

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ORO
EN LAS MINAS DE SAN MARTIN DE LOBA (SUR DE BOLÍVAR)**

Integrante:

JUAN DE JESUS RUBIANO CAMARGO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C
2011**

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ORO EN LAS
MINAS DE SAN MARTIN DE LOBA (SUR DE BOLÍVAR)**

Integrante

JUAN DE JESUS RUBIANO CAMARGO

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el certificado
del minor en Automatización Industrial**

Director

ING. EDUARDO GOMEZ VAZQUEZ

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C
2011**

NOTA DE ACEPTACION

Jurado

Jurado

CARTAGENA DE INDIAS D.T Y C
30 de Junio de 2011

Cartagena D.T y C,

Señores
Comité Curricular
Universidad Tecnológica de Bolívar
La Ciudad

Respetados Señores:

Con todo el respeto me dirijo a ustedes con el fin de presentar a estudio y evaluación la Monografía titulada **SISTEMATIZACION Y OPTIMIZACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ORO EN LAS MINAS DE SAN MARTIN DE LOBA (SUR DE BOLIVAR)**, como requisito para obtener el Título de Ingeniero Electrónico.

Cordialmente,

JUAN DE JESUS RUBIANO CAMARGO

Cartagena D.T y C,

Señores
Comité Curricular
Universidad Tecnológica de Bolívar
La Ciudad

Respetados Señores:

A través de la presente me permito entregar la Monografía titulada **SISTEMATIZACION Y OPTIMIZACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ORO EN LAS MINAS DE SAN MARTIN DE LOBA (SUR DE BOLIVAR)** para su estudio y evaluación, la cual fue realizada por el estudiante **JUAN DE JESUS RUBIANO CAMARGO**, de la cual acepté ser su director.

Atentamente,

ING. EDUARDO GOMEZ VAZQUEZ
Magíster en Ciencias Computacionales

Cartagena D.T y C,

Señores
Comité Curricular
Universidad Tecnológica de Bolívar
La Ciudad

REFERENCIA: AUTORIZACION

Yo Juan de Jesús Rubiano Camargo, identificado con la cedula de ciudadanía N° 79.902.775 de Bogota, autorizo a la Universidad Tecnológica de Bolívar para hacer uso de mi trabajo de Monografía y publicarlo en el Catálogo on – line de la biblioteca.

JUAN DE JESUS RUBIANO CAMARGO
C.C. 79.9.2.775

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION - - - - -	1 – 2
CAPITULO I - - - - -	3
1. ZONAS MINERAS EN COLOMBIA - - - - -	3
1.1 CLASIFICACION DE LAS ZONAS MINERAS EN COLOMBIA -	3
2. MINERIA EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTIN DE LOBA -	7
2.1 ANTECEDENTES - - - - -	7
3. ZONAS MINERAS EN SAN MARTIN DE LOBA - - - - -	12
3.1 ZONA EL CAÑO - - - - -	12
3.2 ZONA CATANGA - - - - -	16
3.2 ZONA LAMINA - - - - -	18
4. METODOS DE EXTRACCION DE ORO DE ALUVION - - - - -	19
4.1 Cateo con batea - - - - -	21
4.2 Canalón pala - - - - -	22
4.3 Motobombas y canalones - - - - -	23
4.4 Motobombas para trabajar a chorro - - - - -	24
4.5 Sistema de elevadoras - - - - -	25
4.6 Sistema combinado de volquetas y tractores - - - - -	26
5. METODO DE EXTRACCION DE ORO DE VETA O FILON - - - - -	34
5.1 Etapa de desmonte y transporte de la mina - - - - -	36
5.2 Etapas de molienda - - - - -	38

5.2 Etapas de tratamiento de arenas	-	-	-	-	-	-	39
6. AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN	-	-					41
6.1 Transporte de material rocoso	-	-	-	-	-	-	42
6.2 Molino de Bola	-	-	-	-	-	-	46
6.3 Bomba de lechada	-	-	-	-	-	-	49
6.4 Hidrociclones	-	-	-	-	-	-	51
6.5 El Jarnero	-	-	-	-	-	-	55
6.6 Concentrador Centrífugo	-	-	-	-	-	-	55
6.6.1. Tambor Rotatorio	-	-	-	-	-	-	59
7. Tabla de Recolecta	-	-	-	-	-	-	65
8. Proceso de automatización del sistema	-	-	-	-	-	-	68
9. SISTEMATIZACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DEL ORO							78
10. CONCLUSIONES	-	-	-	-	-	-	96
11. BIBLIOGRAFIA	-	-	-	-	-	-	97

INTRODUCCION

Los países en vía de desarrollo han logrado notables avances en aspectos científicos, culturales, sociales, políticos en la medida del diseño y la aplicación de proyectos que sean la respuesta y solución adecuada a las necesidades y problemas locales y regionales. Esta investigación analiza los recursos y posibilidades, adaptando las circunstancias ambientales hacia una verdadera transformación y cambio de los diversos desfases que se han presentado en la población a causa de la explotación indiscriminada de oro, por falta de conocimientos tecnológicos en los habitantes foráneos y nativos del municipio de san Martín de Loba.

Para brindar orientación sobre explotación aurífera es importante educar a la comunidad minera para que por medio de la investigación se de una transformación y cambio que brinde oportunidades de progreso, en tecnología y ciencia, que en los asentamientos mineros se desarrollen proyectos que tengan en cuenta las necesidades del minero, los recursos del medio, la clase hombre que requiere la sociedad de hoy y los parámetros legales para garantizar esta transformación.

Colombia es por excelencia un país con características tanto de sus gentes como de sus propios recursos, llamado a desarrollar en forma tecnológica y científica la explotación aurífera, en razón de sus ricos yacimientos en

diferentes regiones del país entre ellos el municipio donde se desarrolla este proyecto “Sistematización y Optimización del Proceso de Extracción de Oro en las Minas de San Martín de Loba, (Sur de Bolívar)”.

CAPITULO I

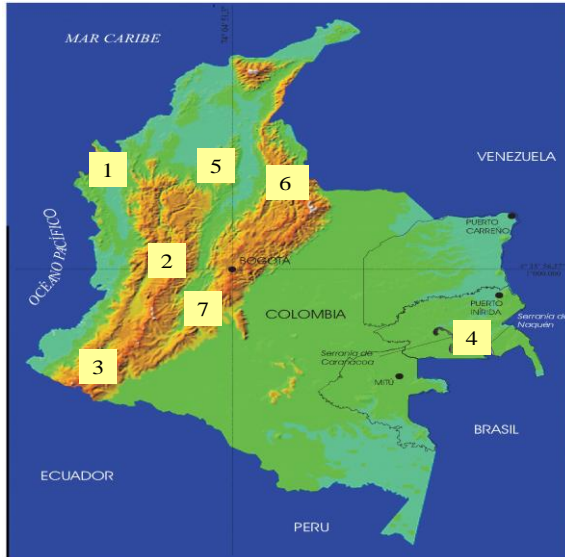
1. ZONAS MINERAS EN COLOMBIA

1.1 CLASIFICACION DE LAS ZONAS MINERAS EN COLOMBIA

Colombia es por naturaleza un país rico en yacimientos auríferos con dos clases de mina, las que se encuentran en filones de formación rocosa y las que se han conformado en deposiciones arenosas llamadas placeres. En las primeras la riqueza del mineral es de seis a doce gramos por tonelada de roca y en la segunda puede variar bastante según se trate de un depósito rico o pobre. Hállese donde se halle el oro aparece en estado natural separado de otros elementos.

El país esta clasificado en zonas potenciales priorizadas, estas son: Afluentes del Atrato y san Juan, Afluentes costa Pacifico sur, Afluentes occidentales del río Magdalena (Tolima- Huila), Afluentes del río Nechí Y cauca (Norte), Zona central de Santander. En la figura1 y tabla1, se muestran estas zonas.

Figura1. Zonas potenciales Priorizadas



Fuente: Ingeominas 2006

Tabla1. Zonas Potenciales Priorizadas

Zonas potenciales priorizadas	Minerales
1. Nordeste Antioqueño	Cobre, oro y molibdena
2. Cañón del río Cauca	Oro y metales básicos
3. Departamentos de Nariño y Putumayo	Oro y metales básicos
4. Oriente Colombiano	Oro
5. Serranía de San Lucas	Oro
6. Zona montañoso de Santander	Oro
7. Departmentos de Tolima yHuila	Oro y metales básicos

Fuente: www.Ingeominas.gov.co

La producción de oro nacional y por departamento se puede observar en la tabla2 y tabla3.

Tabla2. Histórico Producción de Oro por año

HISTORICO PRODUCCIÓN DE ORO											
Año	Total	Año	Total	Año	Total	Año	Total	Año	Total	Año	Total
1940	631.928	1952	422.240	1964	364.748	1976	297.862	1988	933.009	2000	1.190.289,38
1941	656.028	1953	437.297	1965	316.267	1977	257.138	1989	948.627	2001	701.382,63
1942	596.618	1954	377.467	1966	275.267	1978	248.446	1990	943.696	2002	669.549,63
1943	565.509	1955	380.826	1967	257.588	1979	269.369	1991	1.120.256	2003	1.495.659,16
1944	552.530	1956	438.249	1968	228.658	1980	510.439	1992	1.032.601	2004	27.728.642,66*
1945	506.965	1957	325.114	1969	217.966	1981	539.214	1993	883.136,70	2005	35.783.713,46*
1946	488.460	1958	371.715	1970	210.518	1982	472.674	1994	667.436,40	2006	25.682.836,49*
1947	160.000	1959	397.929	1971	188.847	1983	438.579	1995	679.537,80	2007	23.481.348,92*
1948	210.000	1960	433.947	1972	186.811	1984	799.889	1996	709.653,40		
1949	359.475	1961	401.060	1973	216.201	1985	1.142.830	1997	604.771,80		
1950	379.412	1962	396.827	1974	264.671	1986	1.285.878	1998	604.771,80		
1951	430.723	1963	324.517	1975	308.676	1987	853.468	1999	1.112.508,04		

FUENTE: MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, MINERCOL LTDA, INGEOMINAS
 UNIDAD: Onza-troy * Gramos

Tabla3. Producción de Oro Por Departamento

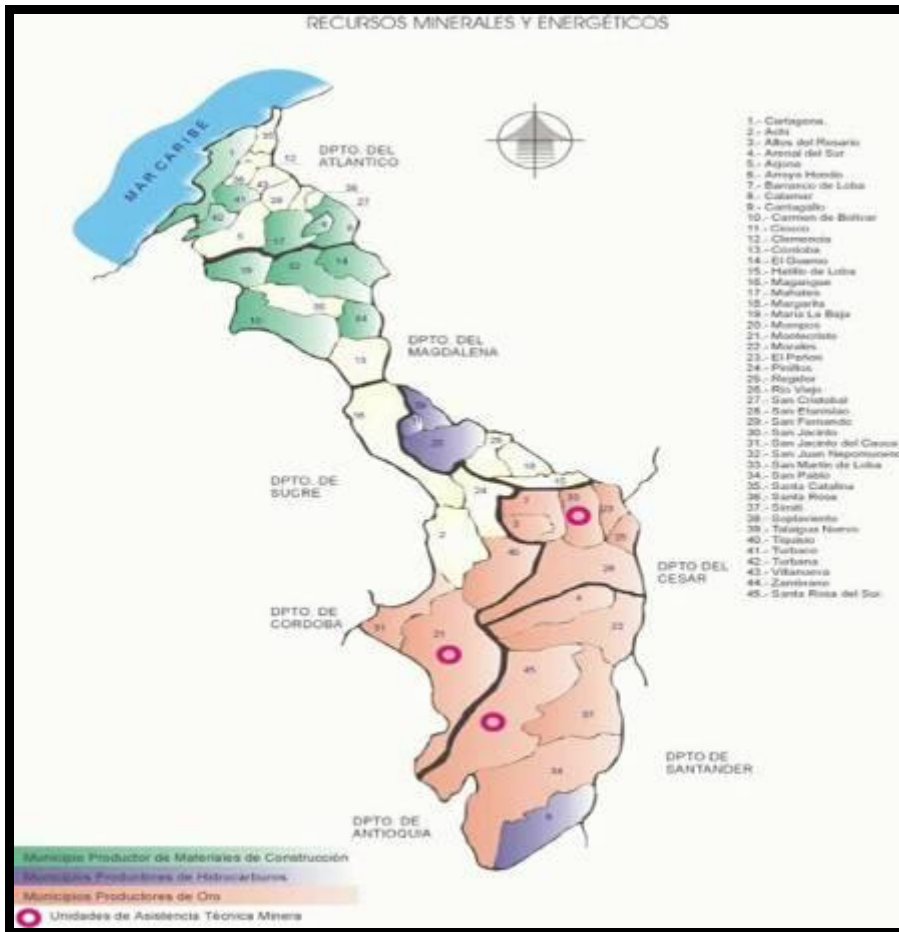
PRODUCCIÓN DE ORO POR DEPARTAMENTOS				
DEPARTAMENTO	TOTAL 2004	TOTAL 2005	TOTAL 2006	TOTAL 2007
AMAZONAS	11.676,66	3.451,09	-	261,85
ANTIOQUIA	22.878.732,42	22.378.179,35	10.724.244,19	11.414.178,18
ATLANTICO	-	-	-	0,21
BOLIVAR	2.949.134,46	4.194.274,98	991.129,32	417.273,28
CALDAS	1.331.268,81	2.013.328,80	1.416.589,28	1.120.848,74
CAQUETA	436,75	2.342,88	97,73	87,63
CAUCA	361.167,96	349.858,17	281.404,76	360.868,64
CHOCO	851.171,39	1.882.347,76	1.192.291,65	1.586.948,56
CORDOBA	7.228.602,67	3.720.744,26	482.017,82	14.256,26
CUNDINAMARCA	-	-	-	-
GUAINIA	147.615,00	73.088,32	11.333,32	4.646,63
GUAJIRA	-	-	86,51	-
GUAVIARE	-	-	-	-
HUILA	8.040,32	7.124,40	2.841,80	3.871,32

Fuente: INGEOMINAS unidad: Gramos

En el departamento de Bolívar es el cuarto productor de oro a nivel nacional con una producción de 417.273,28 gramos en el 2007. Los principales yacimientos auríferos se encuentran en los municipios de San Martín de Loba,

Barranco de Loba, Pinillos, Rio Viejo, Morales, Santa Rosa del Sur, Simití y san Pablo, ver figura2.

Figura2. Municipios productores de oro en Bolívar



Fuente: Secretaria de Minas de Bolívar

En el municipio de San Martín de Loba la producción en 1994 fue de 174.950,30 onzas troy, según el comité minero de esta población. Muchos de estos yacimientos no han sido explotados según lo demuestra el ministerio de Minas y Energía. e Ingeominas en su programa de Asistencia Técnica de

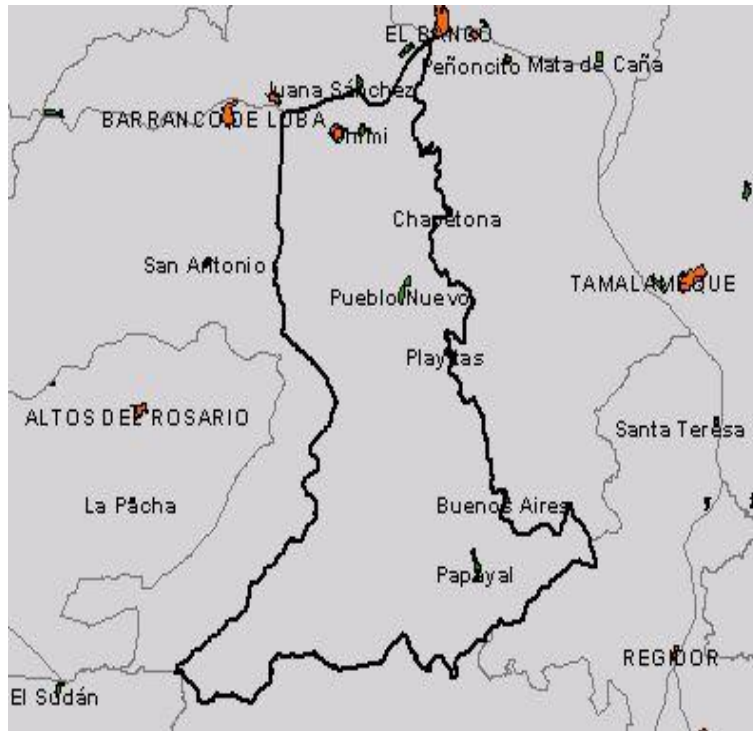
Minería Aurífera Colombiana y Diagnostico Ambiental. Lo cual deja abierto un futuro prominente para este municipio integrando la explotación aurífera con la tecnología, el respeto por la salud pública y el medio ambiente.

1.2. MINERIA EN EL MUNICIPIO DE SAN MARTIN DE LOBA

1.2.1. ANTECEDENTES

El municipio de San Martín de Loba se encuentra localizado al norte del país, y al sur oriente del departamento de Bolívar, a 8° 56' 37" de latitud Norte y 74° 02' 30" de longitud Oeste y tiene una superficie de 414 km², haciendo parte de la cuenca de la región momposina, a la margen sur del Brazo de Loba del río Magdalena, Limita por el oriente con el rio Magdalena, por el occidente con el municipio de Barranco de Loba y Pinillos, Por el norte con Atillo de Loba y por el sur con Rio Viejo. La cabecera municipal se encuentra a 15 minutos por vía fluvial del municipio del Banco Magdalena y a una distancia aproximada de 445 Km de la capital del departamento, Cartagena. Al igual que todos los municipios que conforman el sur de Bolívar, San Martín se encuentra incomunicado por vía terrestre de los departamentos limítrofes. La división política del municipio esta representada en siete corregimientos, Comí, Papayal, Chapetona, Playitas, Buenos Aires, Pueblo Nuevo y cerro de Julio. Ver figura 3

Figura3. División política del Municipio de San Martín de Loba



Fuente: Alcaldía Municipal de San Martín de Loba

El Municipio cuenta con una población diversa en aspectos culturales, religiosos, políticos y sociales, estimada según datos de la secretaria de planeación y obras públicas del municipio en 16.035 habitantes, distribuidos 7.320 habitantes en la cabecera municipal o zona urbana y 8.717 habitantes en la zona rural. Esta comunidad se dedica en especial a la agricultura, la ganadería, pesca, explotación maderera y minería. Esta última prevalece sobre las demás actividades económicas.

La explotación aurífera siempre se ha venido dando desde que se tiene conocimiento de los primeros asentamientos primitivos en la conquista hasta

nuestros días. Según los aspectos históricos y geográficos de este municipio la explotación aurífera comenzó alrededor del año 1635. Esta explotación se ha venido realizando desde entonces de forma primitiva y artesanal sin tener en cuenta el daño a la salud personal del minero, el daño a la salud pública, y el impacto ambiental que causa el proceso anti técnico de la extracción aurífera. Por eso es urgente tomar medidas y hacer aportes desde el punto de vista tecnológico para optimizar este proceso y reducir los daños colaterales y directos de esta actividad.

La práctica inadecuada de la actividad minera está contaminando con mercurio y cianuro las cuencas de agua del municipio que todas por razones topográficas del terreno van a desembocar al río Magdalena contaminando el agua de suministro y consumo de las poblaciones ribereñas del río, así como también peces y vegetación que luego es consumida por los habitantes de estas zonas causando daño irreparable en su salud. Por tanto el proceso de la extracción aurífera debe optimizarse y hacerse eficiente utilizando la tecnología siempre con mira a proponer nuevas alternativas que reduzcan o sustituyan la utilización de métodos y sustancias contaminantes, desde la obtención y tratamiento del material que se va a procesar hasta el tratamiento adecuado y neutralización de los residuos tóxicos que van a ser arrojados al medio ambiente.

El problema de la extracción aurífera en el sur de Bolívar y en especial en san Martín de Loba se identifica con la carencia de proyectos mineros que respondan a las necesidades y características de la comunidad. Pretendemos con este trabajo presentar un proyecto de desarrollo tecnológico integral que responda a estas necesidades solucionándolas de una manera coherente con la realidad económica, social y política de la región.

En la comunidad de san Martín de Loba se encuentra planamente identificado al sector minero como una actividad económica fundamental para la subsistencia de esta población, pero presenta falencias graves en la forma como se viene realizando esta actividad en el suelo municipal causando serios daños a la salud pública y al medio ambiente circundante. Pretendemos que facilitando el acceso de los mineros a la tecnología con los recursos disponibles en la zona podemos solucionar o corregir estos problemas que vienen ocasionando perjuicios y daños a la salud todos sus habitantes y el deterioro del medio ambiente que bastante ya ha sido golpeado por la extracción inadecuada de los recursos naturales.

En la medida que se sistematice y optimice los medios de producción minera se incrementara la productividad y la competitividad del sector minero elevando la calidad de vida del minero y la población, se mejorara la salud publica y se disminuirá el impacto ambiental causado por esta actividad. Este proyecto,

contribuirá a generar mejores condiciones de bienestar y sostenibilidad alrededor de la minería.

Históricamente San Martín fue fundado por Diego Ortiz Nieto en el año 1635 con el nombre de San Sebastián de la Plata, pero otras investigaciones dicen que fueron los hermanos Baños en el año 1660 sin dar clara explicación sobre el origen del nombre¹.

Otros estudios dicen que el nombre San Martín se debe al santo milagroso procedente de Tur Francia que trajo Doña Maria Ortiz en 1745 para tranquilizar el ánimo de los esclavos que trabajaban en las minas de oro de su propiedad.

Loba se debe a un fósil marino (lobo del mar) que se encontró en la calle del cerro, formándose así el nombre de la población "San Martín de Loba".

En esta época se establece la primera empresa de explotación aurífera que mas tarde desaparece y junto con ella los conocimientos de los métodos de explotación aurífera, implementados por los españoles en ese tiempo.

A partir del año 1980 se reactiva esta explotación iniciando con el oro de aluvión, vetas y cianuración de arenas residuales. Combinando métodos artesanales con conocimientos un poco mas modernos pero con la total

¹ FALS BORDA, Monpox y Loba, 1982

irresponsabilidad con el medio ambiente y la salud de las personas. Estos nuevos conocimientos fueron aplicados y se siguen aplicando en la actualidad de una forma meramente empírica o aprueba y error con un total desconocimiento de la forma correcta de llevar acabo estos procesos por parte de los mineros y con una total ineficacia operativa de las entidades territoriales ante este gran problema.

1.3. ZONAS MINERAS EN SAN MARTIN DE LOBA

1.3.1. ZONA EL CAÑO

Esta zona se encuentra ubicada a unos 300m del casco urbano al norte del municipio. En esta zona se viene realizado actividad minera hace más de 15 años, en donde durante todo este tiempo se ha estado arrojando mercurio hacia la Ciénaga del Charco que finalmente desagua en el río Magdalena. Además, de la contaminación se está produciendo una sedimentación del caño de Macarrón y de la ciénega del Charco causando con esto que cada vez quepa menos agua en el mismo lugar y por lo tanto colocando en riesgo la población que vive en las inmediaciones del muro de contención que impide la inundación del pueblo en tiempo de creciente. En este sector del caño se encuentran más de 20 puestos de trabajo consistentes en clavadas o posos cúbicos que oscilan con una profundidad de 13m a 50m o más dependiendo de la antigüedad del trabajo, de estos puestos de trabajo se benefician más de 200 Familias Lobanas que obtienen el sustento de esta actividad. Ver figura 4.

Figura 4: mas de 20 puestos de trabajo uno al lado del otro



Fuente: Fotografía Zona el caño

El material que contiene el oro se extrae del fondo de los posos de las vetas o filones de roca (ver figura 5 y 6) de pues de haber sido picado con un cincel o pico, pero cuando el material es demasiado duro primero se le colocan cargas explosiva a base de dinamita para destrozarlo y posteriormente después de una clasificación se deposita en un pote o recipiente para luego ser extraído manualmente con la ayuda de un molinete que es operado por una persona en la boca del poso en el exterior. El material que extrae el molinetero que no sirve es arrojado afuera y extendido en forma gradual medida que va extrayendo material. Ver figura 7.

Figura 5: Se extrae el material manualmente con un molinete.



Fuente: fotografía zona el caño

Figura 6 : frente de mina en el interior de una clavada



Fuente: Zona el caño

Figura 7: Molinetero



Fuente: Zona el caño

El material seleccionado como mina, es decir, las rocas que llevan el oro incrustado son amontonadas en un lugar cerca destinado a este fin utilizando carretas o animales de carga, para luego ser transportadas desde ahí hacia los molinos o entables de granuladores para su trituración. Ver figura 8.

Figura 8: Mina o material acumulado listo para la molienda.



Fuente: Fotografía tomada zona el caño

Los diferentes procesos actualmente empleados de extracción del oro cuando ya se tiene el material que lo contiene ya sea las rocas o arenas (oro de veta o de aluvión) varía de uno al otro. Estos procesos los veremos en detalle en secciones posteriores.

1.3.2. ZONA CATANGA

Esta zona se encuentra ubicada al sur oriente de las inmediaciones de la cabecera municipal. La actividad minera se viene realizando en este lugar hace ya más 30 años, con consecuencias incalculables para el medio ambiente y la Salud pública de los sanmartinenses. El deterioro del suelo es evidente (ver figura 9) a causa de la explotación tanto de oro de aluvión como el de veta.

Figura 9: Deterioro del medio ambiente



Fuente: Fotografía zona Catanga

En esta zona también existe mas de 10 entables cada uno con mas de 20 granuladores aproximadamente y molinos para la trituración da la mina que vierten sus desechos contaminantes 24 horas al día, como son el mercurio a los causes de caños y corrientes de agua lluvia que finalmente caen al río magdalena, a esto también tenemos que sumarle la grave contaminación con cianuro causado por las albercas utilizadas para el procesamiento de las arenas que resultan después de la molienda en los granuladores o molinos. Todos estos contaminantes son arrojados sin ningún tipo de tratamiento previo de neutralización para hacerlos mas nobles con el medio ambiente y al salud de las personas. Ver figura 10 y 11.

Figura 10: Entable en zona Catanga



Fuente: Fotografía tomada en zona catanga

Figura 11: Complejo de albercas para cianurar



1.3.3. ZONA LA MINA

Esta zona se encuentra ubicada al sur del municipio a una distancia de 22Km de la cabecera municipal. Esta área también tiene mas de 30 años de estar sometida a la actividad aurífera con las mis consecuencias ambientales y deterioro del medio ambiente que en las zonas anteriores. Existen otros asentamientos mineros que se han esta formando últimamente pero de menor tamaño, de los cuales uno se podrá imaginar las consecuencias ambientales y de salud que les espera a estas regiones donde se logren establecer y desarrollar las actividades mineras sin ningún tipo de precaución tecnológica en cuanto a los procesos y control.

2. PROCESO DE EXTRACCION DE ORO

2.1. EXTRACCION DE ORO DE ALUVION

La extracción del oro libre de los aluviones se realiza con un trabajo de minería a cielo abierto, el oro confundido en las arenas, entremezclado con guijarros o cubierto por lava o arena del arrastre de las corrientes, debe ser detectado y su presencia evaluada, en términos cuantitativos. La operación se reduce a batir el aluvión desintegrándolo totalmente y obligando toda la carga que se extrae a pasar por largos canalones con una inclinación que permita el paso del agua, en donde el oro junto con las jaguas se precipita debido a una mayor densidad, quedándose detenido en los rifles o mayas que se colocan en el piso de los canalones. El metal se separa de los sulfuros o jaguas valiéndose de cernidores, del uso de las bateas o de las mesas vibratoras. El concentrado es amalgamado en retorta que permite recuperar el mercurio libre. Ver figura12

El anterior proceso se realiza por diferentes métodos, los que se usan son los siguientes: cateo con batea, canalón pala, motobombas y canalones, motobombas para trabajar a chorro, sistemas de elevadoras y sistema combinado de volquetas y tractores.

Estos métodos se aplican en el municipio hasta ahora sin ningún control, destruyendo los terrenos y dejándolos completamente vueltos unos desiertos, donde anteriormente fue un terreno productivo agrícola, ver figura 13. Ha este ritmo de destrucción e imprevisión nada bueno le depara el futuro a estas comunidades, el daño ecológico cada vez es mayor y cada día que pasa se afecta la salud de los habitantes de toda esta región.

Figura 12: Deforestación en zona minera



Fuente: Fotografía Zona Catanga

La explotación aurífera a cielo abierto debería estar acompañada por un programa de adecuación de tierras y reforestación, ejecutado por las personas naturales o empresas que realicen esta actividad, además, las autoridades

estatales deberían vigilar el cumplimiento de estos programas como se los exige la constitución política , para así disminuir el impacto ambiental.

2.1.1. Cateo con batea

Consiste colocar la arena aluvial que contiene el oro en una batea de madera metálica y en un pozo con suficiente agua se hace el mazamorreo, suministrándole agua permanente; con las manos se mueve la batea poco a poco se va eliminando los materiales del desecho; el oro por tener mayor peso se va al fondo de la batea, al quedar libre de otros minerales se procede a recogerlo, limpiarlo, secarlo quedando listo para llevarlo al mercado. Ver fig. 14.

Figura 13: Cateo con batea



Fuente: Fotografía zona el caño

Este procedimiento es autentico, poco rendidor por que la operación la hace una sola persona, tiene la ventaja que soluciona problemas de desempleo, la inversión es mínima una batea y una pala es todo el equipo que se necesita para trabajar; siempre y cuando tengan la mina a su disposición, generalmente no la tienen, andan de un lugar a otro en busca de mejor suerte. Un problema grave es la deforestación que ocasionan y el deterioro del terreno por la cantidad de huecos que se hacen al azar.

2.1.2. Canalón Pala

Es otro método de extraer oro de aluvión; en un cajo de madera al que se acondicionan placas o sacos en el fondo, se les deja una salida con desnivel, con la pala se le suministra la arena y con un recipiente se le hecha agua hasta eliminar la arena y en el fondo del cajón queda el oro, se repite esta operación hasta que se agote el material; luego se recoge el material que esta en el fondo del cajón en una batea, se limpia, se seca que dando el oro listo para llevarlo al mercado o procesarlo. Este procedimiento es mas rendidor que la batea ya que se logra lavar mayor volumen de arena.

Este método también causa deforestación y deterioro del terreno en mayor grado que el anterior Ver figura 15.

2.1.3. Motobombas y canalones

Con este sistema se reemplaza la fuerza del hombre por una motobomba que suministra agua a presión sobre los canalones a los cuales se les agrega la arena que lleva el oro, la arena es arrastrada por el agua quedando el oro al fondo del canalón. Este sistema es más técnico y se requiere para operar el equipo un mínimo de cuatro personas o más según la potencia del motor.

Este método tiene la desventaja que solo puede utilizarse en minas superficiales hasta donde las personas puedan palear la arena al canalón, además, causa una mayor deforestación y deterioro del terreno que los dos métodos anteriores. Ver figura 14



Figura 14: Motobombas y canalones

Fuente: Zona el Caño

2.1.4. Motobombas para trabajar a chorro

Es un método muy empleado, se utiliza agua a presión para derrumbar el material contenido en los barrancos de arena, el cual pasa directamente por unos cajones o canalón de beneficio. Cuando se va a recuperar el material se hace con una batea para dejarlo libre de impurezas. También se causa deforestación y mucho deterioro del terreno. Ver figura 15

Figura 15: Lavado a chorro



Fuente: Fotografía zona el caño

2.1.5. Sistema de elevadoras

Una elevadora es un tubo vertical por el cual circula agua a presión, con una derivación en su parte inferior, donde gracias a la velocidad y presión del agua del tubo principal se produce un vacío que puede arrastrar agua, arena, piedra y los mátales que contenga, los cuales se descargan en la parte superior de un canalón o plante de beneficio. Con este sistema se puede reciclar el agua utilizando tanques de sedimentación. La deforestación y deterioro del terreno es elevada. Ver figura 16.

Figura 16: Sistema de elevadora



Fuente: Zona el caño

2.1.6. Sistema combinado de volquetas y tractores

Con este sistema se utilizan bulldozers para descapotar los niveles estériles y cargadores para arrancar y cargar las volquetas que lo llevan al sitio donde están los canalones de beneficio, el cual se construye cerca a las fuentes de agua para el lavado del material; es necesario un bulldózer adicional para remover el material de desecho. Son inversiones muy costosas se justifica en minas grandes y ricas en materiales preciosos.

La deforestación y deterioro al suelo es muy alto debido al gran área superficial que se puede remover con estos equipos. Los terrenos quedan prácticamente estériles y hay que esperar varias décadas para su parcial recuperación; la experiencia indica más 50 años para observar el nacimiento de gramíneas y algunos rastrojos propios de la zona.

2.2. METODO DE EXTRACCION DE ORO DE VETA O FILON

El oro de veta o filón se extrae haciendo un túnel en el suelo hasta llegar al filón o banco de rocas en el subsuelo, se extrae el material rocoso que contiene el oro y se lleva a la superficie donde se tritura en pedazos pequeños utilizando para su molienda molinos californianos o granuladores dependiendo de la cantidad de oro que lleve la roca. Las arenas resultantes de estos procesos son recicladas para su posterior cianuración en albercas construidas especialmente para este proceso.

2.2.1. Molinos californianos

Se utilizan para convertir el material rocoso extraído de los túneles, clavadas o cueva de lobos en arenas y limos mediante la trituración por impacto directo del material rocoso a través de unos pistones que se levantan debido al jiro de unos dientes o martillos que golpean unos pilotes en la barra de los pistones en forma secuencial. El jiro de los martillos la da un motor a través de poleas y engranajes, cuando se levanta el pistón y cae golpea por gravedad al material sobre una superficie de acero ubicada en el cajón del molino que recibe el material, los materiales preciosos van quedando depositados en el fondo del cajón tal como se ve en al figura 17, en la figura 20 se muestra el motor eléctrico que mueve el molino.

Figura 17: Molino utilizado para la trituración de las rocas



Fuente: Fotografía zona el caño

Figura 18: Motor de la volanta del molino



2.2.2 Granuladores

Son barriles de no mas de un metro de largo a los cuales se les introduce el material rocoso previamente semitriturado manualmente por impacto directo con una mona de aproximadamente 6 lb. Junto con el material se introducen una series de balines, aproximadamente entre 10 y 15 balines cada uno con un peso promedio de 8 lb, además, de los balines se le agrega 10g de mercurio por barril, luego se tapa y se pone a girar durante aproximadamente 2 horas de pendiendo de la dureza del material. Mediante la rotación de estos barriles se aprovecha la fuerza centrifuga para que el material se distribuya en las en las paredes del cilindro y los balines por su peso y movimiento aleatorio causado

por los giro de los cilindros van moliendo o triturando los pedazos de rocas hasta pulverizarlas completamente que dando vueltas arenas y limo, luego se vacían los barriles recogiendo en vasijas de boca amplia el material molido, y utilizando una batea y abundante agua se recoge el mercurio que contiene el oro y otros materiales preciosos, el mercurio previamente recogido se deposita en un paño fino de seda o sintético colocado sobre un circulo formado por los dedos índice y pulgar, formando una especie de ollita se sierra el circulo y se escurre girando la parte inferior que contiene el mercurio con el oro hasta que quede solamente en el paño el material solidó amalgamado, luego se recoge el material amalgamado y se quema hasta que tome el color amarillo que caracteriza al oro, este oro no es puro, para purificarlo se funde a altas temperaturas para eliminar las impurezas que corresponden a materiales no deseados diferentes al oro y que de solamente el oro puro. Ver figura 19, figura 20 y figura 21

Figura 19: montaje de granuladores movidos por un motor eléctrico



Fuente. Fotografía Zona Katanga

La contaminación por mercurio del medio ambiente y del las personas es altísimo ya que las aguas utilizadas en este proceso junto con los sedimentos son arrojados sin ningún tipo de tratamiento ni consideración a las quebradas, caños, ciénegas y causes naturales que de una forma directa o indirecta van a desembocar en el rio magdalena contaminando los peces, plantas y poblaciones ribereñas y grandes ciudades que toman su agua de este rio. Ver figura 20.

Figura 20: Vertimiento de mercurio al medio ambiente del montaje



Fuente: Fotografía zona Catanga

2.2.3 Cianuración

Consiste en el tratamiento por percolación o agitación de las arenas, que contienen concentrados o residuos tales como sulfuros, sulfuros de hierro, de plomo y zinc que llevan oro fino provenientes de los molinos y granuladores. Con una solución de cianuro que disuelve el oro contenido en los residuos sea libre o formando parte molecular de los sulfuros y luego precipitando o sedimentando la solución que contiene el oro disuelto con laminillas sólidas de zinc en forma de tiritas que recogen el oro disuelto en la solución para después purificarlo por calcinación, fundición y afinación, ver figura 21, figura 22 y figura 23 tiempo de la sedimentación?

Figura 21: Vertimiento de desechos de cianuro al medio ambiente



Fuente: Fotografía zona Catanga

Este método también causa contaminación directa sobre el medio ambiente ya que estas aguas y soluciones se arrojan al ecosistema sin tener ningún tipo de neutralización, además, el manejo inadecuado por parte de los mineros de esta sustancia tóxica también causa daños a su salud y de la población en general. Estas aguas son derramadas en cuencas de aguas naturales que desembocan en caños, quebradas y ríos contaminando sus aguas, las cuales posteriormente son utilizadas para el consumo humano y animal. Ver figura 22.

Figura 22: Caño contaminado que desagua al magdalena



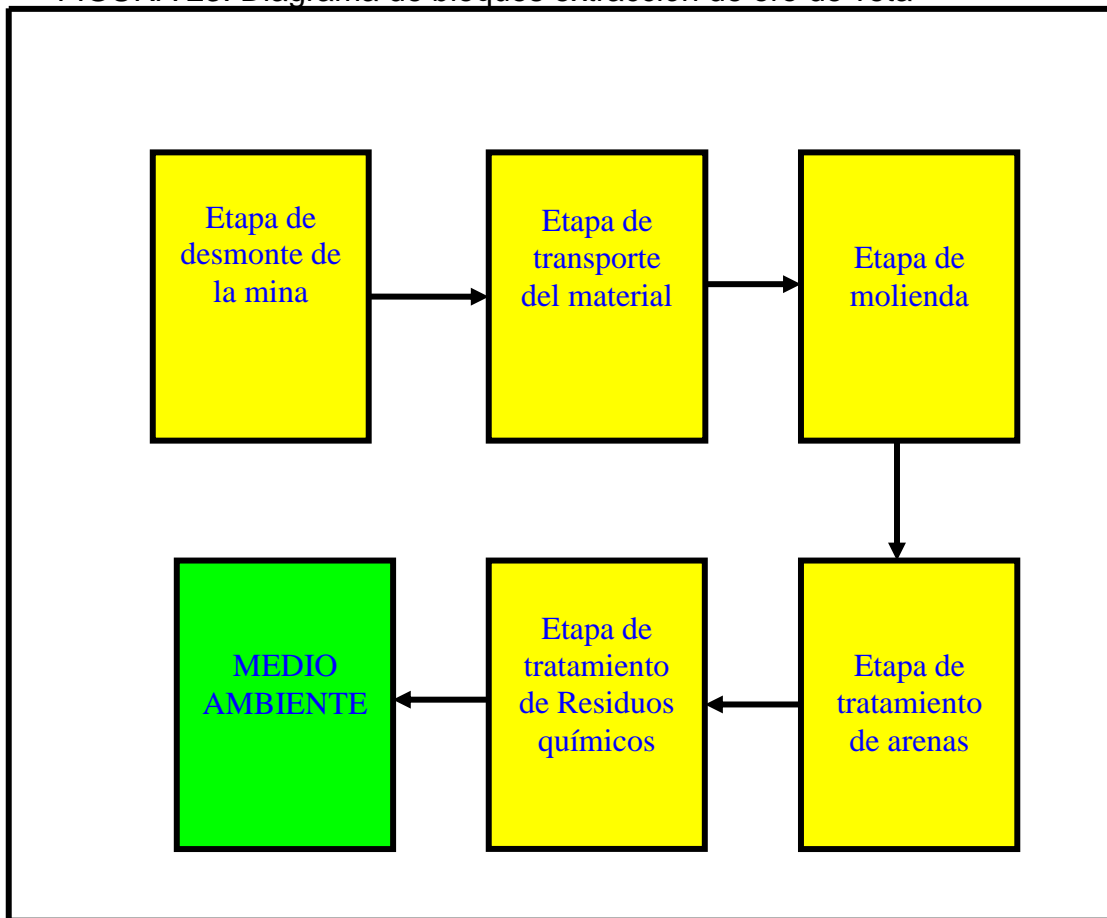
Fuente: Fotografía zona catanga

3. SISTEMATIZACION DEL PROCESO DE EXTRACCION DE ORO DE VETA O FILON

La extracción de oro de las vetas que se encuentran en las profundidades del subsuelo es la mas desarrollada por los mineros de la región, debido a que el oro de aluvión es mas escaso y además la mayor parte de las tierras que contenían oro disuelto ya han sido lavadas, por tanto la actividad minera se concentra en la extracción del oro de los filones subterráneos de roca que atraviesan el subsuelo. Por tanto nos centraremos en la sistematización y desarrollo de una planta beneficio integrada que le permita a la minería en el sur de Bolívar ser más eficiente y noble con el medio ambiente y la salud pública.

Esta planta de beneficio comprende desde el momento del desmonte o picada de la mina en el interior de los túneles y clavadas hasta la obtención del material precioso y neutralización de los residuos de los componentes químicos que van hacer depositados en el medio ambiente. Las diferentes etapas de este proceso se ilustran en la figura 23.

FIGURA 23: Diagrama de bloques extracción de oro de veta



Fuente: Imagen realizada en Word.

Cada una de estas etapas va secuencialmente integrada una después de la otra y en cada una de estas etapas se va hacer el proceso de sistematización correspondiente adecuando la infraestructura existente y los recursos del medio a las necesidades de una minería mas eficiente y con el menor grado de contaminación posible.

3.1 ETAPA DE DESMONTE Y TRANSPORTE DE LA MINA

Esta etapa o proceso comienza primero con la ubicación de un punto sobre la superficie de la tierra donde se va a trazar un cuadrado de 1.50m de lado aproximadamente, partir del cual se comienza la excavación en forma perpendicular sacando lo que se pique a través del molinete a medida que se va perforando. La perforación la hace una persona con pico y pala para ir llenando con la pala los potes que luego son jalados por el molinetero desde el fondo hasta la superficie a través del molinete. A medida que se va bajando se va en moderando la clavada con tablones de 1.5m de largo formando cuadros con los tablones ubicados perpendicular mente a lo largo de las paredes del poso sostenidos a presión por palancas de madera redonda o cuadrada. Este proceso continua me tiendo cuadro tras cuadro hasta cortar el filón subterráneo que lleva la mina. Una vez cortado el filón o los filones se puede seguir perpendicularmente si el filón es suficientemente grueso o de lo contrario se tunea en forma transversal siguiendo el filón en su trayectoria subterránea. Ver figura 24.

Una vez identificado el material rocoso útil este es picado dentro del túnel cuando la dureza de la mina lo permite de lo contrario es necesario usar explosivos como la dinamita, haciendo perforaciones manuales consistentes en un orificio redondo de unos 30cm de profundidad donde se introduce la dinamita, este orificio hace con un cincel de hierro, y se detona la dinamita desde afuera mediante un corto circuito que se hace con un cableado eléctrico

que se extiende desde la colocación del taco de dinamita en el orificio hasta el exterior de la mina. Luego de la detonación o detonaciones se espera una hora aproximadamente para que se disipen algunos gases y polvo que se genera durante la explosión transcurrido este tiempo el minero se introduce en el túnel a extraer el material de desecho y el material que lleva el oro. El minero raso no cuenta con máscaras que le permita filtrar el aire contaminado que adsorbe al introducirse en el túnel para proceder a sacar la raza útil. Este hecho ocasiona lesiones en la salud del minero manifestadas como afecciones respiratorias que con el tiempo causan la muerte. Figura 30:

Figura 24: Perforación hacia el filón



Fuente: Zona Catanga

Una vez extraído del fondo del túnel el material rocoso que contiene el oro mediante los molinetes hasta la superficie, este es transportado con carretillas o animales de carga hacia donde se encuentran los equipos encargados de la molienda de la roca para liberar el oro incrustado en ella.

Nuestro propósito es lograr sistematizar estas etapas para aumentar la eficiencia en el rendimiento del proceso de extracción de los materiales desde el fondo de la perforación hasta el lugar de la molienda en la superficie y beneficio final.

3.2 ETAPA DE MOLIENDA

En esta etapa ya con el material en el sitio del proceso, este se coloca al lado del molino californiano y manualmente con una pala se va echando en el canal trituración mientras unos pisonos de acero trituran la roca que se vierte en el canal. El molino cuenta con dos o tres pisonos que por medios de yunques que giran cuando la polea que envuelve la volante del molino mueve el eje de esta especie de yunques y cíclicamente golpean las paletas de los pisonos levantándolos y dejándolos caer por gravedad sobre las rocas, triturándolas con este movimiento. Moler varias toneladas puede durar semanas hasta meses desperdiciando tiempo y además la eficiencia de estos mecanismos es baja ya que mucha cantidad de oro no se libera y se está votando más del 40% de este material con estos métodos.

Cuando se utilizan granuladores, estos inicialmente se llenan por un orificio rectangular ubicado en un costado en el cuerpo del cilindro con esferas de acero llamados balines, después la roca se tritura previamente de forma manual con una mona de 5 a 6 libras (esmachar) para luego ser introducida estas rocas previamente esmachadas en los granuladores, cada granulador es llenado con aproximadamente unos 20KI de roca, después en el interior del granulador se le hecha unos 20gramos mercurio que recogerá el oro liberado por las esferas que después de sellar la tapa del barril comenzara a triturar la roca por alrededor de una hora hasta convertirla en arena debido a las poleas en rolladas alrededor del barril la cual lo hacen girar soportado horizontalmente entre dos balineras colocadas en sus extremos sobre unos soportes de madera.

Nosotros planteamos una solución automatizada de acuerdo a nuestros objetivos de rendimiento, innovación y economía en la construcción de la siguiente manera.

3.3 ETAPA DE TRATAMIENTO DE ARENAS

Después de que las toneladas de roca han sido molida ya sea por los molinos o por los granuladores la arena resultante de este proceso es amontonada un en un lugar específico para luego cianurarlas y extraer el oro todavía remanente en las partículas de arena. Este proceso consiste en depositar la arena en unas albercas de 3m de largo por 3 a ancho y 1.5m de altura. A estas albercas se

recubre el piso con un entablado de madera al cual se le hacen perforaciones circulares de 2cm de diámetro espaciado 10 cm para que permita el filtrado del agua que estará humedeciendo la alberca llena de arena con el agua cianurada. Este entable se soporta en el piso a una altura de 10cm del mismo para que permita el filtrado del agua hasta el piso de la alberca y este es conducido por gravedad debido a unas especies de cajas de cemento de 80cm de largo, 80cm de ancho y 30cm de profundidad, las cuales se recubre el piso con un material especial consistente en tiras delgadas de 3mm de espesor hechas en zinc que colectan el oro disuelto en el agua de cianuro que está siendo bombeada constantemente hacia la parte superior de la alberca, este proceso dura aproximadamente 15 días que al final de estos se extrae las laminillas de zinc para su fundición y liberación del oro. Una alberca de esta dimensión está utilizando unos 50kl de cianuro disuelto en el agua y con un pH de la disolución entre 7-8, es decir, medianamente alcalino.

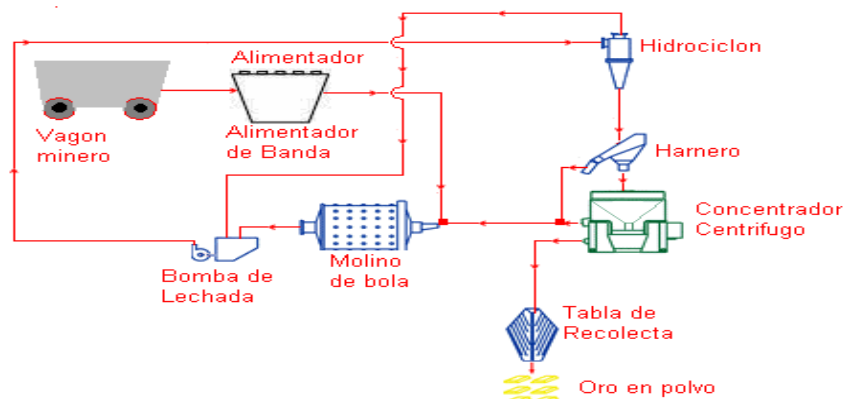
4. AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE EXTRACCION DE ORO DE LA ZONA DE SAN MARTIN DE LOBAS

Después de ver el estado de la minería en el municipio de san martín de lobs se establecieron tres puntos clave para el mejoramiento de la productividad, el bienestar del medio ambiente y el trabajo del minero las cuales son.

1. Utilizar un sistema de trasporte práctico y económicos del material desde el interior de la mina hasta los alimentadores.
2. Utilizar un concentrador centrífugo para la extracción de oro y eliminar por completo el uso de cianuro y mercurio.
3. eliminar el trabajo pesado como la carga y traslado de la piedra.

El siguiente esquema muestra los procesos integrados en la extracción del oro de betas de aluvi3n duro.

Figura 25. Esquema del tratamiento de aluvi3n duro.



Fuente: Documento PDF 02.-.Concentraci3n.Centrifugos.(Knelson-Falcon).pdf

El cual resume todo los equipos y procesos necesario para la extracción de oro de aluviones duros, para entender mejor el proyecto de automatización se explicara inicialmente el funcionamiento de cada uno de los equipos utilizado en el proceso y luego s

4.1. TRANSPORTE DEL MATERIAL ROCOSO DE LA MINA DE ORO AL ALIMENTADOR DE BANDA.

Actualmente en la zona se transporta el material desde el interior de la mina por medio de carretillas hasta los molinos, trabajo bastante pesado cuando se trasportan manejan barias toneladas de tierra y piedra al dia, en el sistema a implementar se utilizara un vagón minero, hecho de madera de pino o roble el cual es muy practico y económico y se puede implantar en la zona, en la figura 26. Podemos observar el diseño del vagón terminado.

Figura 26. Vagón de minería de madera de pino o roble



Fuente:<http://www.ferrocarrileltarajal.com/Hazlotu/Vagonminero/tabid/56/Default.aspx>.

Este diseño me permite enganchar un vagón con otro e inclinarlo a hacia un lado para vaciar el producto en el alimentador de banda con mayor facilidad como se muestra en la figura 27.

Figura 27. Vagón minero inclinado



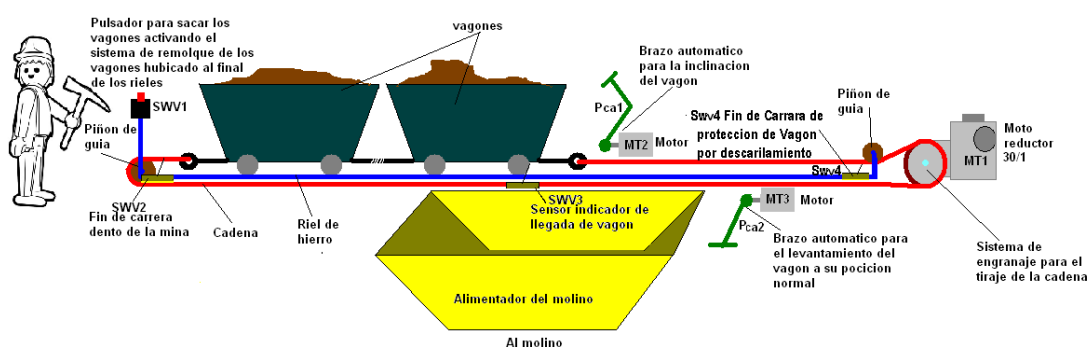
**Bagon inclinado
para vaciar el
material**

**Sistema de Enganche
en cascada**

Fuente:<http://www.ferrocarrileltarajal.com/Hazlotu/Vagonminero/tabid/56/Default.aspx>

Estos vagones serán jalados por un sistema de cadenas sin-fín remolcado por un motor de 1800 rpm con inversión de giro de 2HP y moto-reductor de 30/1 y recorrido de la cadena por vuelta de un metro lo que permite recorres 60 metros en un min y un kilómetro en 1 hora. Cada vagón deberá cargar alrededor de 200kg esto ocasiona que se deban utilizar al menos 5 para que cada vez que salgan los vagones se extraiga una tonelada de arena. En la figura 28. se muestra un bosquejo de cómo funcionara el sistema.

Figura 28. Sistema de remolque de los vagones



Fuente: Imagen Pain versión 5.1

A continuación explicaremos el funcionamiento de este sistema asumiendo que los vagones están llenos y listo para ser transportados fuera de la mina en este momento el minero supervisor dentro de la mina verifica que efectivamente los vagones estén listos para sacarlos y presiona el pulsador SWV1 el cual le indica al controlador del proceso que encienda el moto MT1 en el sentido adecuado para jalar los vagones fuera de la mina, cuando los vagones lleguen al switch final de carrera SWV3 y lo acciona, le esta informando al controlador que hay un vagón listo para ser vaciado. Inmediatamente el controlador detiene el giro del motor SWV1 y prosigue a activar el motor MT2 en el sentido adecuado para mover el brazo Pca1 empujando la tolva del vagón e inclinándola hacia la banda transportadora, el brazo pca1 tiene sus finales de carrera que le informan al controlador que esta en su inclinación máxima en

este momento se activa la banda transportadora permitiendo mover la arena vaciada hacia la tolva del molino de bolas después de 10 Seg de haber inclinado la tolva se activa el motor MT1 para mover el vagón vacío y traer otro lleno a la posición de vaciado también se mueva el brazo Pca1 y Pca2 a su posición normal para recibir el siguiente vagón, cuando el siguiente vagón active de nuevo el switch final de carrera SW3 se repite el proceso antes explicado, y el motor MT3 es activa para mover el brazo Pca2 y poner el vagón en su posición normal, inmediatamente se vacié el segundo vagón continuamos con el tercero y el segundo es puesto en su posición normal, cuando el controlador cuente por medio del switch SW3 la llegada y vaciado de todos los vagones programados en el controlador, se prosigue a activar el motor MT1 en el sentido que permita el traslado de los vagones al interior de la mina, el controlador quedara en espera de la activación del switch final de carrera SWV2 el cual avisa que los vagones llegaron al final de la vía de rieles y están listos para ser llenado y se repite el proceso. Se utilizara un indicador luminoso rojo y sonoro para anunciar la llegada de lo vagones. En varias ocasiones hablamos de un controlador en esta explicación el cual es el cerebro de la maquina y se encarga de recibir la señales de los diferentes actuadotes y switch y sensores para tomar las decisiones pertinentes. Mas adelante profundizaremos sobre este dispositivo.

Según el diagrama de la figura 34. las cadenas recorrerán todo el túnel a ras con los rieles y sujetadas por medio de piñones de guía que permitirán que no se descarrile. Este sistema es similar al utilizado en las montañas rusas para arrastras los vagones. El minero encargado de verificar que los vagones estén llenos será quien realice la tarea de activar el mecanismo de jalado de vagones desde el interior de la mina. De esta forma llevaremos el material del interior de la mina hasta la planta de extracción cuando cada vagón pase por un punto estratégico que activa a un sensor fin de carrera el vagón se detendrá y se inclinara por medio de un brazo que empuja el vagón hacia un lado para vaciar el material sobre el alimentador del molino de bola cave recalcar que el

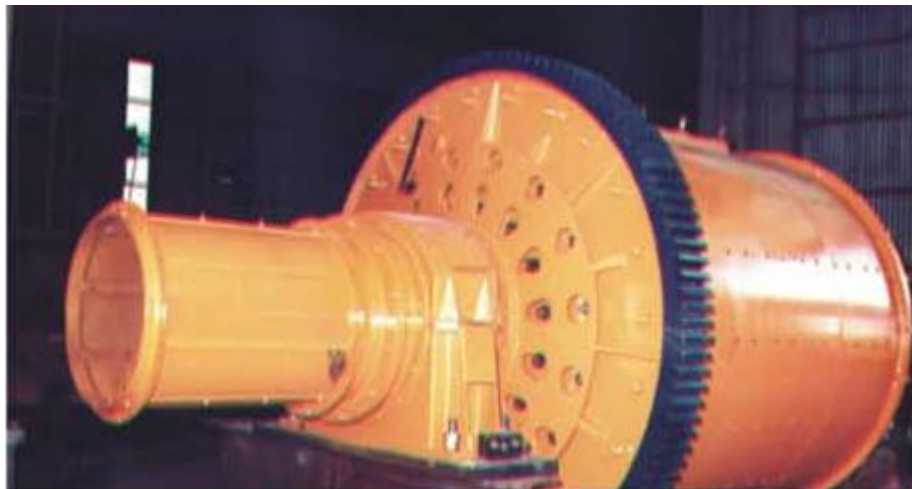
lientador del molino de bola debe estar por debajo del vagón para que todo el material sea vaciado dentro de alimentado. Terminado este proceso se prosigue a jalar los vagones siguientes hasta que el ultimo vagón llegue al sitio de descarga luego de haber vaciado todo el material el sistema volverá a poner los vagones en la posición correcta para la carga, invirtiendo el giro al motor MT1 para llevar los vagones hacia el interior de la mina nuevamente, repitiendo el proceso múltiples veces. El switch SWV4 es una protección que desactiva la orden de energización del motor MT1 por si el sistema falla y los vagones están en movimiento impidiendo que este se salga del fin de los rieles al igual que SWV2 en el lado opuesto como se observa en la figura 29. .

4.2. MOLINO DE BOLA

El molino de bola es un cilindro cerrado que gira con bolas de acero en su interior. Están recubiertos por dentro con material antifricción. Algunos ponen goma, otros, láminas corrugadas de aceros antidesgaste para aumentar la fricción. El molino es cargado con el material extraído de la mina y se pone a girar inyectándole agua no necesariamente limpia, el cual comienza a moler el material hasta reducirlo a un tamaño de 250 o mas mallas por pulgada esto significa que el material se quiebra hasta obtener 250 granos de tierra por pulgada lineal y un tamaño por grano de aproximadamente 0,01cm o 0,1mm, el material que esta bien triturado y con el tamaño adecuado sale por el otro extremo en donde esta ubicada una maya de acero con orificios del tamaño adecuado menor o igual a 250 mayas por pulgada, permitiendo la salida de una mezcla de agua y arena llamada lechada, la cual es impulsada por la bomba de lechada para ser revisada por un clasificador de partículas conocido como hidrociclones el cual explicaremos mas adelante este devuelve, las partículas muy grandes al molino de bola, y entrega las pequeñas al tromel el cual también explicaremos mas adelante.

Los molinos de bola tienen una eficiencia de producción en toneladas días proporcional a la potencia del motor de esta forma un molino de bolas con motor de 20 HP es capaz de procesar 20 Ton-día de un material de dureza intermedia, el que se piensa implementares es mas pequeños con un motor de 10HP para hacer girar un tambor que pueda procesar 11.5 ton-dia recubierto con caucho por dentro sujeto con platinas atornilladas al manto y bolas de acero con un peso de 1300 Kg. Lo cual permitirá un proceso continuo día de 10 toneladas diarias en donde se pueden obtener en promedio 30 gr de oro por toneladas de alubión lo que indica que en el día se obtienen en promedio 300gr de oro el cual puede aumentar o disminuir dependiendo de la beta. Esta cifra se saca de la extracción manual realizada actualmente en la zona. A continuación se muestra una imagen del molino de bola convencional.

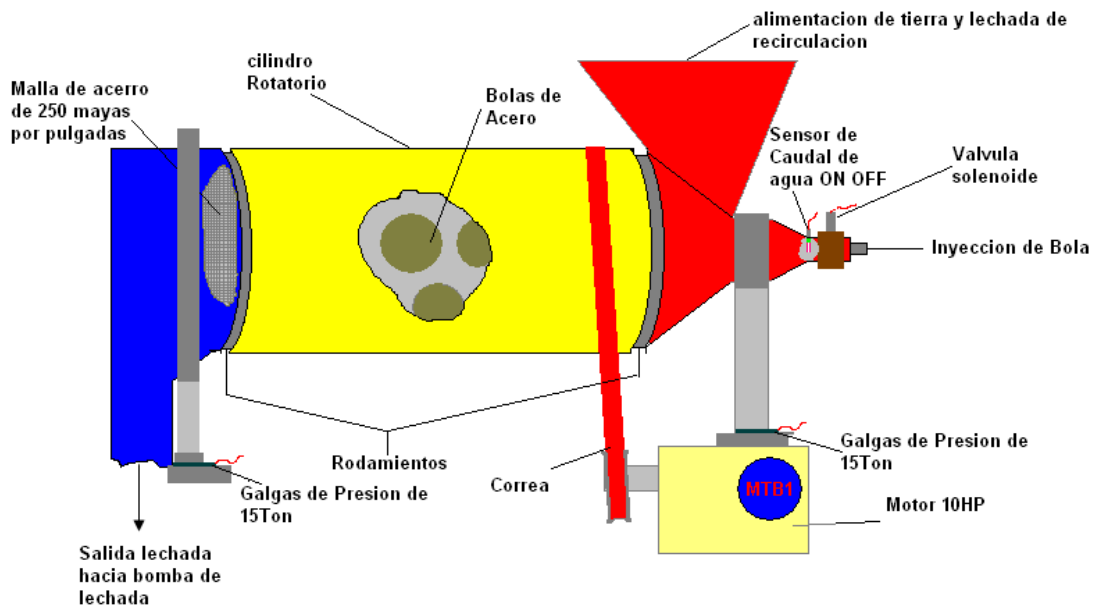
Figura 29. Imagen de la forma de los molinos de bola.



Fuente: <http://www.tecmaqsl.com/index.php?put=producto-amp&id=12>

El molino puede tener las características que vemos en la figura 36.

Figura 30. Imagen del bosquejo del molino a diseñar



Fuente: Imagen Pain versión 5.1

Este sistema también estará conectado al controlador el cual es el encargado de manejar el funcionamiento del molino al igual que el sistema de transporte ya que si el molino esta lleno el controlador detiene el sistema de alimentación hasta que se haya evacuado algo del material en el proceso y si esta vacío no arrancara. El controlador sabrá si el molino esta listo para arrancar cuando detecte flujo de agua en la entrada del molino y el peso del molino sobre pase el peso programado en el controlador como set-poin de peso de arranque, después de iniciar el proceso este se detendrá solo cuando el controlador lee un peso inferior al programado en el controlador como set-poin de peso de parada o se obligué a detenerse manualmente. El peso del contenido se medirá por medio de celdas o galgas de presión ubicadas en en los soportes del cilindro el cual se calibrara en cero con el peso normal del equipo vacío, cualquier aumento se considerara como material agregado. El flujo de agua también será controlado por medio válvulas solenoides y se detectara el caudal por medio de un sensor de flujo ON/OFF que permitirá saber si hay caudal de agua hacia el interior de cilindro.

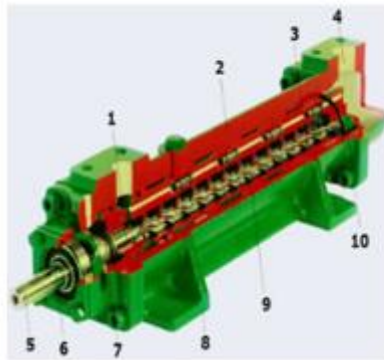
4.3. BOMBA DE LECHADA.

La lechada es una mezcla de agua y tierra que forma un fango el cual debe ser bombeado para impulsarla hasta los hidrociclones y estos puedan efectuar su labor. Para este propósito se usa una bomba especial para el bombeo de lodo la cual es una máquina hidráulica generadora que transforma la energía mecánica en energía hidráulica haciendo que el fluido se mueva. Este fluido puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser la lechada, el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

El tipo de bomba idóneo para este caso son las bombas de tornillo son bomba hidráulica de desplazamiento positivo, conocidas como bombas de tornillo de Arquímedes . Esta bomba utiliza un tornillo helicoidal excéntrico que se mueve dentro de una camisa y hace fluir el líquido entre el tornillo y la camisa como el de la figura 47-a. Está específicamente diseñada para bombear fluidos viscosos, con altos contenidos de sólidos, que no necesiten removerse o que formen espumas si se agitan. Como la bomba de tornillo desplaza el líquido, este no sufre movimientos bruscos, pudiendo incluso bombear piedras enteras. Uno de los principales usos es el bombeo de fangos o lechada en nuestro caso, y tienen la capacidad para bombear lodo deshidratado con un 22-25% de sequedad.

Estas bombas son ampliamente utilizadas en la industria minera a nivel mundial, para el bombeo de fluidos altamente viscosos y con un alto contenido de sólidos.

Figura 31. a. Partes de la bomba de tornillo - b. bomba de centrifuga para lechadas marca MC series de 5000 M3/H



1. Pistón de acero endurecido, evita los efectos de fuerzas axiales.
2. Carcaza del tornillo helicoidal.
3. Tornillos helicoidales conducidos.
4. Entrada rotativa en pasos de 90 grados para una conexión fácil a la tubería.
5. Flecha de accionamiento de la bomba de tornillo.
6. Cojinete externo, permanentemente engrasado.
7. Sello mecánico para mantener la hermeticidad interior.
8. Soportes de la bomba de tornillo.
9. Tornillo helicoidal principal de acero endurecido.
10. Rotor balancin, evita cargas axiales.

b.



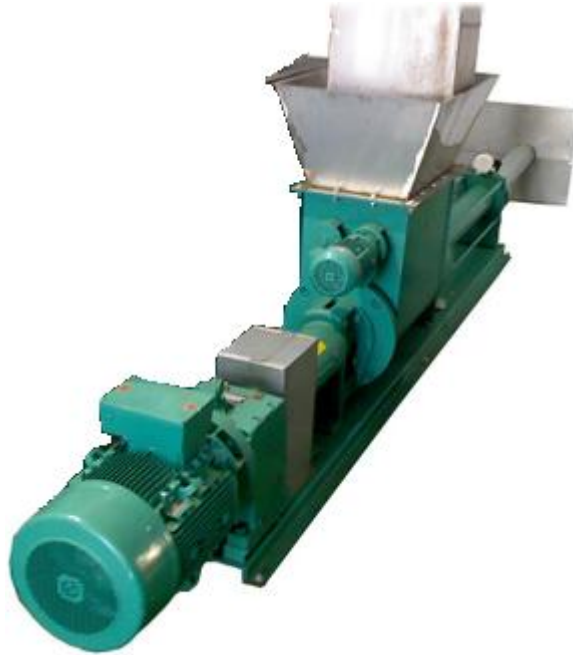
b.

Fuente: http://es.weirminerals.com/products__services/centrifugal_slurry_pumps/horizontal_slurry_pumps/warman_ah_pump.aspx

La bomba a utilizar será accionada por un motor de 2HP capaz de mover 1000 M3/h dotado de una tolva alimentador de 10m³, con sensores de nivel bajo, medio y alto que le indican al controlador si hay producto suficiente en la tolva para seguir inyectar lechada o si la tolva está llena para detener la inyección de material desde los alimentadores de banda hasta el molino si es necesario. Este sistema sirve para diagnosticar si la bomba o los sensores dejaron de inyectar lechada ya que el controlador está en

capacidad de saber en cuanto tiempo máximo debe bajar el producto en la tolva siempre y cuando no se le este inyectando producto. Un prototipo de la bomba que se puede utilizar lo podemos observar en la figura 32.

Figura 32. Bomba de tornillo con tolva de alimentación

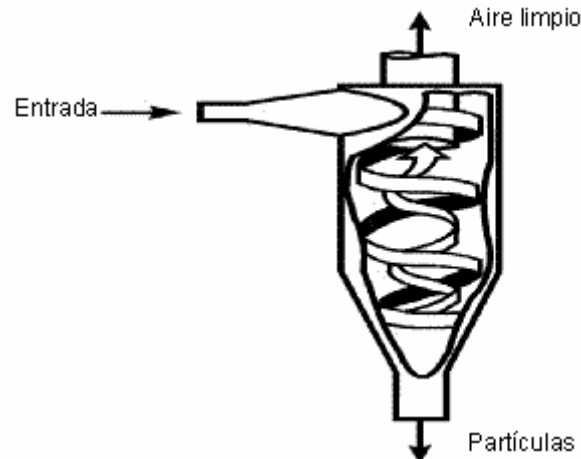


Fuente: <http://www.bornemann-ar.com/bomba-de-tornillo-sin-fin-exc-ntrico-tipo-edrs>

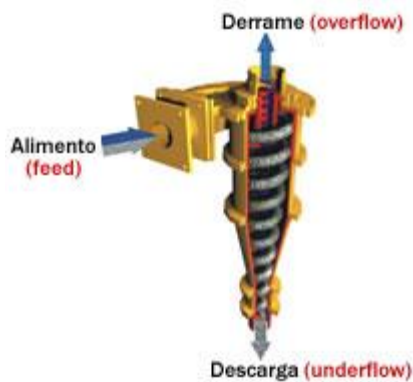
4.4. HIDROCICLONES

Los Hidrociclones son uno de los equipos más empleados dentro de las operaciones de separación de partículas sólidas de líquidos. son equipos estructuralmente muy sencillos debido a que no poseen partes móviles y a que apenas exigen mantenimiento. Una imagen se muestra en la figura 33.

Figura 33. a. Funcionamiento del hidrociclón. b. estructura interna del hidrociclón



a.



b.

Fuente: <http://taninos.tripod.com/hidrociclón.htm>

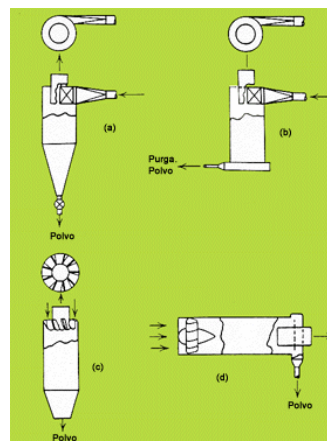
Un separador Hidrociclónico está compuesto básicamente por un cilindro vertical con fondo cónico, dotado de una entrada tangencial normalmente rectangular. La corriente del fluido cargada con las partículas sólidas se introduce tangencialmente en el recipiente cilíndrico a velocidades de aproximadamente 35m/s y se mueven según el modelo de flujo que se observa en la figura 39 a. como se observa el flujo dentro de los ciclones es el de un doble vórtice. Primero el fluido realiza una espiral hacia abajo y por la zona

exterior, para después ascender por la zona interior describiendo igualmente una hélice.

Las partículas de polvo, debido a su inercia, tienden a moverse hacia la periferia del equipo alejándose de la entrada del fluido y recogiendo en un colector situado en la base cónica. Ese principio se puede emplear tanto para líquidos como para gases cargados de polvo, en el caso de la extracción de oro se trata de separar los granos de oro de partículas menos pesada como el líquido en que están mezcladas y hacer una especie de primer filtrado, obteniendo solo el contenido con mayor probabilidad de contener partículas de oro.

Los hidrociclones convencionales se pueden encontrar en una gran variedad de tamaños y la entrada al equipo puede ser rectangular o circular. Una forma de clasificar los distintos tipos es de acuerdo a su disposición geométrica se distinguen los siguientes tipos de separadores hidrociclónicos:

Figura 34. (a)- entrada tangencial y descarga axial (b)- entrada tangencial y descarga periférica (c)- entrada y descarga axiales (d)- entrada axial y descarga periférica.



Fuente: <http://taninos.tripod.com/hidrociclon.htm>

En el proyecto se utilizará el hidrociclón de entrada tangencial y descarga axial ya que son los más comunes y fáciles de construir. Este dispositivo no

necesita ningún tipo de control solo hay que inyectarle la mezcla de lechada proveniente de la bomba de lechada y el realiza su función. El agua producida por la parte superior del hidrociclón después de la separación se vuelve a reutilizar en la creación de lechada en el molino de bola. En la figura 14. se observa una imagen de un hidrociclón comercial.

Figura 35. Hidrociclón marca CAVEX.



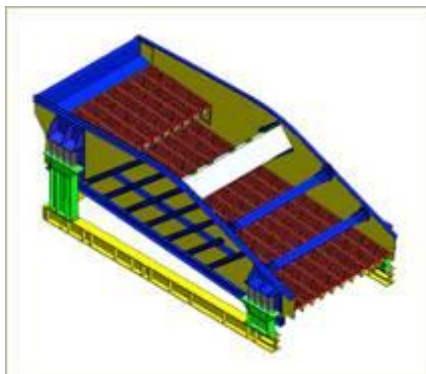
Fuente: <http://taninos.tripod.com/hidrociclón.htm>

4.5. EL HARNERO

Es una especie de colador que permite separar partículas por su tamaño y líquidos de sólidos. Los Harneros pueden dividir la granulometría en varias dimensiones muy específicas, y al mismo tiempo sirve para separar el agua. La utilización de este dispositivo permite dejar pasar hacia el concentrador centrífugo las partículas con un diámetro menor a 250 micras o 6mm y las más grandes las saca por otro conducto que las arroja de hacia el molino de bola para seguir disminuyendo el tamaño de la partícula al igual que el agua que se escurre en el proceso. Esto se realiza para que el concentrador centrífugo solo reciba las partículas del tamaño adecuado para mejorar su eficiencia en la producción de oro en polvo. Pueden trabajar o en seco o con agua. Cuando se trabaja con agua, no es necesario que sean vibratorios. Para

este propósito utilizaremos un harnero de rejillas perforadas (Colador) el cual se aprecian en la figura 36.

Figura 36. Harnero de rejillas perforadas



Fuente: <http://www.hclmaquinarias.cl/harneros.php>

En el cual se vierte las partículas obtenidas en la separación del hidrociclón. Las partículas más pequeñas se cuelan por los orificios de la primera rejilla y son recogidas en la parte inferior por la segunda rejilla que es una especie de telar que solo deja pasar agua. Las partículas de mayor tamaño contenidas en la primera rejilla se deslizan sobre esta y son reenviadas al molino de bola nuevamente. Este sistema utiliza la gravedad y el impulso de agua como medio de transporte de las partículas hasta su punto de recolección. Las partículas seleccionadas en la segunda maya están listas para ser procesadas por el concentrador centrífugo.

4.6. CONCENTRADOR CENTRIFUGO

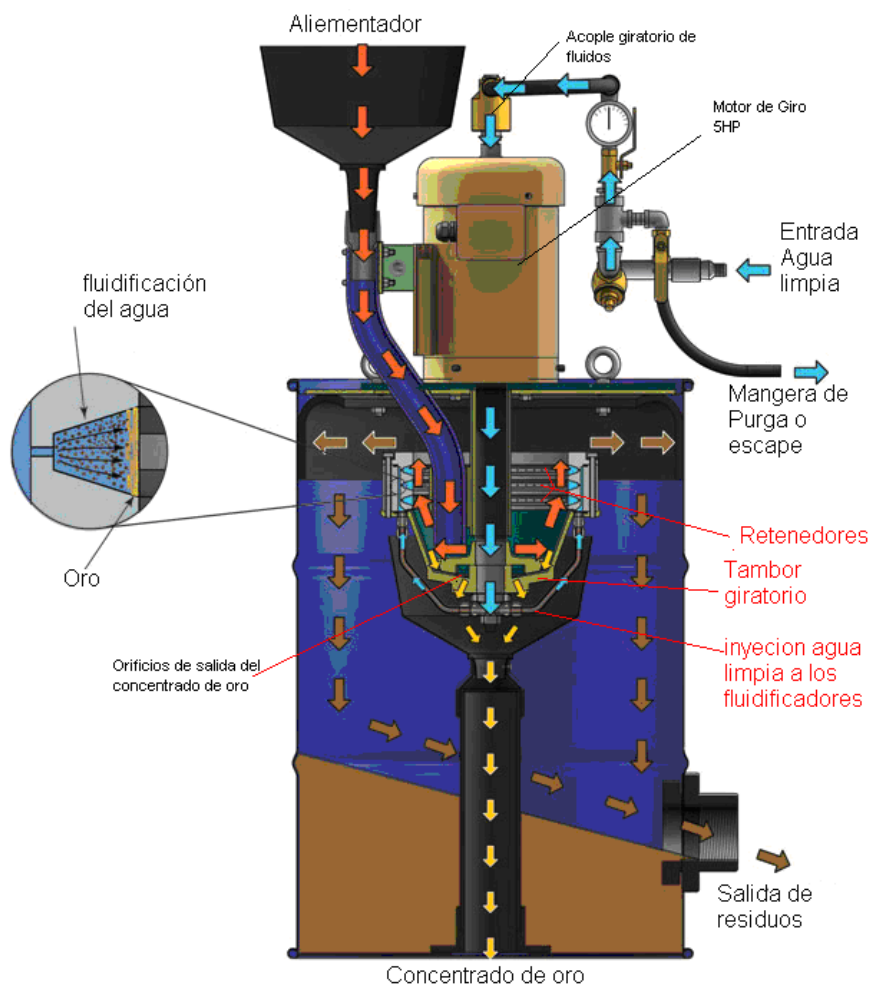
Los concentradores gravimétricos o gravimétricos son utilizados en el tratamiento de minerales, desde los sulfuros metálicos hasta el carbón, con tamaño de algunos micrones. Últimamente se han creado muchos sistemas gravimétricos por el alto costo de los reactivos como el cianuro y mercurio y por la

contaminación que estos producen, añadido a esto esta el fácil manejo de los equipos gravimétricos y que no contaminan el ambiental. Los equipos modernos aprovechan la fuerza centrífuga para separar las partículas finas.

En este libro hablaremos sobre los concentradores centrífugo de tecnología Falcon, en específico el que se muestra en la figura 43. Aunque todos utilizan el mismo principio. La única diferencia es la forma de separar el metal de las partículas de tierra en el ciclo de recolección final.

Figura 37. Esquema de funcionamiento del concentrador centrífugos con tecnología falcon

Fuente: Documento PDF 02.-.Concentraci3n.Centrífugos.(Knelson-Falcon).pdf



El Funcionamiento de este equipo inicia cuando la maquina a alcanzado una velocidad de 2600 RPM y la presión de agua limpia de 6 PSI, es importantes tener estos parámetros a estos niveles para cuando inicie la inyección del producto no se filtre por los conductos de salida del concentrado de oro. En este momento se comienza a inyectando el producto por el alimentador con partículas de un tamaño menor o igual a $\frac{1}{4}$ " o 6,35mm de espesor, al llegar al tambor giratorio son expuestas a una fuerza centrifuga equivalente a 200g originadas por la rotación del tambor a 2600 RPM. Esto hace que las partículas se disparen hacia las paredes lisas del tambor y que se desplacen hacia arriba reorganizándose según su gravedad especifica como lo indican las flechas naranjas de la figura 43, las de mayor densidad como el oro y otros metales que tienen una densidad mucho mayor que el de la tierra o fango quedan atrapadas en la zona de concentrado que son las ranuras de la parte superior del tambor giratorio como se observa en la figura 43 como retenedores. En esta zona también entra partículas de tierra que se compactan por la fuera centrifuga las cuales deben ser extraídas inyectándoles agua limpia en forma tangencial a la pared del tambor en contra presión a la ejercida por la fuerza centrifuga permitiendo retirar las partículas menos densa y dejar las mas pensadas en el concentrador este efecto se conoce como fluidificación y permite suspender las partículas menos densas y que las mas pesadas bajen al fondo esta particularidad se puede decir que es la clave para la extracción del oro por centrifugación. Por efecto de la fuerza centrifuga estas partículas suspendidas son expulsadas fuera del tambor siguiendo el camino mostrado por las líneas cafés como se muestra en la figura 16 hacia la salida de residuos de regreso a la molienda.

Cuando comienza a salir producto por la salida de residuos es captada por un sensor de flujo ON/OFF a partir de este momento se contabiliza un tiempo predeterminado por el operador que por defecto es de 30 minutos que equivale a bombarer y procesar 500 m^3 de lechada, al superar este tiempo se suspende la inyección de lechada a la bomba de lechada para comenzar el proceso de

extracción del concentrados de oro. Al parar la inyección de producto a la centrifugadora, se continua el proceso de centrifugado hasta que el caudal del desagüe o salida de residuo se suspende este aviso lo da el sensor de flujo ON/OFF ubicado en la salida de residuos que indica si hay o no salida de residuo, si no hay salida de residuo se baja la revolución de la maquina a 60 RPM originando que el concentrado de oro almacenado en las ranuras de retención o retenedores bajen hasta el fondo saliendo por unos orificios o ranuras ubicadas en el fondo del tambor hacia la salida y a la tabla de recolecta. Luego de 5 minutos de recolección, se inicia el proceso nuevamente, reactivando todo el proceso desde la alimentación de material por el molino hasta la bomba de lechada para procesar otra tonelada de material, la duración de cada tonelada procesada esta al rededor de 4 horas pudiendo procesar 3 toneladas cada 12 horas, la cantidad de oro obtenida depende de la concentración de oro en la veta. A continuación se hará un explicación de cada aparte de la maquina para ver su funcionamiento comenzando con el Tambor

Figura 38. Ranuras concentradoras al



Ranuras
concentradoras

Fuente: Documento PDF 02.-.Concentracion.Centrifugos.(Knelson-Falcon).pdf

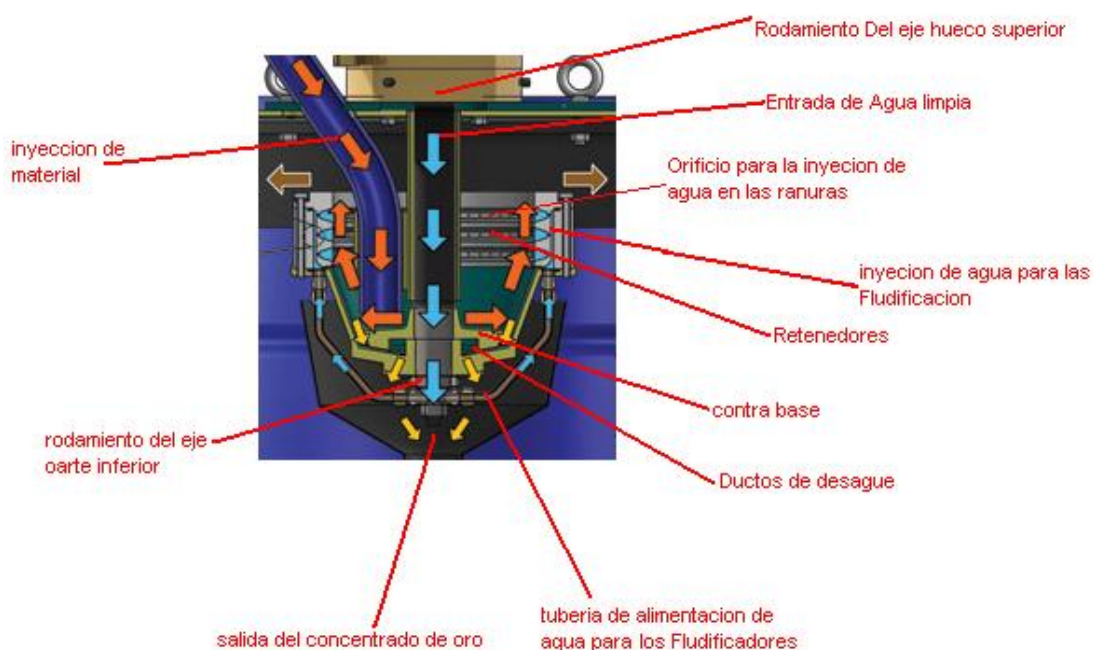
A continuación se explicara el funcionamiento de las partes mas importantes del concentrador centrifugo.

La velocidad del motor será controlada por medio de un variado de velocidad trifásico de 10KW controlado por ancho de pulso lo cual permite cambiar la

velocidad desde el controlador, este variador modifica el giro ajustando la frecuencia en la misma proporción del voltaje así para el giro normal a 2600RPM se energiza con una tensión de 220Vac y una frecuencia de 60Hz si quiero reducir la velocidad a la mitad se baja la frecuencia y la tensión a la mitad así para una velocidad de 1300RPM se entrega una tensión de 110V y una frecuencia de 30Hz pero se mantiene el torque de esta forma el controlador podrá reducir o aumentar las revoluciones del motor dentro de un rango entre 0 a 240Hz manteniendo el torque esto permitirá ajustar la velocidad para obtener los mejores resultad.

4.6.1. TAMBOR ROTATORIO.

Figura 45. Ranuras concentradoras al



Fuente: Documento PDF 02.-.Concentracion.Centrifugos.(Knelson-Falcon).pdf

Es un cono metálico en acero inoxidable que gira sobre un eje hueco también en acero inoxidable No 316 que a demás de dar soporte y hacer girar al cono o

tambor por el impulso del motor sirve para transporta el agua limpia hacia los fluidificadores, este cono contiene unos canales los cuales varían según el tamaño del tambor. Para la maquina falcon de la que hablamos en este libro contiene tres canales con una profundidad de 2cm cada uno, llamados retenedores, con orificios tangenciales a las paredes del tambor de 800 micrómetros por donde se inyecta el agua limpia para generar el proceso de fluidificación que evita la compactación de la partículas en los retenedores estos orificios deben ser geométricamente iguales y ubicados a la misma distancia el uno del otro también es importante que esten ubicadas justo en el centro de las ranuras.

Como se observa en la figura 45 el tambor tiene un diseño cónico para distribuir la fuerza centrifuga en el cono haciendo que las partículas se deslicen hacia arriba y se alojen en las ranura según su gravedad especifica. Así para los anillos inferiores abra menor fuerza centrifuga reteniendo las partículas de mayor densidad o las mas grande y en la parte superior donde hay mas fuerza centrifuga se retiene las partículas de menor densidad y los minerales mas finos o con tamaño mas pequeños.

Este tambor cónico posee unos ductos en la base que permite el desagüe de las partículas de oro. Si observan la base del cono hay una sobre base diseñado de tal forma que cuando entra el alubión no lo deja caer por las ranuras de salida del concentrado sino que lo lanza hacia las paredes del tambor por medio del impulso que le da la fuerza centrifuga por eso es que para inyectar el material al procesar la maquina debe estar con una rotación de al menos 2200 RPM. Entre la sobrebase y la base propia del tambor hay una distancia de 2 cm que crea un canal hacia una rejilla ubicadas en el fondo del tambor por donde salen el concentrado de oro como se muestra en la figura 39.

Figura 39. Base y sobre-base del tambor



Fuente: Documento PDF 02.-.Concentracion.Centrifugos.(Knelson-Falcon).pdf

Este ducto me permite enviar el material concentrado a la tabla de recolecta para su filtrado final y pueda ser recogido con facilidad

4.6.2. Fluidificación del concentrado.

El proceso de fluidificación consiste esencialmente en hacer pasar un fluido (líquido o gas) a través de una aglomeración de partículas sólidas el cual viajara a través de los espacios vacíos entre partículas, estos espacios se van aumentando al moverse las partículas por la presión que ejerce el fluido contra las partículas contrarrestando la fuerza de gravedad o en este caso la fuerza centrífuga que compacta las partículas unas con otra. Cuando la presión es suficiente se suspenderán las partículas menos densas y las mas pesadas que cuyo pesos específico es mayor que la fuerza del fluido bajaran hasta el fondo como se ilustra en la siguiente figura 40.

Figura 40. a. arena compactada – b. arena fluidizada



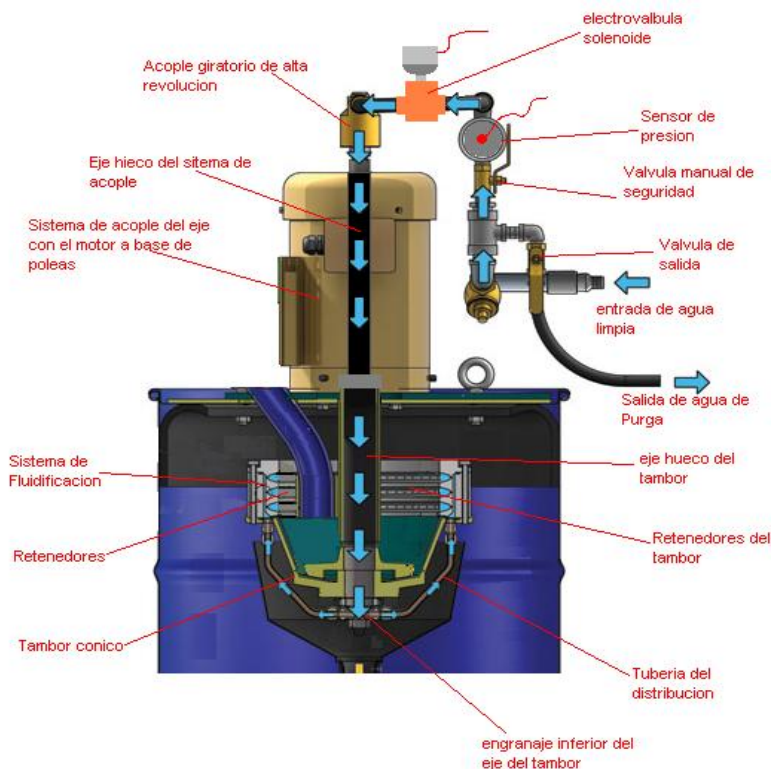
Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=uLhblc4gNIA>

Como vemos en la figura 47 a la arena compactada soporta el peso de varias toneladas pero cuando es fluidizada con una presión suficiente para suspender las partículas menos pesadas las mas pesadas bajan como vemos en la figura 47 b.

Este proceso es clave para la extracción del oro ya que es el ultimo proceso para separa las partículas de escoria o arena del oro concentrado en los retenedores por eso hay que tener presente las presiones del fluido porque deben ser la adecuadas para suspender las partículas de arena y dejar que las mas pesadas como el oro queden concentradas en los retenedores, esta presión se fija en 6 PSI o 41379.7 Pascales para el mineral oro,

El sistema de inyección de agua debe ser robusto y con un diseño que permita mantener constante el flujo sobre los orificios de los retenedores inyectando agua con el tambor girando a alta revoluciones. para lograr esto se utiliza una estructura similar a la que se muestra en la figura 41.

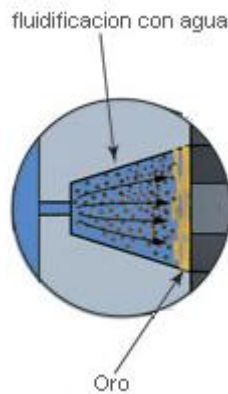
Figura 41. Sistema de inyección de agua a los retenedores



Fuente: Documento PDF 02.-.Concentracion.Centrifugos.(Knelson-Falcon).pdf

En donde la clave es el acople rotatorio de alta revolución el cual permite el conectar la tubería del agua limpia al eje hueco del moto-reductor que se utiliza como medio de transporte del agua hacia los fluidificadores cuyo recorrido se puede identificar siguiendo las flecha azules que indica el camino que sigue el agua hasta el fluidificadores. Una ampliación del sistema de fluidificación en este sistema lo podemos ver en la figura 42.

Figura 42. sistema de fluidificación



Fuente: Documento PDF 02.-.Concentracion.Centrifugos.(Knelson-Falcon).pdf

Los orificios de los retenedores están conectados a unos conductos contenidos en el cabezal del tambor donde están los retenedores estos conductos reparten el agua a todos los orificios que alimentan los retenedores para general el efecto de fluidificación.

4.6.3. CRITERIO DE CONCENTRACIÓN

El criterio de concentración utilizado en la separación gravimétrica es el siguiente:

$$Cociente = \frac{D_h - D_f}{D_l - D_f} \quad \text{ecu 1}$$

Donde

Dh= densidad relativa del mineral pesado.

DI = densidad relativa del mineral liviano.

Df= densidad relativa del medio fluido.

En términos generales, cuando el cociente es mayor que 2,5, ya sea positivo o negativo, la separación gravimétrica es relativamente fácil. A medida que el cociente disminuye, la eficiencia de la separación disminuye los valores menores que 1,25 indicarían que la concentración por gravedad, por lo general, no sería posible comercialmente.

Si hacemos un ejercicio para calcular el cociente de los minerales primarios que intervienen en la extracción del oro en la zona de san martin de lomas sabiendo que:

1. En la mayoría de los suelos, la composición mineral constante, por tanto se estima que la densidad relativa puede variar entre 2.6 a 2.7 g/cm^3 para todos los suelos
2. La densidad del material pesado utilizado como el oro es de $19.3 g/cm^3$
3. la densidad del fluido que en este caso es el agua es de: $1 g/cm^3$

Por tanto el cociente será

$$Cociente = \frac{19,3g/cm^3 - 1g/cm^3}{2,7g/cm^3 - 1g/cm^3} = 10,76 \text{ ecu 2}$$

Lo cual nos garantiza que la utilización de este método es excelente para la extracción del oro de la arena o piedra molida.

4.7. TABLA DE RECOLECTA

Esta maquina se utiliza para lavar y concentrar partículas mezcladas con arena. Sirve para obtener oro tanto en material harneado bajo 2-3 m/m como puesto después del concentrado en concentradoras centrifugas. Procesa grandes cantidades de material y es especial para la recuperación de pequeña cantidad de metal como oro con tamaños menores a 150-200 mallas. La pulpa debe tener un tamaño especifico menor a 6 mm como el entregado por las centrifugas.

Las mesas concentradoras es otro tipo de concentrador gravimétrico pero este lo realiza por medio de un flujo laminar sobre una superficie inclinada generalmente. Donde las partículas de mineral se diferencian formando bandas en abanico (cejas), según su peso específico (y la granulometría).

La mesa con movimiento longitudinal está muy difundida principalmente en la minería del estaño, wolframio y oro. Existen de diferentes tipos y marcas. las mesas se utilizan para concentrar minerales finos y ultrafinos con una capacidad hasta un máximo de 1,5 t/h por unidad.

Las mesas permiten una amplia variación en sus parámetros operativos y, de esta forma, se pueden adaptar al material de alimentación correspondiente. Debido a que el proceso de concentración se lleva a cabo a la vista sobre el tablero de la mesa, cualquier cambio en los parámetros (inclinación longitudinal y transversal, cantidad de agua, etc.) resulta en cambios en el comportamiento del material, que pueden ser visualizados inmediatamente. Se pueden tomar muestras directamente durante la operación, utilizando bateas para oro, por ejemplo. Por lo tanto, la optimización de esta operación se lleva a cabo de una manera simple y puede ser realizada por operadores aprendices.

Debido a la distribución del material en forma de un abanico sobre la tabla de la mesa, uno puede obtener bandas específicas de mineral de una manera selectiva (algo que no ocurre en las espirales, donde las bandas se sobreponen

parcialmente unas sobre otras). De esta manera, uno puede separar, al realizar la regulación correspondiente, un concentrado de oro libre de alta riqueza así como un concentrado de sulfuros, por ejemplo, que contiene oro diseminado, para su posterior tratamiento. Esto implica, por otro lado, que es muy fácil robar el concentrado de alta ley cuando se utilizan las mesas para la fase de limpieza de los minerales. La efectividad de todas las mesas depende de la homogeneidad del material de alimentación y de la densidad de pulpa - particularmente de la densidad- ya que cualquier fluctuación altera las condiciones de transporte del agua hacia afuera de la corriente.

Ventajas:

- descarga continua de productos
- permite obtener toda una gama de productos (concentrados, mixtos, colas)
- comportamiento visible del material sobre el tablero
- costo relativamente bajo (de producción local)
- gran flexibilidad
- manejo y supervisión relativamente simple (t/h)
- posibilidad de recuperar otros minerales valiosos acompañantes
- alta seguridad en las condiciones de trabajo
- buena recuperación y un alto índice de enriquecimiento, poco uso de agua y energía
- posibilidad de su producción en países en desarrollo.

Desventajas:

- precio relativamente alto (en relación a su capacidad)
- requiere alimentación constante (si no, la posición de las cejas varían demasiado sobre el tablero)
- requiere supervisión continua
- requiere motor

Variables de operación

Entre las más importantes se mencionan:

- granulometría de la alimentación
- longitud de golpe (amplitud)
- frecuencia de golpe
- inclinación de la mesa
- cantidad de agua de lavado
- posición de los cortadores de productos.

Explicaciones detalladas sobre la operación de mesas concentradoras se encuentran en la literatura pertinente.

Posibilidades de aplicación

Principalmente se puede usar en la minería aurífera filoniana (vetas), para la recuperación de oro fino y muchas veces para la recuperación de piritas auríferas como subproducto comerciable. Este último constituye además un contaminante cuando se descarta en las colas a los ríos y lagunas; su separación o recuperación significa una valiosa contribución a los propósitos de mitigación de este impacto ambiental y un ingreso adicional.

Las mesas sirven también para enriquecer preconcentrados gravimétricos obtenidos por otros equipos (canaletas, espirales, etc.) y para producir concentrados de alta ley (que en algunos casos se pueden fundir directamente).

Las mesas se pueden fabricar localmente en talleres metal-mecánicos (mecanismo) y de carpintería (tableros).

Figura 43. Mesa concentradora o tabla de recolección de oro Jigs.



Fuente: Documento PDF 01.-.Concentracion.Gravimetrica [1]

4.8. PROSESO DE AUTOMATIZACION DEL SISTEMA

Basado en el funcionamiento de las maquinas a utilizar para la extracción del oro, se pueden definir el tipo de dispositivo a utilizar para controlarlos según el comportamiento de las maquinas el cual sigue una logica de accionamiento basada en el estado de contactos ON/OFF y sensores ON/OFF, funcionando perfectamente con un control digital que se pueda programar las secuencias de cada maquina, teniendo en cuenta la economía, facilidad de compra, fácil programación, versatilidad en su conexión y robustes, y lo aprendido en nuestra carrera de ingeniería electrónica se escoge la familia de microcontrolador PIC de microchip la cual nos muestra una gran variedad de dispositivos que se amoldan a la necesidad y la robustez que se necesite,

además de todo lo mencionado estos microcontroladores permiten interconectar los quipos unos con otros por un medio de comunicación con protocolo serial RS232, enlazando todas las maquina para que cada una sepa el estado de la otra y así pueda efectuar su labor sincronizadamente, ya que hay maquinas que dependen del estado de la otra para iniciar su proceso como se menciona en las secciones 4.1 a la 4.7. Para entender mejor el proceso de control y escoger el controlador a utilizar en cada maquina aremos un diagrama de flujo de cada maquina con el fin de determinar cuales son las señales a sensor y las dispositivos a activar.

4.8.1. Sistema de control de la maquina de transporte del alubión de la mina de oro al alimentador de banda.

Según lo explicado en el capitulo sección 4.1. el proceso de funcionamiento de la maquina se resume asi:

1. Al encender el control el operador de la maquina escoge el ciclo en que esta el proceso actualmente asi:
 - a. Vagones dentro de la mina espera de llenado ciclo normal de arranque, todos los dispositivo quedan en su posición de inicio.
 - b. Vagones descargando
 - c. Vagones descargados esperando para ingresar a la mina.
2. Si los vagones están llenos y dentro de la mina.
 - a. presiona SWV1,
 - b. Se activa el motor MT1, con giro hacia las manecillas del reloj para sacar lo vagones de la mina
 - c. Se espera activación de SWV3 llegada de los vagones a posición de descarga.

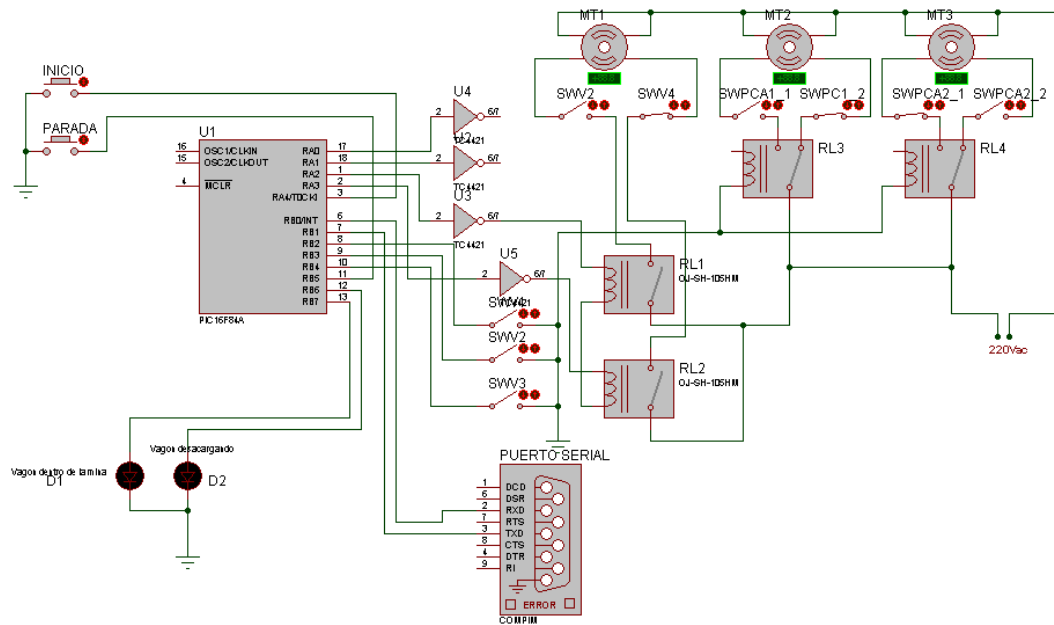
- d. Si el peso del molino de bola es mayor que el programando no se puede alimentar el molino con alubión y se detiene el proceso de vaciado de los vagones, si esta por debajo del peso programado continua el proceso de vaciado de los vagones.
- e. Se activa el motor MT2 que mueve la palanca pca1 para vaciar el vagón en el alimentador del molino de bola
- f. Se genera un movimiento hacia adelante y hacia tras del brazo Pca1 para vaciar bien el producto durante 10 Seg se activa MT2 en el sentido contrario para ponerlo en su posición de reposo en este paso el controlador sensa dos interruptores fines de carras.
- g. Se activa MT1 para pasar al otro vagon.
- h. Se espera desactivación de SWV3 y activación de nuevo de SWV3 y se incrementa el conteo de vagones $No_vagones = No_vagones+1$;
- i. Al activarse SWV1 nuevamente se detiene MT1
- j. Se compara si el No_vagones mayor o igual numero de vagones reales.

- 1 Si es asi se activa el motor MT1 en el sentido en contra de las manecillas del reloj para ingresar lo vagones de nuevo a la mina.
- 2 Si no se sigue con el proceso de nuevo desde le item C

K. si el conteo de vagones es igual al numero de vagones programados se activa MT1 en sentido en contra de las manecillas del reloj para ingresar lo vagones de nuevo a la mina y se inicia de el proceso desde el item a.

Para este sistema se puede utilizar el controlador PIC de microchip 18F84A el cual proporciona el numero de entradas y salidas adecuadas para este propósito en la figura 44 se muestra un diagrama esquemático de conexión de este sistema que se puede utilizar.

Figura 44 diagrama esquemático del sistema de transporte del alubión de la mina de oro al alimentador de banda

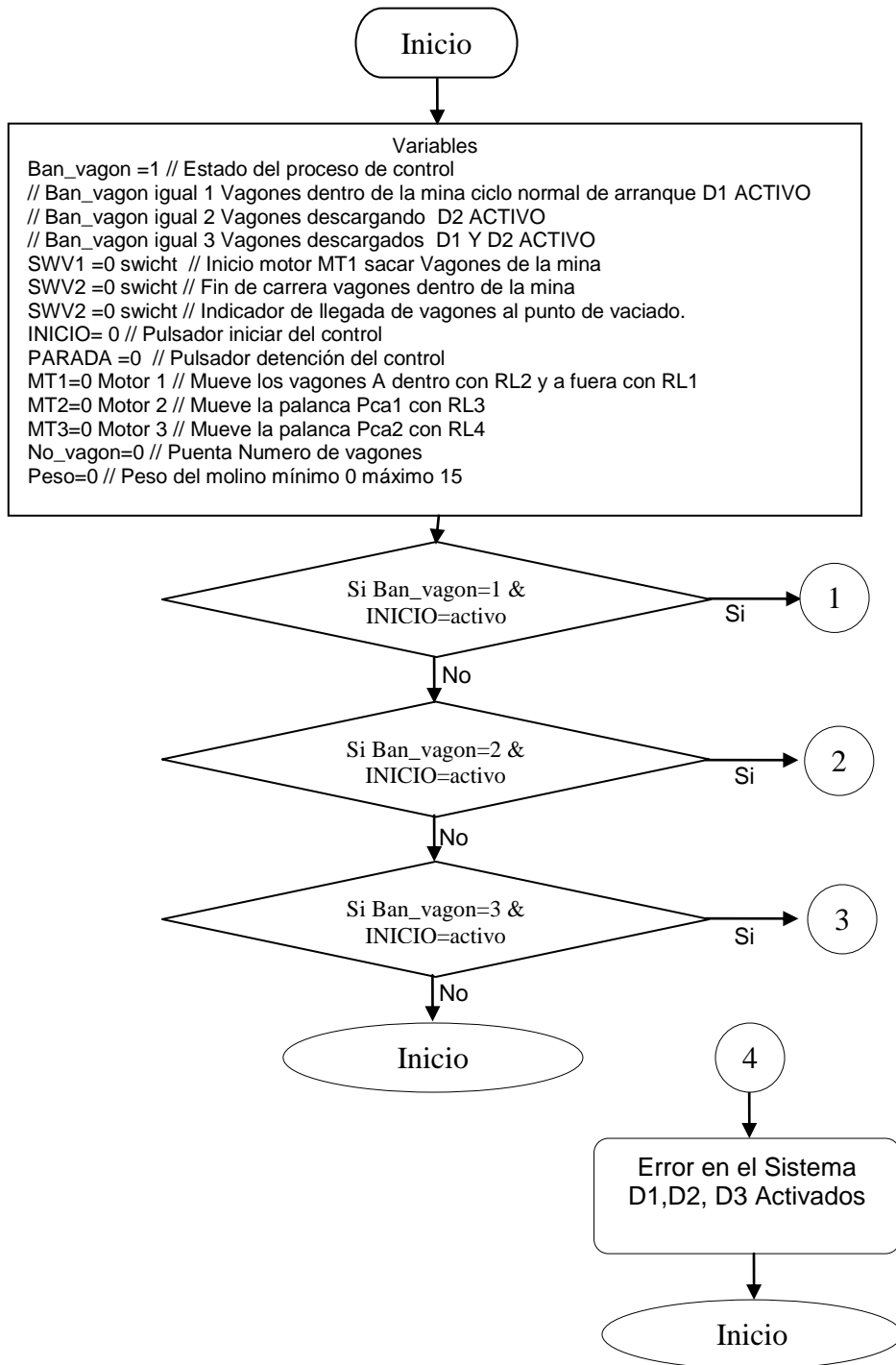


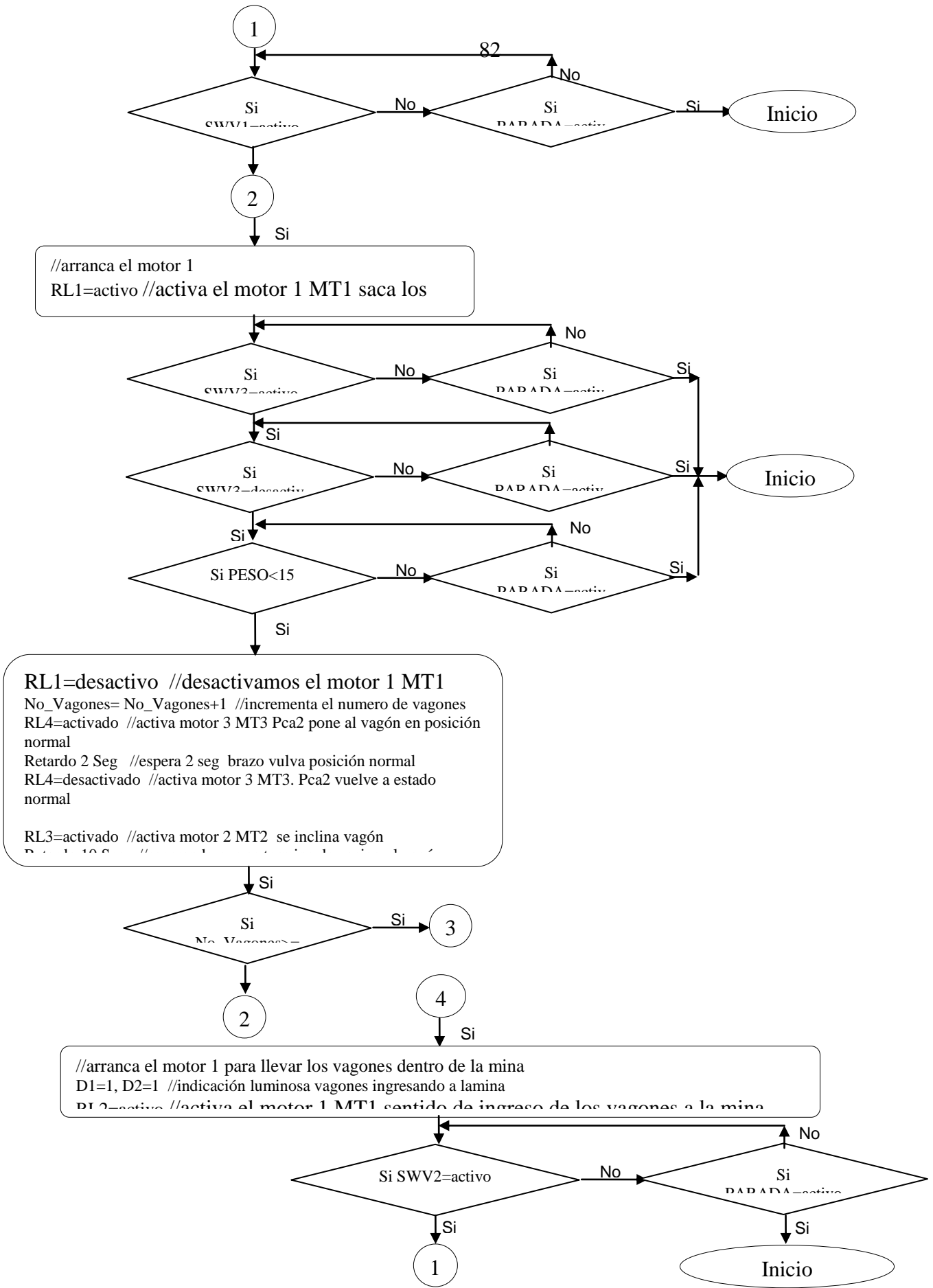
Fuente: Imagen diseñada en Proteus ISIS versión 7.5

En el cual observamos los swicht SWV1 y SWV3 a sensar y los motores a activar por medio de los relay RL1, RL2, RL3,RL4 que son manejados por unos driver que a su vez son activados por el microcontrolador estos relay pueden activar directamente el motor siempre y cuando este no supere los 5Amp a 220Vac si se desea aumentar la carga solo se deben conectar contactores de la corriente adecuada a los motores y energisar la bobina de estos con los relay esto aumenta la vida útil de los relay ya que manejaran corrientes muy bajas, también se ve la ubicación de los diferentes Swuicht finales de carrera que permiten apagar los motores cuando se llega a un punto prefijado como el de los vagones y las palancas Pca1 y Pca2. También posee el puerto de comunicación serial Rs232 que permitirá interconectarlo con los demás controles, los indicadores luminosos D1, D2 que permite saber el estado y

posición del proceso por si se reinicia algún momento el sistema y deseamos saber por donde quedo y por ultimo los pulsadores de inicio y parada del controlador. Basados en este circuito se proseguí a realizar el diagrama de flujo del software que maneja este controlador basado en el resumen de funcionamiento explicado anteriormente

Figura 45. Digrama de flujo del software del sistema de transporte del alubión de la mina de oro al alimentador de banda





Fuente: Creada por Juan Pubiano en Word 2003

La comunicación seria RS232 se hará por medio de interrupciones lo cual permite que en el momento que se reciban los datos por el puerto el programa deja lo que esta haciendo y va a atender la interrupción de recepción de datos luego vuelve al punto donde estaba cuando se ejecuto la interrupción esto permite que el programa no descuide la secuencia del programa. Para la comunicación se utilizara una trama formada por un vector de 17 registros organizados según se explica a continuación esta explicación servirá para los demás controles.

Tabla 4: conformación de la trama de comunicación y ubicación de los registros

Descripción	Posición Vector
Es el registro de inicio de trama se carga con el valor 250 es un registro de 8 Bits	REG[0]=250
Registro de funciones a realizar si se va a ser una lectura o escritura de las variables de lo controladores asi: REG[1]='L' LECTURA, REG[1]='E' ESCRITURA	REG[1]
Registro de 8 bit que lleva el valor de No de vagones	REG[2]=No_vagones
Registro de 8 bit que lleva el estado de los switch Swv2, Swv3, el estado de las salidas asociadas a RL1, RL2, RL3, RL4 y a los indicadores luminosos D1, D2 organizados así: Bit 0, estado SWV2 1 activado, 0 desactivado Bit 1, estado SWV3 1 activado, 0 desactivado Bit 2, estado salida activación RL1 1 activado, 0 desactivado Bit 3, estado salida activación RL2 1 activado, 0 desactivado Bit 4, estado salida activación RL3 1 activado, 0 desactivado Bit 5, estado salida activación RL4 1 activado, 0 desactivado Bit 6, estado salida activación D1 1 activado, 0 desactivado Bit 7, estado salida activación D2 1 activado, 0 desactivado	REG[3]
Registro de 8 bit que sirve para establecer o leer el numero de vagones	REG[4]
Registro de 8 Bit que lleva información del peso del molino de Bola	REG[5]
Registro de 8 Bit que lleva información del nivel de la bomba de lechada	REG[6]
Registro de 8 bit que lleva el estado del sensor de flujo del molino de bola, el estado de las salidas asociadas a RL5,	REG[7]

RL6, Bit 0, estado sensor de flujo 1 activado, 0 desactivado Bit 1, estado salida activación RL5 motor molino 4 MT4 activado, 0 desactivado Bit 2, estado salida activación RL6 válvula solenoide 1 activado, 0 desactivado Bit 3, estado salida activación RL7 bomba de lechada MT5 1 activado, 0 desactivado	
Registro de 8 bit que sirve para establecer o leer el punto de ajuste del pesos del molino	REG[8]
Registro de 8 bit que lleva la información de la presión del agua limpia de la centrifuga	REG[9]
Registro de 8 Bit que lleva información de las revolución del tambor de la centrifuga	REG[10]
Registro de 8 Bit que lleva el estado del sensor de flujo de la centrifuga, el estado de las salidas asociadas a RL8, RL9 Bit 0, estado entrada sensor de flujo agua limpia centrifuga 1 activado, 0 desactivado Bit 1, estado entrada sensor de flujo lechada centrifuga 1 activado, 0 desactivado Bit 2, estado salida sensor de flujo lechada centrifuga 1 activado, 0 desactivado Bit 3, estado salida activación RL8 válvula solenoide agua limpia 1activado, 0 desactivado Bit 4, estado salida activación RL9 motor tambor centrifuga MT6 1 activado, 0 desactivado	REG[11]
Registro de 8 bit que sirve para establecer o leer el punto de ajuste de las revoluciones del tambor de la centrifuga	REG[12]
Registro de 8 Para Inicio o paro del control de la maquina de trasporte de aluvi3n hasta el alimentador del molino de bola	REG[13]
Registro de 8 bit Para Inicio o paro del control del molino de bola	REG[14]
Registro de 8 bit Para Inicio o paro del control de la centrifugadora	REG[15]
Registro de fin de trama se carga con el valor 251	REG[16]=251

Fuente: Creada por Juan Pubiano en Word 2003

Esta trama recorrerá cada uno de los controles con el fin de recoger y llevar la información a cada uno de ellos y al final entregarla a un software el cual se

mencionara mas a delante que se ejecutara en una unidad de procesamiento CPU en el cual se procesaran estos datos y se visualizara el estado de cada maquina y el avance del mismo. Con relacion ala rutina de comunicaci3n se debe dise1nar para que tome esta trama identifique y cargue los registro que le pertenecen al control en curso. Esta rutina sera igual para cada control solo se debe cambiar la posici3n de los registros a utilizan en cada uno de ellos como se explica en la tabla la configuraci3n recomendada para la comunicaci3n serial RS232 es 2400 8N1

Velocidad de comunicaci3n: 2400 m1xima

Numero de bit : 8

Bit de paridad: No

Bit de Stop: 1

4.8.2. Sistema de control de la maquina de molienda con molino de bola.

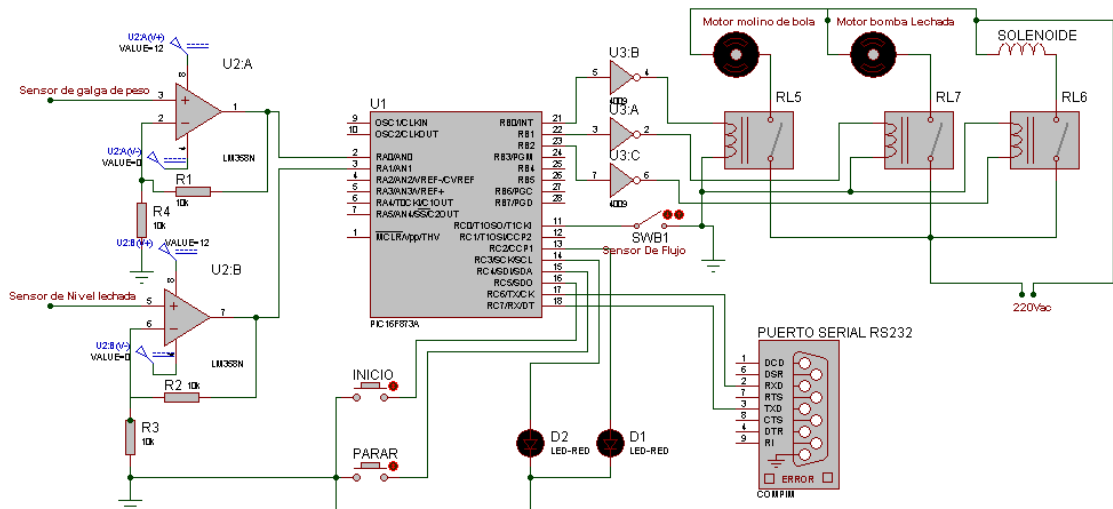
El resumen del control de esta maquina se basa en la explicaci3n dada en la secci3n.4.2 es la siguiente

1. Si la cantidad de alubi3n dentro del molino supera el peso programado en el punto de ajuste y existe flujo de agua hacia el interior del molino la maquina arrancara.
2. Se cargara en la trama de comunicaci3n la informaci3n del estado del molino la cual llegara al control de la maquina de transporte de alubi3n para que se detenga o siga cargando seg1n

3. Si durante el proceso el peso disminuye por debajo de la mitad del SP se inicia automáticamente la carga de alubión al molino.
4. si el nivel almacenado en la bomba de lechada supera el nivel máximo se para el molino y la maquina de transporte de aluvi3n hasta que esta haya evacuado lechada hacia la centrifuga.
5. si no hay mas alubi3n para inyectar al molino este procesara el que esta moliendo hasta que el peso sea caiga a cero despu3s se alimentara de la propia recirculaci3n del producto

Basado en esta l3gica se puede utilizar el microcontrolador 16F873A como cerebro del control digital, ya que este posee dos 5 entradas an3loga a digital CAD para la conexi3n de los sensores de nivel y Galgas de Peso el diagrama esquem3tico de conexi3n de entrada y salida se aprecia en la figura 46:

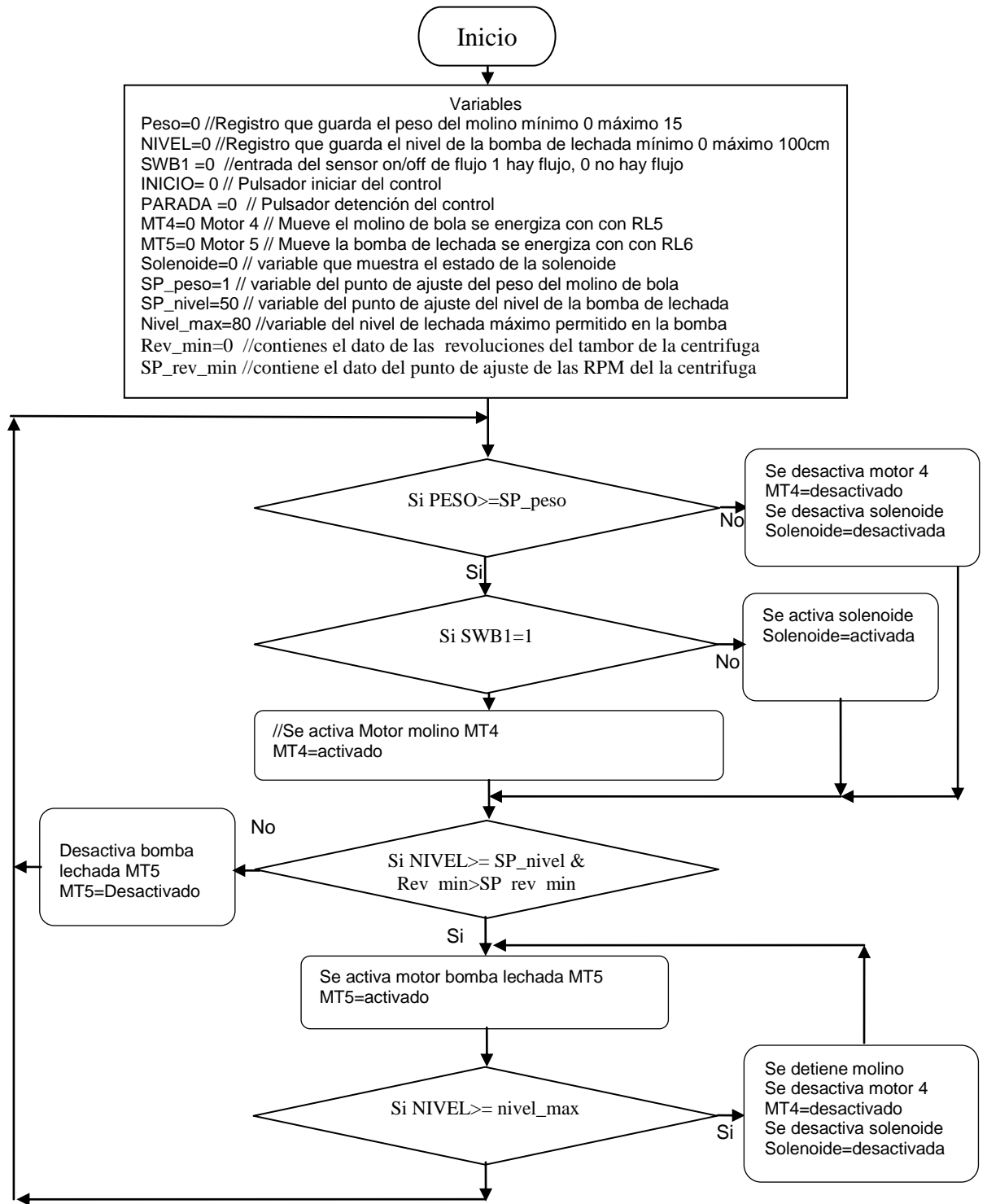
Figura 46 Diagrama esquem3tico del sistema de molienda y bombeo de lechada



Fuente: Imagen diseñada en Proteus ISIS versión 7.5

En el cual podemos apreciar la entrada para los sensores de Presion con galgas y el sensor de nivel en el cual se puede utilizar un sistema de bollas acoplado a un potenciómetro lineal el sistema de acople al microcontrolador se debe hacer por medio amplificadores operacionales U2a y U2b los cuales se ajustan su ganancia según las señal que entregue el sensor, la salida de estos amplificadores van a las entradas RA0 pin 2 y RA1 pin 3 del conversor analogo a digital de 10Bit del micorontrolador 16F873A. El puerto de comunicación en este microcontrolador se conecta en los pines 17 RC6 como transmisor y pin 18 RC7 como receptor, en el pin 11 RC0 se conecta el sensor on/off de flujo el cual indica si esta circulando agua hacia el interior del molino. Se muestra la conexión de los relay RL5 para el motor del molino manejado por el Pin 21 RB0 RL6 par ala solenoide Pin 23 RB2 y RL7 para la bomba de lechada Pin 22 RB1. No esta de mas aclarar la idea de construir todo el sistema mecánico, eléctrico y electrónico localmente es buscando la economía y su fácil reparación si este llegase a fallar. El diagrama de flujo del software a implantar se muestra a continuación en la figura 47.

Figura 47. Diagrama de flujo del software del sistema de molienda con molino de bola y bomba de lechada



Mediante este diagrama de flujo se puede implementar el software en el lenguaje C o ensamblador, el cual añadiéndole prueba de errores permitirá tener un sistema robusto para el manejo de la bomba el sistema de comunicación es igual al mencionado en la sesión 4.8.1.

4.8.3. Sistema de control de la maquina centrifugadora

Comencemos mostrando el resumen de funcionamiento de la maquina.

1. se arranca la maquina localmente o remotamente por medio del software
2. se mira que la bomba tenga lechada con la variable de nivel que comparten a través del puerto de comunicación serial
3. Se mira que el sensor de presión detecte la presión de agua limpia la cual debe estar a 6 PSI o 41379.7 Pascales.
4. Si es así se inicia el giro del tambor arrancando el motor 6 MT6 activando el relay RL9 y se espera a que alcance las revoluciones programada. Si no es así se lanzara una alarma para que el operador haga las correcciones pertinentes.

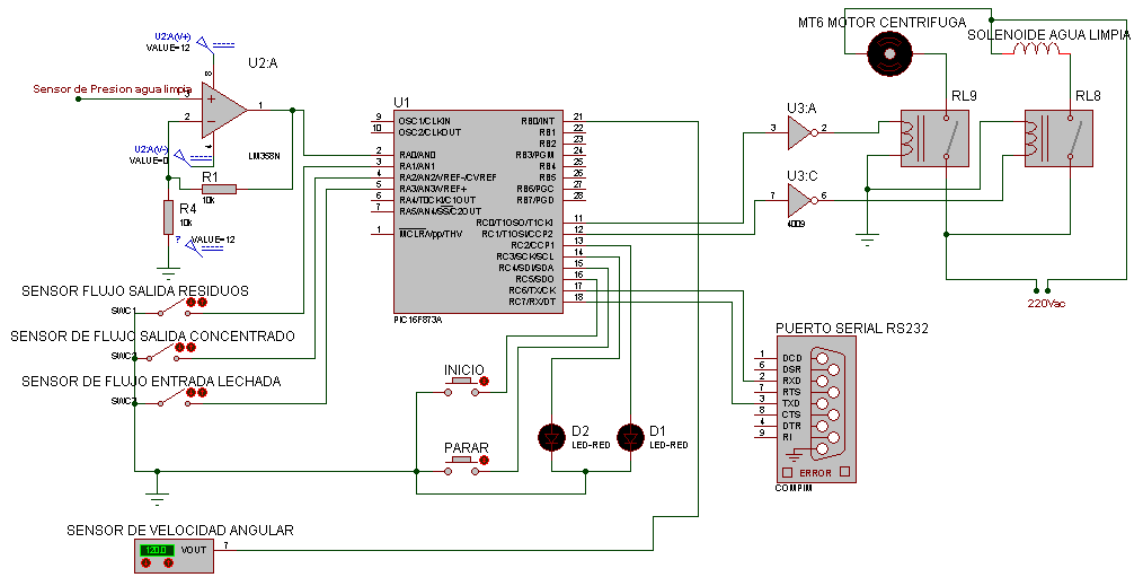
5. Cuando las revoluciones están en el punto de ajuste el controlador del molino mira esta variable a través del puerto serial y se arranca la bomba de lechada energizando el motor 5 MT5 a través de RL7.
6. En este momento se inicia el bombeo de lechada a través del hidrociclón y el Harnero hasta la centrifuga un sensor de flujo on/off le indica al control de centrifuga la llegada de la lechada.
7. Se activa la Solenoide de paso de agua limpia por medio de relay RL8 iniciando la inyección de agua limpia siempre y cuando se tenga la presión necesaria en la tubería de agua limpia.
8. Cuando el sensor de flujo de salida de residuo detecta flujo, inicia un conteo el cual al llegar a cierto tiempo programado que por defecto es 30 min se detiene el bombeo de lechada parando la bomba de lechada desenergizando el motor 5 MT5 a través de RL7.
9. Se continúa la centrifugación a altas revoluciones, diez minutos después de haber suspendido el bombeo lechada se apaga la solenoide de inyección de agua limpia el sensor de flujo de agua limpia debe detectar la suspensión del agua.

10. Se espera hasta que el sensor de flujo de la salida de residuo no detecte flujo en la salida de residuos. En este momento se reduce la velocidad a 60 RPM
11. Se mantiene esta velocidad durante 10 minutos mientras baja el metal alojado en los retenedores del tambor.
12. luego se acelera proporcionalmente aumentando 250RPM cada minuto hasta al llegar la velocidad de 2600RPM
13. se comienza el proceso desde el Ítem 2.

Para diseñar el controlador que manejara esta maquina se utilizar el microcontrolador 16F873A el cual posee las condiciones necesarias para conectarles todos los sensores y actuadores que componen la maquina asi:

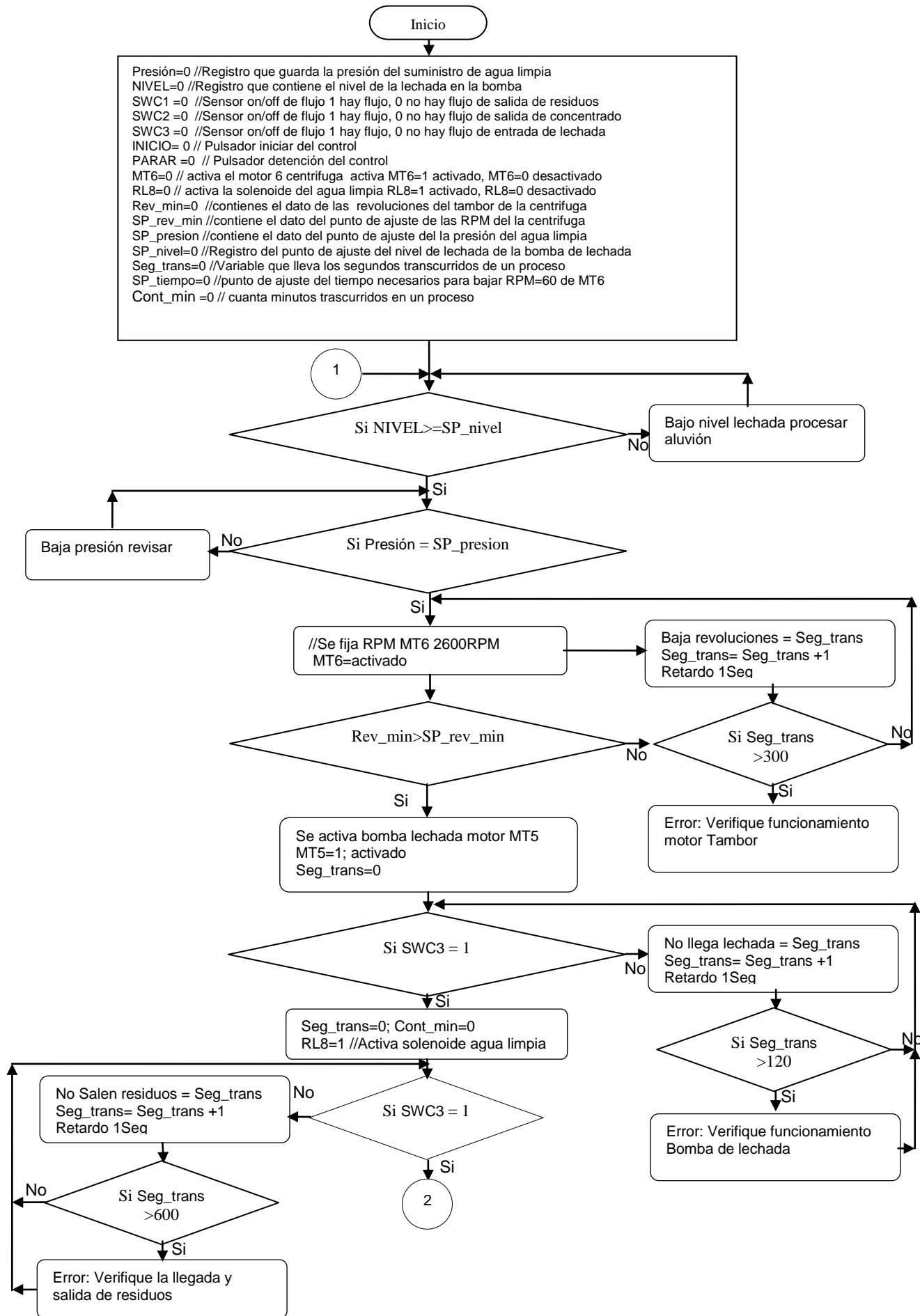
El puerto de comunicación en este microcontrolador se conecta en los pines 17 RC6 como transmisor y pin 18 RC7 como receptor, el pin 2 RA0 se conecta el sensor de presión de agua limpia, en el pin RA1 se conecta el sensor de flujo On/Off de salidas de residuo, en el pin RA2 se conecta el sensor de flujo On/Off de salidas de concentrado, en el pin RA3 se conecta el sensor de flujo On/Off de entrada de lechada, en el pin RC0 se conecta el Relay RL9 que energiza el motor MT6 del tambor de la centrifuga, en el pin RC1 se conecta el Relay RL8 que energiza el válvula solenoide de agua limpia. Diagrama esquemático de conexión de entrada y salida se aprecia en la figura 48:

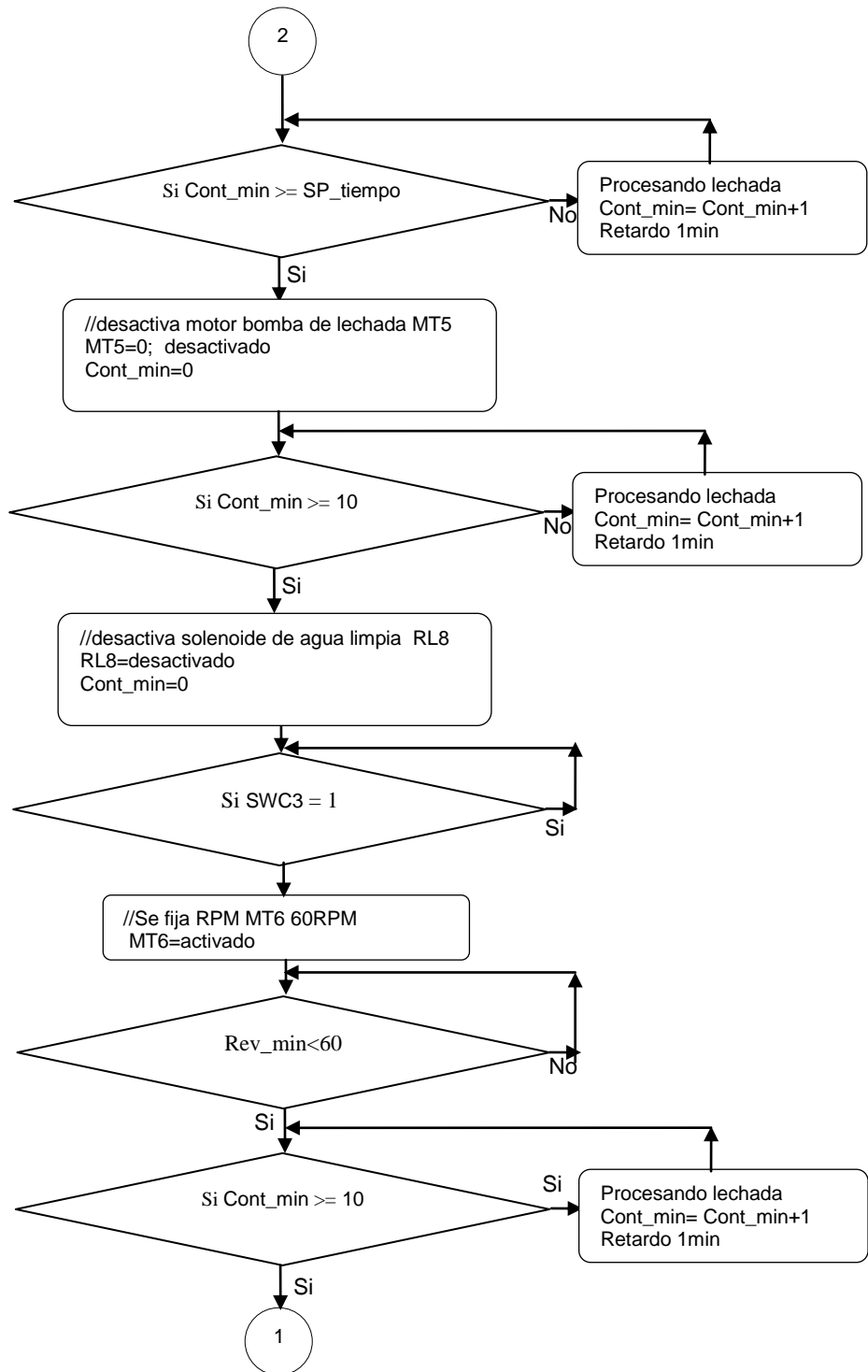
Figura 48. Diagrama esquemático del sistema de centrifugado de la lechada



Fuente: Imagen diseñada en Proteus ISIS versión 7.5

El diagrama de flujo del software a implantar se muestra a continuación en la figura 56.



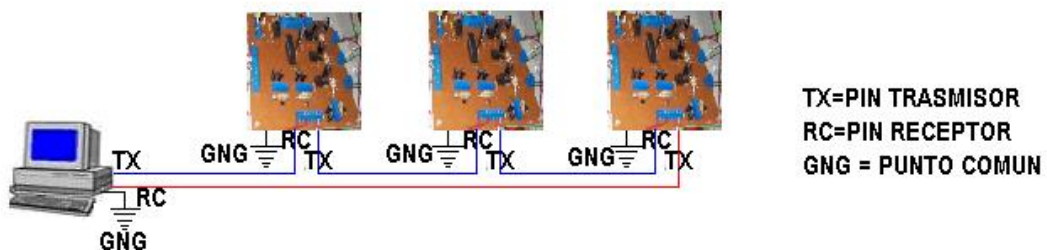


Fuente: Creada por Juan Rubiano en Word 2003

El proceso de recolecta se realiza sobre la tabla de recolecta manualmente es el único proceso en el cual el operador va y recoge el producto final (oro) para almacenarlo en un lugar seguro mientras se procesa otra cantidad.

Como se puede analizar todos los controles deben estar interconectados por medio del puerto serial antes mencionado esto le permite intercambiar información unos con otros para tomar la decisión adecuada en el funcionamiento de cada máquina. Anteriormente se habla de la trama que se usa en esta comunicación y que sale desde una a unidad de procesamiento central como un computador personal y pasa por cada tarjeta de control un diagrama de la interconexión de estos equipos se muestra en la figura 49.

Figura 49. Diagrama de interconexión tarjetas de control y unidad de procesamiento

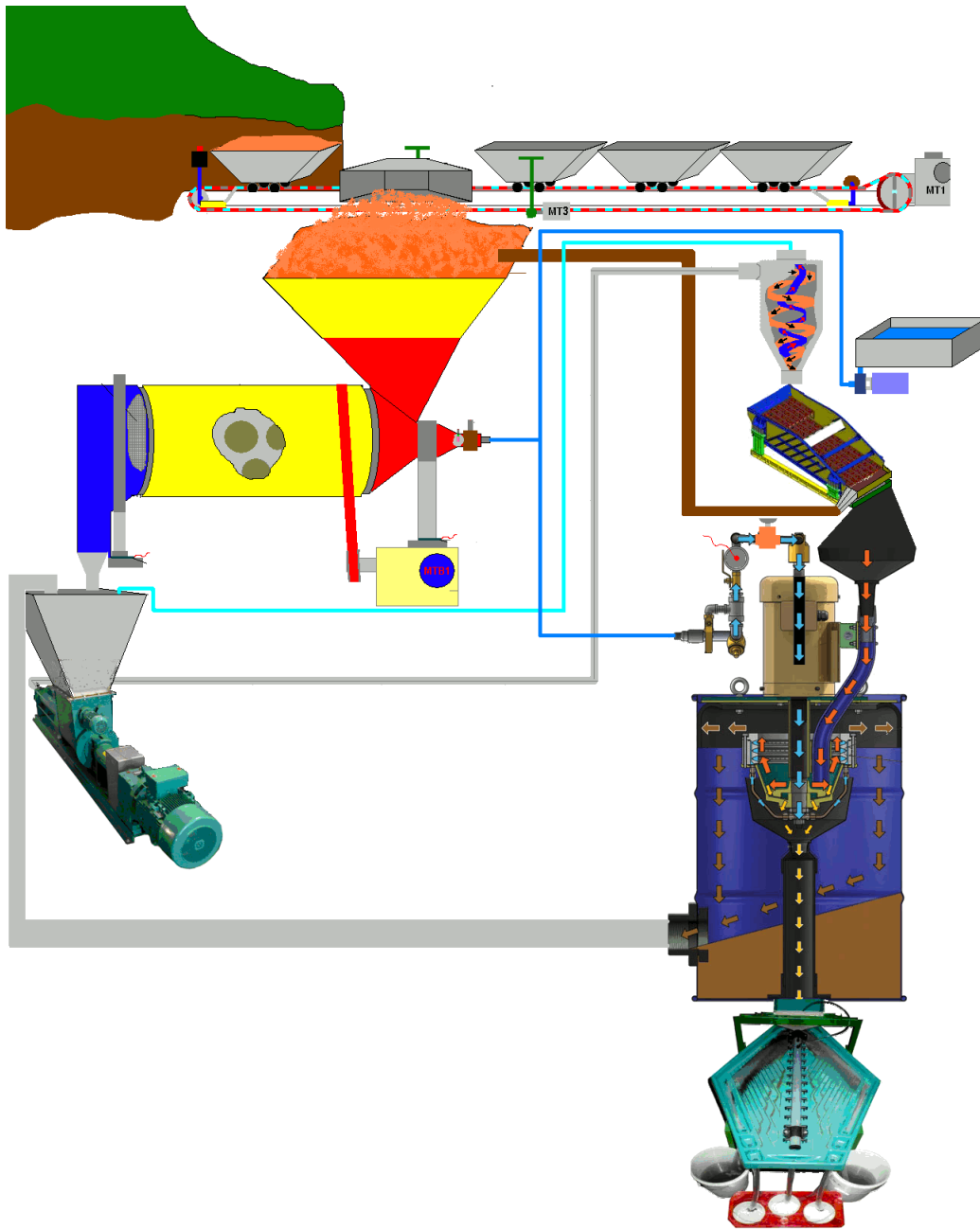


Fuente: Imagen Pain versión 5.1

Al interconectar las tarjetas de esta forma se asegura que todas las ellas tengan acceso a las variables o información de los sensores y actuadores de cada máquina.

Este sistema funciona en un ciclo sin fin inicialmente se genera la trama en el computador como la de la tabla 4, la cual llega a cada tarjeta cada una de esta recoge la información que le interesa y carga en la posición adecuada la información que le corresponde cargar, de esta forma al llegar al computador de nuevo llegara con la información de cada uno de estos controles y simula en un software implementado en el lenguaje de programación JAVA lo que esta sucediendo en las maquinas de esta forma se puede reflejar de manera visual los diferentes estados y valores de los sensores o actuadores que conforman cada maquina, esta misma trama es cargada con los valores que se hayan modificado en el computador y se reenviara de nuevo hacia las tarjetas continuando el ciclo si por alguna razón la tarjeta no recibe información coherente o no recibe ninguna clase de información por mas de 5 minuto igualmente las tarjetas esta arrojan un alarma de error y pararan el proceso. El software a implementar tiene una interfase visual similar a la que se muestra en la figura 57. La cual se entregara junto con este documento pero como medio de ilustración del proceso ya que solo estará en capacidad de hacer una simulación. Si en caso tal se llega a implantar este sistema servirá como base para la realización del software de control y registro.

Figura 50. Interfase de simulación del proceso de extracción de oro



1. Fuente: programa de java implementado en NetBean 6.9

5. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Este capítulo se dedicará a la exposición de los costos y ganancias del proyecto incluyendo el tiempo de recuperación de la inversión así como la obtención de los recursos económicos para la obra también se estudiará el impacto social y económico y los beneficios que le brindará el proyecto a la comunidad del municipio de San Martín de Lobos.

5.1. COSTOS DEL PROYECTO.

Los costos los generan la compra y alquiler de la maquinaria para la adecuación y construcción de la obra, construcción de la mina, costos de los recursos energéticos para el funcionamiento de la máquinas, equipos necesarios para la extracción, transportes, mano de obra y administración. La inversión para llevar a la realidad este proyecto es bastante alta pero también son sus beneficios como veremos a continuación. En las tablas 5 y 6 se resumirá los costos del proyecto.

TABLA 5. LISTA DE PRECIO DE COMPRA Y ALQUILER DE MAQUINARIA.

MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Retro escavadora	Alquiler por día para movimiento de tierra y adecuación del terreno	ALQUILER	30	1500000	45000000
Mezcladora de sementó	Alquiler para mezclar el concreto a utilizara para la estructuras de la obra	ALQUILER	30	100000	3000000
Compactadora neumática	Para compactar el terreno	ALQUILER	3	150000	450000
Compresos	Alquiler Para suministrar aire comprimido a todo la maquinaria que lo requiera	ALQUILER	3	100000	300000
Grua o montacargas	Alquiler para desmontaje y montaje de los diferentes equipos	ALQUILER	7	1500000	10500000
Taladro percutor	Compra para Perforaciones de alto esfuerzo	ALQUILER	30	30000	900000
Totales					60150000

TABLA 6. LISTA DE PRECIO DE COMPRA DE EQUIPOS NECESARIOS PARA LA EXTRACCIÓN DEL ORO.

MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	ACCIÓN	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Transformador Trifásico 75Kva acometidas de 100Mts por baja calle 4/0AWG, Corta circuitos, montaje y energización	Para el suministro de energía de las diferentes maquinas	Compra	1	22000000	22000000
Vagones de riel en madera	Para el transporte del alubión ala banda trasportadora	Compra	5	1000000	5000000
Rieles en hieiro	Para rodaje de los vagones de 3Mts cada uno	Compra	100	\$ 100.000	10000000
Moto reductor 3HP	para el remolque de los vagones incluye 600Mts de cadena y accesorios	Compra	1	7000000	7000000
Sistema de control vagones	Controlador electrónico para remolque de los vagones así como la comunicación con los demás controladores	Compra	1	2000000	2000000
Molino de Bola	Utilizado para pulverizar la piedra. Capacidad 10 toneladas	COMPRA	1	40000000	40000000
Sistema de control molino de bola	Controlador electrónico para el manejo del molino de bola y la bomba de tornillo sin fin o bomba de lechada así como la comunicación con los demás controladores	Compra	1	\$ 2.000.000	2000000
Bomba de tornillo sin Fin o bomba de lechada	Utilizada para bombear la lechada	COMPRA	1	\$ 5.000.000	5000000
Hidrociclon	Para separara las partículas sólidas de las liquidas	COMPRA	1	\$ 2.000.000	2000000
Harnero de 200 mallas	Para separar partículas menores a 200 mallas	COMPRA	1	\$ 2.100.000	2100000
Centrifugadora	Para separar las partículas de oro de las de arena	COMPRA	1	\$ 30.000.000	30000000
Sistema de control Centrifugadora	Controlador electrónico para el manejo de la centrifugadora asi como la comunicación con los demás controladores	Compra	1	\$ 2.000.000	2000000
Tabla de Recolecta	Utilizada para recolecta el polvo de oro producto de la centrifugadora	COMPRA	1	\$ 1.700.000	1700000
Montaje y mano de obra	Cubre todo los que es montaje, mecánico, eléctrico y electrónico	COMPRA	1	\$ 20.000.000	20000000
Electro Bomba de 2HP	Utilizada para el bombeo y recirculación del agua limpia a la centrifugadora	COMPRA	1	\$ 1.000.000	1000000
Total					151800000

Estos costo fueron consultados en los diferentes distribuidores de la ciudad de estas maquinaria y herramientas, los equipos utilizados se consultaron en internen con las distribuidoras de dichos equipos.

Esta estos equipos representa la mayor inversión del proyecto adicional a esto se tienen los gastos de la obra civiles los cuales están estimado para un área de 100 Metros cuadrados en 50'000.000.00 incluida mano. El diseño de una mina incluida la madera concreto, luminaria, señales y mano de obra se calcula en \$15'000.000.oo cada 20Mtrs lineales de obra para un total de 100Mts se invertiría un total de 75'000.000 en construcción y adecuación de la mina. para un total de:

Descripción del gastos	Valor total
Alquiler de Maquinaria necesarios para la adecuación y construcción e la obra civil	\$ 60.150.000
Compra de equipos necesarios par ala extracción del oro	\$ 151.800.000
Materiles y mano de obra para la construccion de la obra Civil y adquitectonica	\$ 50.000.000
Diseño y Costrucion de la mina de 100Mtros lineales	\$ 75.000.000
Total	\$ 336.950.000

Este valor indica el valor aproximado a invertir para poner en funcionamiento una obra de esta magnitud.

5.2. RENTABILIDAD DEL PROYECTO:

De los diferentes estudios realizados los últimos años en las minas del sector de San Martín de Loba se encontró que en promedio estas minas mal explotadas producen alrededor de 30 a 50 gramos por tonelada de piedra procesada o más dependiendo de la beta, la planta a construir manejará un total diario de 10 toneladas de piedra de la beta lo cual arroja un valor promedio de 300gr de oro por día. La tonelada de oro en el mercado actualmente está en \$80.000 lo que arroja un valor diario de \$24.000.000.00 de pesos diarios de los cuales el 50 % se va para la inversión por un valor de \$12'000.000 y el otro 12'000.000 se destinan para los gastos de la empresa como son pago de servicios de energía, agua y gas dado el caso, nómina mantenimiento preventivo y correctivo ahorro para compra de equipos y emergencia entre otros. Lo cual indica que la inversión realizada después que la empresa esté funcionando se recupera en aproximadamente 14 meses. Sin tener en cuenta que en las betas de la zona de San Martín de Loba el valor de producción es más alto estadísticamente que el utilizado para este cálculo está alrededor de los 40gr por tonelada procesada local ocasiona que la recuperación de la inversión sea en menos tiempo. Una mina con beta de producción de esta magnitud en la zona de San Martín de Loba tiene una vida útil de 20 años, esto permite tener una ganancia durante diecinueve años tiempo transcurrido después de haber pagado la inversión de \$ 82'080.000.000 utilizando un factor de utilización

diario del 50% lo que indica que se tienen en cuenta solo el 50% como utilidad del total producido diariamente.

5.3. IMPACTO SOCIO ECONÓMICO EN LA REGIÓN DE SAN MARTÍN DE LOBA

La población total del municipio de San Martín de Loba es de 14.248 habitantes según el censo del DANE 2005. Distribuidos 5.881 en la cabecera municipal y 8.367 en los 5 corregimientos que conforman la parte rural. Más del 70% de la población vive de la minería, con este programa minero estaríamos beneficiando alrededor de 2000 familias que obtienen su sustento de esta actividad, mejorando su calidad vida, el desarrollo municipal y regional del sur de Bolívar. La reactivación de la minería de una forma técnica y legal permite que el comercio, la educación, el campo, salud y demás sectores de desarrollo del municipio se dinamicen contribuyendo a la economía municipal, regional y nacional. A demás esta actividad genera una regalías que entran al municipio para ser invertidas en obras de infraestructura, saneamiento básico, educación, salud que permitirían transformar a San Martín de Loba en un municipio prospero y pujante.

5.4. FINANCIACIÓN DEL PROYECTOR.

La financiación de este proyecto haciende aproximadamente a los \$400'000.000.00 incluyendo imprevistos la cual se obtendrá con el apalancamiento de la alcaldía municipal a través de la secretaria de minas del departamento de Bolívar la cual cuenta con recursos destinados en esta cartera para el desarrollo minero y a través del ministerio de mina, junto con planeación nacional aprobarían recursos del fondo nacional de regalías para el desarrollo minero nacional junto con el sector privado que también participaría con su responsabilidad empresarial en el desarrollo de Colombia.

6. CONCLUSIONES

En el transcurso de esta investigación se logro conocer el negocio de la minería en el sector de san Martín de loba, encontrando una manera eficiente sanan y ecológica de extraer oro, con la utilización de elementos convencionales utilizados en la minería tradicional pero con la ayuda de lo mas revolucionario en la industria de la minería como son las centrifugadoras, compactado todos estos equipos para formar un sistema recirculatorio de material que optimiza la extracción del metal hasta en un 300% valor que se calcula en base a la producción de oro obtenido de la centrifugadora Vs la extracción Manuel y en base al tiempo de trabajo.

Con relación a los costo se encontró que el negocio es viable y muy rentable si se maneja de forma responsable, honestamente por arte de la administración, obtenido ganancias anuales netas depuse de impuestos cercanas a los 2.160'000.000 millones de pesos anuales constituye una rentabilidad bastante alta en comparación con la inversión inicial.

Con relación a lo aprendido en esta investigación con lo referente a la ingeniería electrónica se observa que es un proyecto ambicioso en donde se pueden poner aprueba todas las capacidades y conocimiento aprendidos en el área de la ingeniería y digo ingeniería porque este proyecto relaciona varias áreas, lo cual lo hace un tema exigente y con muy buen semblante para el apoyo a la formación de empresa por parte de los entes patrocinadores.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Pagina web describe la creación y funcionamiento de harneros.
http://www.gordillo.cl/imagenes_02.html
2. Pagina web describe el funcionamiento de los alimentadores.
<http://www.tecmaqsr.com/AVibratorios.htm>
3. Pagina web describe el funcionamiento de los concentradores centrífugos y equipos utilizados en minería y quien los produce.
http://www.xkixsb.com/mineral_processing_equipment.htm
4. Pagina web describe el funcionamiento de los concentradores centrífugos para uso artesanal. <http://www.lentelimpio.com/icon/como-funciona>
5. Pagina web describe los diseñadores del molino de bola
<http://www.tecmaqsr.com/MBolas.htm>
6. Pagina web describe la simulación de un circuito de molienda clasificación directa <http://www.monografias.com/trabajos34/circuito-molienda/circuito-molienda.shtml#intro>
7. Pagina web describe el funcionamiento de hidrocución
<http://taninos.tripod.com/hidrociclon.htm#>