAL TUBO-SUELO	0,00..4,095 V
10	AM	TUBERIA 14" FUEL OIL, POTENCIAL TUBO-SUELO	0,00..4,095 V
11	AM	TUBERIA 10" LPG, POTENCIAL TUBO-SUELO	0,00..4,095 V
12	AM	TUBERIA 8" KEREX, POTENCIAL TUBO SUELO	0,00..4,095 V
13			
14			

Comanche

REMOTE MONITORING AND CONTROL SYSTEM

B



Installation settings

2/16/2003 12:38a

Page

**INSPECCION TECNICA
SPC TEPRE**

Station

contact table

#	Type	Name	Unit
15			
16			
17	AM	TUBERIA 12" DIESEL, POTENCIAL TUBO-SUELO	0,00..4,095 V
18	AM	TUBERIA 12" GASOLINA EXTRA, POTENCIAL TUBO-SUELO	0,00..4,095 V
19	AM	TUBERIA 10" GASOLINA SUPER, POTENCIAL TUBO-SUELO	0,00..4,095 V
20	AM	TUBERIA 20" DESLASTRE, POTENCIAL TUBO-SUELO	0,00..4,095 V
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

Comanche

REMOTE MONITORING AND CONTROL SYSTEM



Installation settings

Page

2/16/2003 12:38a

INSPECCION TECNICA
SPC TEPRE

Station 1

contact table

#	Type	Name	Unit
29			
30			
31			
32			





**D HOJAS DE TRABAJO - VISUALIZACIÓN
COMANCHE**





MONITOREO

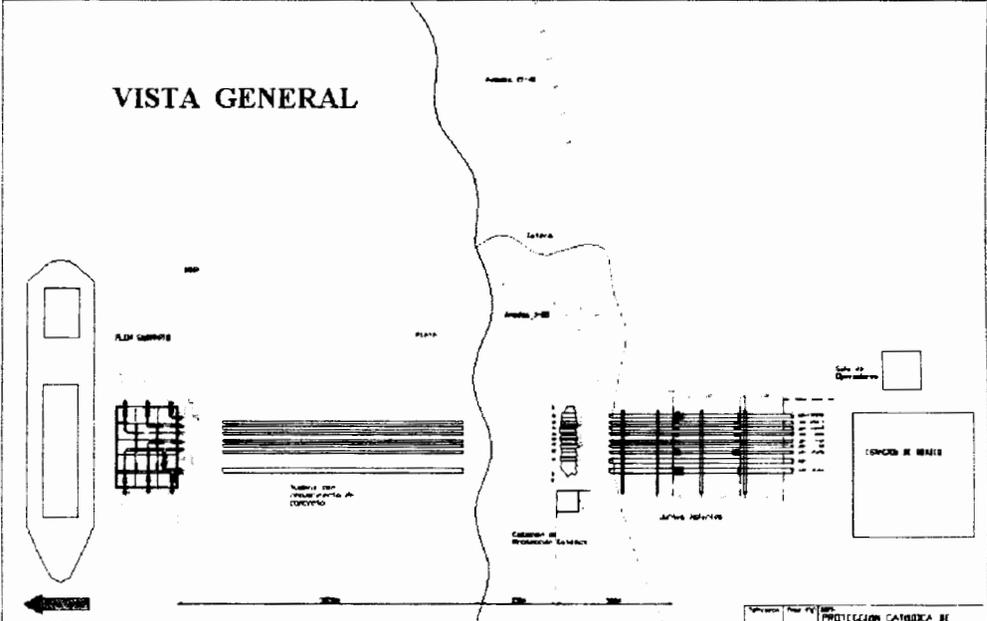
TEPRE

PROTECCION CATEGORICA

Parque Estatal de Esmeraldas

ESMERALDAS-ECUADOR
2002

Inst. Fallma Fuentes G.



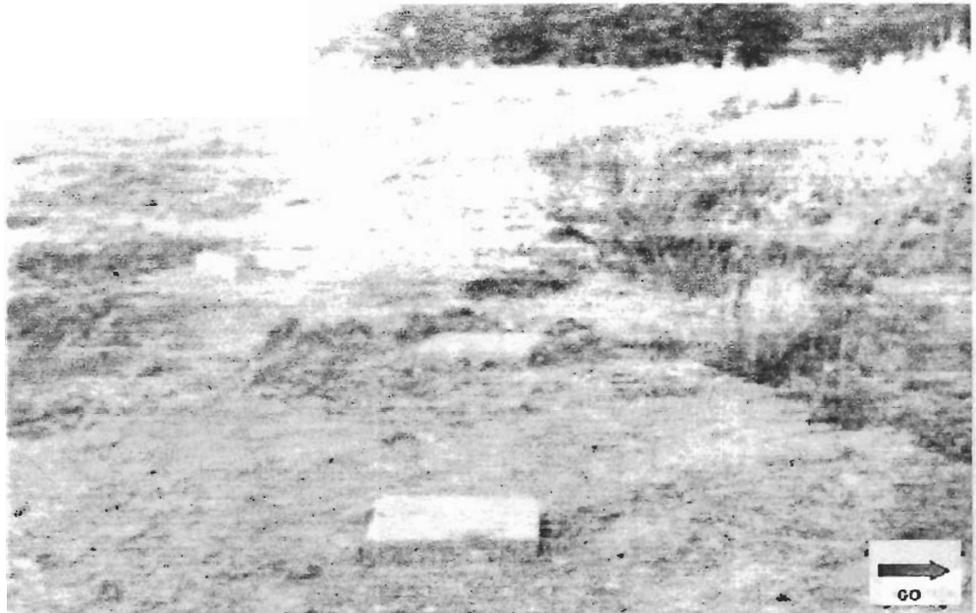


CIB - ESPOL

Help

RLMS Process Visualization - FOT

Worksheet Edit Settings Object Parameter



Jump to a worksheet: c:\comanche\wrksheet\FOT_AN~1.ABL

NUM

04/02/2003 14:19

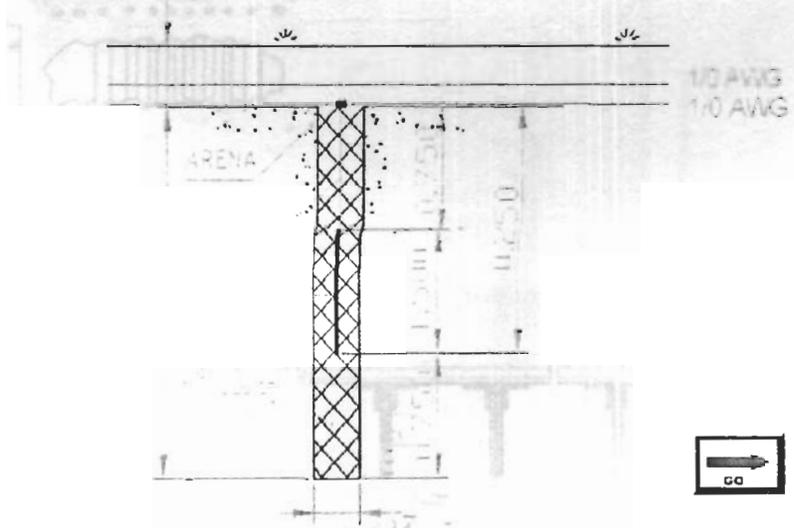
RLMS Process Visualization - LECHO.ABL

Worksheet Edit Settings Object Parameter



Help

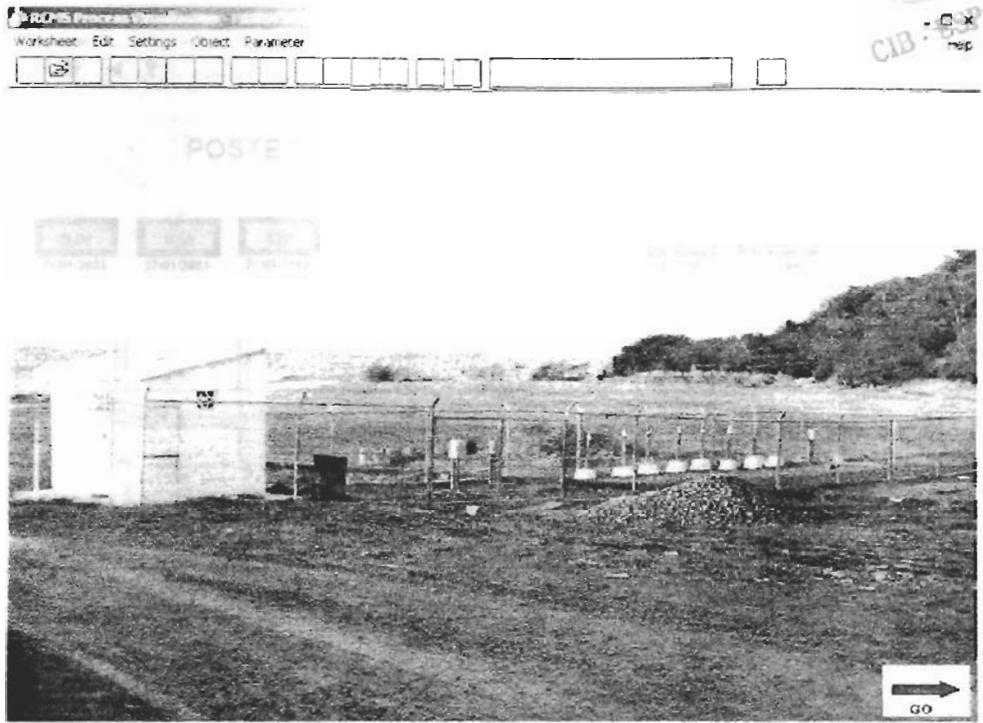
SISTEMA DE PROTECCION CATODICA TEPRE



Jump to a worksheet: c:\comanche\wrksheet\lecho.abl

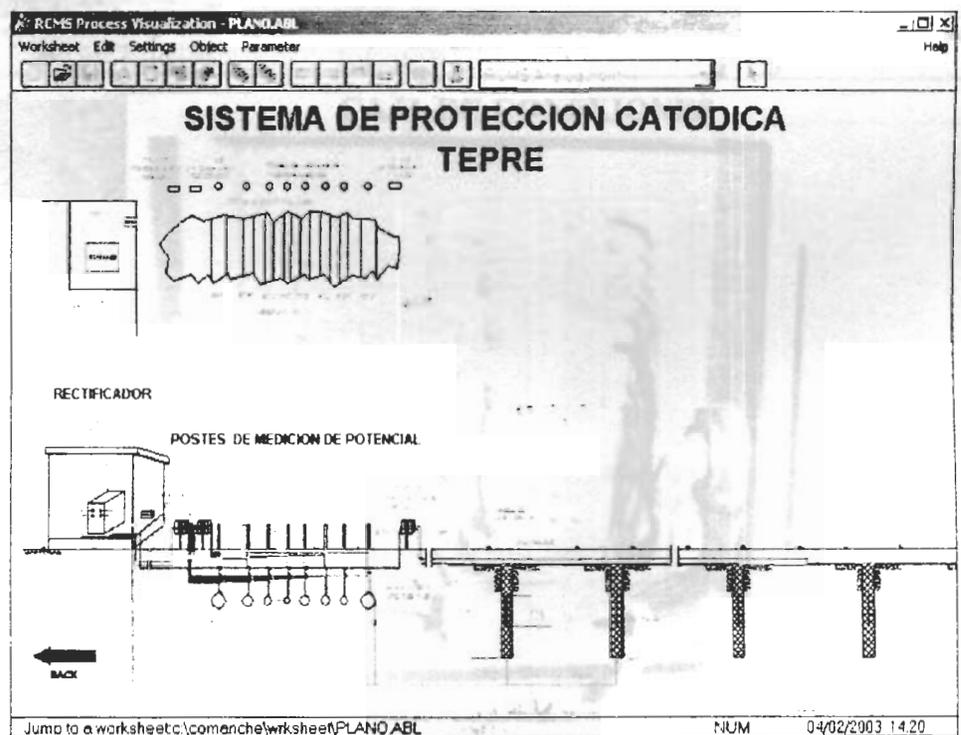
NUM

04/02/2003 14:20



Jump to a worksheet:c:\comanche\wrksheet\FOTESTAC ABL

NUM 04/02/2003 14:20

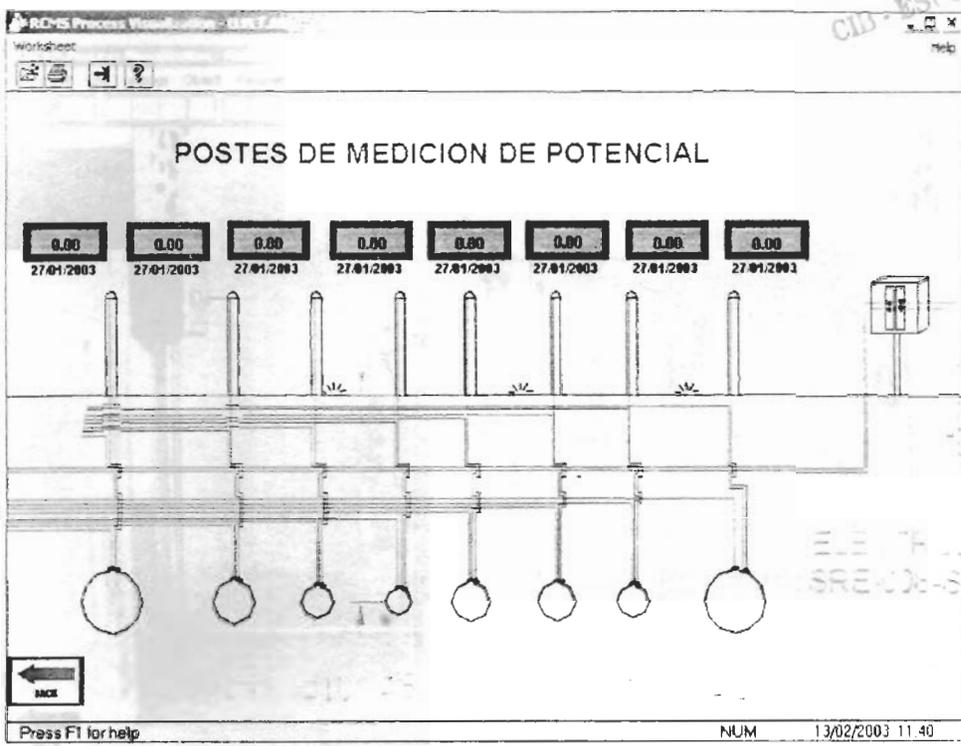


Jump to a worksheet:c:\comanche\wrksheet\PLANO ABL

NUM 04/02/2003 14:20

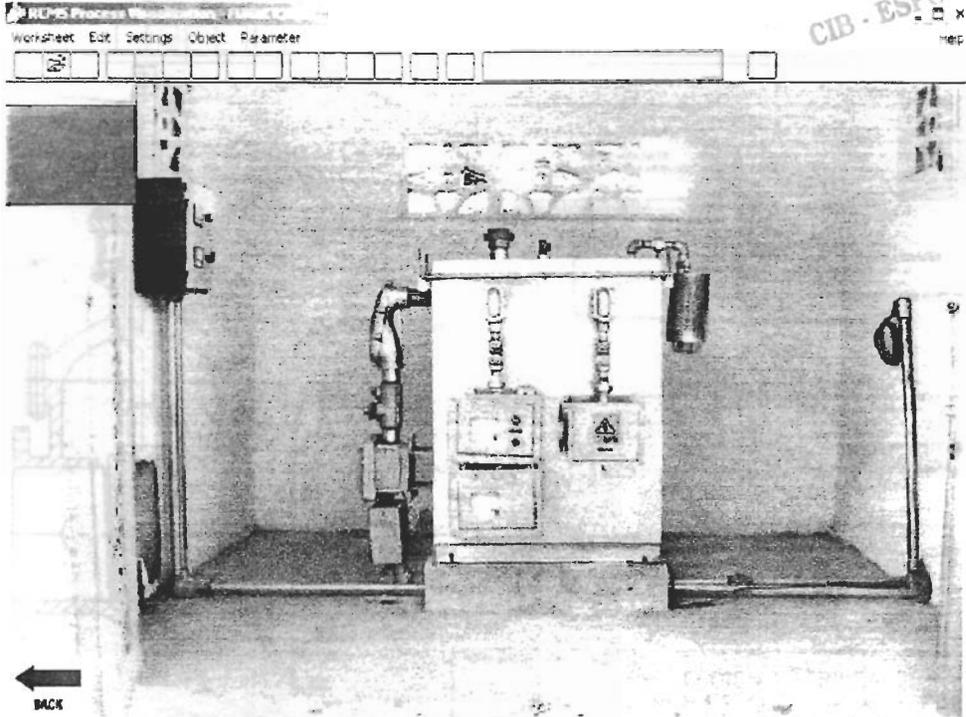


CIB - ESPOL



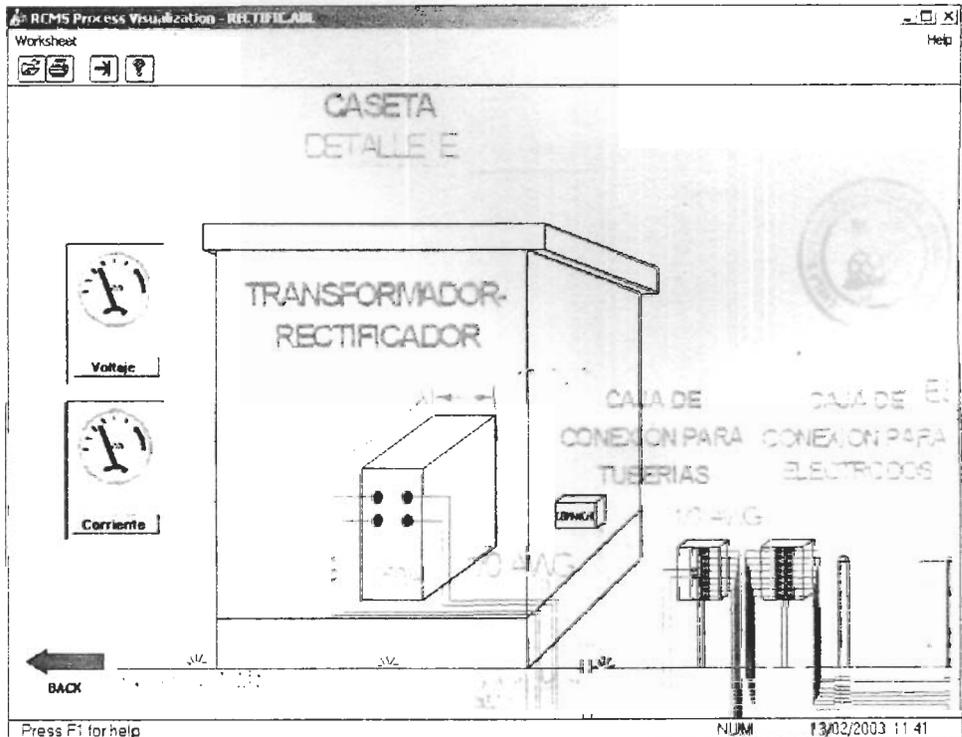


CIB - ESPOL



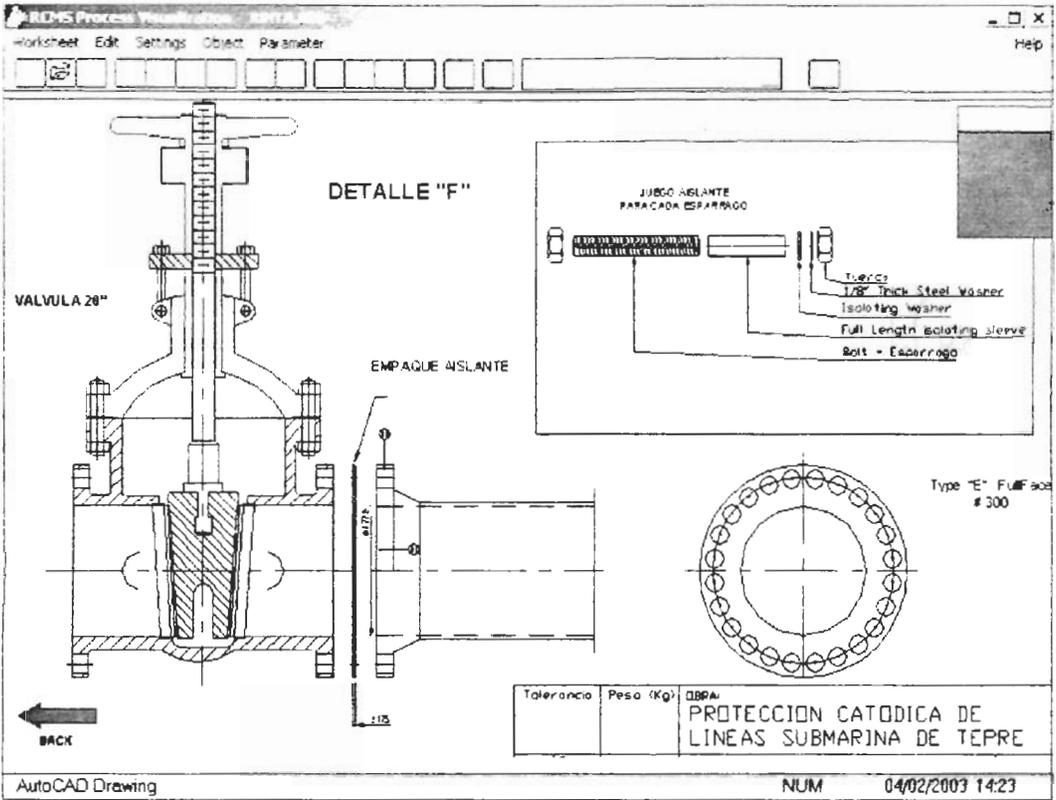
Jump to a worksheet c:\comanche\worksheet\FORRECTABL

NUM 04/02/2003 14:22



Press F1 for help

NUM 13/03/2003 11:41



CIQ - ESPOL

BIBLIOGRAFÍA

1. CORDEIRO ALDO, "Potecao Catódica- Técnica de Combate a Corrosao", Brasil, 1987.
2. IEC, "Sistemas de Protecao Catódica", Editorial Diagraphic, 1977
3. A. PEABODY, "Control of Pipe Line Corrosion", EE.UU, 1974
4. CICS, "Pipeline Corrosion-Cathodic Protection Monitoring for Underground Pipeline", NACE Press, EE.UU, 2001, Paper No. 00728, 47 – 53
5. ZAMBRANO MARCO, "Software Para diseño de Sistemas de Protección Catódica Aplicado en Tuberías Enterradas" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1996)
6. HARCO, Technologies Corporation, "The complete source for corrosion material"



7. NACE Standard RP-01-09, "Control of external corrosion on underground or submerged metallic piping Systems", National Association of Corrosion Engineers, Houston, Texas, August 1969.
8. POURBAIX M., " Lecciones de Corrosión Electroquímica", Plenum Press, N.Y., 1973
9. COUCH LEON W., "Modern Communication Systems", Prentice Hall, EE.UU,
10. NORRIS WILLIAM, "Remote Monitoring Equipment for Cathodic Protection Systems", U.S. Army Construction Engineering, EE.UU, Abril 1997.
11. BORIN, Manufacturing, "Comanche Software", EE.UU, 1998
12. "La Radio y su Enlace", Edición Ingeleh S.A.
13. LARA DOMINGO, "Sistemas de Comunicación Móvil", Editorial Alfaomega,

