

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**“SISTEMA DE COMUNICACION EN
INTERIOR MINA”**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

PRESENTADO POR:

GUILLERMO PABLO DELGADO PENA

PROMOCION 1991 - II

LIMA - PERU
1998

Un agradecimiento eterno a mi madre,
y a mi esposa por su apoyo
incondicional, y sobre todo a mi
pequeña hija; que es el estímulo para
superarme día a día.

SISTEMA DE COMUNICACION EN INTERIOR MINA

SUMARIO

En Los trabajos de operación y mantenimiento dentro de una mina subterránea con varios kilómetros de longitud, hasta hace algunos años atrás era casi imposible mantener un comunicación constante. El desarrollo de la tecnología de comunicaciones ha permitido implementar un sistema de comunicación especial para túneles y galerías dentro de una mina subterránea que permite tener una comunicación en tiempo real.

En este informe detallare el principio de funcionamiento y la red de distribución del sistema de comunicación dentro de la mina San Rafael así también describiré los principales problemas solucionados y ventajas obtenidas cuando se trabaja con comunicación en tiempo real.

La comunicación es realizada por radios portátiles y además se cuenta con interface a teléfono, cobertura en superficie y sistema de vídeo como una primera fase. El sistema cuenta con subsistemas de aplicación que permitirá automatizar la mina San Rafael (control automático de bombas, control de ventilación, teleoperación etc.)

INDICE

	Página
PROLOGO	01
CAPITULO I	
SELECCION DEL SISTEMA DE COMUNICACION	03
1.1. Planteamiento del problema	03
1.2. Solución del problema	05
CAPITULO II	
RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA	08
2.1. Radio base	08
2.2. Equipo de vídeo	09
2.3. Sistema de antena sobre el suelo (Superficie)	10
2.4. Unidad de sección de entrada FHE, FCL4, CB4	10
2.5. Amplificador FLA	12
2.6. Unidad de derivación FBU1 y FBU2	12
2.7. Suministro de potencia subterránea	13
2.8. Unidad terminal	14
2.9. Unidad de empalme	14
2.10. Radio móvil y portátil	14

CAPITULO III

CONFIGURACION DE LA UNIDAD FLEXCOM	25
3.1. Configuración de la unidad de sección de entrada	25
3.1.1. Panel de la sección de entrada FHE	25
3.1.2. Divisor del cable coaxial, FCL4	26
3.1.3. Modulo de control de potencia de la sección de entrada, CB4	26
3.1.4. Suministro eléctrico de la sección de entrada	26
3.2. Configuración del amplificador	26
3.3. Configuración de la unidad de derivación	26
3.4. Configuración del suministro de potencia subterránea	27
3.5. Configuración de la unidad de empalme y unidad terminal	28

CAPITULO IV

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FLEXCOM	31
4.1. Equipo de prueba requerido	31
4.2. Localización de fallas en el sistema Flexcom	31
4.2.1. Identifique la ubicación de la falla	32
4.2.2. Identifique la abertura/corto del cable	32
4.2.3. Ubicación de falla en el suministro de potencia	33
4.2.4. Identifique falla del amplificador	33
4.3. Mantenimiento de la unidades Flexcom	33
4.4. Mantenimiento de baterías	33

CAPITULO V

SUBSISTEMAS DISPONIBLES EN EL SISTEMA FLEXCOM	35
5.1. Subsistema de monitoreo y control de bombeo y ventilación	35
5.1.1. Configuración del subsistema	35
5.1.2. Unidades remotas de bombeo y/o ventilación automática	36
5.1.3. Unidad central de datos	37
5.2. Subsistema de ubicación de vehículos	38
5.3. Subsistema electrónico de ubicación de personal	40
5.4. Subsistema de voladura por control remoto	41
5.4.1. Descripción del subsistema y operación	42

CAPITULO VI

ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE COMUNICACION FLEXCOM	47
6.1. Introducción	47
6.2. Utilización del canal de radio	47
6.3. Configuración del sistema	48
6.3.1. Componentes del sistema	48
6.3.2. Operación hablada	50
6.3.3. Llamadas telefónicas	51
6.3.4. Transmisión de datos	51
6.3.5. Transmisión de vídeo	52
6.4. Especificaciones del sistema	52
6.5. Especificaciones de los componentes Flexcom	53
6.5.1. FTC, acoplador base transmisor	53

6.5.2. FHE, unidad de sección de entrada	54
6.5.2.1. Sección de transmisión	54
6.5.2.2. Sección de recepción	54
6.5.2.3. Sección de vídeo	54
6.5.3. FCL4, divisor de la sección de entrada	55
6.5.4. FLA, amplificador	55
6.5.5. FBU1, unidad de derivación simple	55
6.5.6. FBU2, unidad de derivación doble	55
6.5.7. FLT, unidad terminal	56
6.5.8. FPS, fuente de potencia	56
6.5.9. FPC, acoplamiento de fuente de potencia	56
CONCLUSIONES	57
ANEXO A	
FOTOS DEL SISTEMA FLEXCOM	59
ANEXO B	
MINA SAN RAFAEL	64
B.1. Ubicación y acceso	64
B.2. Clima y vegetación	64
B.3. Breve resumen histórico	65
B.4. Geología del yacimiento	65
B.5. Aspectos de explotación minera	66
B.5.1. Explotación	66
B.5.2. Extracción	68

B.5.3. Desarrollos y preparaciones	68
------------------------------------	----

ANEXO C

DESCRIPCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA	72
---	-----------

C.1. Sección Chancado, Trituración y Jigs	72
---	----

C.2. Sección Molienda, Clasificación y Mesas	72
--	----

C.3. Sección Flotación de Casiterita	73
--------------------------------------	----

C.4. Sección Filtrado y Despacho de concentrados	73
--	----

Fotos de la mina San Rafael	75
-----------------------------	----

Fotos de los principales equipos electrónicos instalados	79
--	----

ANEXO D

INSTRUCCIONES DE INSTALACION	84
-------------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA	85
---------------------	-----------

PROLOGO

El sistema de comunicación en una mina subterránea está diseñado no solamente para proporcionar una comunicación hablada por medio de radio, sino además puede manejar imágenes de vídeo y señales de datos, con diferentes aplicaciones que utilizan el cable Leaky Feeder como medio de comunicación para controlar, monitorear y llevar un registro desplegable dentro de un computador personal.

En una mina con laboreo subterráneo es imprescindible que cuente con un sistema de comunicación, para que pueda realizar sus trabajos con toda normalidad reduciendo al mínimo las pérdidas de tiempo debido a las distancias de las labores de trabajo.

El capítulo I selección del sistema de comunicación describiremos los principales problemas que se presentaban en la mina San Rafael, y como son resueltos con el nuevo sistema de comunicación en el interior de una mina. El capítulo II reconocimiento del sistema, se describe como está conformado el sistema desde el cuarto de control hasta la red de distribución en el interior de la mina. En el capítulo III configuración de la unidad Flexcom, se describe como está configurado cada unidad que conforma el sistema (forma de conexión y forma física). El capítulo IV mantenimiento del

sistema, nos proporciona el procedimiento adecuado para identificar y localizar fallas en alguno de los componentes del sistema, y luego hacer las reparaciones o cambios correspondientes. En el capítulo V subsistemas disponibles, se hace mención y descripción de algunas aplicaciones de monitoreo y control que se pueden implementar como un subsistema del sistema de comunicación, por medio del cable Leaky Feeder. En el capítulo VI especificaciones del sistema de comunicación Flexcom, nos detalla el uso de radios, interface telefónica, transmisión de datos y transmisión de vídeo, así también nos da las especificaciones de las unidades y componentes del sistema.

CAPITULO I SELECCION DEL SISTEMA DE COMUNICACION

1.1 Planteamiento del problema

San Rafael es una mina subterránea con aproximadamente 6 Km. de longitud en rampa desde la bocamina hasta el tope de rampa. Las galerías tienen una longitud entre 1 a 2.5 Km. y diariamente se viene haciendo trabajos de preparación y extracción de mineral en los diversos niveles.

Los principales problemas presentados dentro de interior mina es justamente por la distancia entre las áreas de trabajo en los diferentes niveles de la mina. Entre los principales problemas podemos mencionar:

- No se podía tener una comunicación hablada en tiempo real entre los supervisores, trabajadores y personal de mantenimiento.
- No se podía llevar señal de imagen de vídeo desde el interior de la mina a la superficie de los trabajos de producción, para el control del mismo.
- Dentro de mina existen 3 líneas de teléfono los cuales están muy distantes, y el acceso a ellos es muy problemático debido a las distancias que se debían recorrer para llegar a una de las cabinas.
- Un equipo malogrado podía pasar muchas horas fuera de operación hasta que el personal de mantenimiento sea ubicado. Este tiempo

innecesariamente perdido repercute con el incremento del costo de operación.

- No se podía responder rápidamente a los accidentes producidos en interior mina ni poder realizar coordinaciones de seguridad en tiempo real para prevenir accidentes.
- Los trabajos eran programados antes de ingresar a laborar, era muy difícil realizar cambios de planes de producción o dar prioridad a los servicios de mantenimiento una vez que las labores habían empezado.
- Las filtraciones de agua son expulsadas a superficie por medio de bombas ubicadas en diferentes niveles. Los circuitos de bombeo están conformados por bombas en serie que expulsan el agua desde el tope de rampa hasta la superficie. Actualmente la mina San Rafael no cuenta con un registro y control automático de bombas.
- Los ventiladores utilizados para el sistema de ventilación de la mina, están ubicados en las diferentes galerías, y son arrancados manualmente quedando funcionando en muchos casos innecesariamente incrementando el costo de consumo de energía.
- Hasta hace poco el control de producción de la mina San Rafael, era un objetivo inalcanzable porque no existía un método de seguir el mineral quebrado en tiempo real desde que era volado, hasta que era depositado en la cancha de mineral de alimentación a la Planta Concentradora.
- No se podía hacer un monitoreo y seguimiento para la localización y ubicación de los vehículos de extracción de mineral así como del personal.

1.2 Solución del problema

La mina San Rafael para la solución de todos los problemas mencionados anteriormente, y para poder afrontar los continuos avances operacionales, se conformo un grupo de trabajo de profesionales (Ingenieros Mineros, Geólogos, Eléctrico y Electrónico) en la cual el suscrito tuvo a su cargo la parte electrónica y comunicaciones, decidimos la instalación de un sistema de comunicación en interior mina Flexcom, que consiste de un cable radiante llamado Leaky Feeder. Este cable radiante permite que cierta cantidad de señal RF pueda escapar, permitiendo transmisiones desde y hacia los radios portátiles y la estación base.

El sistema de comunicación en interior mina, proporciona comunicación hablada por radio para trafico bilateral, comunicación de datos, transmisión de señal de vídeo y cobertura radial en superficie. Un total de **8** canales de Voz/Datos y **8** canales de vídeo están disponibles en el sistema de comunicación Flexcom de la mina San Rafael. Actualmente contamos con 02 canales de radio para voz y 01 canal de vídeo.

Nuestro sistema cuenta con un canal de vídeo operando en el nivel 370 permitiendõ controlar en tiempo real el llenado de las tolvas con mineral para su extracción. El subsistema de vídeo es un simple modulo amplificador instalado en los amplificadores del sistema Flexcom y una cámara convencional colocado estratégicamente para monitorear el proceso de producción.

De los dos canales de radio que se cuenta, el canal No 1 tiene interface

a la red de la central telefónica de San Rafael. Cualquier persona dentro de las áreas de distribución del sistema de comunicación en interior mina puede acceder y comunicarse con el anexo de teléfono deseado.

El subsistema de control y administración de ventilación, permite monitorear y controlar remotamente o automáticamente diferentes componentes del sistema de ventilación incluyendo ventiladores, reguladores y puertas.

También se puede medir remotamente parámetros como contaminantes, temperatura, flujo y calidad de aire. La información de los ventiladores y de las estaciones de calidad de aire se recoge en tiempo real, en un cuarto de control central, controlado por un computador central. La red de ventilación estará basado en la calidad del aire, no necesariamente en el volumen del aire.

Con la implementación del sistema de comunicación en interior mina, mediante el cable Leaky Feeder, ahora tenemos la infraestructura y el medio de comunicación que nos va a permitir empezar hacer un seguimiento y control del producto mas importante de la mina, el mineral quebrado.

El seguimiento y control de la producción de la mina San Rafael se realizara con la implementación y combinación de subsistemas del sistema Flexcom el cual incluye:

Pesado de la carga de mineral roto que el Scoop deposita en las tolvas de almacenamiento en interior mina, que posteriormente es extraído por volquetes volvos de 20 TN de capacidad.

Un controlador abordo del equipo que recibe la información y la transfiere al sistema de comunicación por cable Leaky Feeder.

Un subsistema de localización de vehículos (volvos de transporte de mineral), que realiza el seguimiento del mineral quebrado, desde los ore passes de interior mina hasta la cancha de mineral en superficie.

Un subsistema de localización y ubicación de personal, permitiendo el control del personal en su respectiva área de trabajo.

CAPITULO II RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA

El sistema de comunicación Flexcom consiste de las siguientes unidades y módulos:

- Radios base de 8 canales.
- Equipo de vídeo base, de 8 canales.
- Sistema de antena para cobertura en superficie.
- Unidad de sección de entrada (Head End unit)
- Amplificador Flexcom.
- Unidad de derivación, derivaciones simples o dobles.
- Suministro de potencia subterráneo.
- Unidad terminal.
- Unidad de empalme.
- Radio Móvil, portátil.

2.1 Radio base

Nuestro sistema de comunicación Flexcom esta equipado con 8 canales de radio frecuencia, y el rango de frecuencias de operación para Voz/Datos son para una transmisión base 156.5 a 157.5 Mhz y una recepción de base 171.5 a 172.5 Mhz. Nosotros estamos trabajando con dos canales de voz en las siguientes frecuencias.

- Channel No 1 TX = 172.00 Mhz (Con acceso a teléfono)
 RX = 157.00 Mhz
- Channel No 2 TX = 172.03 Mhz
 RX = 157.03 Mhz

La comunicación de los canales de radio incluyen:

- Voz, portátil a portátil y portátil a central.
- Data, comunicación de datos remoto a remoto y comunicación remoto a maestro.

Otros equipos o accesorios que pueden ser conectado a la radio base son:

- Unidad de interconexión telefónica, para permitir llamadas entre el sistema de radio y la red de la central telefónica.
- Generador de tono de alarma, para transmitir tono de alarma cuando sea activado.

2.2 Equipo de vídeo

Hasta 8 canales de vídeo pueden ser instalados en nuestro sistema Flexcom. Los canales de vídeo operan en la banda de 10 a 120 Mhz. El equipo de vídeo de base esta ubicado en la unidad de sección de entrada, así como también en la sala de control. Actualmente nosotros contamos con un canal de vídeo ubicado en el nivel 370.

El equipo ubicado en la sección de entrada incluye :

- Divisor de señal de vídeo.
- Demodulador

- Canal de radio para controles de cámara.

El equipo ubicado en la sala de control incluye

- Monitor de vídeo.
- Conmutador de vídeo.
- Consola de control de cámara.

2.3 Sistema de antena sobre el suelo (Superficie)

La antena sobre el suelo es requerida para proporcionar cobertura radial en superficie. El área de cobertura sobre el suelo es dependiente del terreno, altura de antena, material de las paredes de la edificación etc. Pero usualmente proporcionara cobertura hasta 3 Km. desde la antena.

El equipo del sistema de antena esta ubicado en la sección de entrada, incluyendo lo siguiente:

- Dos antenas, una para transmitir y una para recibir.
- Cables de antena, desde la antena al gabinete de la sección de entrada.
- Acoplador transmisor.
- Combinador transmisor (requerido para mas de un canal en superficie).
- Filtro del receptor.

Las antenas están montadas en una estructura metálica a la altura deseada. Es importante proporcionar la apropiada puesta a tierra para las antenas y el cable de antena para evitar daños en el equipo debido a los relámpagos.

2.4 Unidad de sección de entrada FHE, FCL4, CB4

Para cada sistema Flexcom, solo hay una unidad de sección de entrada,

colocada con la radio de base y el equipo de vídeo. La unidad de sección de entrada consiste del panel FHE, la unidad FCL4, el modulo de control de potencia CB4 y un suministro eléctrico de 12V DC.

El panel de sección de entrada FHE, proporciona la interconexión necesaria entre los canales de radio y vídeo y la unidad FCL4, así como también la conexión de antena del receptor. Esta unidad es pasiva solo contiene filtros de radio frecuencia.

La unidad FCL4 proporciona la interconexión entre el panel FHE y hasta 4 cables Leaky Feeder. En la unidad FCL4, hay un amperímetro para la lectura del consumo de corriente de cada uno de los 4 cables Leaky Feeder. La selección del cable para la lectura del amperímetro es proporcionada en el modulo de control de potencia CB4.

La potencia DC es proporcionada por la unidad base de suministro de potencia y es limitada a una corriente 1.5 amperios. Cuando una salida del CB4 este cortocircuitada, los 12 VDC son apagados por el CB4 automáticamente. Aproximadamente cada 10 segundos, el CB4 enciende la salida de 12 VDC para ver si la condición cortocircuitada es corregida. Si el corte aun existe, el CB4 apaga la salida después de alrededor 100 ms, sino la salida es restablecido.

El suministro de potencia de corriente directa de la base esta equipado con una batería de reserva adecuada para tres horas o mas de operación del sistema. Esta tiene la capacidad requerida para proporcionar potencia para tres radios base.

2.5 Amplificador FLA

Los amplificadores FLA, son instalados bajo tierra para mejorar las señales de radio frecuencia en los cables Leaky Feeder, compensando la pérdida en el cable. Los amplificadores son colocados en intervalos de aproximadamente 350 mt a lo largo del cable.

Hay dos conexiones del cable en el FLA, uno para el cable que viene de la sección de entrada, el otro que esta yendo al final del sistema. Dentro del FLA, hay tres módulos amplificadores, A1, A2 y A3 , estos módulos son enchufados dentro del tablero FLA. El modulo A1 es el amplificador para la señal RF. de portátil a base, A2 para la señal de vídeo a base y A3 para la señal RF. de base a portátil.

2.6 Unidad de derivación FBU1 y FBU2

Las unidades de derivación tiene dos versiones, una para la derivación de una señal y otra para las derivaciones dobles. Ambas operan similarmente proporcionando derivaciones del cable Leaky Feeder en la línea principal. La perdidas de la derivación a través de los puertos de la línea principal son generalmente de 3.5 dB y deberán ser usadas para la línea principal. Estos puertos de línea principal son las dos conexiones en los extremos de la caja. Estos puertos no son direccionales, cualquier extremo puede ser usado para el cable hacia la sección de entrada.

Los puertos para las derivaciones están ubicados a un lado de la caja. Para la unidad de derivación simple (FBU1), este puerto tiene una pérdida

de 3.5 dB. Para la unidad de doble derivación (FBU2), estos puertos tienen una pérdida de 6.5 dB. Estos puertos no son direccionales.

Las derivaciones, pueden o no necesitar amplificadores, dependientes de la longitud de cable de derivación. Las derivaciones que no necesiten amplificador, el Jumper en las unidades FBU1 o FBU2 puede ser cortada para asegurar que la potencia de corriente directa sea removida desde la derivación. Mientras esta no sea esencial para la operación del sistema, se proporciona a la mina con una opción para proporcionar seguridad extra contra el acortamiento de cable en la derivación el cual afectara a la línea principal.

2.7 Suministro de potencia subterránea

El suministro de potencia subterránea consiste de dos componentes, la unidad de suministro de potencia de corriente directa (FPS) y el Acoplador de potencia (FPC).

El FPS es un suministro de potencia de 12 VDC, con batería de reserva operando con fuentes de corriente alterna. La salida de 12 VDC desde el suministro de potencia es ruteada a través del modulo de control de potencia , donde la simple fuente de 12 VDC es dividida en dos salidas independientes para la conexión a la unidad FPC. Cada una de estas dos salidas de 12 VDC esta limitada para una corriente de 1.5 Amp., cualquier salida cortocircuitada no afectara a la otra salida.

Cuando una salida de la unidad FPS este en cortocircuito, los 12 VDC son apagados por el modulo de control de potencia automáticamente.

Aproximadamente cada 10 segundos , el modulo de control de potencia activa la salida cortocircuitada de 12 VDC para ver si la condición de corte ha sido corregida. Si el cortocircuito aun existe el modulo de control de potencia apaga la salida después de alrededor de 100 ms, sino la salida es restablecida.

La batería de reserva tiene una duración de 3 horas de operación del sistema cuando falla de la corriente alterna.

La Unidad FPC es el Acoplador de potencia instalado en el cable Leaky Feeder. Esta acopla las dos salidas de 12 VDC desde la unidad FPS al cable Leaky Feeder. Un cable conductor trifasico es requerido entre la unidad FPS y la unidad FPC para la conexión de la corriente directa, los puertos de cable Leaky Feeder no son direccionales, cualquier puerto puede ser conectado al cable hacia la sección de entrada.

2.8 Unidad terminal

La unidad terminal LT proporciona al sistema adecuada terminación para la línea principal y derivaciones del cable coaxial Leaky Feeder, con apropiada impedancia de 75 ohmios.

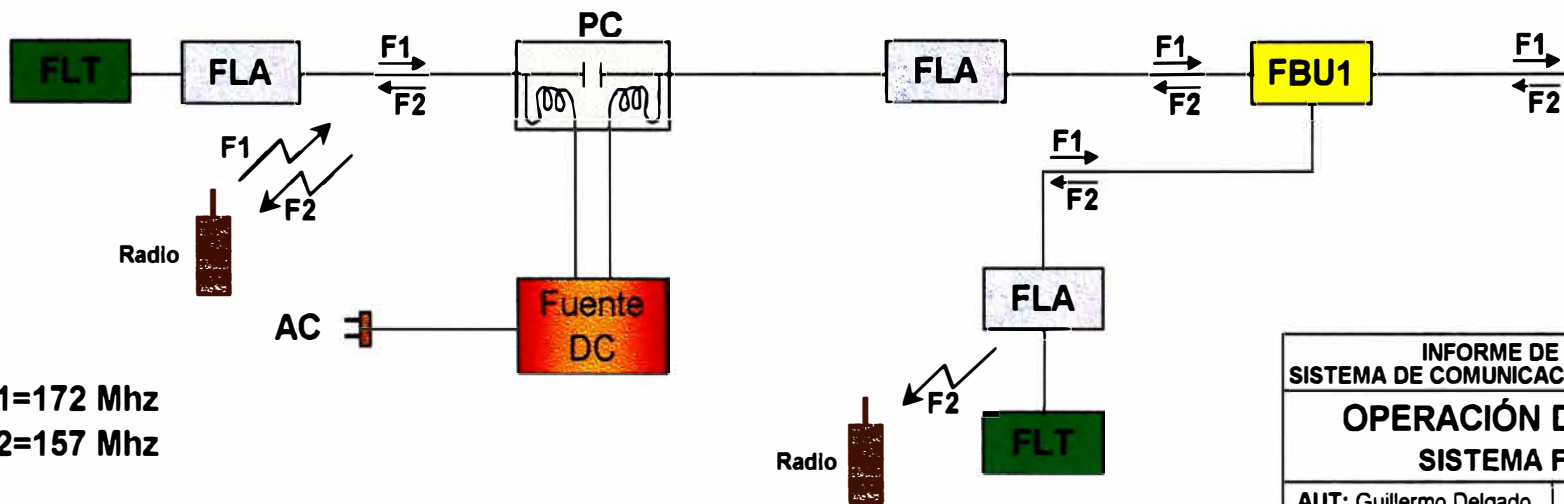
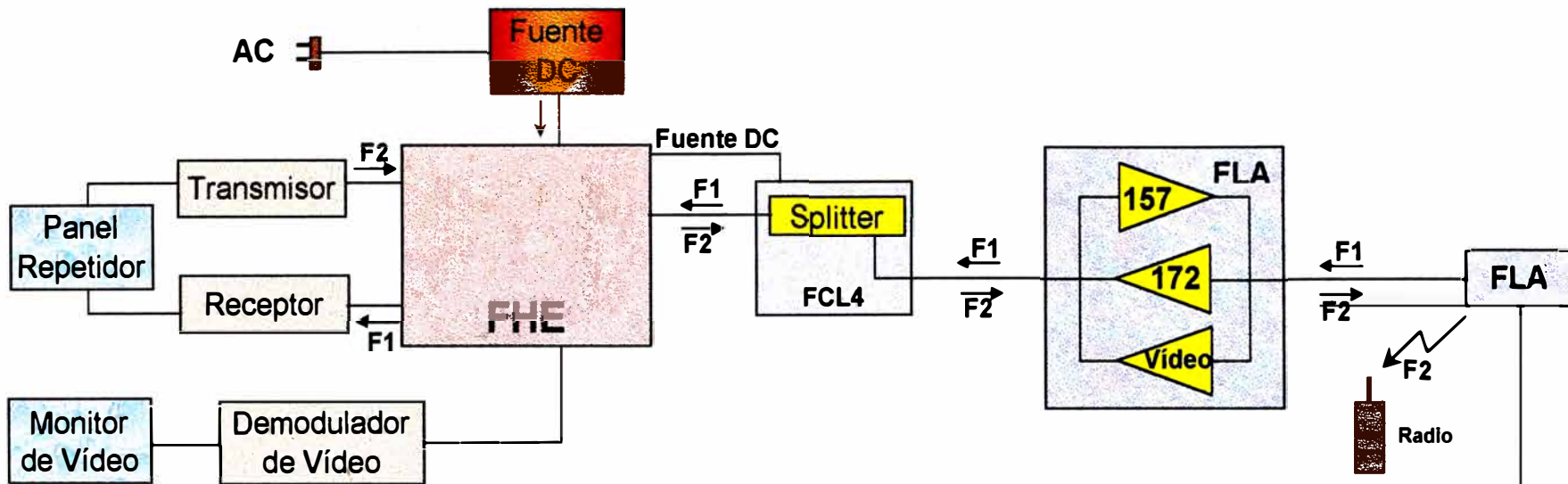
2.9 Unidad de empalme

La unidad de empalme SB proporciona al sistema apropiados empalmes para reparar cortes del cable. Sin embargo, un cable con mas de cuatro cortes (4 SB) deberá ser reemplazado.

2.10 Radio móvil y portátil

Las radios móviles y portátiles son usadas por el personal de la mina

para acceder a los canales de voz. Es necesario contar con radios equipados con DTMF para acceder a las unidades de interconexión telefónica en la radio base. Otros sistemas instalados en la base, tales como generadores de tono de alarma, también requieren de DTMF.



F1=172 Mhz
F2=157 Mhz

INFORME DE INGENIERIA
SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA

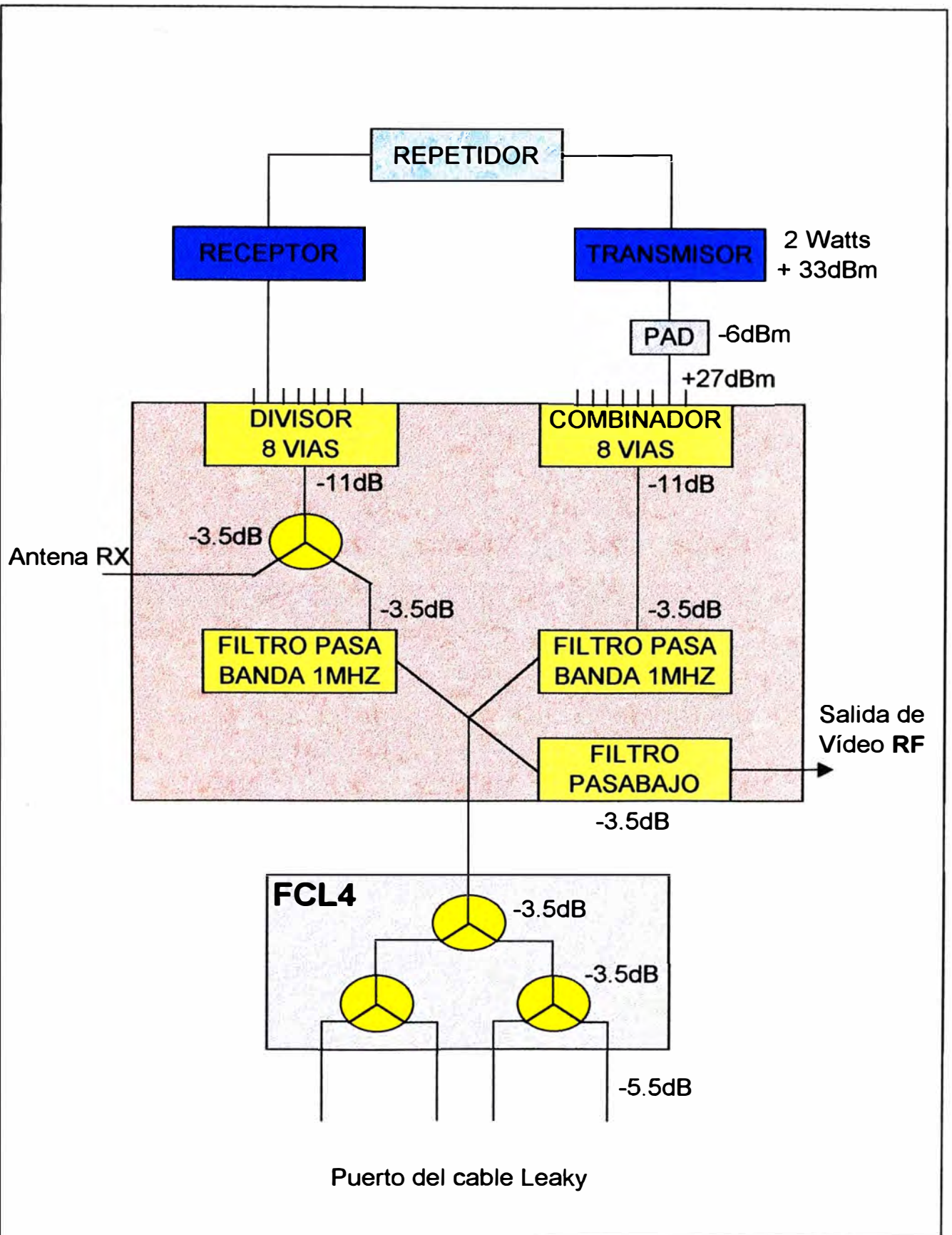
**OPERACIÓN DE CANALES
SISTEMA FLEXCOM**

AUT: Guillermo Delgado

No de Figura: 1

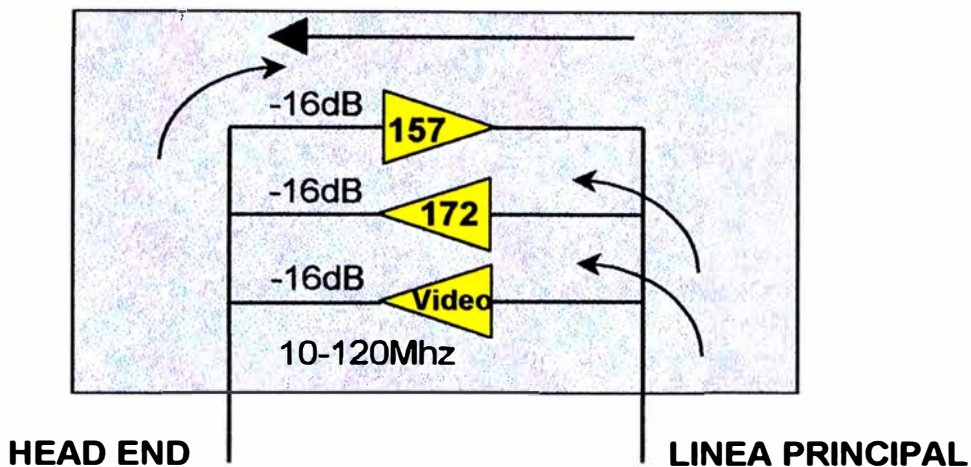
REV: Ing. M.L.T.

Fecha: Junio de 1998

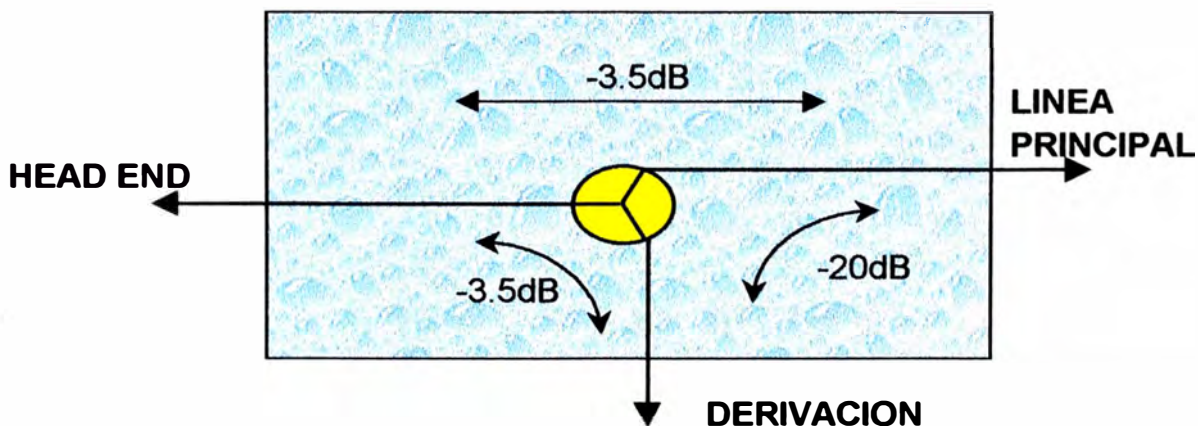


INFORME DE INGENIERIA	
SISTEMA DE COMUNICACION EN INTERIOR MINA	
NIVELES DE RF	
HEAD END	
AUT: Guillermo Delgado	No de Figura: 2
REV: Ing. M.L.T.	Fecha: Junio de 1998

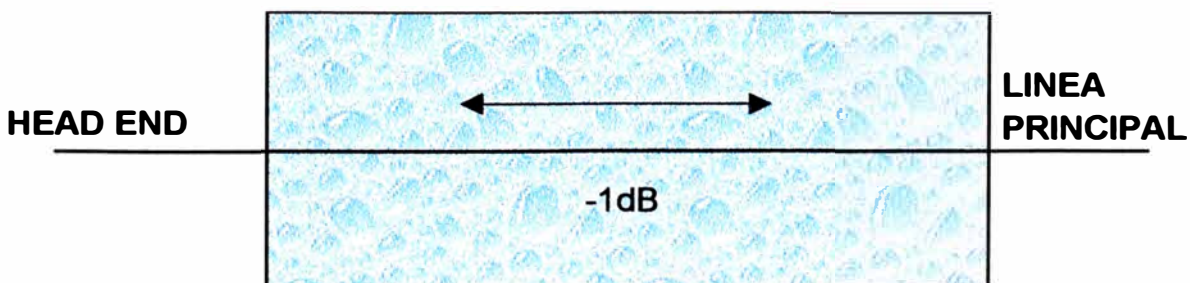
AMPLIFICADOR DE LINEA FLEXCOM



UNIDAD DE DERIVACION FLEXCOM



UNIDAD DE EMPALME FLEXCOM



INFORME DE INGENIERIA
SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA

NIVELES DE RF FLA, FBU1 Y SB

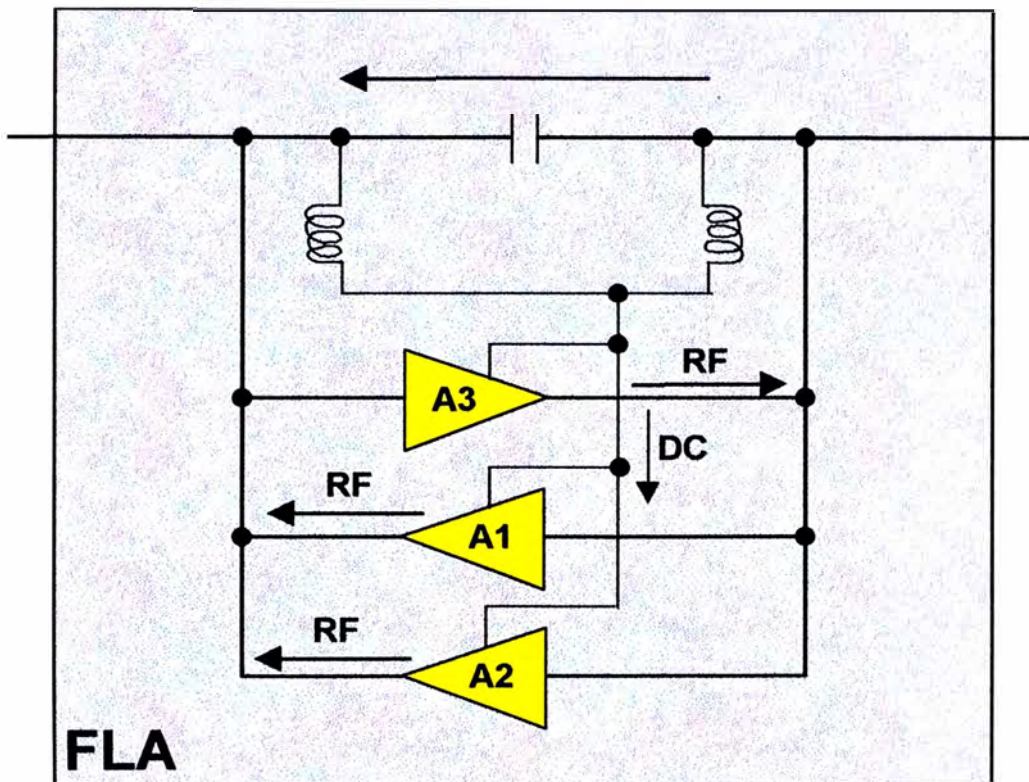
AUT: Guillermo Delgado

No de Figura: 3

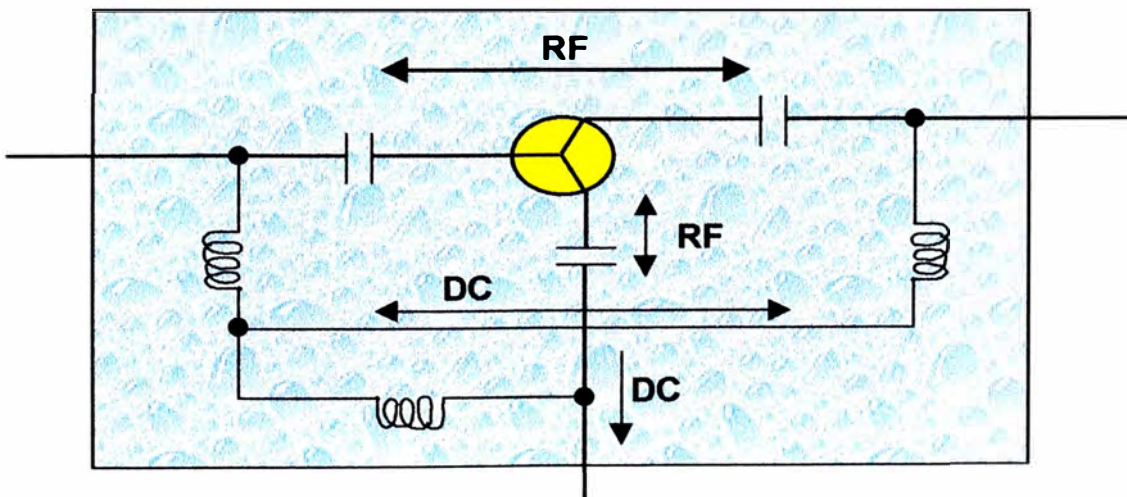
REV: Ing. M.L.T.

Fecha: Junio de 1998

OPERACIÓN DC/RF EN FLA



OPERACIÓN DC/RF DEL FBU1



INFORME DE INGENIERIA
SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA

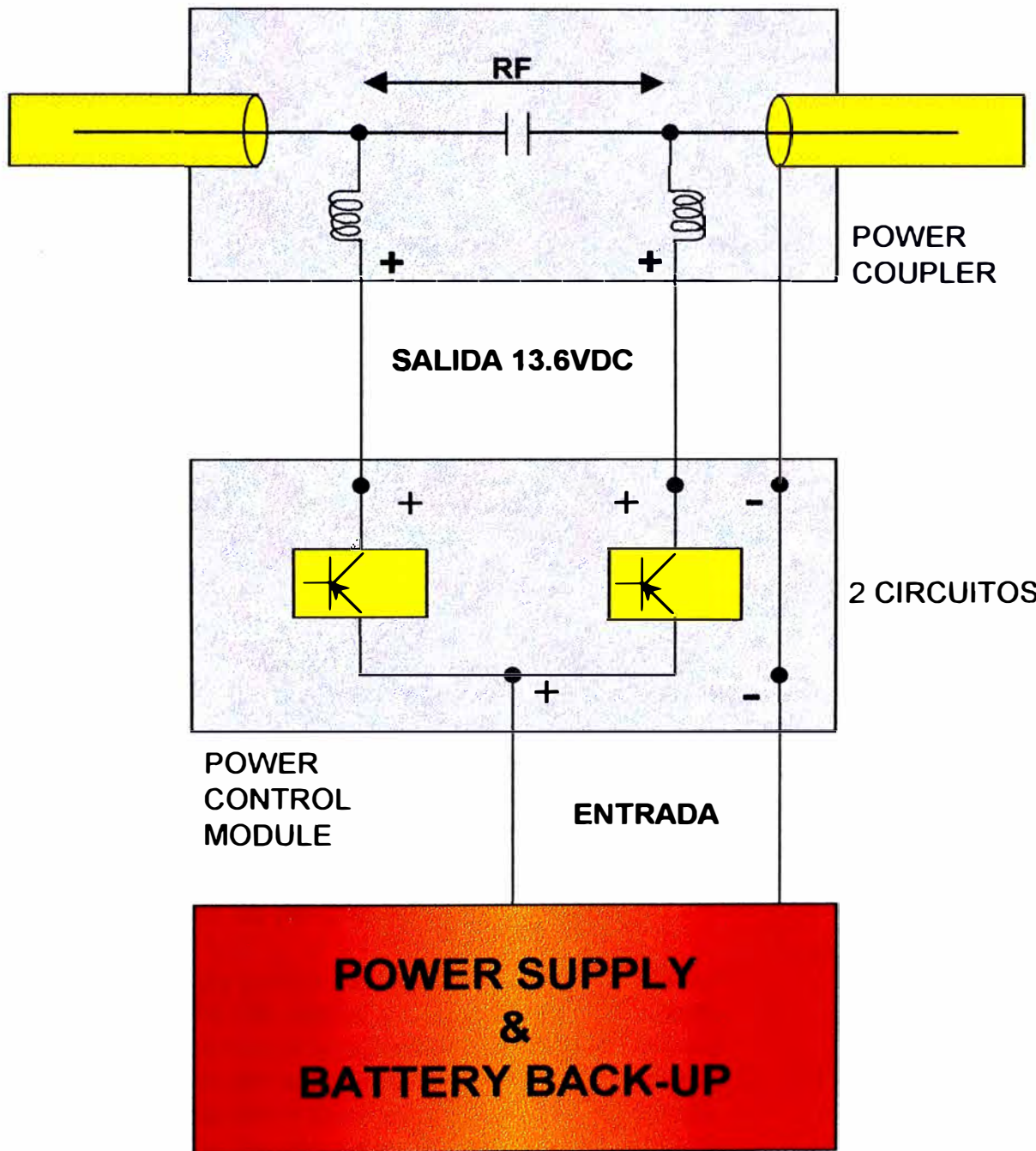
OPERACIÓN DC/RF FLA Y FBU1

AUT: Guillermo Delgado

No de Figura: 4

REV: Ing. M.L.T.

Fecha: Junio de 1998



INFORME DE INGENIERIA SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA	
OPERACIÓN DC/RF POWER SUPPLY	
AUT: Guillermo Delgado	No de Figura: 5
REV: Ing. M.L.T.	Fecha: Junio de 1998

TRANSMISOR
2W +33dBm

PAD
-6dB

+27dBm

HEADEND
Perdida -22dB
(Incluye FCL4)

Nivel de salida
+5dB

Perdida de Propagación en
el aire -60dB

Perdida del cable
-16dB x 350mt

Perdida de antena
- 8 dB

Perdida del cuerpo
- 8 dB

Nivel RF
- 11 dB



AMPLIFICADOR
FLA
+16 dB

Calculo de perdidas por propagación

Nivel de salida del headend	+05dB
Perdida del cable	-16dB
Perdida de propagación en el aire	-60dB
Perdida en la antena	-08dB
Perdida en el cuerpo	-08dB
Margen de desvanecimiento	-20dB
Total de Perdidas	-107dB

El nivel de señal de recepción de una portátil
es aproximadamente -107 dB

Típica sensibilidad de una portátil es -117dB

INFORME DE INGENIERIA
SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA

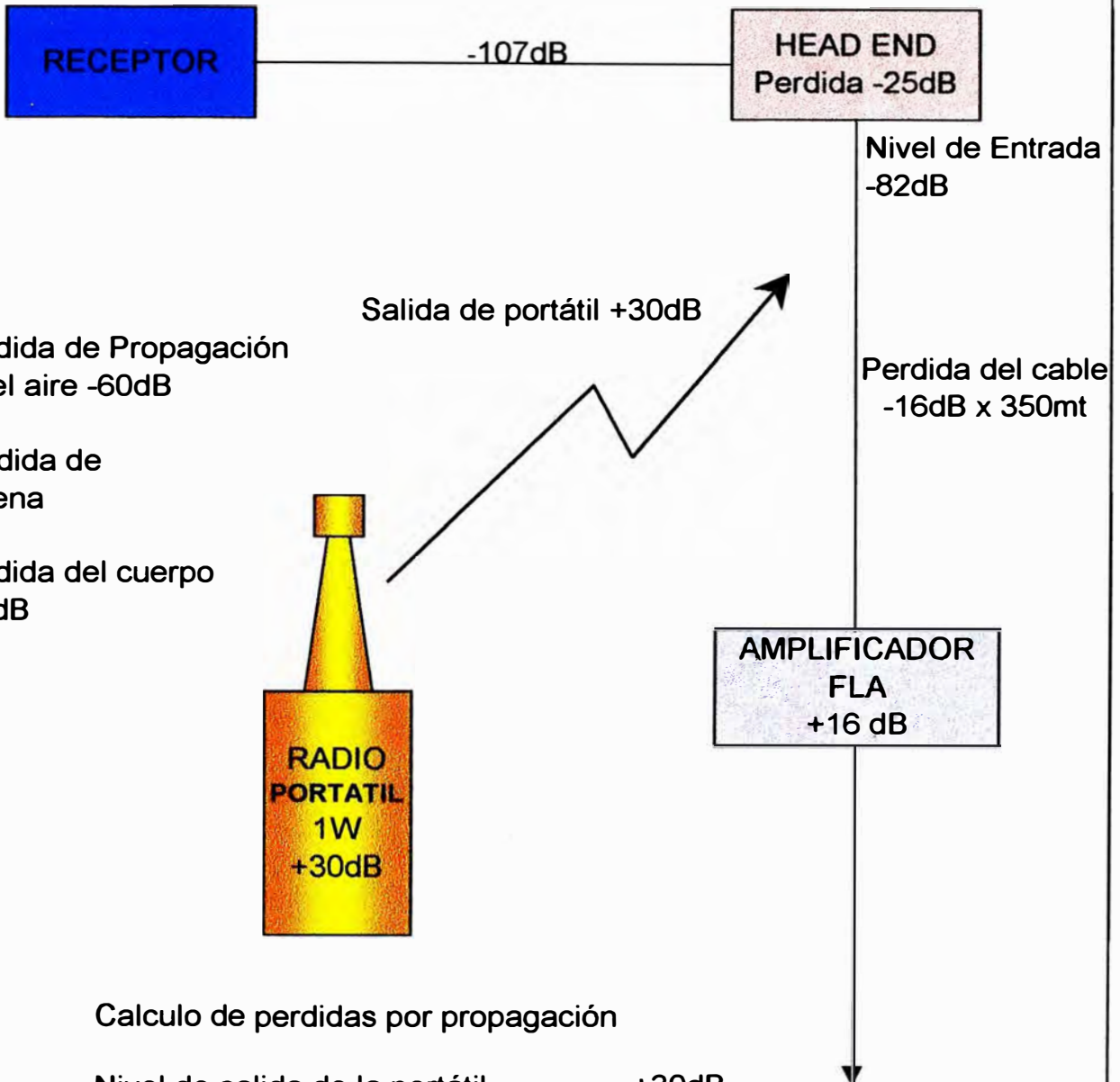
PERDIDAS DE PROPAGACION
HEAD END A PORTATIL

AUT: Guillermo Delgado

No de Figura: 6

REV: Ing. M.L.T.

Fecha: Junio de 1998



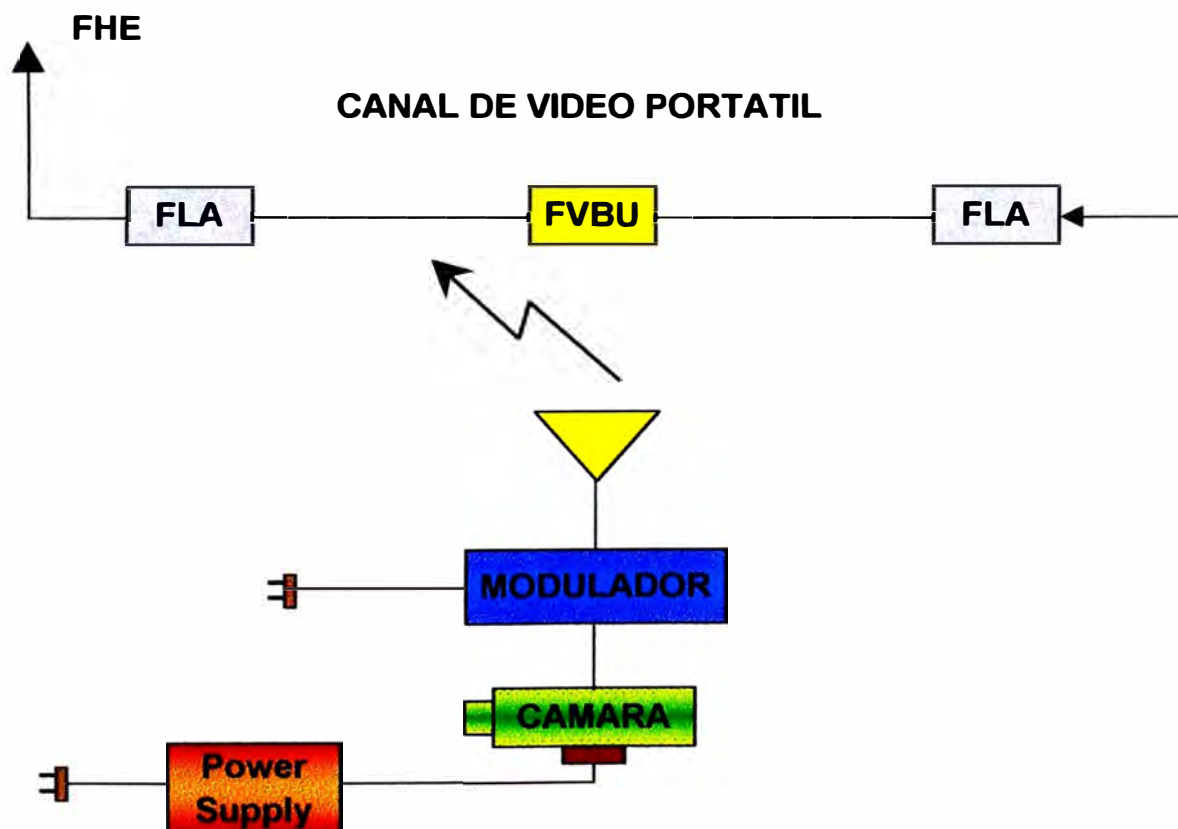
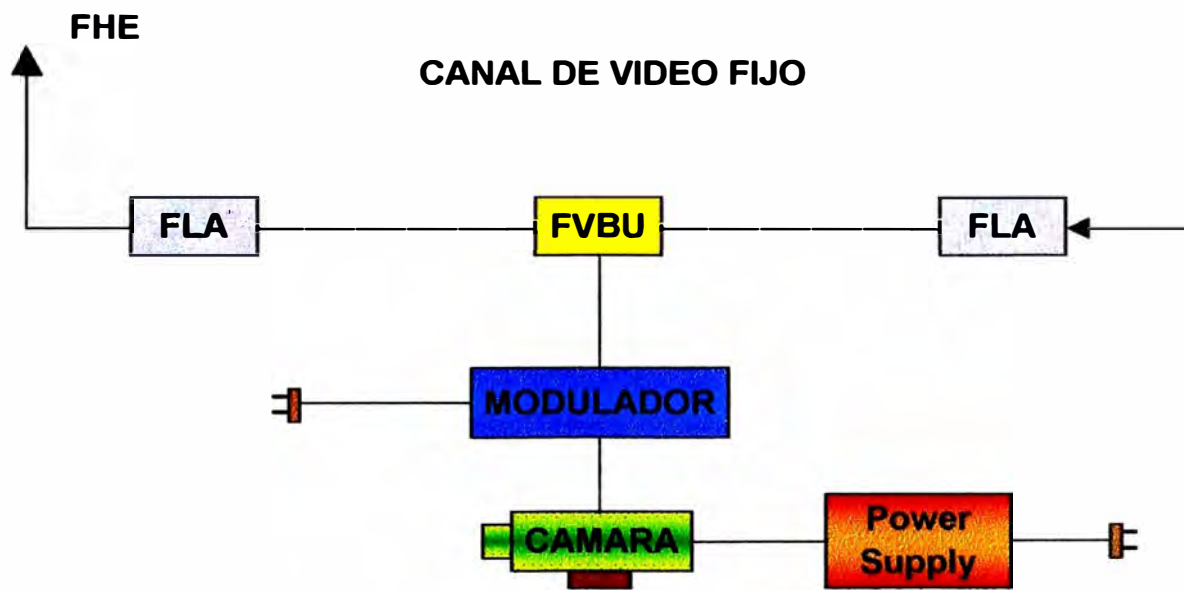
Calculo de perdidas por propagación

Nivel de salida de la portátil	+30dB
Perdida del cable	-16dB
Perdida de propagación en el aire	-60dB
Perdida en la antena	-08dB
Perdida en el cuerpo	-08dB
Margen de desvanecimiento	-20dB
Inserción en HEAD END	-25dB
Total de Perdidas	-107dB

El nivel de señal de recepción del receptor es aproximadamente -107 dB

Típica sensibilidad de una portátil es -117dB

INFORME DE INGENIERIA SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA	
PERDIDAS DE PROPAGACION PORTATIL A HEAD END	
AUT: Guillermo Delgado	No de Figura: 7
REV: Ing. M.L.T.	Fecha: Junio de 1998



INFORME DE INGENIERIA
SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA

**SISTEMA DE VIDEO
DIAGRAMA DE BLOQUES**

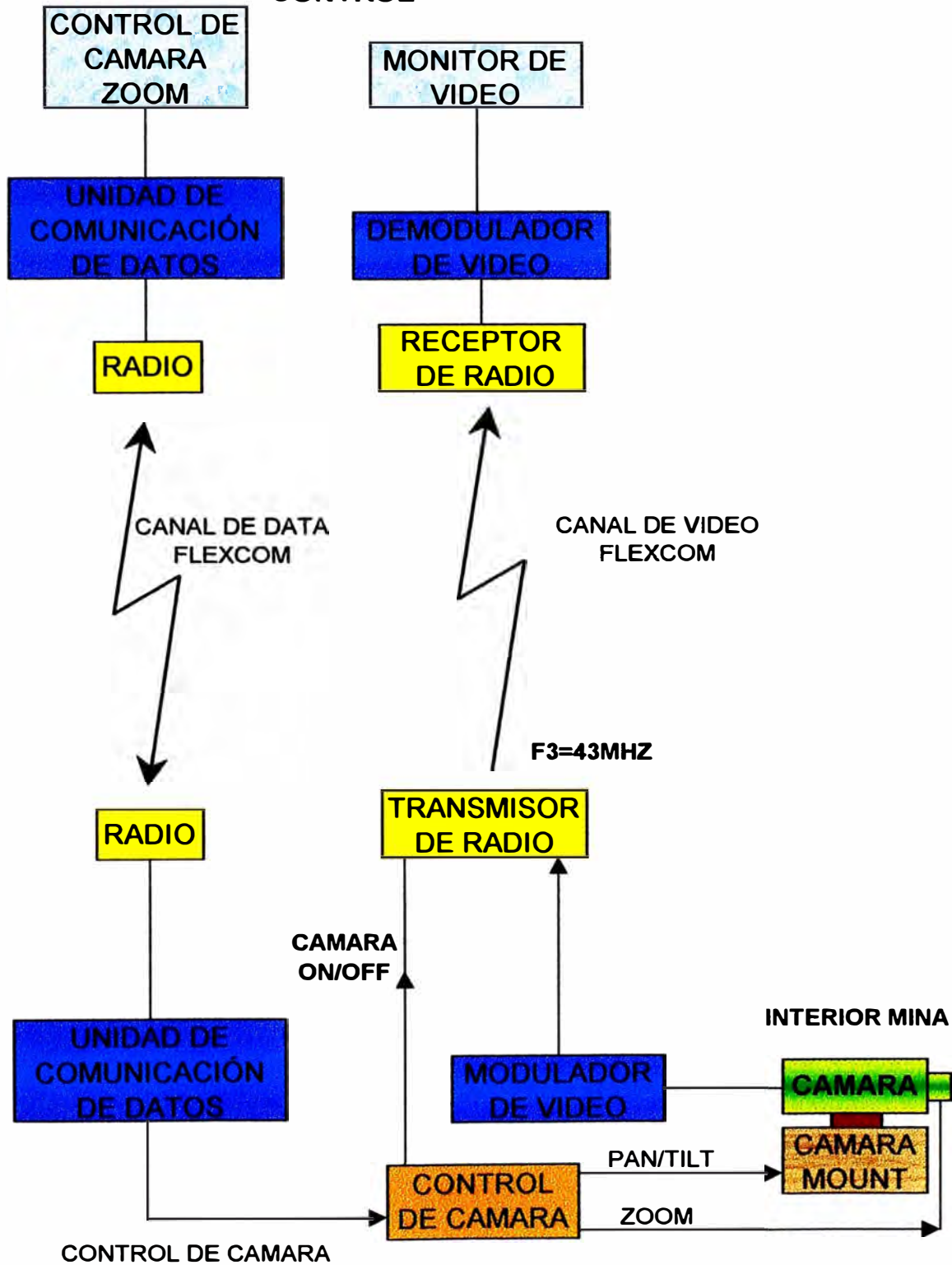
AUT: Guillermo Delgado

No de Figura: 8

REV: Ing. M.L.T.

Fecha: Junio de 1998

SALA DE CONTROL



INFORME DE INGENIERIA SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA	
SISTEMA DE VIDEO OPERACIÓN	
AUT: Guillermo Delgado	No de Figura: 9
REV: Ing. M.L.T.	Fecha: Junio de 1998

CAPITULO III CONFIGURACION DE LA UNIDAD FLEXCOM

3.1 Configuración de la unidad de sección de entrada

La unidad de la sección de entrada consiste de un panel FHE, la unidad FCL4 y un sistema de fuente de 12 VDC.

3.1.1 Panel de la sección de entrada FHE

La configuración estándar del FHE esta equipado con 8 canales de radio, expandible a 32 canales con la adición de un chasis de expansión de 8 canales cada uno. Todas las conexiones de los canales de radio son a través de conectores ubicados en la parte posterior del panel FHE. Hay 23 conectores:

- Ocho conectores BNC para los Transmisores base.
- Ocho conectores BNC para los Receptores base.
- Un conector BNC para la conexión de la unidad FCL4 (RF FCL4)
- Un conector BNC para la antena de Recepción. (RX ANT)
- Un conector BNC para el canal de vídeo (VIDEO RF OUT)
- Dos conectores BNC para la expansión del receptor (RX IN, RX OUT)
- Dos conectores BNC para la expansión del transmisor (TX IN, TX OUT)

3.1.2 Divisor del cable coaxial, FCL4

Este tiene seis conexiones/puertos los cuales son:

- Cuatro puertos de terminación para 4 cables Leaky Feeder.
- Un conector BNC para la conexión del panel FHE con el panel RF FCL4.
- Un conector de 9 pines para la conexión de fuente de 12 VDC con el panel FHE.

3.1.3 Modulo de control de potencia de la sección de entrada, CB4

Existe dos módulos, un medidor de corriente y el switch selector del medidor de corriente, los cuales están integrados en el chasis del FHE.

3.1.4 Suministro eléctrico de la sección de entrada

Este equipo entrega una fuente de 12 VDC a la sección de entrada.

3.2 Configuración del amplificador

El amplificador FLA esta contenido dentro de un recinto de fibra de vidrio NEMA 4 de 3.75" x 4.75" x 8.50". Este tiene dos puertos de conexión para el cable coaxial Leaky Feeder, un puerto coaxial del cable hacia la sección de entrada y el otro para el cable a la sección final del sistema. Es importante tener los cables conectados en la dirección correcta. En estos dos puertos tiene marcada una flecha que indica la sección de entrada.

3.3 Configuración de la unidad de derivación

La unidad FBU1 esta contenido dentro de una unidad de fibra de vidrio NEMA 4 de 2.25" x 3.00" x 6.25". Este tiene tres puertos coaxiales. Los dos puertos en los extremos de la unidad son para la línea principal, mientras el puerto en el costado de la unidad es para la derivación. Los dos puertos en

los extremos no son direccionales, cualquiera de ellos puede ser conectado hacia el cable de la sección de entrada.

La unidad FBU2 esta contenido dentro de una unidad de fibra de vidrio NEMA 4 de 2.25' x 3.00" x 7.50". Esta unidad tiene 4 puertos coaxiales. Los dos puertos en los extremos de la unidad son para la línea principal, mientras los dos puertos en el costado de la unidad son para las derivaciones. Los dos puertos en los extremos, son no direccionales, cualquiera de ellos puede ser conectado hacia el cable de la sección de entrada.

3.4 Configuración del suministro de potencia subterránea

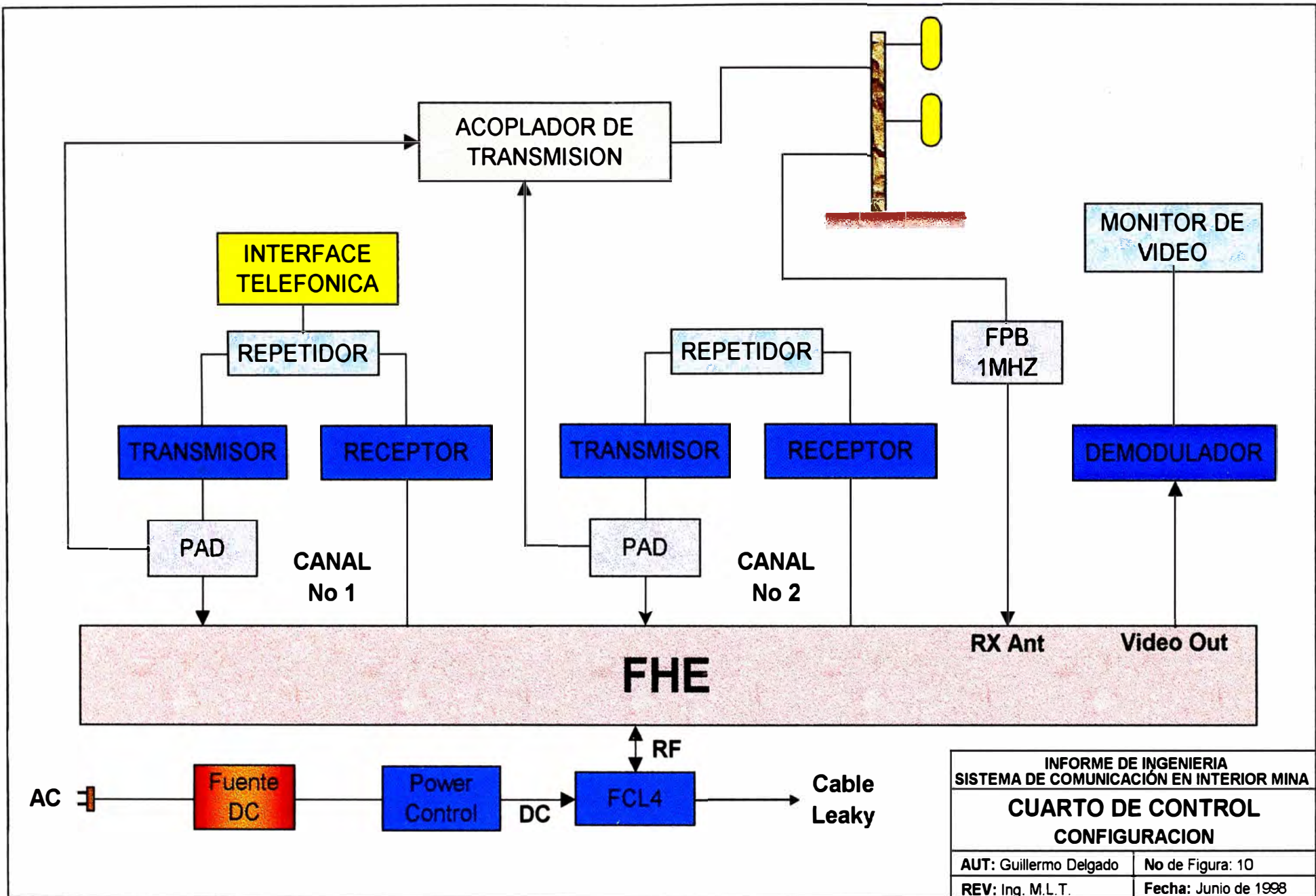
La unidad FPC esta contenido dentro de una unidad de fibra de vidrio NEMA 4 de 2.25" x 3.00" x 7.50". Este tiene dos puertos coaxiales en los extremos, ellos no son direccionales, cualquiera de ellos puede ser conectado al cable hacia la sección de entrada. Dentro de la unidad, hay bornes codificados de tres colores para conexión de las salidas del suministro de potencia de 12 VDC de la unidad FPS. Los dos bornes rojos son para la conexión de +12 VDC mientras que el borne negro es para el retorno común a tierra.

La unidad FPS esta contenido dentro de un recinto metálico NEMA 4 de 500 mm x 500 mm x 200 mm. Esta tiene dos conexiones, una para la línea principal de corriente alterna y la otra para la salida de 12 VDC hacia la unidad FPC.

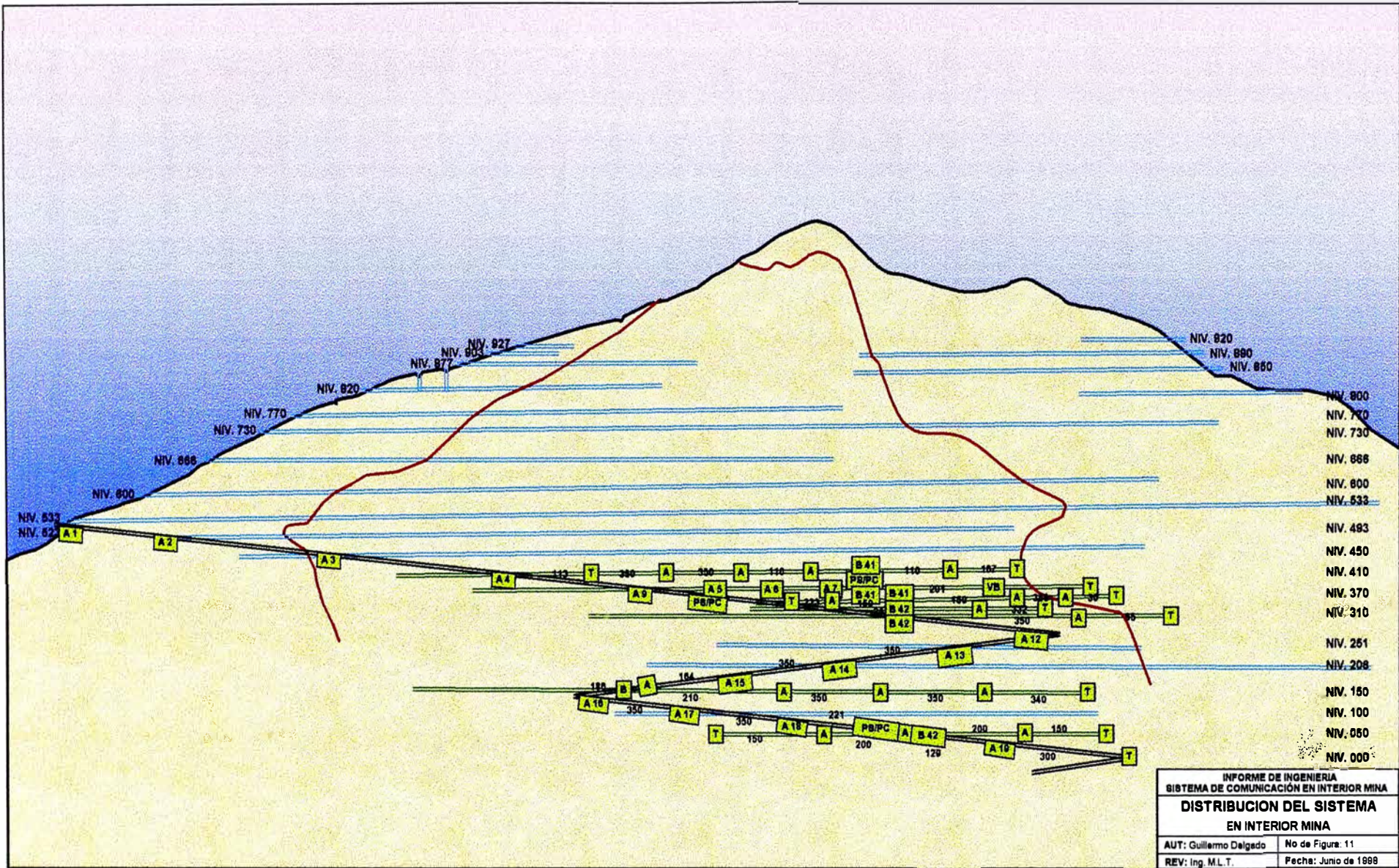
3.5 Configuración de la unidad de empalme y unidad terminal

En el recinto de la unidad de empalme SB es una unidad de fibra de vidrio NEMA 4 de 2.25" x 3.00" x 4.25". Este tiene dos puertos coaxiales, Estos dos puertos no son direccionales, cualquiera de ellos puede ser conectado al cable hacia la sección de entrada.

El recinto de la unidad terminal LT es una unidad de fibra de vidrio NEMA 4 de 2.25" x 3.00" x 4.25". esta tiene un puerto coaxial.



INFORME DE INGENIERIA	
SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA	
CUARTO DE CONTROL	
CONFIGURACION	
AUT: Guillermo Delgado	No de Figura: 10
REV: Ing. M.L.T.	Fecha: Junio de 1998



INFORME DE INGENIERIA	
SISTEMA DE COMUNICACION EN INTERIOR MINA	
DISTRIBUCION DEL SISTEMA	
EN INTERIOR MINA	
AUT: Guillermo Dalgado	No de Figura: 11
REV: Ing. M.L.T.	Fecha: Junio de 1998

CAPITULO IV MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FLEXCOM

El sistema Flexcom esta diseñado y desarrollado para facilitar la operación y mantenimiento en un ambiente de minería subterráneo. En esta sección describiremos los procedimientos para identificar y corregir una falla del sistema.

Además de la técnica de localización de fallas, existe un subsistema de autodiagnostico (SDS), que automáticamente monitorea y reporta el estado de operación del sistema. Usando el SDS, las fallas y la degradación del sistema con el tiempo, pueden ser detectados e identificados rápidamente.

4.1 Equipo de prueba requerido

Los equipos de prueba para la localización de fallas en el sistema Flexcom son:

- Dos Radios en el mismo canal.
- Un multímetro digital.
- Un monitor de servicio RF, Motorola R 2600-A
- Un LT con un metro de cable coaxial Leaky Feeder.

4.2 Localización de fallas en el sistema Flexcom

Cuando una falla es presentada en el sistema, parte del sistema Flexcom no proporciona cobertura RF. Si la falla de cobertura es presentado

solo en alguno de los canales de radio, el equipo de radio afectado en la sección de entrada deberá ser probado por fallas.

El procedimiento descrito a continuación, trata la situación donde todos los canales estén afectados en una parte del sistema Flexcom.

4.2.1 Identifique la ubicación de la falla

Usando dos radios en el mismo canal, la voz prueba al sistema completo, comenzando desde el cuarto de control hasta el extremo final del sistema.

La prueba hablada del sistema deberá ser realizada en cada unidad Flexcom (FLA, FBU1, FBU2, SB, PC) y entre dos unidades Flexcom. La posición de la falla es encontrada cuando la comunicación por radio sea perdida.

4.2.2 Identifique la abertura/corto del cable

Después de que la posición de la falla sea localizada, vaya a la siguiente unidad Flexcom en dirección del cuarto de control desde la posición de la falla. En esta unidad Flexcom, mida el voltaje de corriente directa en el cable coaxial Leaky, la lectura deberá ser mayor a 7.0 VDC. Si el voltaje es menor de 7.0 VDC, o no concuerda con el voltaje de registro, existe un corto en aquel cable en particular.

Por otro lado, si la lectura de voltaje es mayor que la de los registros previos, el cable relacionado tiene una abertura.

Vaya a la siguiente unidad Flexcom y repita la medición de voltaje para confirmar si el tramo de cable esta en corto o abierto. Después que la falla

del cable sea identificada, inspeccione al cable por daños, repare o reemplace como sea necesario.

4.2.3 Ubicación de falla en el suministro de potencia

Si el voltaje DC medido es muy bajo, debajo de 2.5 VDC, desconecte el cable de la conexión inferior (lejos de la sección de entrada) reemplácelo por la prueba LT y repita la medición. Si el voltaje aun se lee bajo, la FPS mas cercano esta fallando. Mida los voltajes de salida del FPS con falla y repare o reemplace como sea apropiado.

4.2.4 Identifique falla del amplificador

Si todos los voltajes medidos están dentro de los limites, el amplificador que esta hacia la sección de entrada desde la localización de la falla esta malograda, repare o reemplace como sea apropiado.

El monitor de servicio RF, puede ser usado para medir la señal RF en el cable coaxial, en el aire cerca al FLA para confirmar su operación.

4.3 Mantenimiento de las unidades Flexcom

Cuando una unidad defectuosa sea identificada, las fallas visibles pueden ser reparadas. Estas fallas incluyen:

- Terminación de cable cortado.
- Terminación de cable flojo.
- Otras fallas no fácilmente identificables requieren que la unidad defectuosa sea reemplazada.

4.4 Mantenimiento de baterías

Las baterías contenidas en los suministros de potencia no requiere

mantenimiento. Las baterías defectuosas tienen que ser desmontadas y reemplazadas por nuevas.

CAPITULO V

SUBSISTEMAS DISPONIBLES EN EL SISTEMA FLEXCOM

- 01.- Monitoreo y control de ventilación.
- 02.- Monitoreo y control de bomba.
- 03.- Monitoreo y control de puerta de seguridad
- 04.- Monitoreo de gas.
- 05.- Monitoreo sísmico.
- 06.- Completo sistema de colección de datos y ubicación de vehículos.
- 07.- Sistema electrónico de ubicación y control de personal.
- 08.- Sistema de control remoto con o sin vídeo.
- 09.- Sistemas de pesaje.
- 10.- Voladura por control remoto.
- 11.- Self diagnostic subsystem.

5.1 Subsistema de monitoreo y control de bombeo y ventilación

5.1.1 Configuración del subsistema

El subsistema de control de bombeo y/o ventilación automática subterráneo esta diseñado para reportar el estado y condiciones de alarma de los equipos de bombas de agua y/o de ventiladores subterráneos. También permite el control remoto de estos equipos.

El subsistema de monitoreo y control de bombeo automático consta de

los siguientes componentes:

- Unidades remotas para bombeo automático.
- Unidad Central de datos de bombeo automático.
- Computadora central.
- Sistema de radio subterráneo Flexcom.

El subsistema de monitoreo y control ventilación automática consta de los siguientes componentes :

- Unidades remotas de ventilación automática.
- Unidad Central de datos de ventilación automática.
- Computadora central.
- Sistema de radio subterráneo Flexcom.

La comunicación entre las unidades remotas y la unidad central, es llevada a cabo sobre un canal de radio, en el sistema de comunicación subterráneo Flexcom.

Las unidades remotas son interrogadas por la unidad central, para reportes de alarma y estado en intervalos regulares. Los reportes de alarma y de estado remotos, son desplegados y almacenados en la computadora central.

5.1.2 Unidades remotas de bombeo y/o ventilación automática

Las unidades remotas reportan el estado y alarma desde el equipo de bombeo y/o ventilador subterráneo asociado. Las unidades remotas también proporcionan salidas de control para operar las bombas de agua y/o ventiladores. Tiene **8** entradas digitales de estado y alarma, **4** entradas

analógicas y **8** salidas de control que están disponibles en cada unidad remota de bombeo y/o ventilación automática.

Donde mas de una pieza de equipos de bomba y/o ventilador estén ubicados juntos, una unidad remota, puede ser usada para monitorear y controlar todos estos equipos en la misma ubicación, siempre que el máximo numero de entradas y salidas sea el adecuado.

El suministro de potencia para la unidad remota es de 110 VAC con batería incorporada de reserva para tres horas. La unidad remota de bombeo y/o ventilación automática es almacenada en un recinto NEMA-4.

El estado de la unidad remota son reportados a través de la interrogación de rutina desde la unidad central de datos. Las alarmas de alta prioridad en las unidades remotas son reportadas inmediatamente.

5.1.3 Unidad central de datos

La unidad central de datos de bombeo y/o ventilación automática se comunica con las unidades remotas a través de un canal de radio. Esta puede manejar hasta **255** unidades remotas en un simple canal de radio, cada unidad remota reporta **8** estados digitales, **4** estados analógicos y proporciona **8** salidas de control. El numero máximo de entradas y salidas para cada canal de radio es:

2040 Entradas digitales.

1020 Entradas analógicas.

2040 Salidas de control remoto.

En intervalos regulares, la unidad central de datos interroga a las

unidades remotas para reportes de estado. Sin embargo, cuando haya una alarma en una unidad remota, La unidad remota reporta la alarma inmediatamente, interrumpiendo el ciclo de interrogación. El protocolo de comunicación evita la colisión de datos y asegura un exitoso reporte de datos.

Todos los estados y alarmas reportados son desplegados y almacenados en la computadora central, El equipo de computadora usado es una central de procesamiento compatible a una PC IBM standard. El registro de datos proporciona una historia de operación del sistema para la revisión de secuencia de eventos y es almacenado en disco duro. (Una impresora opcional también puede ser usada si la mina requiere una copia impresa).

Los comandos de control para prender o apagar el equipo de bomba y/o ventilador pueden ser programados para ser activados por las alarmas y estados reportados o editadas manualmente desde una computadora.

Una programación especializada mostrando un reconocimiento de la disposición de mina esta disponible como una opción mas que simples números de identificación o nombres de identificación. Esto tendría que ser citado cuando este disponible una disposición mostrando ubicaciones en interior mina.

5.2 Subsistema de ubicación de vehículos

Mine Radio Systems Inc., ha desarrollado un subsistema de ubicación de vehículos llamado **TELTRAK** que utiliza el sistema de comunicación

Flexcom por medio del cable Leaky Feeder.

Fue desarrollado principalmente para uso subterráneo, donde varios tipos de equipo fueron parqueados en túneles laterales o galerías y los mineros en algunos casos gastan varias horas tratando de ubicar al equipo extraviado. También el sistema fue diseñado para dar con la ubicación de equipos al minuto (por ejm. Equipo trabajando en áreas no autorizadas).

El subsistema utiliza un pequeño transpondedor energizado por batería el cual esta conectado al equipo móvil. El transpondedor transmite su propio **código de identidad individual (IIC)** como un corto chirrido codificado, 20 veces en un segundo en la banda UHF. Este opera desde su propia batería de litio interna y/o puede ser operado desde la batería de vehículo (6 a 24 VDC).

Los IIC's son recibidas por un receptor dedicado UHF estacionario y decodificador basado en microprocesador (Nodo Receptor) ubicado en sitios estratégicos a través de todo el sistema de túneles y galerías de la mina.

Los Nodos Receptores pueden ser ajustados para captar las IIC's desde 5 a 50 mt. de distancia, con registro de fecha y hora a cada IIC recibido y periódicamente descargados por otra radio o enlace RS232 a una computadora central para despliegue y análisis.

El subsistema Teltrak acomodara hasta **255** IIC's y **255** nodos Receptores. Un paquete de software basado en Windows puede ser usado para despliegue en tiempo real o los datos pueden ser guardados en un

disco y aplicados a programas de hoja de calculo común.

El sistema esta diseñado para trabajar con el sistema Flexcom usando transmisores de banda alta VHF, para transmitir los datos del nodo receptor vía el sistema del cable Leaky Feeder a la computadora ubicada en superficie en uno de los canales de datos.

5.3 Subsistema electrónico de ubicación de personal

Mine Radio Systems Inc. ha desarrollado un subsistema de ubicación de personal llamado **TELTAG**. El subsistema Teltag fue desarrollado principalmente para uso subterráneo, para asistir a los administradores de la mina a ubicar a los mineros, ingenieros, y personal de mantenimiento. Una búsqueda de un minero extraviado toma tiempo y causa demoras en la voladura, lo cual da como resultado demoras en la reanudación del trabajo.

El subsistema “**Teltag**” esta disponible en dos formatos:

- Simple ubicación, ya sea todos deben ingresar y salir de la mina vía la bocamina.
- Múltiple ubicación, el personal de la mina puede ser rastreado dentro, fuera y a través de la mina, indicando una ubicación individual para un nivel de mina o túnel específico, o aun dentro de un área específica de un túnel.

El subsistema “**Teltag**” utiliza un pequeño transductor montado en la lampara minera, y es energizado desde la batería de la lampara minera, cuando el minero pase a través de la bocamina en su camino subterráneo un receptor capta el Código de Identificación Individual (IIC) del minero y retransmite los datos por radio hacia una computadora central con un

registrador de fecha y hora.

Un paquete de Software puede ser usado para despliegue en tiempo real, permitiendo a los jefes de turno mantener el rastro de los mineros en su turno. "Teltag" puede ser expandido para incluir receptores adicionales, las cuales estarían ubicados en ubicaciones estratégicas a través de la mina. El personal puede ser "ubicado" por niveles, o aun en un túnel en particular si es requerido.

"Teltag" puede ser integrado con "Teltrak", proporcionando manejo de información sobre la ubicación de vehículos y personal bajo tierra. "Teltag" también puede ser integrado con "Comblast", asegurando que la voladura no pueda ocurrir mientras el personal este bajo tierra.

5.4 Subsistema de voladura por control remoto

Mine Radio Systems Inc., ha desarrollado un subsistema de voladura por control remoto, llamado "Comblast". El subsistema fue desarrollado como un adjunto al sistema de comunicación por radio de Mina subterránea.

El sistema de radio MRS. "Flexcom" proporciona la carretera de comunicaciones a través de toda la mina,

El subsistema "Comblast" comprende de un panel de control maestro y hasta 10 Transceptores de Voladura Remota, El panel de Control Maestro esta en un alojamiento montado en panel de control y contiene

- Unidad de Control por computadora (CCU)
- Panel de Control
- Transceptor VHF

Los Transceptores de Voladura de ubicación Remota, o unidades sirvientes, pueden ser fijos (ya sea montados en pared) o portátiles, y estarían ubicados en sitios estratégicos a través de todas la áreas de trabajo de la mina donde la voladura vaya a tener lugar. El alojamiento de Ubicación Remota contiene:

- Unidad de Control por Computadora (CCU).
- Detonador auxiliar de voladura (BB).
- Transceptor VHF.

Las características incluyen

- Operación de seguridad contra fallas.
- Operado por teclas.
- Chequeo de resistencia de cable de encendido.

5.4.1 Descripción del subsistema y operación

En la preparación para el encendido, el operador subterráneo debería:

- Conectar el cable de encendido a los terminales de prueba en el CCU.
- Hablar al control Maestro y pedirle comprobar la resistencia de aquel cable de encendido.
- Remueva y reconecte el cable de encendido a los terminales de voladura en detonador auxiliar de voladura, listo para encendido.

En esta hora **NINGUNA** voladura puede tener lugar hasta que el operador subterráneo :

- Inserte su clave de encendido dentro del detonador auxiliar de voladura y gírelo a la posición ON (encendido).

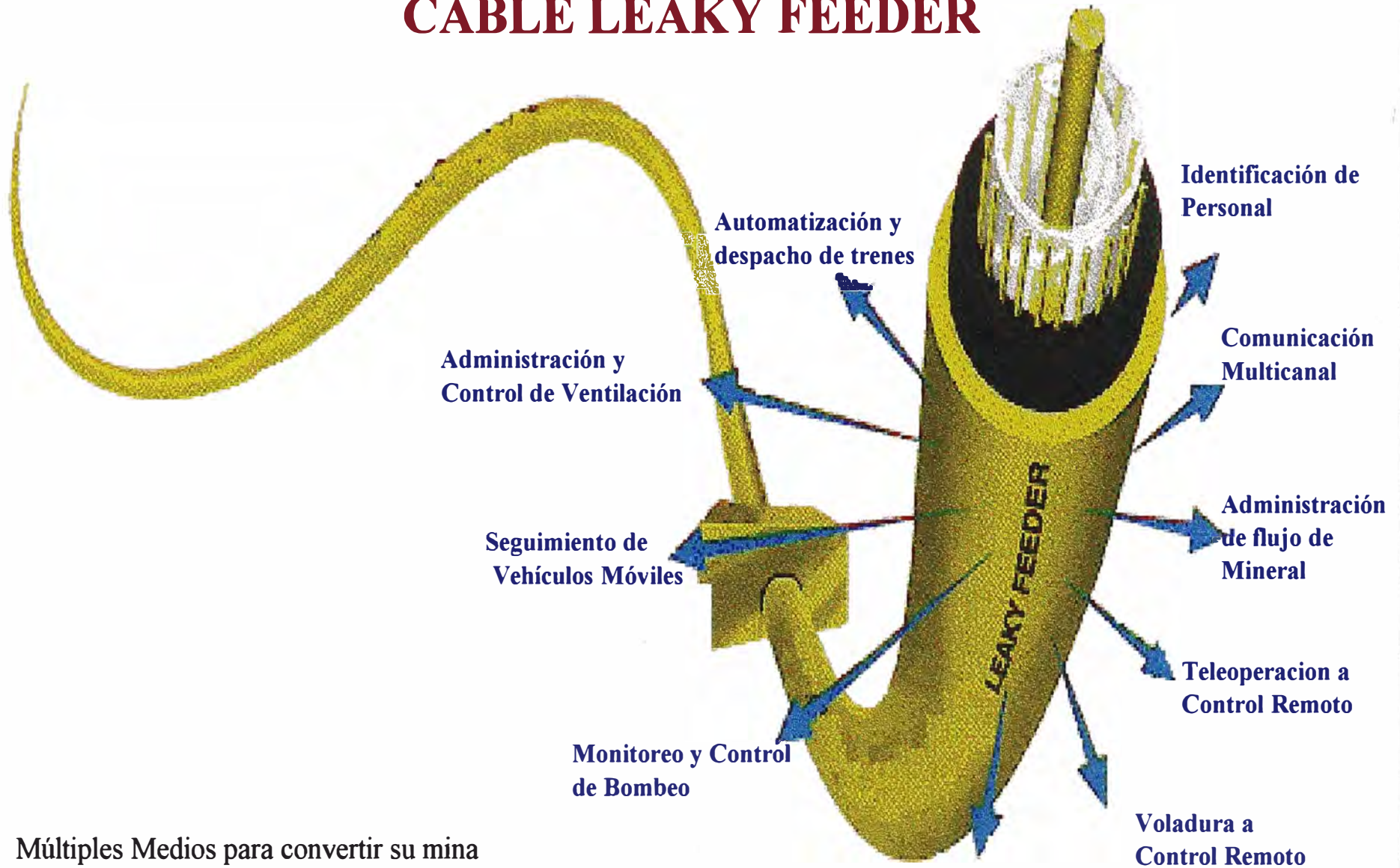
- El Conmutador de encendido en el CCU es girado a la posición de FIRE (encendido).
- La tapa del CCU es cerrada, y asegurada.
- La tapa del detonador auxiliar de voladura es asegurado en la completa posición OPEN (abierta).

Una vez que las operaciones antes mencionadas hayan sido completadas una luz **ámbar "READY"** (listo) será iluminada, en la parte superior de aquella caja de encendido particular, advirtiendo a aquellos que se encuentran cerca, que las cargas han sido colocadas. Al mismo tiempo la unidad de control por computadora transmitirá el estado de la unidad al control Maestro.

- Las cargas aun no serán prendidas hasta que el supervisor de voladura
- Asegure que la mina este despejada y segura para la voladura.
 - Ingrese su clave dentro del Panel de Control Maestro.
 - Palanquee aquella caja de encendido, causando una luz **ROJA "ARMED"** sobre la unidad de Ubicación Remota para operar.
 - El CCU transmitirá el código **"ARMED"** de regreso al control maestro, una luz **verde** iluminara para aquella unidad CCU, y el supervisor puede ahora encender las cargas. El supervisor luego transmitirá el código para anular aquella caja de encendido, automáticamente apagando la luz **ROJA**.

La unidad de control Maestro podría ser interconectada a un tablero electrónico **"TELTAG"**, de manera que si hay alguna persona no identificada dentro, **NINGUNA** carga puede ser encendida.

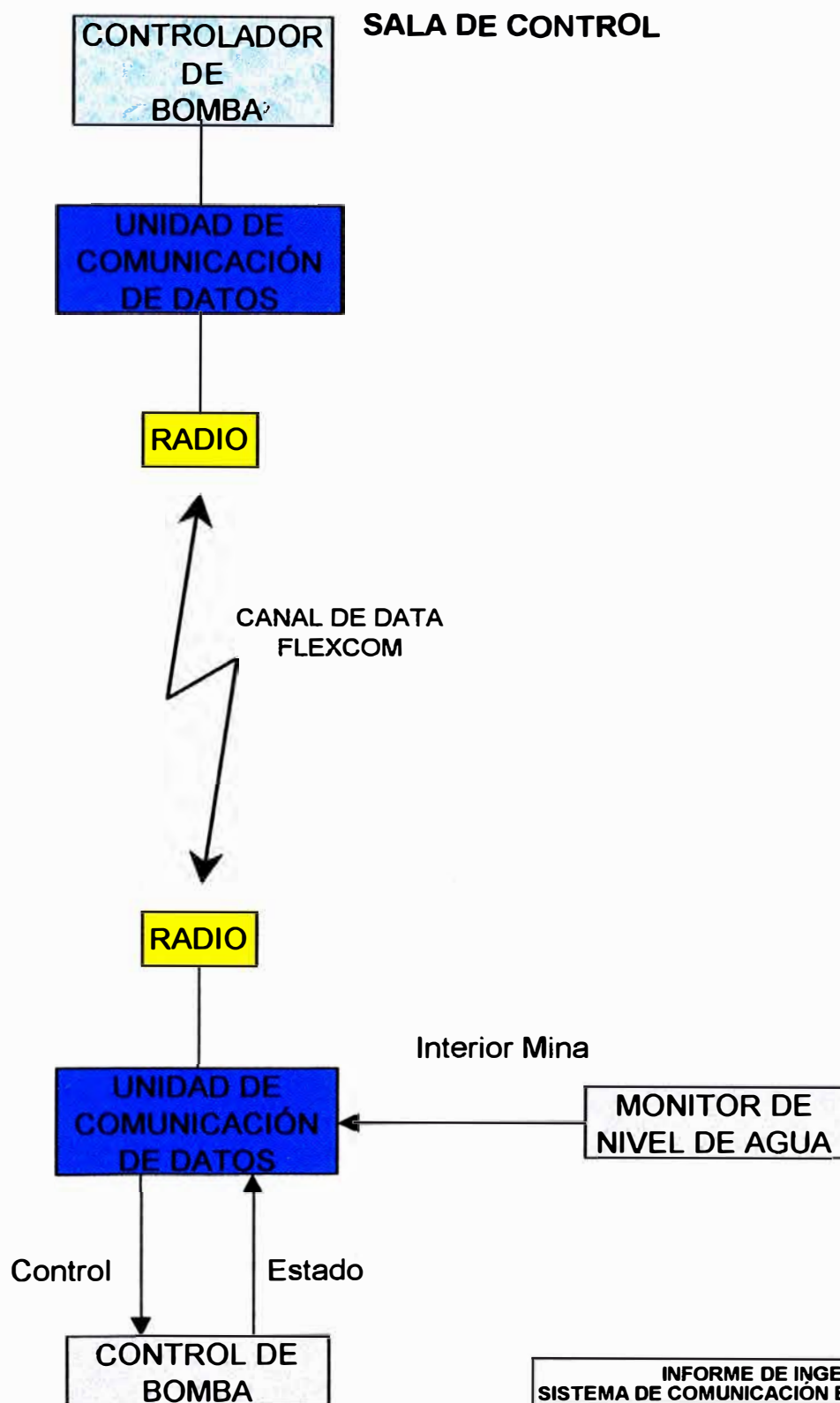
CABLE LEAKY FEEDER



Múltiples Medios para convertir su mina incrementalmente en una Mina de **TIEMPO REAL**

FIG. 12

Vídeo



INFORME DE INGENIERIA
SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA

**SISTEMA DE BOMBEO
OPERACION**

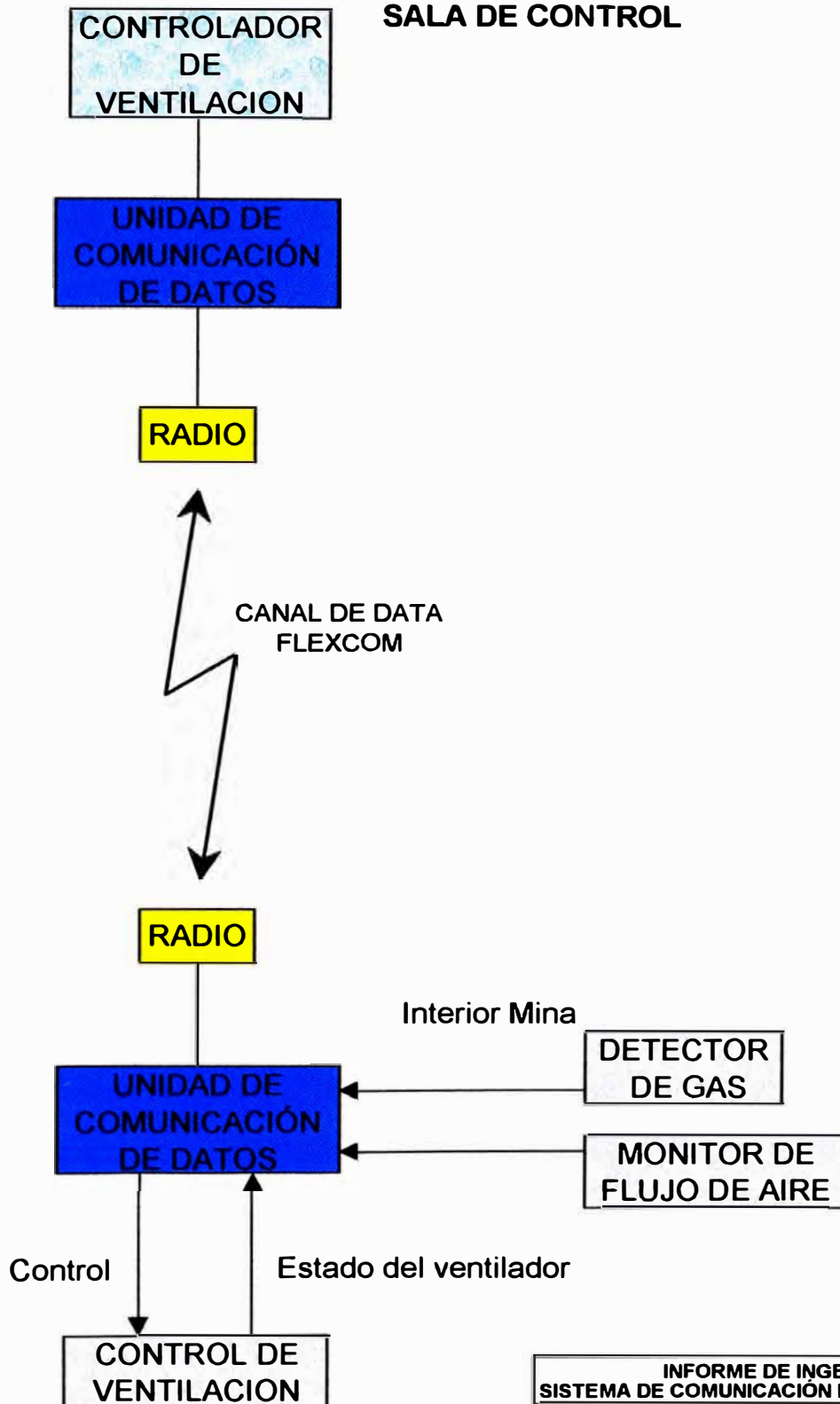
AUT: Guillermo Delgado

No de Figura: 13

REV: Ing. M.L.T.

Fecha: Junio de 1998

SALA DE CONTROL



INFORME DE INGENIERIA
SISTEMA DE COMUNICACION EN INTERIOR MINA

**SISTEMA DE VENTILACION
OPERACION**

AUT: Guillermo Delgado

No de Figura: 14

REV: Ing. M.L.T.

Fecha: Junio de 1998

CAPITULO VI ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE COMUNICACION FLEXCOM

6.1 Introducción

Este informe proporciona especificaciones técnicas del sistema de comunicación radial subterránea Flexcom de la Mine Radio Systems Inc.

6.2 Utilización del canal de radio

La comunicación hablada para tráfico bilateral permite la comunicación entre las siguientes partes:

- Radios portátiles subterráneos
- Radios móviles subterráneos
- Controlador de radio base
- Radios portátiles y móviles sobre el suelo
- Acceso telefónico para llamadas mediante radio/teléfono

Cada canal de voz ocupa uno de los ocho canales de voz/datos.

Dos caminos de comunicación de datos esta disponible entre los siguientes equipos:

- Terminal de datos remoto (RTU) y terminal de datos maestro
- Terminal de datos remoto y terminal de datos remoto (disponible con un repetidor de datos y regenerador base)

El canal de vídeo proporciona transmisión de vídeo unilateral desde una

cámara remota al monitor de vídeo en superficie. Para proporcionar controles de cámara como, zoom, giro e inclinación , un canal de datos es requerido. Cada canal de vídeo ocupa uno de los ocho canales de vídeo mientras el control de cámara ocupa uno de los 8 canales de voz/radio.

Mas de una cámara puede compartir un mismo canal de vídeo con un control de datos para prender una cámara a la vez. En este caso, un canal de datos debe ser usado para controlar la cámara.

Cuando múltiples canales de vídeo son usados, todas con control de vídeo, únicamente un canal de datos necesita ser usado.

6.3 Configuración del sistema

El sistema de radio Flexcom proporciona cobertura según la distribución que tenga el cable Leaky Feeder.

6.3.1 Componentes del sistema

Para proporcionar cobertura en la mina, los siguientes componentes son requeridos:

- Unidad de sección de entrada (FHE). Este provee la interface entre las radios base /monitor de vídeo con el cable Leaky Feeder . También provee la interface entre las radios base y las antenas de cobertura en superficie.
- Cable Leaky Feeder. Este actúa como una antena llevando las señales de RF entre las radios base y radios remotos. El cable Leaky es necesario que sea instalado en las áreas donde se requiera cobertura radial.
- Amplificador (FLA). Este compensa las perdidas de señal en el cable Leaky Feeder. Un amplificador es requerido cada 350 mt de cable. El

amplificador estándar es equipado para canales de voz/datos con un conector adicional para un módulo amplificador de vídeo. Adicionalmente también puede ser equipado con un módulo de autodiagnóstico.

- Unidad de terminación (FLT). Es instalado al final de cada cable Leaky Feeder para proporcionar la adecuada impedancia al sistema.
- Unidad de derivación (FBU1/FBU2). Es utilizado para proporcionar derivaciones de la línea principal para las galerías o niveles de la mina.
- Unidad de suministro de potencia (FPS/FPC). Una FPS/FPC con batería Backup es requerido cada 10 amplificadores. La fuente DC requerida por los amplificadores y las señales de RF son llevadas en el mismo cable Leaky. El suministro de potencia para los primeros 10 Amplificadores son suministrados por la sección de entrada.
- Radio base de Voz/Data (FBS). Esta localizado en la sección de entrada y proporciona comunicación radial entre las radios portátiles, radios móviles y RTU en interior mina.
- Radio portátil/móvil. Usado por el personal para comunicación hablada bajo tierra.
- Antena de cobertura en superficie. Requerida para proporcionar cobertura de radio en superficie. La típica cobertura es de 3 Km. dependiendo del terreno.
- Interconexión telefónica. Este provee una interface entre la radio base y el teléfono de la mina. Para que las radios puedan acceder al teléfono deben tener teclado.

- Terminal de datos remoto (RTU). El equipo de datos subterráneo es para enviar y recibir datos a través de un canal de radio.
- Terminal de datos maestro (MTU). Equipo de datos localizado en la sección de entrada para enviar y recibir datos del RTU.
- Equipo de vídeo. El equipo de vídeo incluye cámara, modulador, vídeo transmisor, FVBU (vídeo Branch unit), modulo amplificador de vídeo, demoduladores, monitores, control de cámara y switcher de vídeo. Con este set de equipos una cámara subterránea puede ser monitoreado en la sección de entrada.

6.3.2 Operación hablada

Los usuarios de radios portátiles pueden iniciar una transmisión hablada presionando el Conmutador de micrófono (PTT). La transmisión de voz es acoplada al cable coaxial Leaky. Esta señal de radio es elevada por los amplificadores en la ruta hacia la unidad de la sección de entrada. En la unidad de sección de entrada, la señal de radio es transmitida hacia el receptor de radio base.

Esta señal retransmitida es alimentada a la sección de entrada y al cable Leaky. La señal transmitida es elevada por los amplificadores y acoplada a todas las radios subterráneas vía el cable Leaky Feeder. Todas las radios subterráneas recibirán el mensaje de voz por medio de la radio base.

Para responder a una llamada, la portátil transmitirá con el conmutador PTT, de la misma manera que la portátil que esta llamando.

La transmisión portátil a portátil es simple, PTT para hablar y apertura para escuchar.

6.3.3 Llamadas telefónicas

Para acceder al sistema de radio desde un teléfono, una persona marca el número de anexo del sistema de radio (317). El sistema de radio responde automáticamente la llamada y proporciona un tono de llamada para el llamador telefónico. El sistema Flexcom transmite un tono de llamada a todas las radios. Las radios portátiles pueden contestar la llamada presionando PTT y (*).

Para acceder al sistema de teléfono desde una radio portátil, la radio debe tener botoneras. El usuario de la radio presionará el conmutador PTT y (*) . Cuando la línea telefónica es accedida se escucha un señal de tono telefónico, luego se marcará el número de anexo deseado. Para desconectar la llamada en cualquier momento, se tiene que presionar (#). El sistema se desconectará automáticamente después de 60 seg.

6.3.4 Transmisión de datos

La transmisión de datos opera similar a la operación hablada. Un canal de datos estándar tiene un MTU en la sección de entrada la cual recibe y decodifica los datos transmitidos por el RTU. El MTU también transmite datos hacia el RTU. Conectado al MTU está una computadora para el análisis y despliegue de datos.

Con la radio base repetidora de datos, los datos transmitidos por el RTU son decodificados y retransmitidos por la radio base a otras RTUs.

Los protocolos de comunicación sobre un canal Flexcom puede ser una de los siguientes:

- Datos digital o analógicos.
- Datos serial RS232.

6.3.5 Transmisión de vídeo

La transmisión de vídeo desde la unidad de cámara es acoplada al cable coaxial Leaky. Esta señal es elevada por los amplificadores para mantener apropiado nivel de señal hasta la sección de entrada. En la unidad de sección de entrada, la señal de vídeo es separada de las señales de voz/datos y lo envía al monitor de vídeo para su visualización.

Para las funciones de control de cámara, la señal de control es transmitida en un canal de datos, este canal de control de cámara opera como un canal de datos.

6.4 Especificaciones del sistema

Frecuencia

Ancho de banda	1 Mhz.
Transmisión Base de Voz/Data	156.5 - 157.5 Mhz.
Recepción Base de Voz/Data	171.5 - 172.5 Mhz.
Vídeo	10 - 120 Mhz.

Modulación

Voz/Data	FM banda angosta, AM y/o PM.
Vídeo	NTSC o PAL.

Número de canales

Voz/data	8
Vídeo	8
Ancho de banda de canal	
Voz/Data	25 Khz.
Vídeo	NTSC o PAL estándar
Voltaje fuente	12 VDC
Impedancia del sistema	75 Ohm.
Medio de radiación RF	Cable coaxial Leaky Feeder.
Potencia de radiación RF	15 mW máximo.
Cobertura radial RF	10 mt mínimo.
Cobertura en superficie	3 Km. (depende del terreno y altura de antena)
Tamaño del sistema	100 Km. total.
Tamaño del las derivaciones	No especifica limitación. (Salvo limitación de tamaño del sistema)
Temperatura de los equipos	-30 a +50 Grados Celsius

6.5 Especificaciones de los componentes Flexcom

6.5.1 FTC, acoplador base transmisor

Rango de frecuencia	148 a 159 Mhz
Impedancia	50 Ohm.
Conectores	BNC
Perdida de inserción	
Transmisor Antena	0.7 dB max.

Transmisor a Flexcom 6 dB

6.5.2 FHE, unidad de sección de entrada

6.5.2.1 Sección de transmisión

Rango de frecuencia	156.5 a 157.5 Mhz
Respuesta de frecuencia	+/- 0.5 dB
Número de entradas	8
Impedancia	50 Ohm.
Conectores	BNC
Nivel de Entrada	27 dBm

6.5.2.2 Sección de recepción

Rango de frecuencia	171.5 a 172.5 Mhz
Respuesta de frecuencia	+/- 0.5 dB
Número de salidas	8
Impedancia	50 Ohm.
Conectores	BNC

6.5.2.3 Sección de vídeo

Rango de frecuencia	10 a 120 Mhz
Respuesta de frecuencia	+/- 0.5 dB
Número de salidas	1
Impedancia	75 Ohm.
Conectores	BNC
Perdida de inserción	3.5 dB max.

6.5.3 FCL4, divisor de la sección de entrada

Rango de frecuencia	10 a 175 Mhz
Impedancia	50 Ohm. puerto FHE, 75 Ohm. cable Leaky
Perdida de inserción	6.5 dB típico

6.5.4 FLA, amplificador

Rango de frecuencia	
Base a Portátil	156.5 a 157.5 Mhz
Portátil a base	171.5 a 172.5 Mhz
Vídeo	10 a 120 Mhz
Ganancia	
Base a Portátil	16 dB min.
Portátil a Base	16.5 dB min.
Vídeo	16 dB

6.5.5 FBU1, unidad de derivación simple

Rango de frecuencia	10 a 175 Mhz
Impedancia	75 Ohm.
Perdida de inserción	3.5 dB max.

6.5.6 FBU2, unidad de derivación doble

Rango de frecuencia	10 a 175 Mhz
Impedancia	75 Ohm.
Perdida de inserción	
Línea principal	3.5 dB

Derivación	6.5 dB
------------	--------

6.5.7 FLT, unidad terminal

Rango de frecuencia	10 a 175 Mhz
---------------------	--------------

Impedancia	75 Ohm.
------------	---------

6.5.8 FPS, fuente de potencia

Voltaje de Entrada	210 a 250 VAC, 0.5 Amp. max.
--------------------	------------------------------

Fuente de Salida	13.6 VDC, 1.25 Amp.
------------------	---------------------

Protección de sobrecarga	Limitación de corriente
--------------------------	-------------------------

6.5.9 FPC, acoplamiento de fuente de potencia

Rango de frecuencia	10 a 175 Mhz
---------------------	--------------

Impedancia	75 Ohm.
------------	---------

Perdida de inserción	1 dB max.
----------------------	-----------

CONCLUSIONES

1.- La mina San Rafael cuenta con comunicación hablada por medio de radio para tráfico bilateral a lo largo de la rampa y principales galerías de trabajo en dos canales de comunicación.

2.- Mediante el sistema de interface telefónica, se puede tener comunicación telefónica desde cualquier punto de la red del sistema Flexcom en interior mina con la red telefónica de la unidad minera y las oficinas de Lima.

3.- Se tiene cobertura radial y telefónica en toda la zona industrial y alrededores proporcionando flexibilidad a la comunicación en interior mina. la cobertura es proporcionada por dos antenas ubicadas en superficie.

4.- Los trabajos de mantenimientos preventivos y correctivos son realizados teniendo en cuenta las prioridades de la producción realizando una coordinación en tiempo real, según se vayan presentando los problemas.

5.- El sistema de comunicación en interior mina ha disminuido notablemente los tiempos muertos en el mantenimiento de los equipos, debido a la distancia y ubicación de los mismos.

6.- La coordinación de los trabajos operacionales son realizados antes de comenzar las labores y pueden ser cambiadas o modificadas en el

transcurso del día mediante el sistema de comunicación en tiempo real.

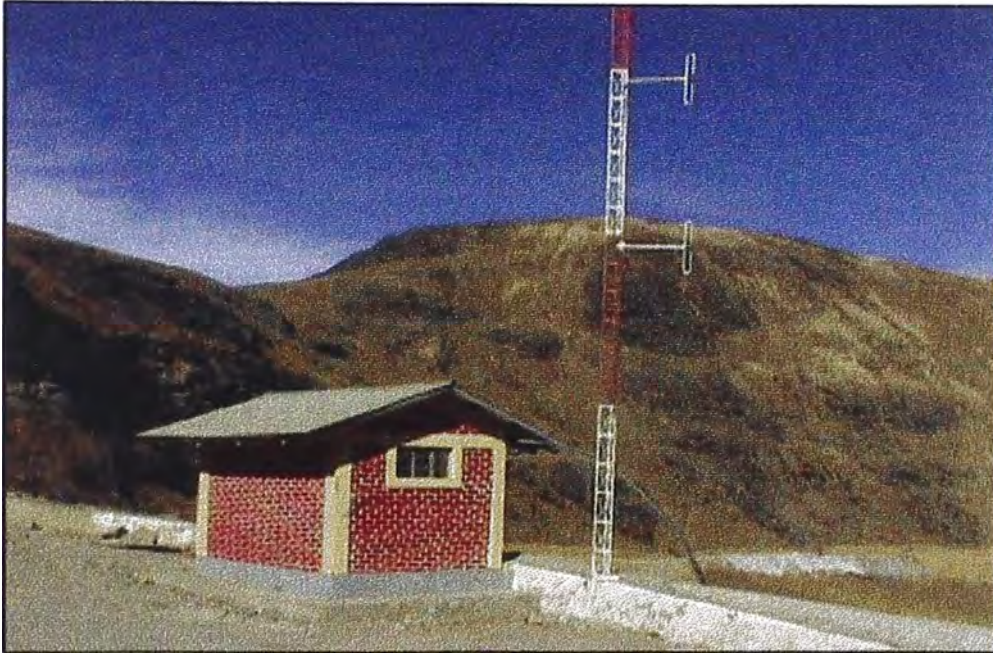
7.- Existe una permanente coordinación y control de los trabajos entre todos los supervisores y sus trabajadores.

8.- Actualmente se cuenta con la carretera de comunicaciones para comenzar hacer la automatización de la Mina San Rafael

ANEXO A FOTOS DEL SISTEMA FLEXCOM

- Antenas de cobertura en superficie
- Boca mina
- Tablero de comunicación Flexcom
- Canales de radio
- Demodulador de vídeo y Acoplador de transmisión
- Conexión posterior
- FCL4, Unidad Splitter
- FLA, Amplificador Flexcom
- SB, Unidad de empalme Flexcom
- PC, Power coupler Flexcom

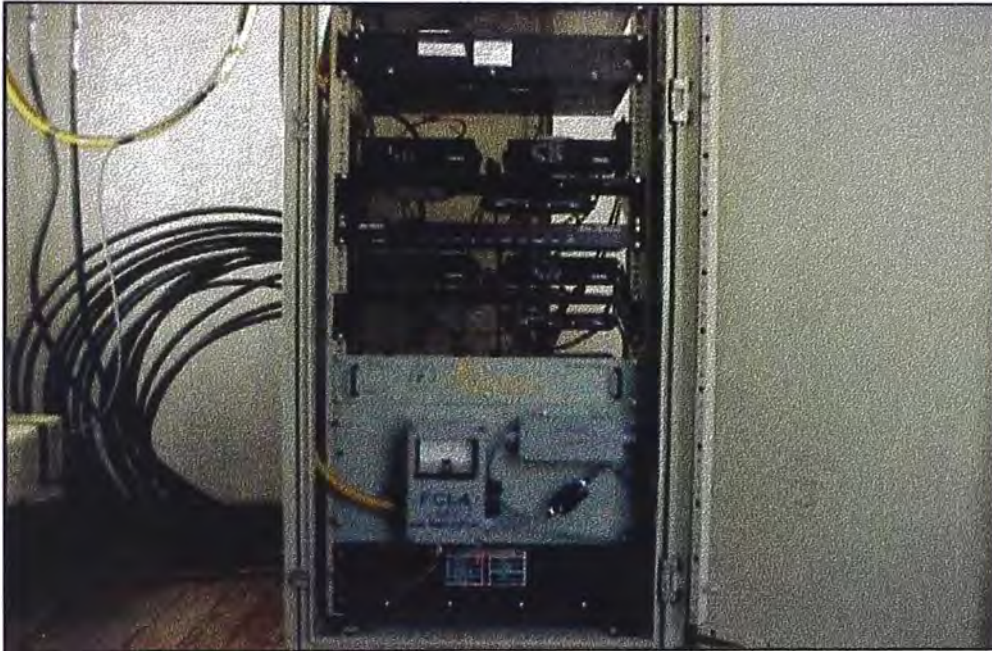
ANTENAS DE COBERTURA EN SUPERFICIE



BOCA MINA



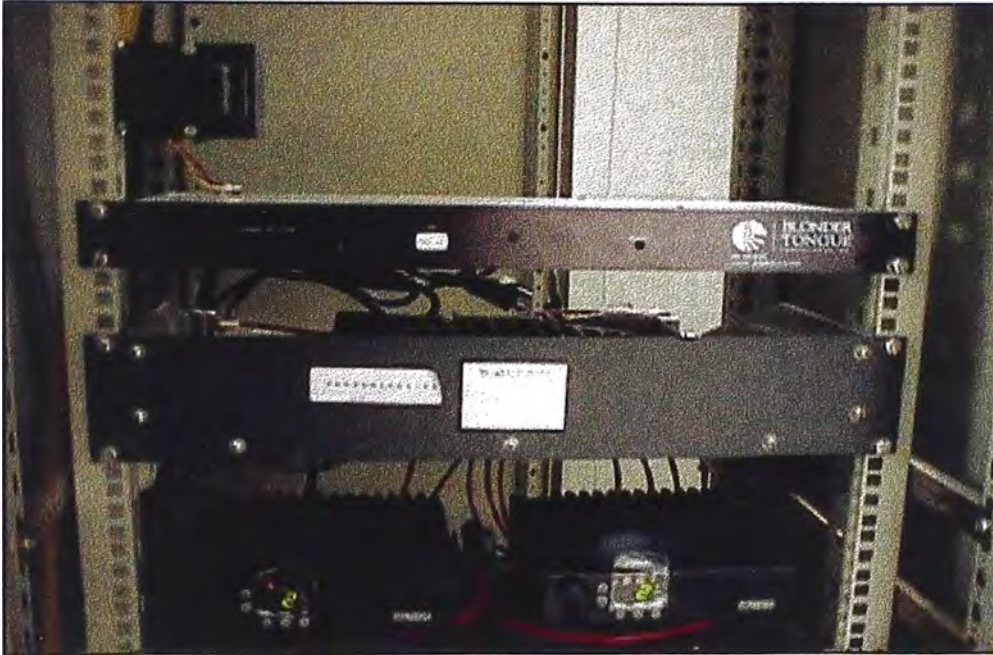
TABLERO DE COMUNICACIÓN FLEXCOM



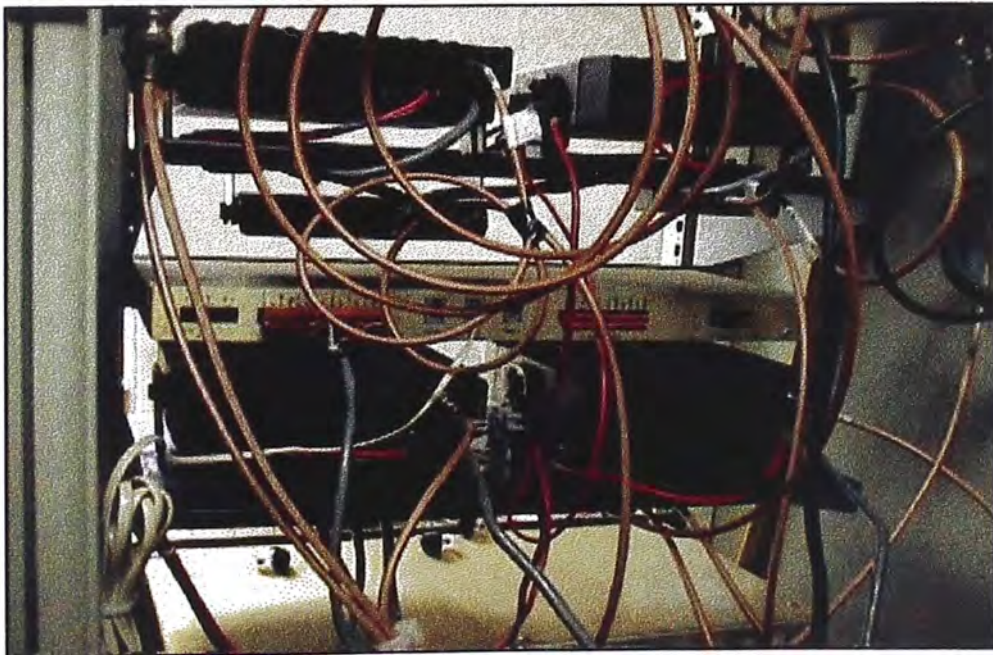
CANALES DE RADIO



DEMODULADOR DE VIDEO Y ACOPLADOR DE TRANSMISION



CONEXION POSTERIOR

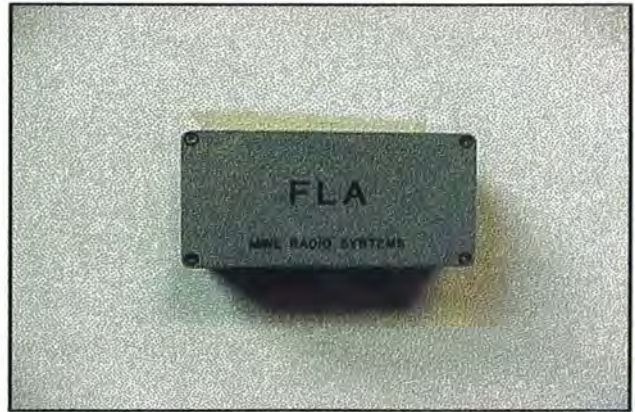


UNIDADES FLEXCOM

SPLITTER



AMPLIFICADOR



UNIDADES FLEXCOM

UNIDAD DE EMPALME



POWER COUPLER



ANEXO B MINA SAN RAFAEL

B.1 Ubicación y acceso

El yacimiento minero San Rafael, se encuentra ubicado en el distrito de Antauta, provincia de Melgar, departamento de Puno.

Las coordenadas geográficas del área son las siguientes:

Longitud : 77° 22' 15" oeste

Latitud : 14° 12' 00" sur

Es accesible a través de dos vías:

Vía terrestre: De Lima a Arequipa 1000 km., de Arequipa a Juliaca 280 km., y de Juliaca con dirección norte por Pucará, Asillo, San Antón, Antauta hasta San Rafael 180 km.

Vía aérea : De Lima a la mina San Rafael en avioneta, dos horas de vuelo.

B.2 Clima y vegetación

En la zona hay dos estaciones bien marcadas durante el año, una seca y fría de Abril a Setiembre, donde se produce las más bajas temperaturas por las noches y la mayor insolación durante el día. La otra estación húmeda y fría que corresponde los meses de Octubre a Marzo, caracterizada por abundantes precipitaciones pluviales en forma de nieve y granizo con

fueres vientos.

La vegetación es típica de la región Puna y Cordillera, consiste en su totalidad de ichu y pastos naturales apropiados para la crianza de auquénidos.

B.3 Breve resumen histórico

Los primeros datos indican que el año 1947, un cateador de nombre Rafael Avendaño, descubrió la veta principal.

El Sr. Manuel González Polar, enterado de la existencia del yacimiento, procede a denunciar la zona y realiza cateos superficiales.

La Cía. Hoschild en 1949 realiza los primeros estudios y trabajos de exploración.

En 1950 la Cía. The Lampa Mining Co. adquiere la concesión y realiza labores de reconocimiento y algunos taladros de Diamond Drill.

A partir de 1958 adquiere importancia en la minería peruana siendo la única mina productora de estaño, inicialmente con baja ley.

En 1966, es adquirida por Minsur Sociedad Limitada (Grace).

A partir del 1° de agosto de 1976 pertenece a Minsur S.A. (Grupo Breca) quién a la fecha lleva adelante las operaciones con un tratamiento diario de 1700 TMS.

B.4 Geología del yacimiento

Existe actualmente dos stock de mineral de estaño, uno en la mina San Rafael denominado San Bartolomé de Quenamari y el otro en la mina Carabaya, en el nevado San Francisco de Quenamari.

En la veta San Rafael hay un marcado zoneamiento vertical, cobre en la parte superior (sobre el nivel 666), cobre - casiterita (entre los niveles 666 y 533), y estaño en la parte inferior (debajo del nivel 533).

En la zona de estaño, la veta San Rafael se presenta por tramos, cuerpos de mineral conocidos como bolsonadas, que se forman por un cambio de rumbo (dirección) y cuando presenta un fracturamiento lateral convergente, dando lugar a la formación de cimoides compuestos originándose estos cuerpos, que en nuestro caso son conocidos como: Ore Shoot, cuerpo de brecha, cuerpo contacto, cuerpo 310 sur, cuerpo 250, brecha silificada y cuerpo rampa 410; tienen longitudes de 30 a 210 m. y anchos de 15 a 40 m. presentan buenas características mineralógicas con leyes que promedian entre 5 a 8 % de estaño

Los minerales económicos principales son: **Casiterita y Chalcopirita.**

B.5 Aspectos de explotación minera

B.5.1 Explotación

La explotación de la mina se inicia por el año de 1955, a razón de 30 a 35 TMD de minerales de cobre. producto del pallaqueo con leyes del orden del 30%, en niveles superiores a 4820 msnm.

En el año 1962 se instala la primera Planta de flotación para minerales de cobre, a razón de 50 TMD, por lo que se inicia la explotación de la mina San Rafael con el método de almacenamiento provisional convencional dinámico.

A partir del año 1969 se incrementa la producción a 230 TMD,

obteniéndose minerales de Cobre y Estaño con leyes de cabeza de 4.00 y 0.68% respectivamente.

Continuándose con el mismo sistema de minado tradicional con voladura convencional y extracción sobre rieles. Posteriormente en el año 1976 se eleva la producción a 350 TMD, con leyes de 3.50% Cu y 0.80 % Sn.

En el año 1978, debido a la tendencia creciente de la ley de estaño en profundidad se toma la decisión de introducir el sistema mecanizado trackless con el desarrollo de una rampa a partir del nivel 533 para abrir nuevos niveles inferiores de trabajo.

En el año de 1980 se desarrolla la actual rampa 523, desde superficie que avanza paralela a la veta San Rafael, con pendiente de -10 % a partir de la cual se desarrollaron los diferentes niveles de operación. con la introducción progresiva de voladura eléctrica, luego Fanel, y Anfo, tanto en preparaciones como en tajeo en explotación.

En el año de 1985, con la introducción del sistema trackless en la extracción y acarreo interno se incrementa la producción a 800 TMD, con leyes de 2.8% Sn y 0.60% Cu, manteniéndose el mismo sistema de minado, excepto la perforación en tajeos que se cambian de gradines invertidos con taladros de 5 pies, a perforación vertical de 7 pies.

Para mecanizar la explotación de los cuerpos mineralizados de estaño en la veta San Rafael, se introduce a partir del año 1990 la perforación de taladros largos.

En el año de 1990 se incrementa la producción a 1000 TMD solamente por estaño con ley de 4.50 % Sn, desarrollándose niveles cada 20 mt para lo cual se adquirió nuevos equipos de perforación SIMBA y un D.T.H. (1995), que hicieron posible hacer perforaciones de taladros con diámetros de 3" y 3 1/2" con longitudes hasta 25 mt. Lográndose obtener voladuras masivas que garantizan los incrementos de producción de 1000 a 1700 TMSD.

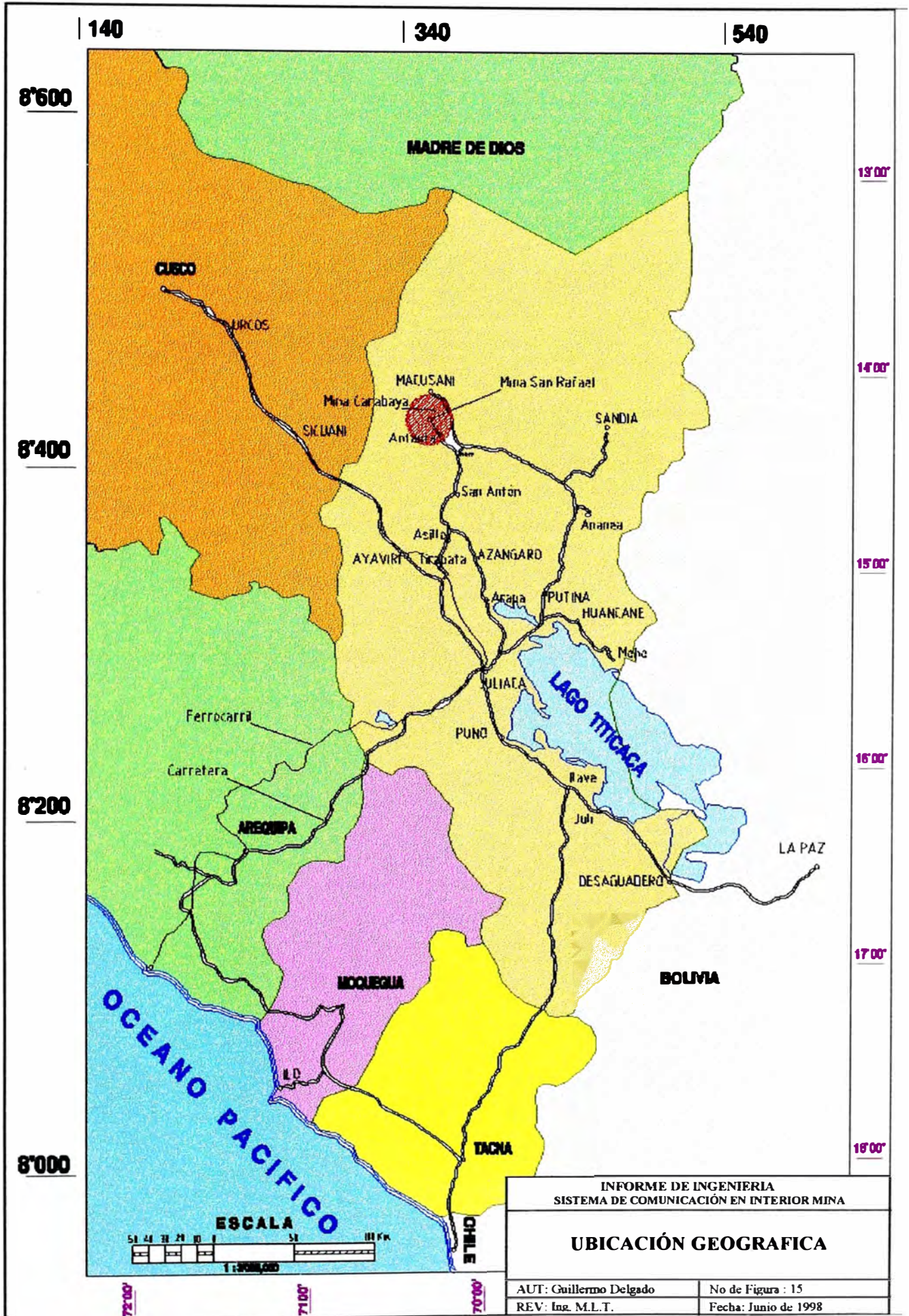
B.5.2 Extracción

Inicialmente esta actividad se realizo con locomotoras hasta el nivel 533. A partir del nivel 493 con la implementaron del sistema trackless se realiza la extracción a superficie con camiones de bajo perfil 415 y 426.

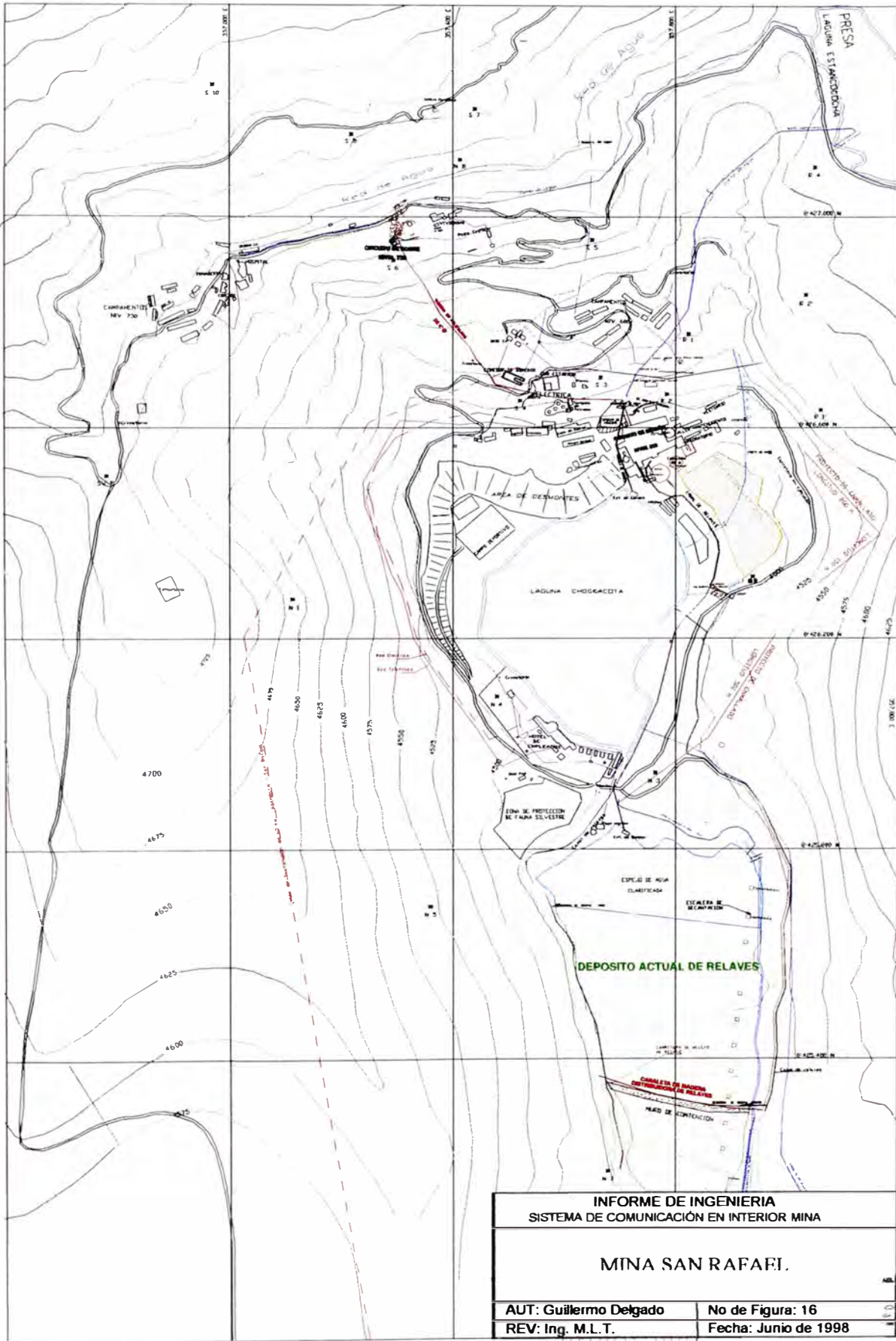
Desde el año de 1987 debido a los incrementos de producción se implementa echaderos de mineral (Ore Pass) para el uso de volquetes Volvo de 10 TMS, los que posteriormente fueron reemplazados por los de 20 TMS que actualmente vienen trabajando.

B.5.3 Desarrollos y preparaciones

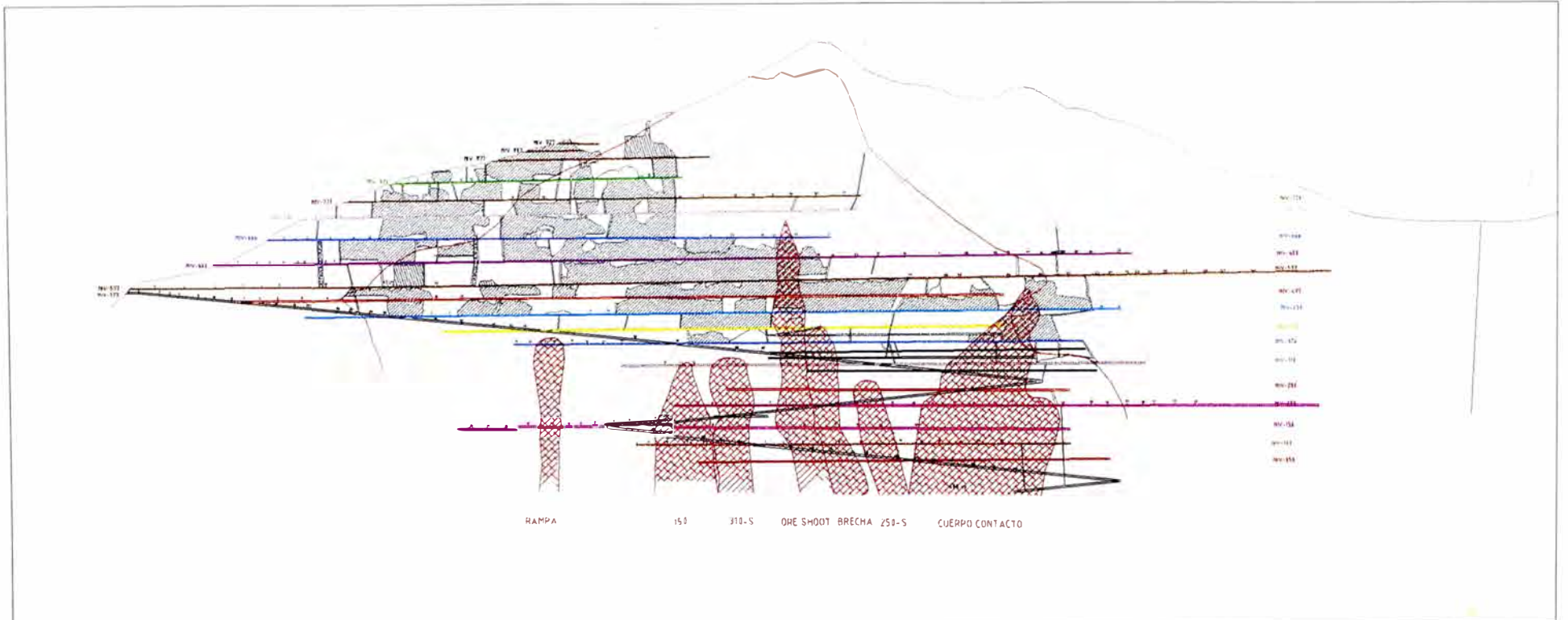
En sus inicios la mina San Rafael se desarrolló bajo el sistema de perforación neumática, con la introducción del sistema trackless los desarrollos se efectuaron con jumbos neumáticos e hidráulicos. Actualmente se trabaja con Jumbos hidráulicos.



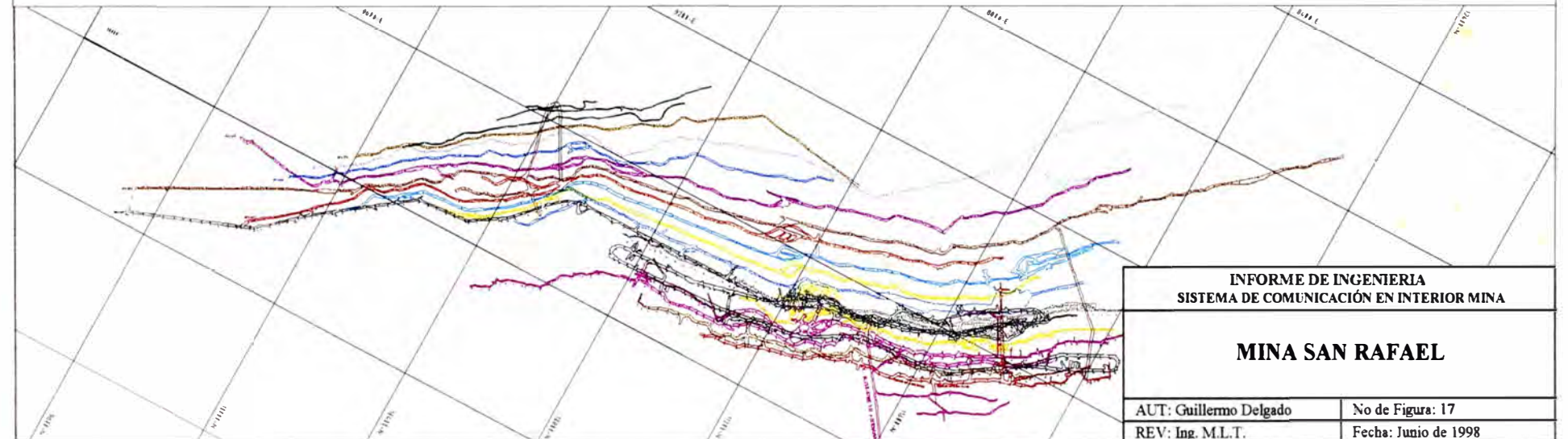
INFORME DE INGENIERIA SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA	
UBICACIÓN GEOGRAFICA	
AUT: Guillermo Delgado	No de Figura : 15
REV: Ing. M.L.T.	Fecha: Junio de 1998



INFORME DE INGENIERIA	
SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA	
MINA SAN RAFAEL.	
AUT: Guillermo Delgado	No de Figura: 16
REV: Ing. M.L.T.	Fecha: Junio de 1998



RANPA 153 310-S ONE SHOOT BRECHA 253-S CUERPO CONTACTO



INFORME DE INGENIERIA SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN INTERIOR MINA	
MINA SAN RAFAEL	
AUT: Guillermo Delgado	No de Figuras: 17
REV: Ing. M.L.T.	Fecha: Junio de 1998

ANEXO C

DESCRIPCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA

La Planta Concentradora procesa el mineral extraído de la mina para obtener los concentrados de estaño y posteriormente ser comercializados.

C.1 Sección Chancado, Trituración y Jigs

El mineral que es extraído de mina, es depositada en una tolva metálica de 100 TN, la cual tiene una parrilla de 24"x24" que alimenta a una chancadora de quijadas primaria Comesa 24"x36", cuya descarga menor a 5" alimenta a una trituradora cónica Symons 4 ¼ STD, cuya descarga es menor (1 ½") alimenta a dos trituradoras cónicas Symons 5100 S.H. (A) y Symons 4 ¼ S.H. (B) obteniéndose mineral menor a 1/4".

En la sección de Jigs se cuenta con 8 Jigs Bendelari 42"x42" para obtener concentrado de estaño de material grueso y 8 Jigs Bendelari 42"x42" para obtener concentrado de estaño material intermedio.

El concentrado obtenido en esta sección tiene una ley de 52% y recuperación de 55%.

C.2 Sección Molienda, Clasificación y Mesas

El control de peso de mineral alimentado a la planta se realiza en esta sección mediante una balanza electrónica nuclear Ronan. La capacidad de molienda es de 1700 TMSD con una ley promedio de 5.0 %.

El producto de molienda es sometido a una clasificación por tamaños de partículas por medio de dos hidroclasificadores con control automático que cuenta con 6 compartimientos obteniéndose rangos de diferentes tamaños que son distribuidos en 6 grupos de mesas.

La Planta Concentradora cuenta actualmente con 120 mesas distribuidas en 4 niveles como mesas primarias y de repaso de los mixtos.

El concentrado obtenido en mesas tiene una ley de 50% y una recuperación de 19.5%.

C.3 Sección Flotación de Casiterita

Los relaves de la Planta gravimétrica es alimentado al espesador de 80'Ø, cuyo producto espesado alimenta al circuito de flotación de sulfuros, donde se elimina los sulfuros luego es alimentado al circuito de flotación de casiterita.

La flotación de casiterita se realiza en 10 celdas DR-300 (Rougher), 5 celdas DR-300 (Scavenger), 6 celdas DR-180 (Cleaner) y 6 celdas DR-180 (Recleaner)

El concentrado obtenido es de 48% Sn y menor a 0.20% de Cu. La recuperación promedio es de 11.5%.

C.4 Sección Filtrado y Despacho de concentrados

Los concentrados gravimétricos producidos (130 TMSD), reciben una limpieza por flotación de sulfuros, y luego son alimentados al filtro de banda horizontal Delkor para obtener un concentrado con humedad de 6 - 8% H₂O.

El concentrado obtenido por flotación, 25 TMSD, es filtrado en un filtro Prensa controlado por PLC, obteniéndose un concentrado con 12 - 15% H₂O.

Los concentrados producidos en las áreas de Jigs, mesas y flotación con una ley promedio de 51.5% Sn, son ensacados por medio de balanzas automáticas de 50 kg. por saco, de tal forma que constituyan el lote 400 sacos (20 TM).

Los datos de ensaque y despacho de concentrados son ingresados al sistema de computo AS/400, permitiendo contar con información actualizada y de esta manera realizar el programa de comercialización de concentrados.

FOTOS DE LA MINA SAN RAFAEL

- Subestacion de energía
- Hotel de empleados
- Planta Concentradora
- Almacén de materiales
- Sección Chancado y Jigs
 - Sección Chancado
 - Sección Jigs
- Sección Molienda y Mesas
 - Sección Molienda
 - Sección Mesas
- Sección Flotación
 - Espesador de 80´
 - Celdas de flotación
 - Concentrador Mozley
 - Ampliación de celdas

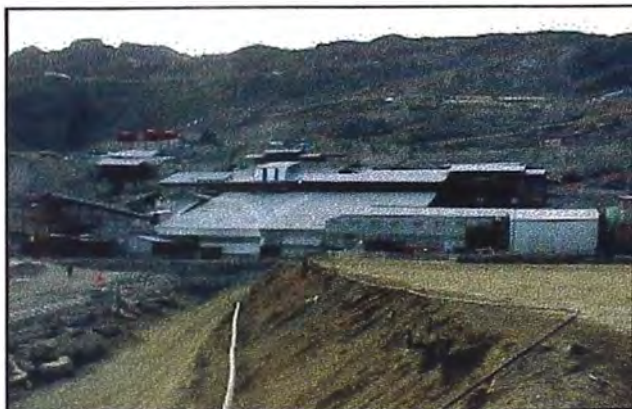
SUBESTACION DE ENERGIA



HOTEL DE EMPLEADOS



PLANTA CONCENTRADORA



ALMACEN DE MATERIALES



SECCION CHANCADO - JIGS

SECCION CHANCADO



SECCION JIGS



SECCION MOLIENDA Y MESAS

SECCION MOLIENDA



SECCION MESAS



SECCION FLOTACION

ESPESADOR DE 80'

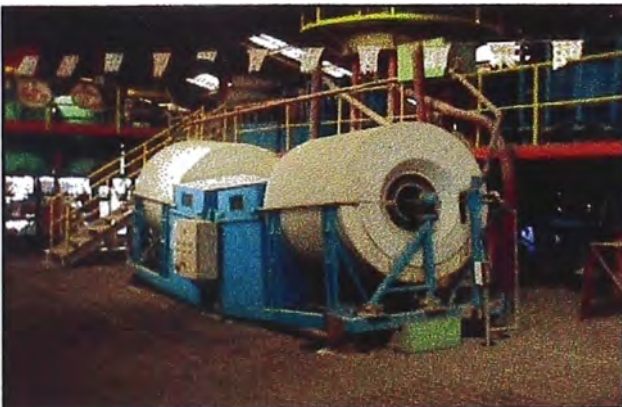


CELDAS DE FLOTACION



SECCION FLOTACION

CONCENTRADOR MOZLEY



AMPLIACION DE CELDAS



FOTOS DE LOS PRINCIPALES EQUIPOS ELECTRONICOS INSTALADOS

- Sistema de comunicación por satélite
 - Antena parabólica
 - Equipos de satélite
- Sistema de comunicación de voz y datos
 - Central telefónica
 - Sistema AS/400
- Balanza electrónica en faja transportadora
 - Tablero de control
 - Sensor Radioactivo
- Equipos de medición de flujo y densidad
 - Tableros de control
 - Sensores de medición
- Hidroclasificador de stokes
 - Tablero de control
 - Sensores y actuadores
- Filtro de placas
 - Tablero de control
 - Equipo trabajando
- Sistema de comunicación por línea de transmisión
 - Tablero de comunicación
 - Trampas de onda
- Sistema analizador Amdel
 - Cuarto de control
 - Zona de análisis

SISTEMA DE COMUNICACIÓN POR SATELITE

ANTENA PARABOLICA



EQUIPOS DE SATELITE



SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DE VOZ Y DATOS

CENTRAL TELEFONICA

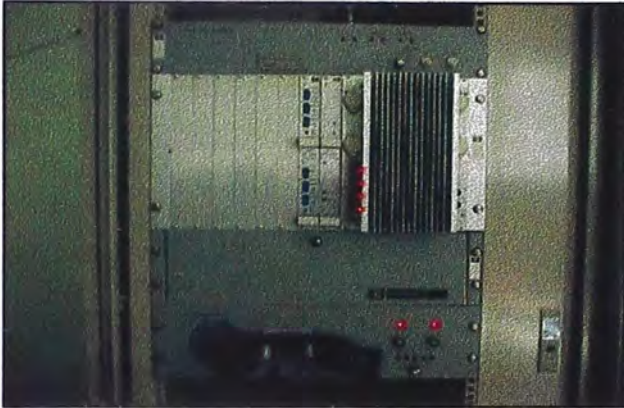


SISTEMA AS/400



SISTEMA DE COMUNICACIÓN POR LINEA DE TRANSMISION

TABLERO DE COMUNICACION



TRAMPAS DE ONDA



SISTEMA ANALIZADOR AMDEL

CUARTO DE CONTROL



ZONA DE ANALISIS



BALANZA ELECTRONICA

TABLERO DE CONTROL

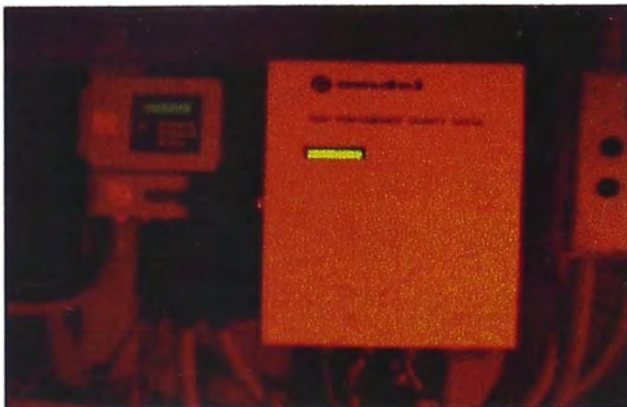


SENSOR RADIOACTIVO



EQUIPOS DE MEDICION DE FLUJO Y DENSIDAD

TABLEROS DE CONTROL

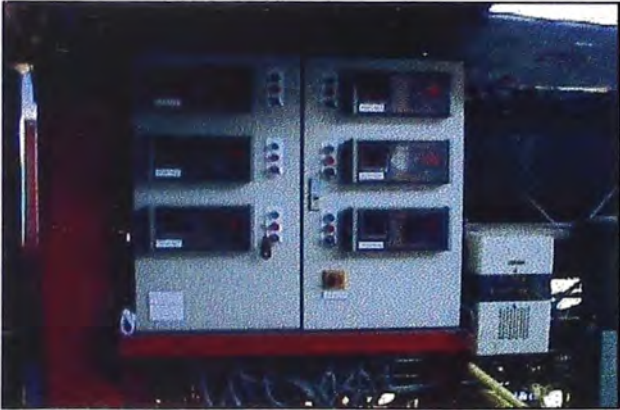


SENSORES DE MEDICION



HIDROCLASIFICADOR DE STOKES

TABLERO DE CONTROL

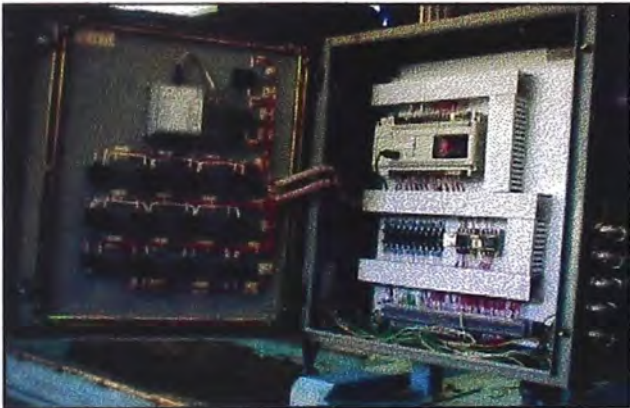


SENSORES Y ACTUADORES

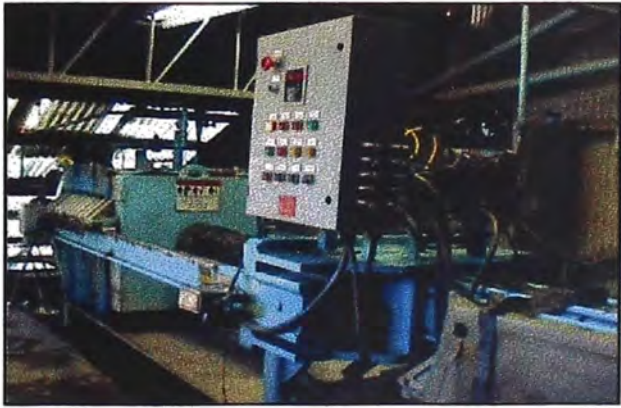


FILTRO DE PLACAS

TABLERO DE CONTROL



EQUIPO TRABAJANDO



ANEXO D INSTRUCCIONES DE INSTALACION

- 1.- Use Abrazaderas de cable para asegurarlo al soporte cada 3 metros (10 pies), no sobreapriete las abrazaderas cable.
- 2.- No doble el cable Leaky Feeder en un radio menor a 15cm (6 pulgadas).
- 3.- Para tender el cable verticalmente, amarre una soga/alambre de tiro cada 33 metros (100 pies) para soportar al cable durante la instalación, después de que el cable este en su lugar, sujételo al soporte de cable cada 3 metros.
- 4.- La unidad Flexcom debe ser asegurada al soporte usando grampas, y conecte el cable antes de montar la caja.
- 5.- Las abrazaderas de cable son para asegurar el cable y para soportar la unidad Flexcom.
- 6.- Para prevenir que el agua ingrese en la unidad Flexcom, forme un bucle de cable en la unidad Flexcom.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Flexcom training manual de Mine Radio Systems Inc.
- 2.- Documentación del departamento de Geología de la mina San Rafael.
- 3.- Documentación del departamento de Mina de la mina San Rafael.
- 4.- Documentación del departamento de la Planta Concentradora de la mina San Rafael.
- 5.- Internet.