

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE  
LA UNIDAD PRODUCTIVA UCHUCCHACUA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:**

**JUAN JOSÉ CONDORI LECCA**

**Lima - Perú  
2011**

## **DEDICATORIA**

Quisiera dedicar este trabajo a Dios quien me ha dado la fortaleza para realizar el presente informe.

A mis padres Juan y Gladis quienes me inculcaron desde pequeño el camino de la superación.

A mi esposa Rocío e hijos Andrea y Matías por quienes me esfuerzo y me motivan a superarme día a día.

## AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer a mi *alma mater* Universidad Nacional de Ingeniería, donde me formé en la carrera de Ingeniería de Minas. A mis profesores, a la asesora y al especialista del presente trabajo: Ing. Carmen Matos e Ing.

Jorge Díaz Artieda.

A Compañía de Minas Buenaventura SAA, empresa minera peruana en la cual tengo el gusto de trabajar, donde día a día resolvemos los retos que se nos imponen.

A los profesionales con los que he trabajado que siempre han sabido marcar la diferencia, de quienes me he enriquecido profesionalmente.

## RESUMEN

Como parte de los proyectos de mejora en la mina, se plantea en el año 2009 el “Mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua”.

La mina Uchucchacua presenta un período estacional de lluvias entre los meses de octubre a abril que produce un aumento considerable del caudal de agua perjudicando el normal curso de las operaciones. A partir del mes de noviembre hasta abril se presenta un incremento considerable de agua en la mina debido a la colmatación de fallas y fracturas del macizo rocoso, brotando agua por las mismas, inclusive del suelo en zonas puntuales.

La profundización de las minas Socorro y Carmen son zonas afectadas. Las operaciones actualmente se encuentran en la cota 3840, es decir 280 m por debajo del nivel de drenaje 4120 y éstas profundizan cada día más. Las principales reservas se encuentran en el nivel 3850 de la mina

Socorro y se requiere garantizar la continuidad de las operaciones durante la temporada de lluvias.

Por estos motivos y sin descartar el uso de técnicas modernas a partir de estudios hidrogeológicos para poder captar el agua de filtración con taladros largos desde zonas más altas, se plantea la necesidad de la implementación del mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua.

El “Mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua” tiene como objetivo incrementar la capacidad de descarga de bombeo de 484 l/s hasta 1330 l/s en el nivel de drenaje 4120 entre las minas Carmen y Socorro para la temporada de lluvias 2011-2012 con el fin de garantizar la continuidad de las operaciones durante la misma.

Para ello se planteó la construcción de una nueva estación de bombeo por debajo del nivel 3990 en la mina Carmen. Asimismo, se planteó la realización de trabajos complementarios para crear un circuito de bombeo que minimice costos de energía y provea suministro eléctrico suficiente para temporadas de alta demanda.

El “Mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua” incluyó los siguientes trabajos:

1. Construcción de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen con capacidad de 900 l/s.

2. Automatización de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen.
3. Ampliación y construcción de cunetas en la integración de las minas Carmen y Socorro nivel 3990.
4. Trabajos complementarios para bombeo en las rampas 626 y 626-1 de la mina Socorro.
5. Adquisición de bombas para la temporada de lluvias.

La estación de bombeo 3970 Mina Carmen con capacidad de 900 l/s, consta de una cámara de bombas, un tanque sifón y una chimenea *raise climber* de descarga, dos deslamadores y una cámara de limpieza.

En la cámara de bombas se han instalado cuatro bombas Goulds 3409 M de 900 HP con capacidad nominal de 250 l/s cada una y cabeza de 170 m. La succión de agua se realiza mediante dos tuberías de 28" de diámetro. La descarga es mediante dos tuberías de 18" de diámetro. La capacidad real de bombeo será de 900 l/s con una altura dinámica de 159.17 m.

El tanque sifón de agua fue diseñado inicialmente con 900 m<sup>3</sup> de capacidad.

La chimenea *raise climber* es de sección 2.1 m x 2.1 m, longitud 171 m, inclinación 70° consta de plataformas metálicas por donde pasan dos tuberías de descarga de 18" de diámetro hasta el nivel de drenaje 4120.

Los deslamadores son dos y fueron diseñados con una capacidad de 1050 m<sup>3</sup>. Se consideró una cámara de limpieza para lama.

Los trabajos de construcción de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen incluyen excavaciones mineras, obras metalmeccánicas y obras civiles tanto en la cámara de bombas, chimenea de descarga *raise climber*, tanque sifón y deslamadores.

Hechas las pruebas en vacío se puede asegurar que para la temporada de lluvias 2011-2012 se tendrá una capacidad de descarga de bombeo de 1330 l/s hacia el nivel 4120.

El informe se centra principalmente en los trabajos realizados en la estación de bombeo 3970 Mina Carmen, considerando el diseño, ejecución y puesta en marcha del proyecto. En el diseño se observan consideraciones de ubicación, selección de equipo, identificación de accesorios, dimensionamiento de excavaciones, diseño de obras civiles, diseño de estructuras metalmeccánicas. En la ejecución y puesta en marcha se describen parámetros geomecánicos, así como detalles operativos.

Aunque no se detallan, se describen además trabajos de automatización de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen, la ampliación y construcción de cunetas en la integración de las minas Carmen y Socorro nivel 3990, trabajos complementarios para bombeo en las rampas 626 y

626-1 de la mina Socorro y la adquisición de bombas para la temporada de lluvias.

Al no ser un trabajo previo al proyecto, describe además las fallas detectadas en él. Se recomienda para su entendimiento la lectura íntegra desde el capítulo 6.



## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES</b>	<b>3</b>
<b>1.1 RESEÑA HISTÓRICA</b>	<b>3</b>
<b>1.2 UBICACIÓN Y ACCESO</b>	<b>4</b>
<b>1.3 GEOGRAFÍA</b>	<b>6</b>
1.3.1 Geomorfología	6
1.3.2 Clima	6
1.3.3 Flora	6
<b>CAPÍTULO 2: GEOLOGÍA REGIONAL</b>	<b>7</b>
<b>2.1 SEDIMENTARIOS</b>	<b>7</b>
2.1.1 Grupo Goyllarisquizga	7
2.1.1.1 Formación Oyón	8

2.1.1.2 Formación Chimú	8
2.1.1.3 Formación Santa	8
2.1.1.4 Formación Carhuaz	8
2.1.1.5 Formación Farrat	9
2.1.2 Grupo Machay	9
2.1.2.1 Formación Parahuanca	9
2.1.2.2 Formación Chulec	9
2.1.2.3 Formación Pariatambo	9
2.1.3 Formación Jumasha	10
2.1.3.1 Jumasha inferior	10
2.1.3.2 Jumasha Medio	10
2.1.3.3 Jumasha superior	11
2.1.4 Formación Celendín	11
2.1.4.1 Celendín inferior	11
2.1.4.2 Celendín superior	11
2.1.5 Formación Casapalca	12
<b>2.2 VOLCÁNICOS</b>	<b>12</b>
2.2.1 Volcánicos Calipuy	12
<b>2.3 INTRUSIVOS</b>	<b>12</b>
<b>2.4 CUATERNARIOS</b>	<b>13</b>
2.4.1 Depósitos Morrénicos	13
2.4.2 Depósitos Aluviales	13
<b>CAPITULO 3: GEOLOGÍA ESTRUCTURAL</b>	<b>15</b>
<b>3.1 PLIEGUES</b>	<b>16</b>

<b>3.2</b>	<b>SOBREESCURRIMIENTOS</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>FALLAS Y FRACTURAMIENTOS</b>	<b>16</b>
3.3.1	Falla Mancacuta	17
3.3.2	Falla Socorro	17
3.3.3	Falla Uchucchacua	17
3.3.4	Falla Cachipampa	18
3.3.5	Falla Patón	18
3.3.6	Falla Rosa	18
3.2.7	Falla Sandra	18
3.2.8	Fracturamiento de Uchucchacua	19
	<b>CAPÍTULO 4: GEOLOGÍA ECONÓMICA</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>ALTERACIÓN HIDROTHERMAL</b>	<b>22</b>
4.1.1	Marmolización	22
4.1.2	Granatización	22
4.1.3	Silicificación	24
<b>4.2</b>	<b>MINERALOGÍA</b>	<b>23</b>
4.2.1	Minerales de mena	23
4.2.2	Minerales de ganga	23
<b>4.3</b>	<b>PROCESOS DE MINERALIZACIÓN</b>	<b>23</b>
<b>4.4</b>	<b>TIPOS DE MINERALIZACIÓN</b>	<b>24</b>
4.4.1	Relleno de fracturas	24
4.4.2	Reemplazamiento metasomático	25
4.4.3	Metasomatismo de contacto	26
<b>4.5</b>	<b>SISTEMA DE VETAS</b>	<b>26</b>

<b>4.6</b>	<b>CUERPOS</b>	<b>27</b>
<b>4.7</b>	<b>GUÍAS DE MINERALIZACIÓN</b>	<b>28</b>
4.7.1	Estructural	29
4.7.2	Mineralógico	29
4.7.3	Litológico	29
<b>4.8</b>	<b>PARAGÉNESIS Y ZONEAMIENTO</b>	<b>30</b>
4.8.1	Paragénesis	30
4.8.2	Zoneamiento	31
	<b>CAPITULO 5: OPERACIONES</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>OBJETIVOS OPERACIONALES</b>	<b>33</b>
<b>5.2</b>	<b>RESERVAS</b>	<b>35</b>
<b>5.3</b>	<b>MINA</b>	<b>36</b>
5.3.1	Producción mina	36
5.3.2	Método de explotación	36
5.3.3	Sostenimiento	37
5.3.4	Avances	38
5.3.5	Profundización	38
5.3.6	Limpieza y acarreo	39
5.3.7	Extracción	41
5.3.8	Izaje	42
5.3.9	Bombeo	43
5.3.10	Instalación de red LAN	43
5.3.11	Incremento a línea de 10 KV en interior mina	44
<b>5.4</b>	<b>PLANTA DE PROCESOS</b>	<b>45</b>

<b>5.5 MANTENIMIENTO MECÁNICO</b>	<b>52</b>
5.5.1 Disponibilidad de equipos	52
5.5.1.1 Disponibilidad de equipos trackless	52
5.5.1.2 Disponibilidad de piques	53
5.5.1.3 Disponibilidad de planta	55
<b>5.6 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO</b>	<b>58</b>
5.6.1 Generación y consumo de energía	58
5.6.1.1 Índice y consumo de energía	58
5.6.1.2 Generación de la central hidroeléctrica Patón	59
<b>5.7 SEGURIDAD</b>	<b>61</b>
5.7.1 Índices 2011	62
5.7.2 Proyectos de seguridad	63
5.7.2.1 Mina Escuela	63
5.7.2.2 Monitoreo Microsísmico	63
<b>5.8 MEDIO AMBIENTE</b>	<b>66</b>
5.8.1 Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas	67
5.8.2 Programa de reforestación	68
<b>5.9 COSTOS</b>	<b>69</b>
5.9.1 Costos de producción	69
5.9.2 <i>Cash cost</i>	69
<b>CAPÍTULO 6: SISTEMA DE BOMBEO</b>	<b>74</b>
<b>6.1 PRECIPITACIONES</b>	<b>75</b>

<b>6.2</b>	<b>DESCARGA DE EFLUENTES A TRAVÉS DEL TUNEL PATÓN</b>	<b>76</b>
<b>6.3</b>	<b>BOMBEO EN UCHUCCHACUA</b>	<b>77</b>
6.3.1	Capacidad de bombeo de la mina	77
6.3.2	Estaciones de bombeo	77
6.3.2.1	Estaciones principales	78
6.3.2.2	Estaciones secundarias	79
6.3.2.3	Estaciones de avance	80
6.3.3	Bombas	83
6.3.4	Bombeo en la mina Socorro	83
6.3.5	Bombeo en la mina Carmen	88
	<b>CAPÍTULO 7: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE LA MINA UCHUCCHACUA</b>	<b>90</b>
<b>7.1</b>	<b>ESTACIÓN DE BOMBEO 3970 MINA CARMEN</b>	<b>91</b>
<b>7.2</b>	<b>SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN REDUNDANTE EN INTERIOR MINA</b>	<b>92</b>
7.2.1	Alcances la automatización en superficie	93
7.2.2	Alcances en el nivel 4120 Carmen	94
7.2.3	Alcances en el nivel 3990 Carmen	95
7.2.4	Alcances en el nivel 4120 Socorro	97
<b>7.3</b>	<b>ENSANCHAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS EN LA INTEGRACIÓN DE LAS MINAS CARMEN Y SOCORRO NIVEL 3990</b>	<b>98</b>
<b>7.4</b>	<b>TRABAJOS COMPLEMENTARIOS EN LA MINA</b>	

<b>SOCORRO</b>	<b>99</b>
<b>7.5 ADQUISICIÓN DE BOMBAS PARA LA TEMPORADA DE LLUVIAS</b>	<b>100</b>
<b>CAPÍTULO 8: DISEÑO DEL PROYECTO ESTACIÓN DE BOMBEO 3970 MINA CARMEN</b>	<b>101</b>
<b>8.1 DISEÑO DE UBICACIÓN</b>	<b>102</b>
<b>8.2 SELECCIÓN DE EQUIPO EN BASE A LA CAPACIDAD DE BOMBEO REQUERIDO Y CABEZA DINÁMICA</b>	<b>105</b>
8.2.1 Capacidad de bombeo requerido	105
8.2.2 Cálculo de altura dinámica	105
<b>8.3 IDENTIFICACIÓN DE ACCESORIOS INICIALES</b>	<b>112</b>
<b>8.4 IDENTIFICACIÓN DE EXCAVACIONES NECESARIAS</b>	<b>117</b>
<b>8.5 DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO</b>	<b>118</b>
8.5.1 Dimensionamiento de la cámara de bombeo	118
8.5.2 Dimensionamiento de la chimenea de descarga <i>raise climber</i>	121
8.5.3 Dimensionamiento del tanque sifón	121
<b>8.6 INSTALACIONES METAL MECÁNICAS</b>	<b>123</b>
8.6.1 Cámara de bombas	
8.6.2 Chimenea de descarga <i>raise climber</i>	123
8.6.3 Deslamadores	125
<b>8.8 DISEÑO DE OBRAS CIVILES</b>	<b>125</b>

8.7.1	Cámara de bombas	126
8.7.2	Chimenea de descarga <i>raise climber</i>	127
8.7.3	Tanque sifón	129
8.7.4	Deslamadores	129
<b>CAPÍTULO 9: EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL</b>		
<b>PROYECTO ESTACIÓN DE BOMBEO 3970</b>		
<b>MINA CARMEN</b>		
		<b>131</b>
<b>9.1</b>	<b>EVALUACIÓN GEOMECÁNICA</b>	<b>132</b>
9.1.1	Tipo de roca	132
9.1.2	Análisis de estabilidad de la estación de bombeo	
	3970 Mina Carmen	133
9.1.3	Sostenimiento	141
<b>9.2</b>	<b>EXCAVACIÓN MINERA</b>	<b>142</b>
9.2.1	Cámara de bombas	142
9.2.2	Deslamadores	142
9.2.3	Tanque sifón	143
9.2.3	Chimenea de descarga <i>raise climber</i>	143
<b>9.3</b>	<b>EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES</b>	<b>144</b>
9.3.1	Cámara de bombas y base del <i>raise climber</i>	144
9.3.2	Tanque sifón	145
9.3.3	Deslamador	146
<b>9.4</b>	<b>OBRAS METAL MECÁNICAS</b>	<b>146</b>
<b>9.5</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>147</b>
<b>9.6</b>	<b>PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO</b>	<b>148</b>



<b>9.7</b>	<b>MEDIO AMBIENTE</b>	<b>148</b>
<b>9.8</b>	<b>FOTOS DEL PROYECTO</b>	<b>152</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>159</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>164</b>

**LISTA DE FIGURAS**

		<b>Página</b>
Figura 1	Ubicación y accesos a la mina Uchucchacua	5
Figura 2	Columna estratigráfica del área de la U.P.Uchucchacua	14
Figura 3	Geología estructural del área Uchucchacua	20
Figura 4	Sistema de energía de 10 Kv en interior mina	45
Figura 5	Circuito de flotación Ag- Pb- Zn	48
Figura 6	Circuito de flotación Pb- Ag II	59
Figura 7	Circuito de cianuración	50
Figura 8	Disponibilidad de equipos trackless de compañía	52
Figura 9	Disponibilidad de equipos trackless de contratistas	53
Figura 10	Disponibilidad del pique Master	54
Figura 11	Disponibilidad de pique Luz	54
Figura 12	Disponibilidad de planta de procesos	55
Figura 13	Consumo de energía 2011	59
Figura 14	Consumo de energía de los últimos 12 meses	60

Figura 15	Registro de eventos mediante sistema de monitoreo microsísmico	65
Figura 16	Información proporcionada mediante monitoreo Microsísmico	66
Figura 17	Planta de tratamiento de aguas residuales	68
Figura 18	Método de aplicación de hidrosorb	68
Figura 19	Costos de producción 2011	71
Figura 20	<i>Cash cost</i> 2011	73
Figura 21	Precipitaciones mensuales promedio	75
Figura 22	Caudales promedio de descarga de efluentes en el túnel Patón	76
Figura 23	Diseño de estación de bombeo secundaria	81
Figura 24	Diseño de estación de avance	82
Figura 25	Arquitectura del sistema de automatización en mina	98
Figura 26	Cálculo de altura dinámica total	107
Figura 27	Proyección del sistema de bombeo Carmen 2012	106
Figura 28	Proyección del sistema de bombeo Socorro 2012	107
Figura 29	Ábaco usado para la selección de bombas	111
Figura 30	Identificación de accesorios para el dimensionamiento de cámara de bombas	115
Figura 31	Identificación de accesorios para el dimensionamiento de cámara de bombas	116
Figura 32	Dimensionamiento de cámara de bombas	120
Figura 33	Diseño de plataforma de descanso en el	

	raise climber 736	125
Figura 34	Ubicación de estación de bombeo 3970 Carmen	132
Figura 35	Análisis de esfuerzos	134
Figura 36	Factores de seguridad en la columna del <i>raise climber</i>	136
Figura 37	Factores de seguridad en el subnivel de descarga sin sostenimiento	137
Figura 38	Factores de seguridad en el subnivel de descarga sostenido con <i>split sets</i> de 7 pies	137
Figura 39	Factores de seguridad en la cámara de bombas	138
Figura 40	Factores de seguridad en la cámara de bombas con sostenimiento	139
Figura 41	Factores de seguridad en la chimenea sifón sin sostenimiento	140
Figura 42	Factores de seguridad en la chimenea sifón aplicando <i>shotcrete</i> de 2"	140
Figura 43	Parámetros de comportamiento mecánico del macizo rocoso Carmen 3970	141
Figura 44	Subestación en nivel 4120 Mina Carmen	152
Figura 45	Accesorios usados en la estación de bombeo	153
Figura 46	Accesorios y tubería de succión usados en la estación de bombeo nivel 3970 mina Carmen	154
Figura 47	Accesorios, bombas, tableros eléctricos y bandejas instalados en la cámara de bombas	

	de la estación de bombeo nivel 3970 Mina Carmen	155
Figura 48	Plataforma en raise climber de descarga	156
Figura 49	Deslamador	157
Figura 50	Deslamador	158
Figura 51	Celdas y tableros eléctricos en cámara de bombas	158

**LISTA DE TABLAS ANEXADAS**

Tabla 1	Objetivos de la unidad económica administrativa Uchucchacua 2011	34
Tabla 2	Reservas totales por tipo de mineral de la UEA Uchucchacua	35
Tabla 3	Reservas totales de sulfuros por mina de la UEA Uchucchacua	35
Tabla 4	Parte acumulado 2011	51
Tabla 5	Equipos <i>trackless</i> de la UEA Uchucchacua	56
Tabla 6	Listado de camiones	57
Tabla 7	Generación y consumo de energía 2011	60
Tabla 8	Generación de energía 2011	58
Tabla 9	Consumo de energía por áreas	61
Tabla 10	Índices de seguridad 2011	62
Tabla 11	Estadísticas de seguridad 2011	62
Tabla 12	Costos de producción	70
Tabla 13	<i>Cash cost</i> 2011	72

Tabla 14	Características de bombas usadas en Uchucchacua	83
Tabla 15	Bombas en la mina Socorro del Nivel 3920 al 3990	86
Tabla 16	Bombas en la mina Socorro del Nivel 3990 al 4120	87
Tabla 17	Bombas en la mina Carmen del Nivel 3920 al 4120	89
Tabla 18	Datos de ingreso para el análisis de esfuerzos en estación de bombeo 3970	133
Tabla 19	Cronograma inicial de trabajo	148
Tabla 20	Partículas en suspensión en cuerpos receptores	150
Tabla 21	Partículas en suspensión en efluentes de la mina	151

## INTRODUCCIÓN

La mina Uchucchacua viene profundizando sus operaciones por debajo del nivel 3850, zona donde se cuenta con grandes reservas de mineral. A medida que se profundiza, se hace más difícil evacuar el agua por debajo del nivel 4120, que es el nivel de drenaje de la mina a través de un túnel que conecta a superficie.

Por ello se planteó el “Mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua”, que incluye la construcción de una estación principal de bombeo que cuenta con dos deslamadores, un tanque sifón de almacenamiento de agua, chimenea de descarga y cámara de bombas. El mejoramiento del sistema incluye además sistemas auxiliares de bombeo en la mina Socorro, ampliación de cunetas, ampliación de suministro de energía y automatización del sistema eléctrico de soporte.

La estación principal de bombeo 3970 Mina Carmen permitirá bombear 900 l/s de agua, aumentando la capacidad de descarga de bombeo de la mina en el



nivel 4120 desde 484 l/s hasta los 1330 l/s para asegurar el normal desarrollo de las operaciones.

El objetivo del presente trabajo es demostrar que la implementación de la estación principal de bombeo 3970 Mina Carmen permitirá desarrollar las operaciones sin contratiempos durante la temporada de lluvias.

El objetivo específico es minimizar paradas operacionales por presencia de agua en nuestras operaciones.

La hipótesis planteada es: “si tenemos un sistema de bombeo adecuado, podremos operar sin problemas durante las temporadas de lluvias”.

El Mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua incluyó los siguientes trabajos:

1. Construcción de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen con capacidad de 900 l/s.
2. Automatización de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen.
3. Ampliación y construcción de cunetas en la integración de las minas Carmen y Socorro nivel 3990.
4. Trabajos complementarios para bombeo en las rampas 626 y 626-1 de la mina Socorro.
5. Adquisición de bombas para la temporada de lluvias.

## **CAPÍTULO 1: GENERALIDADES**

### **1.1 RESEÑA HISTÓRICA**

Uchucchacua es un yacimiento de plata en la sierra central de Lima. Es conocido y trabajado desde la época virreinal en las áreas de Nazareno, Mercedes, Huantajalla y Casualidad. En el presente siglo la explotación fue continuada por el Sr. Juan Minaya, posteriormente los Srs. Jungbluth continuando con trabajos a pequeña escala llegaron a beneficiar mineral en Uchucpaton y Otuto donde quedan vestigios de antiguos “ingenios”.

A inicios de 1960, Cía. de Minas Buenaventura inició trabajos de prospección en la zona, siendo las condiciones iniciales difíciles pues no existía la carretera Oyón-Uchucchacua, que fue construida en 1965, prolongándose posteriormente a Yanahuanca. De 1969 a 1973 Buenaventura instaló una planta piloto que en principio trató los minerales de las minas Socorro y Carmen. Los resultados satisfactorios decidieron la instalación de una planta industrial en 1975 que en la actualidad tiene una capacidad de tratamiento de 3200 TCS/día. A la fecha se trabajan las minas Carmen, Socorro, Huantajalla

y Casualidad. Actualmente, Uchucchacua es la cuarta mina subterránea productora de plata más grande del mundo.

## 1.2 UBICACIÓN Y ACCESO

Uchucchacua se sitúa en la vertiente occidental de los Andes.

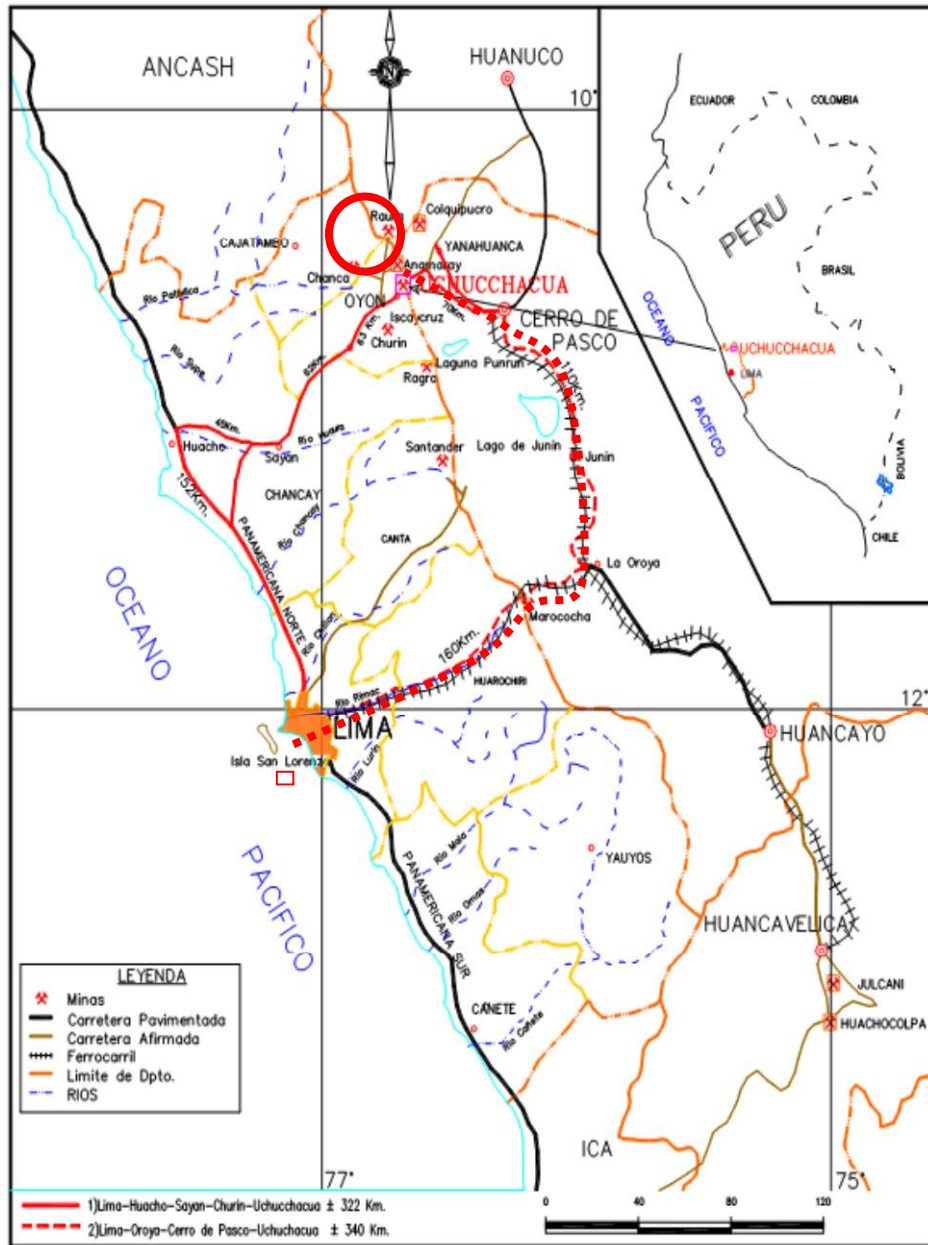
- Altura: Entre los 4300 y 5000 msnm
- Distrito: Oyón
- Provincia: Oyón
- Departamento: Lima
- Coordenadas: 10° 36´ 34” latitud sur y 76° 59´ 56” longitud oeste.
- Distancia: Aproximadamente a 180 Km en línea recta al NE de la ciudad de Lima.
- Acceso: Existen dos accesos principales.

**1. Lima – Huacho- Uchucchacua.** Es la ruta principal. Consta de los tramos asfaltados Lima-Huacho de 152 Km y Huacho-Sayán de 45 Km, los tramos afirmados de Sayán-Churín de 62 Km y Churín-Uchucchacua de 63 Km, totalizando 322 Km.

**2. Lima- Cerro de Pasco- Uchucchacua.** Es menos usado. El tramo asfaltado Lima- La Oroya- Cerro de Pasco es de 320 Km, el tramo Cerro de Pasco- Uchucchacua de 70 Km es afirmado. Totaliza 390 Km.

En la **Figura 1** se observa la ubicación y accesos a la mina Uchucchacua.

Figura 1. UBICACIÓN Y ACCESOS A LA MINA UCHUCCHACUA



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## **1.2 GEOGRAFÍA**

### **1.2.1 Geomorfología**

En el distrito minero de Uchucchacua se observa en su parte central la divisoria continental de los Andes, angosta y abrupta, que llega a los 5000-5200 msnm. Hacia el oeste de este lineamiento se suceden quebradas en “V” y “U” flanqueadas por altos picos y al este una porción de la planicie altiplánica interceptada por numerosas quebradas y con picos sobre los 4800 msnm.

### **1.2.2 Clima**

El clima es frígido y seco entre los meses de abril a diciembre, tornándose lluvioso de enero a marzo pero con temperaturas moderadas.

### **1.2.3 Flora**

La vegetación propia del área es escasa y está constituida mayormente por ichu, variando a otras especies en las quebradas y valles encañonados, allí se realiza una incipiente agricultura.

## **CAPÍTULO 2: GEOLOGÍA REGIONAL**

La información contenida en este capítulo proviene del área de Geología de la unidad económica administrativa Uchucchacua.

**“Las rocas predominantes en la columna estratigráfica corresponden a las sedimentarias del Cretáceo. Sobre ellas se tienen a las del volcánico terciario y atravesando a ambas se observan dos tipos de intrusivos. Coronando la secuencia figuran depósitos aluviales y morrénicos”.**

### **2.1 SEDIMENTARIOS**

#### **2.1.1 Grupo Goyllarisquizga**

Aflora entre la laguna Patón y Chacua, al NO y SE de este centro minero y ocupando algo más del 50 % del área observada, en él se han diferenciado cinco unidades asignadas al Cretáceo inferior.

#### **2.1.1.1 Formación Oyón (Ki-o)**

Conformado por una intercalación de lutitas gris oscuras, areniscas y capas carbonosas antracíticas muy disturbadas. Se reconoce una potencia de 400 m aflorando al NO de Oyón. Se le ubica en el Valanginiano.

#### **2.1.1.2 Formación Chimú (Ki-Chim)**

Constituido por cuarcitas blancas con una porción superior de calizas con capas arcillosas y lechos carbonosos. Tiene una potencia de 400 m a 600 m, se le observa a lo largo del eje del anticlinal de Patón. Se le ubica en el Valanginiano.

#### **2.1.1.3 Formación Santa (Ki-sa)**

Está representado por una serie de 120 m de calizas, lutitas azul grisáceas y ocasionales nódulos de *chert*. Aflora al oeste y norte de la laguna Patón. Se le ubica en el Valanginiano.

#### **2.1.1.4 Formación Carhuaz (Ki-ca)**

Es una alternancia de areniscas finas y lutitas marrón amarillento y una capa superior de arenisca de grano fino y color rojo brillante. Su potencia es de 600 m. Aflora en el flanco oeste del anticlinal de Patón. Se le ubica entre el Valanginiano superior a Barremiano.

#### **2.1.1.5 Formación Farrat (Ki-f)**

Representado por areniscas blancas con estratificaciones cruzadas, de 20 m a 50 m de espesor. Aflora al nor-oeste de la laguna Patón. Se le ubica en el Aptiano.

### **2.1.2 Grupo Machay**

Pertenecen al grupo Machay las siguientes formaciones:

#### **2.1.2.1 Formación Pariahuanca (Ki-Ph)**

Formado por un paquete de 50 m de espesor consistente en calizas grises, afloran al nor-oeste de la laguna Patón. Se le ubica en el Aptiano superior.

#### **2.1.2.2 Formación Chulec (Ki-Ch)**

Consta de 200 m de margas, lutitas y calizas en característica estratificación delgada, que en superficie intemperizada tiene una coloración marrón amarillento. Aflora al nor-oeste de Patón. Se le ubica en el Albiano inferior.

#### **2.1.2.3 Formación Pariatambo (Ki-pt)**

Constituido por lutitas negras carbonosas y calizas bituminosas plegadas, se sospecha con contenido de vanadio (J.J. Wilson). Tiene



una potencia de 50 m y hacia el techo existe una alternancia con bancos delgados de *silex*. Están expuestas al oeste y nor-oeste de Patón. Su edad es del Albiano medio.

### **2.1.3 Formación Jumasha (Ki-j)**

Potente secuencia de calizas gris claro en superficie intemperizada y gris oscuro en fractura fresca. Constituye la mayor unidad calcárea del Perú central; se le subdivide en tres miembros limitados por bancos finos de calizas margosas *beige*.

#### **2.1.3.1 Jumasha Inferior (J-i)**

Alternancia de calizas nodulosas con *silex* y calizas margosas que alcanzan los 570 m de potencia. Se le ubica en el Albiano superior-Turoniano.

#### **2.1.3.2 Jumasha Medio (J-m)**

Calizas grises alternadas con calizas nodulosas y algunos horizontes margosos. Se le estima 485 m de grosor y se le asigna al Turoniano.

### **2.1.3.3 Jumasha Superior (J-s)**

Calizas de grano fino con una base de esquistos carbonosos, coronados por calizas margosas *beige*. Se le estima una potencia de 405 m y se le ubica en el Turoniano superior. Es el techo del Jumasha.

Los afloramientos del Jumasha son los más extendidos en el área y ha sido posible diferenciarlos dada la ubicación de muchos horizontes fosilíferos guías.

### **2.1.4 Formación Celendin (Ks-c)**

Es una alternancia de calizas margosas, margas blancas y lutitas calcáreas nodulares marrón, que sobreyacen concordantemente al Jumasha. Se ha diferenciado dos miembros ubicados entre el Coniaciano y Santoniano.

#### **2.1.4.1 Celendin inferior (C-i)**

Conformado por calizas margosas amarillentas en alternancia con lutitas calcareas de potencia 100 m que en la base se muestran finamente estratificadas.

#### **2.1.4.2 Celendín superior (C-s)**

Está formado por lutitas y margas marrón grisáceo de 120 m de potencia.

Ambos miembros afloran flanqueando al anticlinal de Cachipampa, al oeste y este de Uchucchacua.

### **2.1.5 Formación Casapalca (Kti-ca)**

Sobreyace ligeramente discordante sobre el Celendín y está constituido por lutitas, areniscas y conglomerados rojizos, con ocasionales horizontes lenticulares de calizas grises. Su suavidad y fácil erosión ha permitido la formación de superficies llanas tal como se observa en Cachipampa. Se le estima una potencia de 1000 m y su edad probable es Post-Santoniano.

## **2.2 VOLCÁNICOS**

### **2.2.1 Volcánicos Calipuy (Ti-Vca)**

Se encuentran discordantemente sobre la Formación Casapalca y es un conjunto de derrames andesíticos y piroclásticos de edad terciaria. Su espesor es estimado en 500 m y aflora al norte de la zona de Uchucchacua.

## **2.3 INTRUSIVOS**

Pórfidos de dacita forman pequeños *stocks* de hasta 30 m de diámetro, también se tienen diques y apófisis de dacita distribuidos irregularmente en el flanco occidental del valle, afectando a las calizas Jumasha-Celendín principalmente en las áreas de Carmen, Socorro, Casualidad y Plomopampa; los intrusivos forman aureolas irregulares de metamorfismo de contacto en las

calizas. De acuerdo a A. Bussell, de diques riolíticos al norte de Chacua intruyendo a los volcánicos Calipuy.

## **2.4 CUATERNARIOS**

### **2.4.1 Depósitos Morrénicos (Q-mo)**

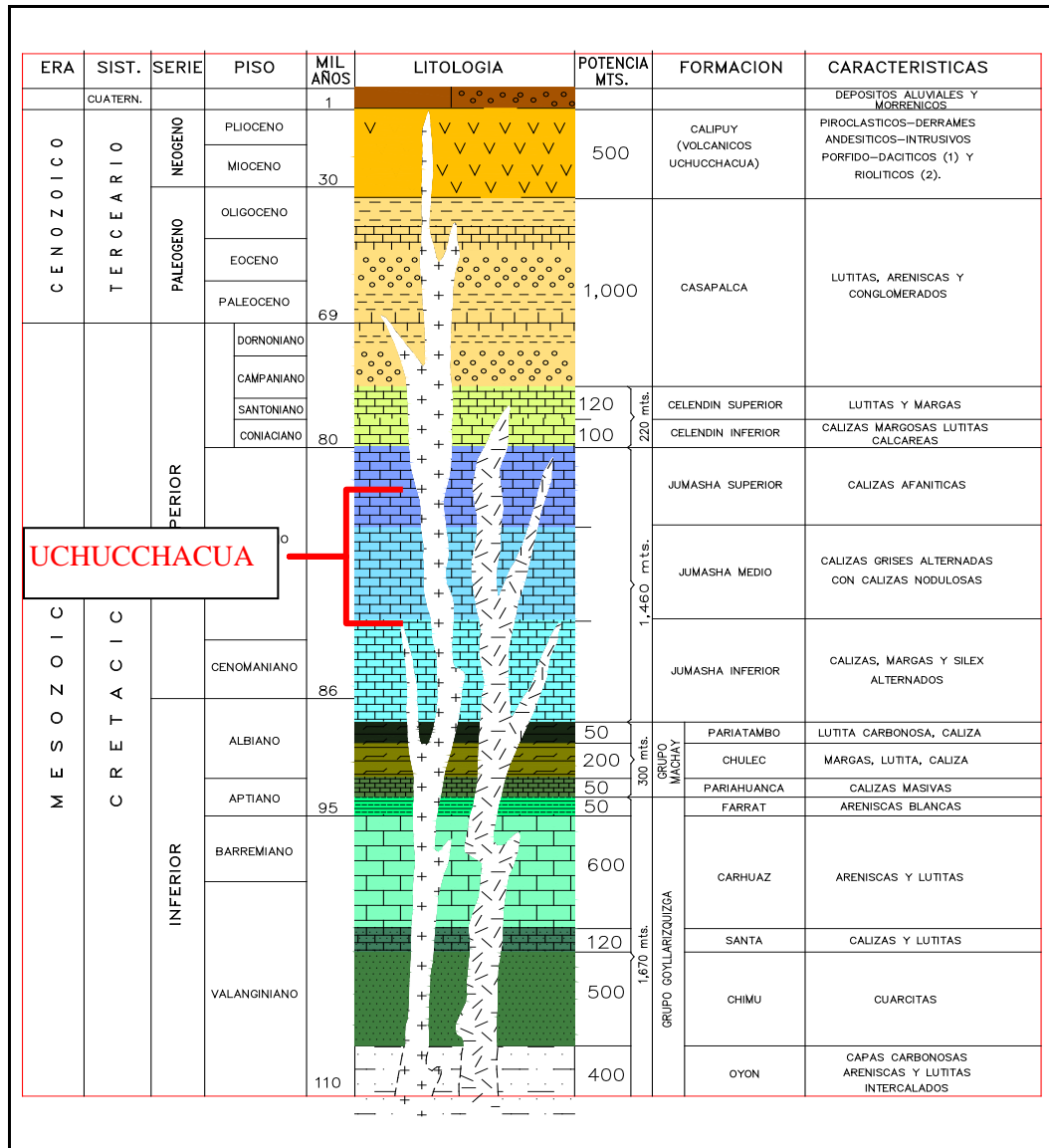
A cotas mayores de 3800 msnm el área sufrió los efectos de la glaciación pleistocénica, formando valles en “U” en cuyo fondo y laderas se depositaron morrenas que en varios casos represaron el hielo fundido, tal como la laguna Patón. Por otro lado, en Cachipampa las morrenas muy extendidas cubren a las capas rojas; estos depósitos están conformados por un conjunto pobremente clasificado de cantos grandes en matriz de grano grueso a fino generalmente anguloso y estriado.

### **2.4.2 Depósitos Aluviales (Q-al)**

Se encuentran ampliamente extendidos y son de varios tipos como: escombros de ladera, flujos de barro, aluviales de río. La naturaleza de estos elementos es la misma de las unidades de roca circundante.

En la **Figura 2** se observa la columna estratigráfica del área del yacimiento Uchucchacua.

**FIGURA 2. COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL ÁREA DE UCHUCCHACUA**



Fuente: Área de Geología de la unidad económica administrativa Uchucchacua

### CAPÍTULO 3: GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La información contenida en este capítulo proviene del área de Geología de la unidad económica administrativa Uchucchacua.

El aspecto estructural es de suma importancia en Uchucchacua y así lo refiere el siguiente extracto: **“La génesis del yacimiento de Uchucchacua está relacionada a una estructura geológica principal de nuestros Andes, evidenciada por los cuerpos intrusivos de Raura, Uchucchacua, Chungar, Morococha y otros. Es también evidente que esta actividad magmática ha traído consigo la formación de yacimientos minerales importantes. Al respecto, conviene anotar que la composición de las rocas intrusivas encontradas en Uchucchacua es de acidez intermedia, similar a la de tantos otros intrusivos relacionados con yacimientos minerales en el Perú”.** (Ing. A. Benavides- Abril, 1974).

Las principales estructuras son del sistema NE – SO y las tensionales son del sistema EO – NO-SE.

### **3.1 PLIEGUES**

Las fases comprensivas han plegado los sedimentos cretácicos formando los anticlinales de Cachipampa, Pacush y Patón, en una orientación NO-SE e inclinados hacia su flanco occidental. En menor magnitud se tienen zonas disturbadas locales siempre asociadas a los plegamientos mayores.

### **3.2 SOBRESCURRIMIENTOS**

En el área de Uchucchacua la secuencia cretácica presenta una base “lubricante” constituida por las lutitas Oyón, que permitió la configuración de pliegues invertidos y sobreescurrecimientos por esfuerzos compresivos. Producto de este fenómeno se tiene el sobreescurrecimiento de Colquicocha que pone a “cabalgar” a la formación Jumasha sobre la formación Celendín. Hacia el nor-oeste el sobreescurrecimiento Mancacuta pone a la formación Chimú plegada sobre las margas Celendín.

### **3.3 FALLAS Y FRACTURAMIENTOS**

El área ha sido afectada por numerosas fallas en diversas etapas, a nivel regional se observa que las de mayor magnitud son transversales al plegamiento desplazándolo en ese sentido, aunque también los movimientos verticales son importantes.

### 3.3.1 Falla Mancacuta

Pasa por el lago del mismo nombre. Tiene un movimiento principal *dextral*, es aproximadamente de rumbo N 45° E y de alto ángulo de buzamiento. Corta y desplaza a los anticlinales de Patón y Cachipampa conformados por sus respectivas unidades litológicas.

### 3.3.2 Falla Socorro

Del mismo sistema que la falla Mancacuta, también *dextral*. Se le estima un desplazamiento horizontal de 550 m. Está muy relacionada por esta última en su extremo sur-oeste. Esta falla y sus estructuras asociadas son importantes ya que están íntimamente ligadas a los procesos de fracturamiento secundario y actividad hidrotermal de Uchucchacua.

La falla Socorro en superficie presenta una longitud de aproximadamente 2500 metros y posee venillas irregulares de calcita, siempre con oxidaciones de manganeso y hierro.

### 3.3.3 Falla Uchucchacua

Tiene un rumbo casi norte-sur y buzamiento de alto ángulo, con movimiento *dextral* y desplazamiento vertical de casi 500 m convergiendo hacia el norte con la falla Mancacuta.



### **3.3.4 Falla Cachipampa**

Surge entre la intersección de las fallas Uchucchacua y Socorro, con un rumbo promedio de N 45° E y alto ángulo de buzamiento. Tiene un movimiento *dextral* controlando al sistema de vetas del área de Socorro y desplazando el eje del anticlinal de Cachipampa.

### **3.3.5 Falla Patón**

Tiene un rumbo promedio de N 65° E con un desplazamiento de gran magnitud tanto en vertical como en horizontal, en este último en sentido *dextral*. Se muestra vertical a la altura de Otuto e inclinado progresivamente hasta los 40-NO en su extremo NE.

### **3.3.6 Falla Rosa**

Tiene un rumbo promedio de S 80° E y alto ángulo de buzamiento y un comportamiento *sinextral* – normal. En el rumbo EO se presenta como una zona favorable, emplazándose los principales cuerpos conocidos.

### **3.3.7 Falla Sandra**

Tiene un rumbo EO y alto grado de buzamiento, de comportamiento *sinextral* - normal.

### 3.3.8 Fracturamiento de Uchucchacua

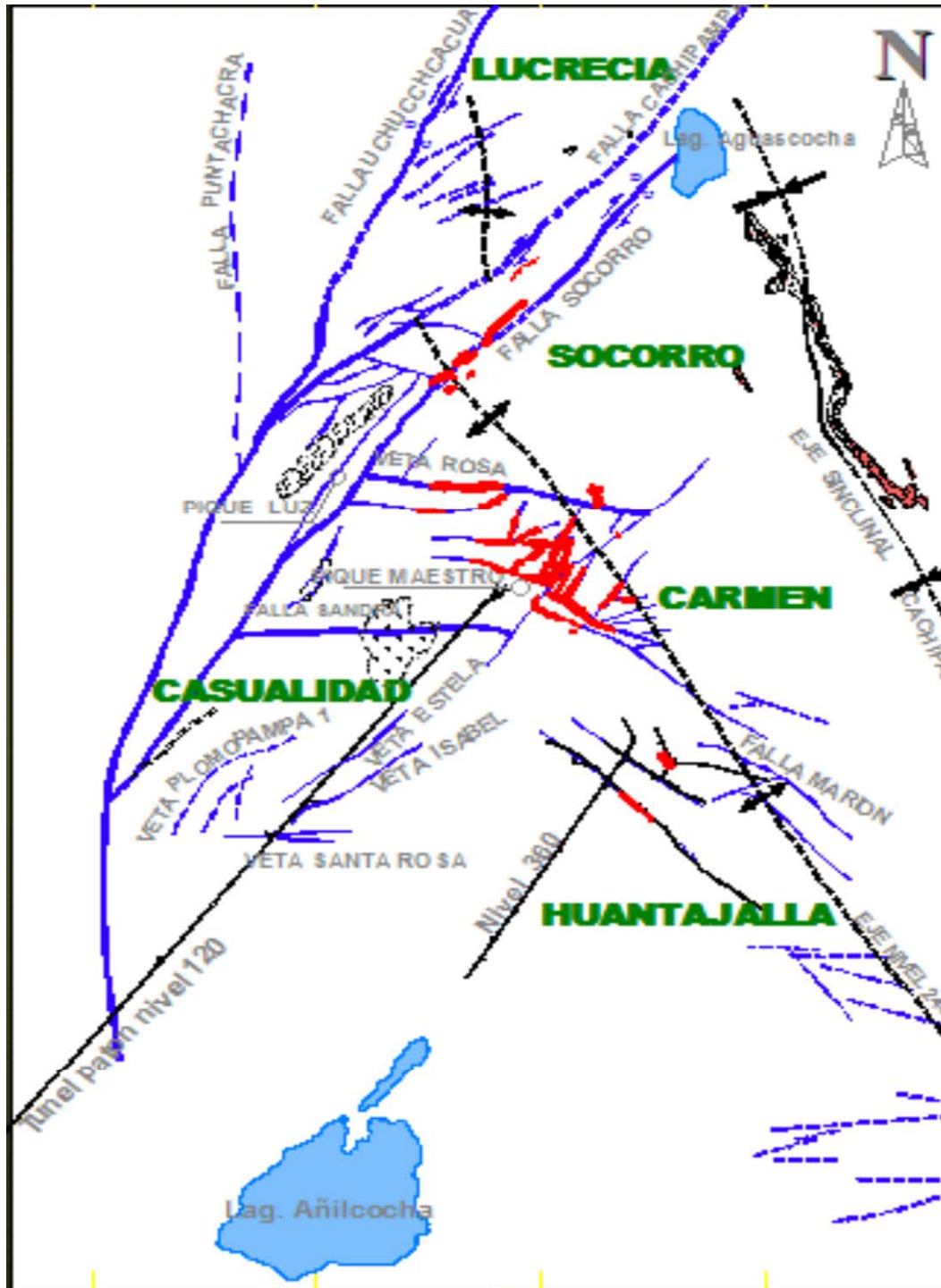
Es un fracturamiento secundario en el aspecto estructural regional, pero es de suma importancia económica. Nos referimos al que se muestra alrededor de las fallas Uchucchacua y Socorro a las cuales tiene importante relación genética. Muchas son fallas con evidente desplazamiento horizontal y vertical, otras son fisuras tensionales de limitada longitud y producto del movimiento de las anteriores.

Localmente se ha determinado tres sistemas, el primero de sentido NE-SO predominante en las zonas de Socorro y Casualidad; en Carmen predominan fracturas de rumbo E-O; e indistintamente en las tres zonas existen fracturas NO-SE. Todas ellas en diversa magnitud, han sido afectadas por actividad hidrotermal.

La mineralización está asociada a la intersección de vetas, craquelamiento y venilleo intenso de calcita.

En la **Figura 3** se observa la geología estructural del yacimiento Uchucchacua.

**FIGURA 3. VISTA EN PLANTA DE LA GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DEL YACIMIENTO UCHUCCHACUA**



Fuente: Área de Geología de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## CAPÍTULO 4: GEOLOGÍA ECONÓMICA

La información contenida en este capítulo proviene del área de Geología de la unidad económica administrativa Uchucchacua.

Uchucchacua es un depósito hidrotermal epigenético del tipo de relleno de fracturas (vetas), las cuales también fueron canales de circulación y reemplazamiento metasomático de soluciones mineralizantes que finalmente formaron cuerpos de mineral. La presencia de intrusivos ácidos como pequeños *stocks* y diques, sugieren la posible existencia de concentraciones u *ore bodies* de mineral del tipo de metasomatismo de contacto, especialmente de zinc.

La mineralización económica comercial es básicamente de plata, como subproducto se extrae zinc, se observa además una amplia gama de minerales de ganga, muchos de rara naturaleza. Las estructuras se emplazan en rocas calcáreas del cretácico superior y son de diversa magnitud, asociadas a ellas se encuentran cuerpos de reemplazamiento irregulares y discontinuos. En la zona de Casualidad y Socorro SO hay evidencia de *skarn*

mineralizado. El área mineralizada se encuentra en un perímetro de 4 km x 1.5 km.

#### **4.1 ALTERACIÓN HIDROTERMAL**

##### **4.1.1 Marmolización**

Se presenta alrededor de los intrusivos y en las cajas de las vetas cuando ellas se aproximan a estos. Se cree que este último caso es un detalle negativo en la presencia de mineral económico, lo que no está plenamente comprobado.

##### **4.1.2 Granatización**

Se presenta como producto de la intrusión de los pequeños apófisis, diques, se tiene en las aureolas del skarn. Se relaciona además este tipo de alteración con la mineralización de silicatos de manganeso de los cuerpos de reemplazamiento, tipificándolos como skarn distal.

##### **4.1.3 Silicificación**

La mineralización de los cuerpos de reemplazamiento muchas veces forman aureolas delgadas de silicificación en la caliza encajonante, lo mismo que cuando ésta es englobada en “caballos” y fragmentos grandes.

## 4.2 MINERALOGÍA

Es compleja, con una rica variedad de minerales tanto de mena como de ganga, entre los que tenemos:

### 4.2.1 Minerales de mena

En Uchucchacua se presentan como minerales de mena los siguientes: galena, proustita, argentita, pirargirita, plata nativa, esfalerita, marmatita, jamesonita, polibasita, boulangierita, chalcopirita, covelita, jalpaita, estromeyerita, golfieldita.

### 4.2.2 Minerales de ganga

En Uchucchacua se presentan como minerales de ganga los siguientes: pirita, alabandita, rodocrosita, calcita, pirrotita, fluorita, psilomelano, pirolusita, johansonita, bustamita, arsenopirita, marcasita, magnetita, estibina, cuarzo, oropimente, rejalgár, benavidesita, tefroita y yeso.

## 4.3 PROCESOS DE MINERALIZACIÓN

El proceso de mineralización en Uchucchacua fue sumamente complejo, sin embargo se hace un intento de interpretación en ocho etapas:

**Etapas** 1.- Plegamiento regional, sobreescurrecimiento, falla Uchucchacua.

**Etapas** 2.- Fracturamiento en sistemas N-S, ONO-E.

**Etapa 3.-** Desplazamiento de fallas Cachipampa, Socorro, disloque de intrusiones, de vetas Rosa y Sandra, formación de fracturas tensionales al norte de falla Socorro (Luceros), veta Rosa (Rosa 2, Rosa 3, Claudia, Victoria, etc.) y Sandra (Violeta, Plomopampa, Jacqueline, etc.), brechamiento en la caja norte de veta Rosa.

**Etapa 4.-** Mineralización etapa 2 en fracturas tensionales de Socorro (Luceros), de Sandra y en menor proporción en las veta Rosa (Irma Viviana, Rosa Norte, etc.).

**Etapa 5.-** Mineralización etapa 3 en brecha de veta Rosa (Irma Viviana, Rosa Norte, etc.) y sus tensionales al SE (Rosa 2, Claudias, Victorias, etc.).

**Etapa 6.-** Reapertura de fracturas y deposición tardía de minerales de etapa 4.

**Etapa 7.-** Oxidación supérgena de minerales por aguas de percolación.

#### **4.4 TIPOS DE MINERALIZACIÓN**

En Uchucchacua se presentan tres tipos: relleno de fracturas, reemplazamiento metasomático y metasomatismo de contacto.

##### **4.4.1 Relleno de fracturas**

Por efecto de los movimientos de las fallas regionales referidas en el capítulo correspondiente, se originó un complejo fracturamiento en las

unidades rocosas del Jumasha, estas fracturas son de magnitud distrital (1Km a 1.5 km) y con desplazamiento de relativo poco salto en las componentes vertical y horizontal, éstas al ser rellenadas por las soluciones hidrotermales tomaron la configuración en rosario; el relleno mineralógico es mayormente de sulfuros tales como galena, blenda, pirita, plata roja, alabandita, también calcita, rodocrosita; en menor cantidad presentan silicatos; en sus tramos tensionales quedaron cavidades que permitieron la percolación de aguas meteóricas que en algunos casos disolvieron la caliza y en gran parte oxidaron el mineral. La mineralización se dispone en bolsonadas de diversa longitud con zonas de ensanchamiento y adelgazamiento en los bordes, en algunos casos son filones de fisura de muy limitada extensión; indudablemente están íntimamente ligados a la formación de cuerpos de reemplazamiento.

#### **4.4.2 Reemplazamiento metasomático**

Las calizas del Jumasha medio e inferior, como cajas de las fracturas en Uchucchacua han favorecido el proceso de reemplazamiento por sulfuros y silicatos de metales económicos de plata y zinc, formando cuerpos irregulares muy relacionados a las vetas en las cuales funcionaron como canales definidos de mineral reemplazante en sus zonas de inflexión. La forma de estas concentraciones es irregular, con dimensiones entre 30 m a 140 m de longitud, alrededor de 150 m de altura y 4 m a 30 m de ancho; en el caso particular del cuerpo Irma Viviana, ésta llega a tener una extensión vertical de alrededor de 300 m.



En profundidad el reemplazamiento es mucho más irregular y tiende a ser controlado por planos de estratificación; sus afloramientos en superficie se caracterizan por presentar un enjambre de venillas de calcita con oxidaciones de manganeso.

#### **4.4.3 Metasomatismo de contacto**

La presencia de intrusivos en el distrito minero determina la existencia de *skarn* en sus dos tipos: *endoskarn* y *exoskarn*, mineralizados predominantemente con blenda oscura, calcopirita y galena argentífera de grano grueso que se disemina con granate del tipo grosularia. Presentan también una configuración irregular alrededor de los intrusivos, están constituidos por disseminaciones y vetillas de mineral cualitativamente inferiores al de las vetas y reemplazamientos. Por ahora no revisten importancia económica sin descartarse que puedan existir concentraciones de este tipo con calidad y volumen importantes.

#### **4.5 SISTEMA DE VETAS**

Entre las fallas Uchucchacua, Cachipampa y Socorro es posible definir tres sistemas de veta: NO-SE, E-O y EN-SO.

**El sistema NO-SE** predomina mayormente en el área de Socorro, a este sistema pertenecen las vetas Camucha, Lucero, Dora, V-3, Doris, Socorro 1. Se encuentra limitado entre las fallas Uchucchacua y Cachipampa.

**El sistema E-O** parece estar controlando el fracturamiento NO-SE y EN-SO. Estas vetas tienen rumbos entre N 80 E a E-O y buzamientos que tienden a ser verticales. Sus zonas de oxidación profundizan considerablemente, pasando a veces los 300 m. Las vetas de este sistema son: Rosa, Sandra, Rosa 2, Consuelo, Karla, Silvana, etc.

**El sistema EN-SO**, es al parecer el sistema dominante sobre todo al sur de la zona de producción. Las exploraciones al sur de la veta Rosa toman el rumbo de las vetas de este sistema, las cuales se disponen alrededor de los intrusivos observados en superficie en el área de Casualidad. Son de relativa larga longitud ya que se las observa desde el campamento Plomopampa. Son sinuosos, con ramales secundarios, zonas de angostamiento y ensanchamiento. A este sistema pertenecen las vetas Luz, Casualidad 1, Casualidad 2, Victoria, Claudias, Plomopampa 1, Plomopampa 2 y el sistema Huantajalla.

#### **4.6 CUERPOS**

Existen cuerpos de metasomatismo de contacto, cuerpos de reemplazamiento metasomático en las minas Carmen y Socorro.

**Cuerpos de metasomatismo de contacto.** Sus características principales son su forma irregular, su relación estrecha a los intrusivos del área, la conformación de *skarn* con granates, marmolización y mineralización diseminada de blenda, chalcopirita y galena. Hasta el momento no se ha determinado concentraciones importantes de este tipo, pero se conocen

algunas de segunda importancia económica, entre las vetas Luz y Luz 1 del nivel 4550 a 4450, otro en la cortada 976 en el nivel 4550, también en el nivel 450 cerca al pique Luz, igualmente en el 4450 de Casualidad.

**Los Cuerpos de reemplazamiento metasomático en la mina Carmen** están relacionados a inflexiones de vetas. Se encuentran vecinos o unidos a ellas. Son de formas irregulares, más extendidos verticalmente que horizontalmente, con valores de plata superiores a los de metasomatismo de contacto. Su característica principal es la presencia de silicatos de manganeso en mayor cantidad que en las vetas, la cantidad de platas rojas es notable y evidentemente de deposición tardía. Entre los cuerpos reconocidos se tienen a Irma-Viviana, Rosa Norte, Rosa 2 y Claudia.

**Los cuerpos de reemplazamiento metasomático en la mina Socorro.** Tenemos los del sistema Luceros, con caracteres estructurales y mineralógicos diferentes a los de la mina Carmen, donde predominan los carbonatos como matriz (calcita, rodocrosita), fina diseminación de pirita, galena, esfalerita, puntos de plata roja, alabandita y no se observan silicatos de manganeso.

#### **4.7 GUÍAS DE MINERALIZACIÓN**

Existen guías estructurales, mineralógicas y litológicas.

#### **4.7.1 Estructural**

Indudablemente el fallamiento regional originó el fracturamiento y brechamiento de la caliza que permitió la migración y deposición de los minerales, así como el reemplazamiento. Es necesario considerar algunos rasgos estructurales que permiten ubicar concentraciones de mineral tales como el indicado por Bussell y Baxter en la relación del sistema Casualidad, Huantajalla con la prolongación de la denominada Plomopampa 3. La conjugación del fracturamiento y fallamiento en todo el distrito es sumamente importante económicamente.

#### **4.7.2 Mineralógico**

La galena de grano grueso y pirita fina se hallan asociados a la mineralización de plata. La alabandita y magnetita contienen plata en solución sólida. Los silicatos de manganeso se hallan cada vez más identificados con el reemplazamiento y por consiguiente con los cuerpos de mineral, la presencia de ellos en alguna estructura puede conducirnos a bolsonadas importantes. La calcita rodea los cuerpos y está a ambos lados de las estructuras tabulares.

#### **4.7.3 Litológico**

Las calizas de la formación Jumasha juegan un rol muy importante como cajas favorables a la mineralización. Se ha indicado repetidas veces su subdivisión especulando como horizonte más favorable el intermedio, sin

embargo resulta aún difícil definir esta apreciación y más bien se reafirma la idea de esta unidad sin límites de negatividad.

## **4.8 PARAGÉNESIS Y ZONEAMIENTO**

### **4.8.1 Paragénesis**

La mineralización en las diferentes vetas y cuerpos muestran características que ayudan a determinar la secuencia de deposición de los distintos minerales. En algunas zonas se observan bandeamientos con clara crustificación, en otras la textura escarapelada indica las etapas. Fracturamientos tardíos se encuentran cruzando otros más antiguos y fragmentos de etapas definidas se observan englobados por otros posteriores. Todo ello y ayudado por estudios al microscopio han permitido proponer una secuencia paragenética.

De acuerdo a Ch. Alpers (Abril 1980), admite la complejidad del problema tanto por la variedad de asociaciones mineralógicas así como por su composición. La secuencia determinada en el relleno de vetas muestra una temprana deposición de zinc y fierro, muy cercanamente les sucedió el cobre y en mayor grado zinc. Ésta sería una primera asociación de Pb-Zn (-Cu), aquí el cobre no es económicamente importante por su bajo volumen. Posteriormente se tiene una precipitación de Ag-Mn (-Zn) en donde el zinc se presenta en menor cantidad que en la etapa anterior, minerales de arsénico y antimonio se depositan al final y algo de plata roja con indicios de silicato de manganeso.

En los cuerpos de reemplazamiento se sugiere una primera etapa rica en Fe-Mn-Zn con predominancia de sulfuros de Fe, sobre ella precipita un periodo de Mn-Cu, el cobre siempre en cantidades subordinadas. La siguiente etapa marca la asociación Mn-Fe, con abundancia de silicato de Mn; finalmente la mineralización de plata rojas con algo de calcita, estibina y rejalgar tardíos.

#### **4.8.2 Zoneamiento**

Distritalmente en Uchucchacua se tiene al oeste del área una franja de rumbo N-NO de mineralización de plomo-zinc abarcando las zonas de Plomopampa, Casualidad oeste, Socorro y prolongándose al norte hacia Jancapata. Hacia el este de la franja anteriormente descrita, se tiene la franja de Ag-Mn abarcando las zonas de Casualidad este, Huantajalla, Carmen, Socorro este y Lucrecia.

En cuanto a zoneamiento vertical, en la veta Luz la zona de Pb-Zn se dispone en una banda sinuosa entre los niveles 4450 y 4500, limitándose al este por la veta 3; esta franja se eleva y profundiza casi coincidentemente con los apófisis dacíticos al oeste. Zonas de leyes altas de Ag-Mn, se distribuyen en una banda similar a la anterior, fluctuando entre los niveles 4590 y 4450, el valor de estos elementos disminuye por encima y debajo de los niveles mencionados. (Alpers 1,980-V. Petersen 1,979).

En la veta Rosa la zonificación de los metales se encuentra también en bandas sinuosas delgadas; en el caso del Pb-Zn la oscilación vertical de la banda al oeste es acentuada, parece proyectarse en profundidad, luego se

prolonga al este, adelgazando y elevándose hacia superficie. La banda de Ag se ubica entre el nivel 4550 y la superficie hacia el oeste, profundiza en la parte central de la estructura y se eleva nuevamente hacia el nivel 4550 al Este. (U. Petersen 1,979).

La observación integral del depósito indica la presencia de mayor cantidad de mineral oxidado hacia superficie, disminuyendo hacia abajo sin desaparecer. Los sulfuros caracterizan el relleno de vetas y los silicatos el de los cuerpos de reemplazamiento, estos últimos al parecer tienden a aumentar en profundidad y hacia el SE, entre Carmen y Casualidad.

## CAPÍTULO 5: OPERACIONES

Las operaciones en la unidad económica administrativa Uchucchacua se plantean en base a los requerimientos de Compañía de Minas Buenaventura para generar valor a sus *stakeholders*.

Los objetivos principales de la unidad incluyen seguridad, relaciones comunitarias, compromisos para comercialización de mineral, avances de exploración y preparación de la mina, sondajes diamantinos, costos, cumplimiento de proyectos.

Esto en concordancia con los compromisos asumidos y los lineamientos de la empresa definidos en su política.

### 5.1 OBJETIVOS OPERACIONALES

En la **tabla 1** se observan los objetivos planteados para el año 2011.



**TABLA 1. OBJETIVOS 2011 DE LA UNIDAD ECONÓMICA  
ADMINISTRATIVA UCHUCCHACUA**

OBJETIVOS 2,011 - U.P. Uchucchacua				
U.E.A. UCHUCCHACUA 2,011	Objetivos 2,011	Prog. Octubre	Ejec. Octubre	% Cumpl. Octubre
<b>Objetivo 1:</b>				
Alcanzar los siguientes índices de seguridad:				
Cero accidentes fatales.	<b>0</b>	0.00	1.00	0.00%
Índice de Frecuencia, menor ó igual a:	<b>5</b>	5.00	4.80	104.17%
Índice de Severidad, menor ó igual a:	<b>175</b>	175.00	1,667	10.50%
Índice de Accidentabilidad, menor ó igual a:	<b>0.88</b>	0.88	8.00	11.00%
<b>Objetivo 2:</b>				
Producción Anual - Onzas de plata recuperadas				
Onzas de plata recuperada.	<b>10,008,684</b>	8,360,621	8,223,577	98.36%
TCF de Plomo recuperadas.	<b>9,852</b>	7,931	6,694	84.39%
TCF de Zinc recuperadas.	<b>8,190</b>	6,591	5,947	90.22%
<b>Objetivo 3:</b>				
Alcanzar los siguientes niveles de avances en:	<b>33,200</b>			
Exploración y Desarrollo en mts.	<b>18,000</b>	15,000	15,686	104.57%
Preparación y Operación en mts. (Incluye profundización de mina).	<b>15,200</b>	12,667	14,785	116.72%
<b>Objetivo 4:</b>				
Alcanzar los siguientes niveles de avances en:	<b>54,000</b>			
Sondajes largos (mts.)	<b>24,000</b>	20,000	20,731	103.65%
Sondajes cortos (mts.)	<b>30,000</b>	25,000	23,412	93.65%
<b>Objetivo 5:</b>				
Costos Mina				
A.- Costo de Producción (US\$/TCS). (Con depreciación y amortización)	<b>105</b>	105.00	108.60	96.69%
B.- Cash Cost (US\$ Oz Ag).	<b>11.26</b>	11.26	16.01	70.33%
<b>Objetivo 6:</b>				
Montaje del Winche de Izaje-Pique Máster				
Traslado, montaje y pruebas.	<b>30/04/2011</b>	15-ago-11		100.00%
<b>Objetivo 7:</b>				
Bombeo Rampa 760-1: Culminar el proyecto de Bombeo Principal de la Mina Uchucchacua	<b>30/05/2011</b>	15-nov-11		95.00%
<b>Objetivo 8:</b>				
Profundización de Mina: profundización de Rampas y Piques				
	<b>30/05/2011</b>		En ejecución	81.00%
<b>Objetivo 9:</b>				
Consolidar convenio con la Comunidad de Oyón				
	<b>30/12/2011</b>		En trámite	75.00%

Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## 5.2 RESERVAS

En la **Tabla 2** se detallan los recursos minerales o reservas geológicas por tipo de mineral en la unidad económica administrativa Uchucchacua a octubre del 2011.

En la **Tabla 3** se detalla la reserva de sulfuros de plata por mina de la unidad económica administrativa Uchucchacua a Octubre del 2011.

**TABLA 2. RESERVAS TOTALES POR TIPO DE MINERAL DE LA UNIDAD ECONÓMICA ADMINISTRATIVA UCHUCCHACUA**

TOTAL RESERVAS MINERALES UNIDAD - MINA UCHUCCHACUA							
	T.C.S.	Oz. Ag	% Pb	% Zn	%Mn	Ancho	Oz. Ag. Eq.
SULFUROS PLATA	3,565,110	14.5	1.1	1.6	10.63	3.44	16.3
SULFUROS PB-ZN	645,965	5.2	4.5	6.1	3.50	3.30	13.6
PLATA-OXIDOS	300,120	20.1	0.0	0.0	5.10	1.99	20.1
<b>TOTAL RESERVAS</b>	<b>4,511,195</b>	<b>13.5</b>	<b>1.5</b>	<b>2.1</b>	<b>9.24</b>	<b>3.32</b>	<b>16.2</b>

Fuente: Área de Geología de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**TABLA 3. RESERVAS TOTALES DE SULFUROS POR MINA DE LA UNIDAD ECONÓMICA ADMINISTRATIVA UCHUCCHACUA AL 31 DE OCTUBRE DEL 2011**

RESERVAS MINERALES PLATA-SULFUROS - MINA UCHUCCHACUA							
	T.C.S.	Oz. Ag	% Pb	% Zn	%Mn	Ancho	Oz. Ag. Eq.
CARMEN	624,115	13.0	1.4	1.7	8.06	1.94	15.1
CASUALIDAD	190,150	14.6	0.9	1.5	7.43	1.58	16.2
SOCORRO	2,286,270	15.0	1.0	1.4	12.68	4.23	16.6
HUANAJALLA	464,575	14.1	1.7	2.4	5.33	2.33	16.8
<b>TOTAL RESERVAS</b>	<b>3,565,110</b>	<b>14.5</b>	<b>1.1</b>	<b>1.6</b>	<b>10.63</b>	<b>3.44</b>	<b>16.3</b>

Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## **5.3 MINA**

### **5.3.1 Producción Mina**

Para lograr el objetivo de la unidad de producir 10 008 684 onzas de plata, la mina debe producir en conjunto 3000 TCSD con una ley promedio de 13.18 Oz Ag/TCS, 0.97% Pb, 1.28% Zn y 11.76% Mn.

La unidad cuenta con las minas principales: Socorro, Carmen, Huantajalla y Casualidad. La explotación de mineral se realiza entre los niveles 5600 (Mina Huantajalla) y 3850 (Mina Socorro).

La producción por mina es: Mina Carmen 600 TCSD, Mina Socorro 1700 TCSD, Mina Huantajalla 600 TCSD, Mina Casualidad 100 TCSD en promedio.

### **5.3.2 Método de explotación**

El método de explotación principal es el de corte y relleno ascendente con rampas mecanizado y semi-mecanizado. El corte y relleno mecanizado se realiza en los tajos de mayor producción en la mina Socorro, donde se cuenta con *jumbos* electrohidráulicos para la perforación y sostenimiento.

En algunos tajos se usa el corte y relleno convencional y la explotación por taladros largos.

La perforación se realiza tanto en *breasting* como en realce de acuerdo a la calidad de la roca. La voladura se realiza con faneles y emulsiones principalmente.

### 5.3.3 Sostenimiento

En los tajos, el sostenimiento usual consiste en *split sets* y malla electro soldada, *shotcrete* vía seca en algunos casos. El desatado de rocas se realiza con equipo *scaler* BROKK 330S. Los avances se sostienen usualmente con *split sets* sistemáticos y *shotcrete* como sostenimiento final.

Se está haciendo un contrato para lanzado de *shotcrete* vía húmeda, para lo cual se instalará un silo en interior mina y se adquirirán robots con lanzadores aliva. Esto permitirá ampliar la capacidad de lanzado de *shotcrete* hasta 4000 m<sup>2</sup>/mes, variando el sostenimiento típico de *split sets* con malla y *shotcrete* por *split sets* con *shotcrete*.

Se está adquiriendo un equipo empernador Sandvik DS311, el cual puede ser manejado por un solo operador y usado en secciones de hasta 7.5 m de alto con distintos tipos de pernos de roca de 5 a 10 pies de longitud. Este equipo empezará a operar a partir de agosto del 2012. Esta adquisición permitirá reducir el tiempo de sostenimiento con pernos en al menos 50% y exponer menos al personal frente a eventos de caída de roca en tajos de alta producción de la mina Socorro.

### 5.3.4 Avances

Se ha planteado como un objetivo 2011 el avance de 1800 m en exploración y desarrollo, así como 15200 m de avance en preparación. Se realizan en forma convencional y mecanizada, en la zona alta y baja de la mina, respectivamente.

Para los avances de la profundización se usan *jumbos* electrohidráulicos Axera 05. La voladura se realiza con emulsiones o dinamitas y fanel como accesorio de voladura.

### 5.3.5 Profundización

La profundización de la mina tiene como objetivo:

- Mantener en el tiempo la producción de 3000 TCSD. Esto se logrará cubicando mayor cantidad de reservas.
- Establecer nuevos niveles de acarreo: 3990 y 3850.
- Establecer nuevos niveles de producción: 3920 y 3850.
- Disminuir costos por transporte y mejorar el ciclo de acarreo.

Por este motivo se tienen los siguientes avances en ejecución: Profundización de la rampa 626 hasta la cota 3780, Profundización de la rampa 626-1 hasta la cota 3780, Profundización del pique Luz hasta el nivel 3850.

Estos proyectos serán ampliados en la medida que se establezcan mayores reservas por debajo del nivel 3850.

### 5.3.6 Limpieza y acarreo

**La limpieza** se realiza con *scoops* de capacidades que varían desde los 1.0 yd<sup>3</sup> en tajos pequeños hasta 4.1 yd<sup>3</sup> para los avances de la zona de profundización y zonas de mayor producción. Se usan *scoops* eléctricos en las zonas con deficiente ventilación y *scoops diesel* en las zonas mejor ventiladas de preferencia.

**La limpieza en frentes convencionales** se realiza con palas Atlas Copco LM 36, LM 56 y LM 57 de 9 t y 5 t. y locomotoras entre 3.5 t y 10 t. La limpieza en tajos pequeños se realiza con *winches* neumáticos de una tambora.

**El acarreo en la zona baja de la mina Socorro** se realiza con camiones de bajo perfil de 15 t y 20 t. El mineral y desmonte es cargado desde cámaras con la ayuda de *scoops* y desde *draw points* de capacidad de 40 m<sup>3</sup> en promedio. Actualmente el recorrido es de 2.3 Km en promedio hasta echaderos sobre el nivel 4120 con capacidad aproximada de 75 m<sup>3</sup>. Debido a esta distancia grande y en pendiente de 13% es que se ha implementado un nuevo sistema de acarreo en el nivel 3990 de la mina Socorro, que en el año 2012 se ampliará hasta la mina Carmen.

**El nuevo sistema de acarreo del nivel 3990 de la mina Socorro** permitirá reducir la distancia de acarreo con camiones de bajo perfil hasta en 1.2 Km.

Cuenta con echaderos para camiones de bajo perfil en la rampa 990, echaderos en el Pique Luz (profundizado hasta el nivel 3920 para este fin), rompe bancos hidráulicos en los echaderos (Rampa 990 y Pique Luz) y una locomotora Goodman de 15 t con 8 carros *Granby* de 160 pies<sup>3</sup> para la extracción de mineral y desmonte en el nivel 3990.

Los trabajos realizados han incluido:

- Ejecución de 230 m de rampa 990 que llega a los echaderos que se encuentran 17 m sobre el nivel 3990.
- Ejecución de bolsillos para mineral y desmonte desde el nivel 4120 hasta la rampa 990 de 250 m<sup>3</sup> de capacidad. Constan de parrillas tipo panal y un rompebancos BTI. Sus tolvas hidráulicas son activadas por una unidad de poder.
- Instalación de 650 m de línea de *cauville* y *trolley*.
- Este sistema alimentará a los bolsillos de mineral y desmonte del pique Luz, con capacidad de 250m<sup>3</sup> cada uno, parrilla tipo panal y rompebancos Atlas Copco modelo Amaru.

**El acarreo con locomotoras en el nivel 4120** hasta los piques Luz (mina Socorro) y Master (mina Carmen) se realiza con 02 locomotoras Clayton de 8 t y 10 t de capacidad cada una y carros *Granby* de 160 pies<sup>3</sup> de volumen y 9 t de mineral. La energía es suministrada con línea de *trolley*. Los bolsillos del

pique Luz en este nivel son de de 120 m<sup>3</sup> y 150 m<sup>3</sup> para desmonte y mineral respectivamente. Se cuenta con un rompebancos modelo BTI.

### 5.3.7 Extracción

La extracción hacia superficie es en el nivel 4450 y se realiza con 02 locomotoras Goodman de 15 t cada una con pantógrafo y 01 locomotora de 12 t con pértiga hacia la línea de *trolley* activada con energía 440 v. Los carros mineros usados son tipo *Granby* de 160 pies<sup>3</sup> y 9 t de capacidad (32 carros en total). Las locomotoras Goodman de 15 t jalan 12 carros cada una y la locomotora de 12 t jala 8 carros. Transitan por rieles de 60 lb de 5 m de longitud y trocha 30”.

**En el pique Master** se cuenta con tolvas con compuertas hidráulicas y 230 m<sup>3</sup> de capacidad cada una, las cuales son llenadas por los baldes izados. El recorrido de extracción hasta la planta de procesos es de 2.8 Km.

**En el pique Luz** se cuenta con tolvas hidráulicas y bolsillos de 120 m<sup>3</sup> y 150 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno. El recorrido de extracción hasta la planta de procesos es de 1.9 Km.

Un problema pendiente por resolver en la extracción que es la capacidad del tolván del sistema continuo de chancado del circuito 1 de la planta de procesos que con 40 t limita la extracción fluida de las locomotoras. Esto provoca retrasos en la descarga del tren de convoyes los cuales acarrear un promedio de 120 t por viaje, demorándose 40 minutos para descargar,



retrasando el izaje de interior mina con el consecuente llenado de los bolsillos impidiendo la evacuación de mineral y desmonte. De ocurrir alguna falla en el chancado, mina se obliga a verter el mineral en la cancha con el consecuente gasto en acarreo con cargador frontal y volquetes hacia el tolván.

### 5.3.8 Izaje

El izaje de mineral y desmonte se realiza por dos piques: El pique Master Shaft (mina Carmen) y el pique Luz (mina Socorro), ambos con una capacidad de izaje de 7.8 t por balde. Ambos piques se encuentran profundizados hasta la cota del nivel 3920 e izan mineral y desmonte desde el nivel 3990.

**El pique Master** cuenta con una jaula de 2 pisos para 15 personas y una velocidad de 8 m/s. Ha sido repotenciado este año con el montaje de un nuevo *winche* de mineral Nordberg 120" x 72" serie 31763 de fabricación canadiense. Este *winche* es de doble tambora con una potencia total de 1200 HP y capacidad de izaje de 2500 TMD a una profundidad de 1000 m. También se realizó el montaje de un nuevo balde de 4.2 m<sup>3</sup> y la instalación de nuevos cables de acero de 1 1/2" de diámetro. Hasta hace sólo unos meses su capacidad de izaje era de 550 m con balde de 3.6 t. Se ha invertido 4'551,035 dólares en este proyecto.

Para el izaje de personal se instalará un winche CIR 74 x 60, el cual reemplazará al actual con el fin de adecuarlo a las exigencias del D.S. 055-2010. Se ha invertido 774 202 dólares a la fecha en este proyecto.

**El pique Luz** cuenta con una jaula para 7 personas. La velocidad de izaje de mineral es de 6 m/s.

### **5.3.9 Bombeo**

El bombeo es tema del presente informe. El sistema de bombeo para el período 2012 tiene una capacidad total de 1330 l/s entre las minas Carmen y Socorro. El sistema de bombeo cuenta con bombas estacionarias y sumergibles.

El agua bombeada sale por la bocamina Patón luego de recorrer 4.5 Km en el nivel 4120. También se drena agua de bombeo por el nivel 4360 Huantajalla. Adicionalmente discurren por estos niveles el agua que por gravedad llega a ellos. Se está construyendo un sistema de bombeo principal en la mina Carmen nivel 3990, que nos permitirá bombear inicialmente 500 l/s y finalmente 1000 l/s.

### **5.3.10 Instalación de la red LAN**

La instalación de la línea inalámbrica en interior mina es un proyecto importante de soporte a las operaciones de la mina Uchucchacua, en actual ejecución. Nos permitirá hacer un seguimiento y control a través de *tags* de personal y equipos, los cuales serán monitoreados en *access points*. Este sistema permitirá además la automatización del bombeo, ventilación y la obtención de datos de operación de equipos (*scoops, dumpers, jumbos*) en

tiempo real. Una ventaja de este sistema es el control de la productividad de los equipos.

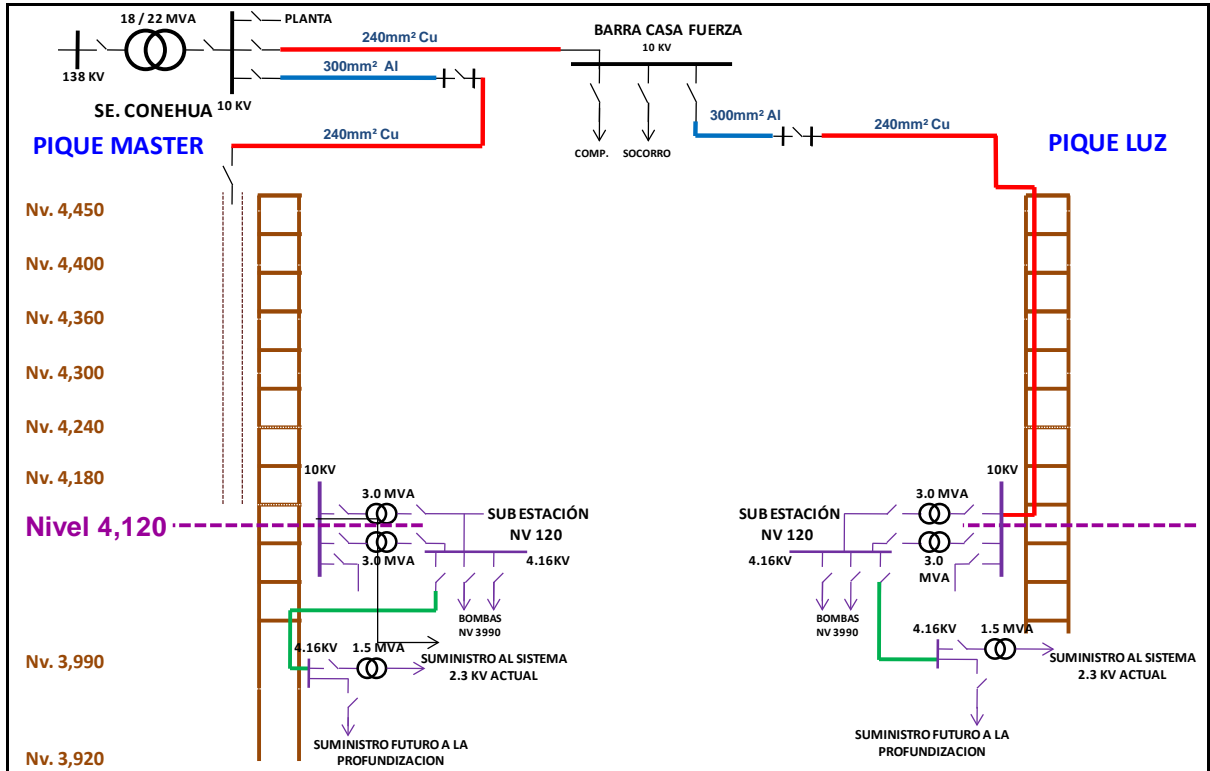
### **5.3.11 Incremento a línea 10 Kv en interior mina**

Se tiene como objetivo incrementar la capacidad de suministro eléctrico en interior mina desde una demanda actual de 4.9 Mw a una demanda futura de 8 Mw, así como reducir la pérdida de potencia y caída de tensión.

Para ello, se está adecuando a una línea de 10kv en interior mina que será la red principal que llegará hasta el nivel 4120, a dos subestaciones de 5Mva (10/4.16kv) ubicadas en Carmen y Socorro, que tendrán además un anillo de 4.16Kv entre ambas para afrontar cualquier falla en el circuito principal o incremento de la demanda de energía en dichas zonas. Con este nuevo circuito se asegurará el abastecimiento de energía para el sistema de bombeo y la profundización de la mina.

Asimismo, se están automatizando los sistemas para mejorar la capacidad de reacción ante eventos y monitorear el mismo.

**FIGURA 4. SISTEMA DE ENERGÍA DE 10 KV EN INTERIOR MINA**



Fuente: Departamento de mantenimiento eléctrico de la unidad económica administrativa

Uchucchacua

## 5.4 PLANTA DE PROCESOS

La planta de procesos beneficia un total de 2722 tmsd (3,000 tcSD) de mineral. El mineral es de tipo polimetálico Ag-Pb-Zn con presencia importante de elementos contaminantes como Mn y Fe, que hacen que el beneficio de este mineral sea uno de los más complejos del país. Una de las características más importantes de los minerales que se procesan en esta planta es el alto contenido de Ag. La recuperación es de 70.88% de plata.

Para fines de tratamiento se ha considerado procesar los minerales en dos circuitos de flotación independientes.

**Circuito 1.-** Procesamiento de minerales polimetálicos con alto contenido de alabandita (MnS) de 2268 tmsd (2500 tcsd) mediante flotación y cianuración.

**Circuito 2.-** De 454 tmsd (500 tcsd) para minerales polimetálicos más dóciles metalúrgicamente.

**El Circuito de cianuración** procesa los concentrados de pirita y manganeso producidos en el circuito de flotación 1 en un promedio de 86.2 tmsd (95 tcsd).

El proceso metalúrgico de la planta de beneficio comprende los siguientes sub-procesos: chancado y almacenamiento, molienda primaria y secundaria, flotación selectiva, filtrado y despacho de concentrados, cianuración del concentrado de Py-Mn, transporte y almacenamiento de relaves. Los productos finales son concentrados de Pb- Ag, Zn-Ag y barras de plata.

Buenaventura ha proyectado la construcción de una planta de sulfatos de manganeso para tratar mineral con manganeso que tienen muchas de las reservas de Uchucchacua, las cuales actualmente son deprimidas al ser contaminantes de los subproductos. Este proyecto es externo a Uchucchacua y estaría arrancando en marzo del año 2013.

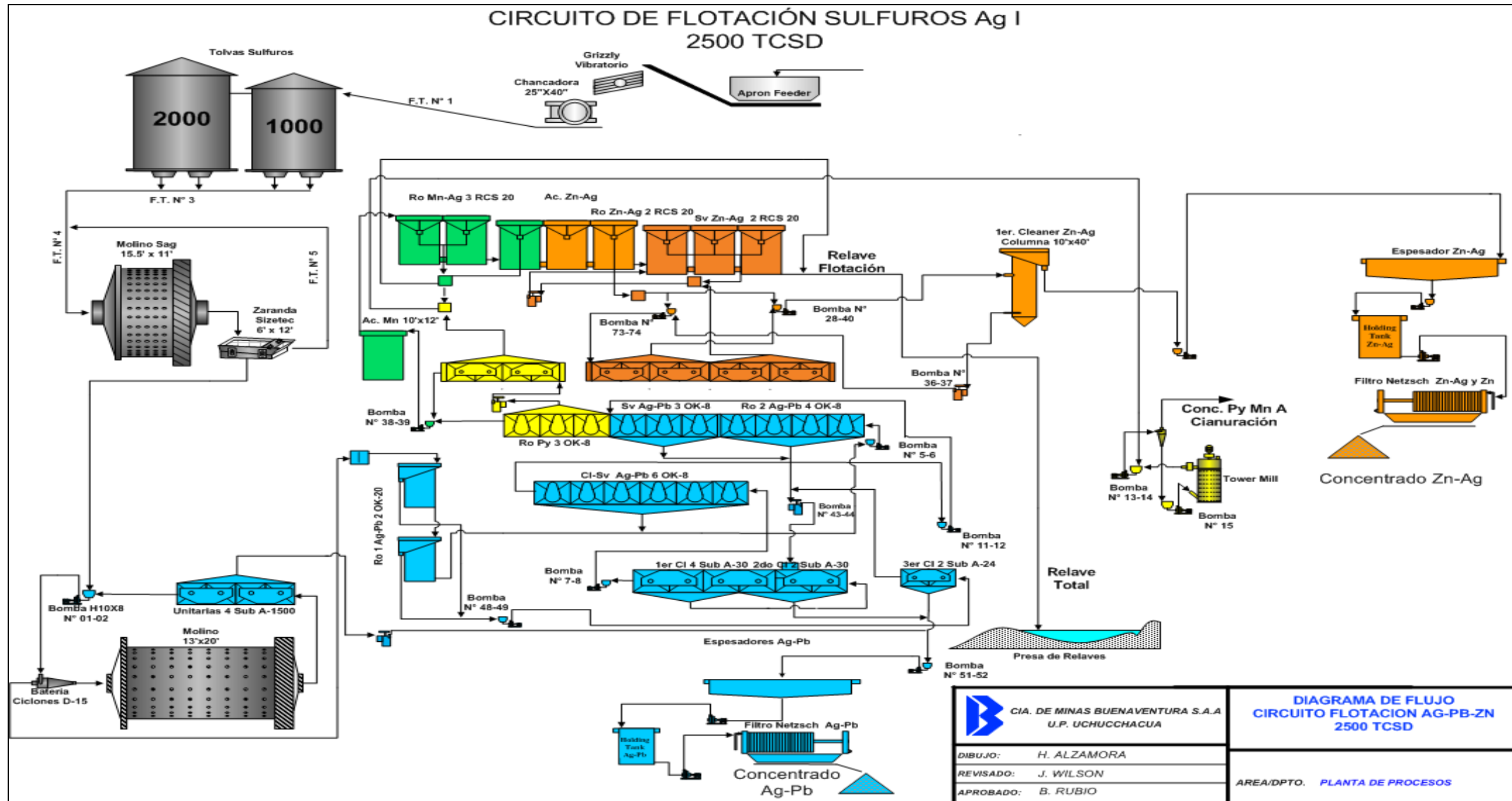
En la **Figura 5** se observa el *flowsheet* del circuito 1 de flotación de sulfuros de Ag- Pb-Zn.

En la **Figura 6** se observa el *flowsheet* del circuito 2 de flotación de sulfuros de Pb-Ag.

En la **Figura 7** se observa el *flowsheet* del circuito de cianuración.

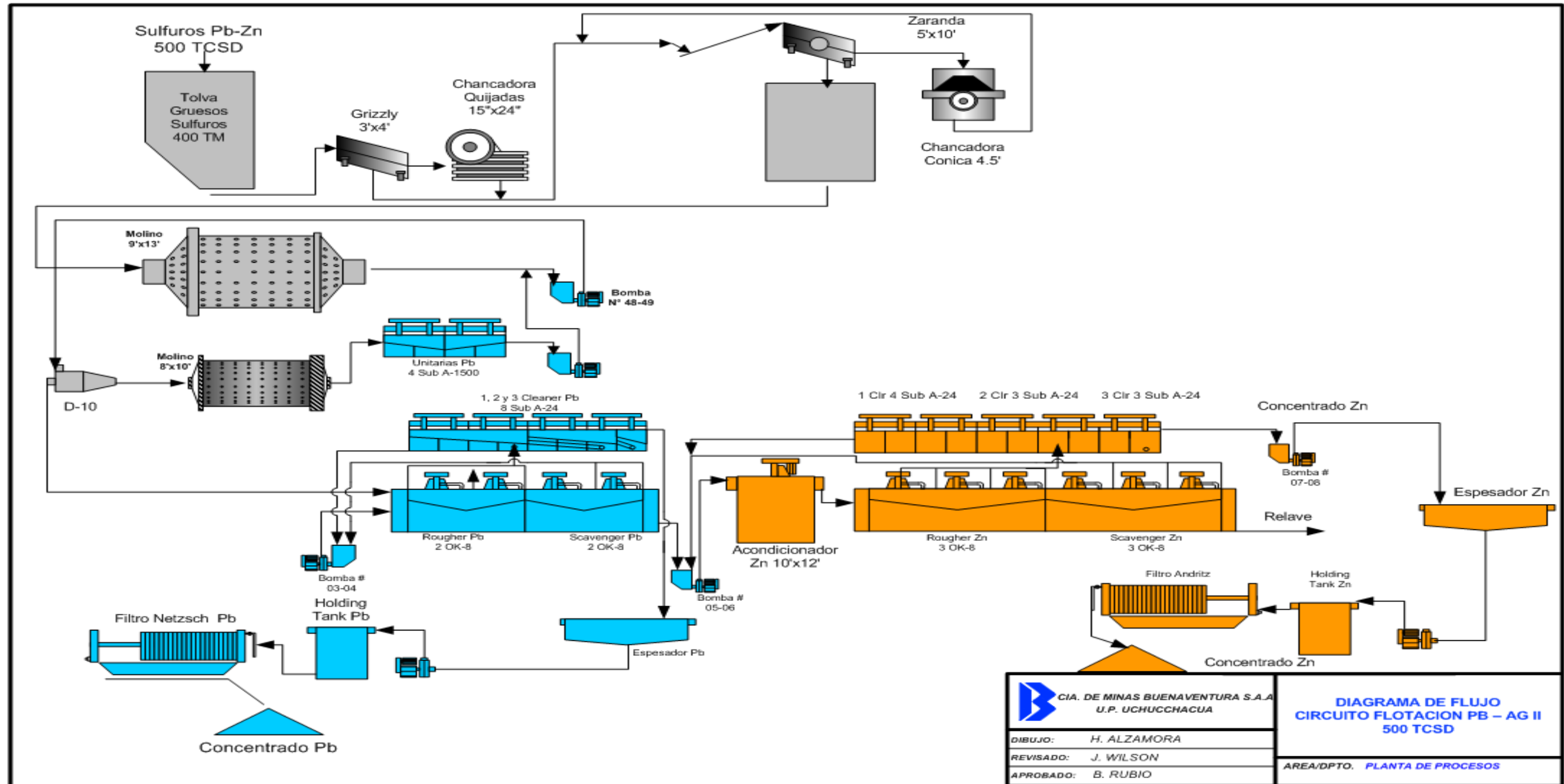
En la **Tabla 4** se observa el parte acumulado con las leyes obtenidas y las recuperaciones.

FIGURA 5. CIRCUITO 1: FLOTACIÓN DE SULFUROS DE PLATA AG-PB-ZN



Fuente: Planta de Procesos de la unidad económica administrativa Uchucchacua

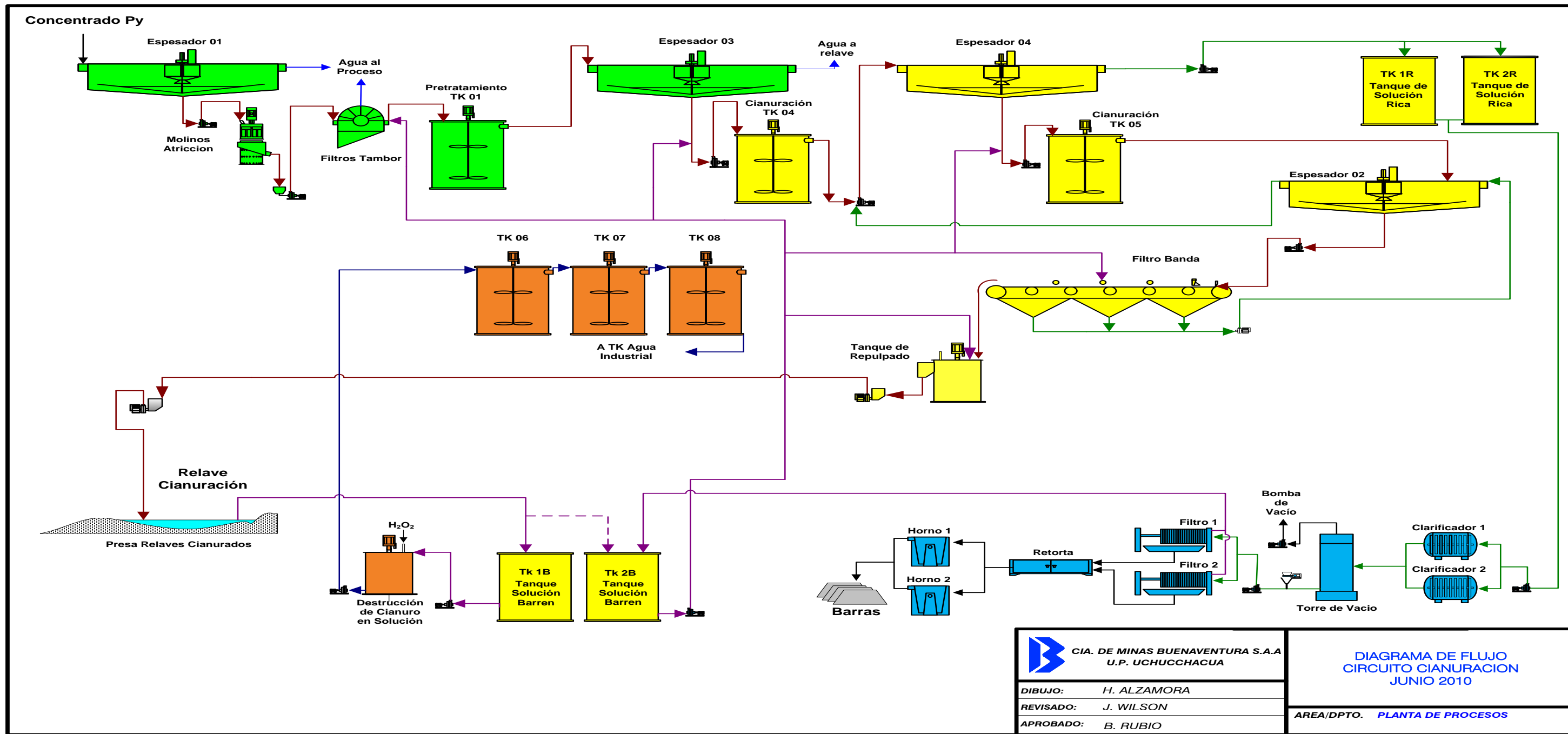
FIGURA 6. CIRCUITO 2: FLOTACIÓN DE SULFUROS DE PLATA PB-AG



Fuente: Planta de Procesos de la unidad económica administrativa Uchucchacua



FIGURA 7. CIRCUITO DE CIANURACIÓN



Fuente: Planta de Procesos de la unidad económica administrativa Uchucchacua

TABLA 4. PARTE ACUMULADO 2011

PARTE EJECUTADO ACUMULADO A OCTUBRE 2011																
Total Flotación	Peso		Leyes					Contenido Metálico			Distribución					
	TCS	%	Oz.Ag	% Pb	% Zn	%Mn	%Fe	Oz. Ag	Pb/TCS	Zn/TCS	%Ag	%Pb	%Zn	%Mn	%Fe	
Cabeza	889,114.604	100.00	13.05	0.88	1.28	9.11	4.96	11,601,758.7	7,817.566	11,383.024	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Concentrado Pb-Ag	37,192.970	4.18	197.18	18.00	3.76	14.26	15.70	7,333,607.6	6,693.612	1,397.289	63.21	85.62	12.28	6.55	13.24	
Concentrado Zn-Ag	20,383.578	2.29	22.16	1.01	29.17	12.44	12.39	451,790.3	205.770	5,946.618	3.89	2.63	52.24	3.13	5.73	
Concentrado Py	28,070.322	3.16	30.12					845,533.9			7.29					
Onzas Ag Conc Py								437,505.1			3.77					
											70.88	85.62	52.24			

Fuente: Planta de Procesos de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## 5.5 MANTENIMIENTO MECÁNICO

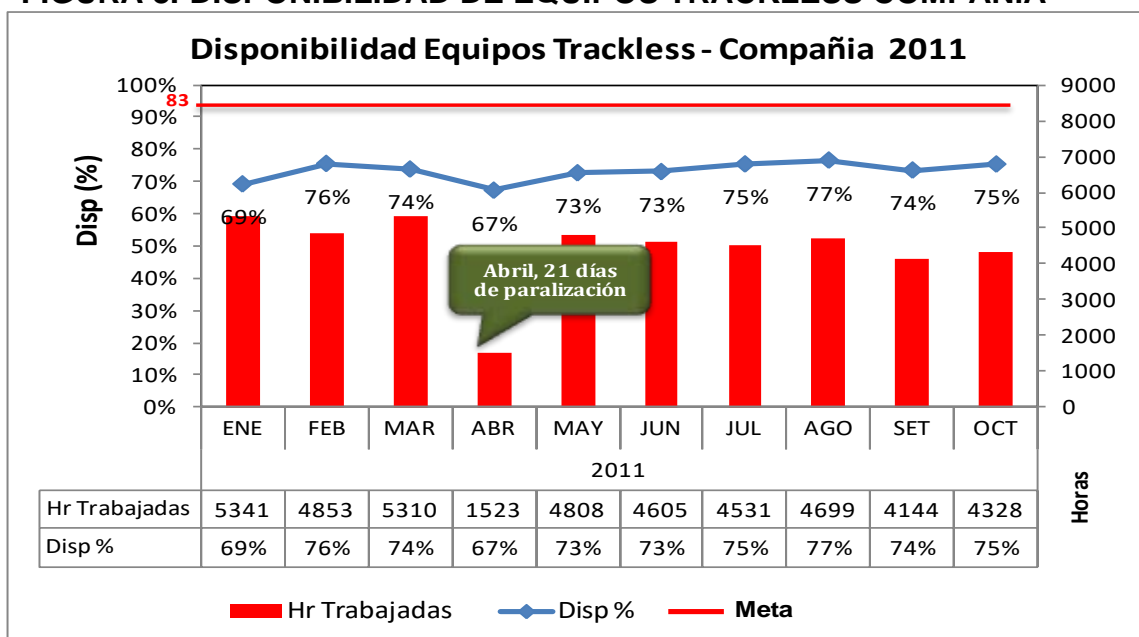
El área de Mantenimiento mecánico en la unidad económica administrativa Uchucchacua se divide en: mantenimiento mecánico mina (salvo piques), mantenimiento de piques, mantenimiento de planta, mantenimiento de equipos (*trackless* y fuerza motriz).

### 5.5.1 Disponibilidad de equipos

#### 5.5.1.1 Disponibilidad de equipos trackless

En la **Figura 8** se observa la disponibilidad de equipos *trackless* de compañía.

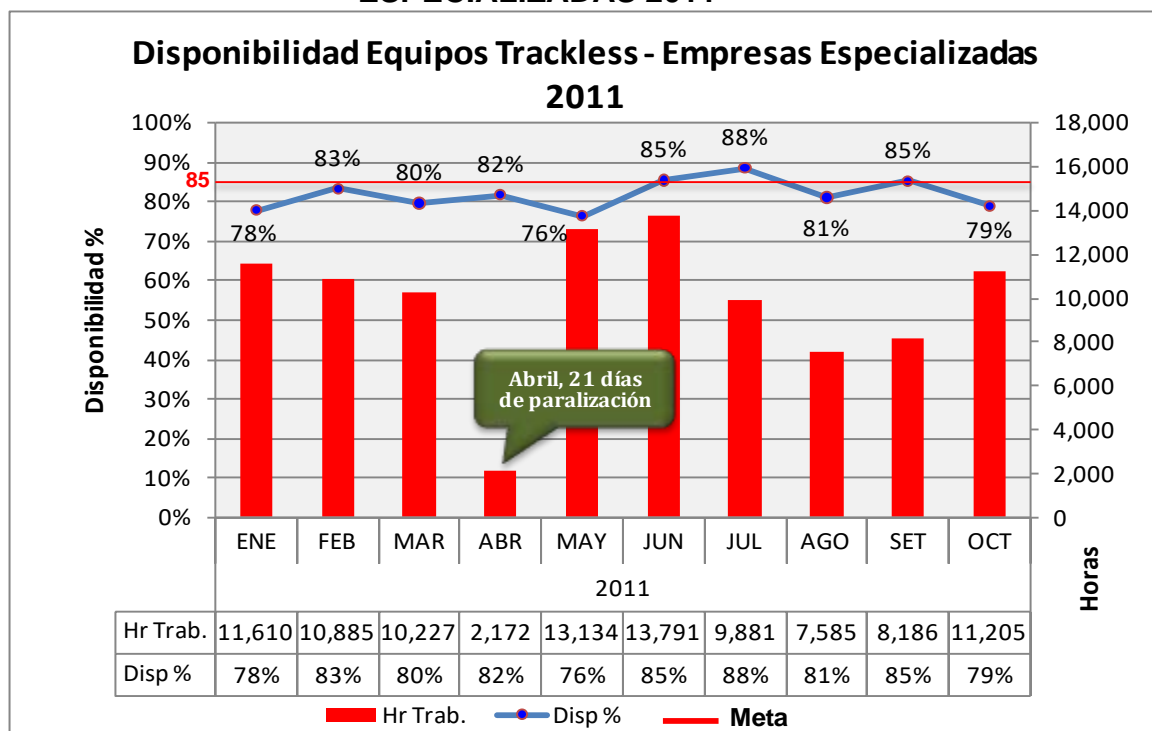
**FIGURA 8. DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS TRACKLESS COMPAÑÍA**



Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

En la **Figura 9** se observa la disponibilidad de equipos *trackless* de las empresas especializadas.

**FIGURA 9. DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS TRACKLESS EMPRESAS ESPECIALIZADAS 2011**



Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

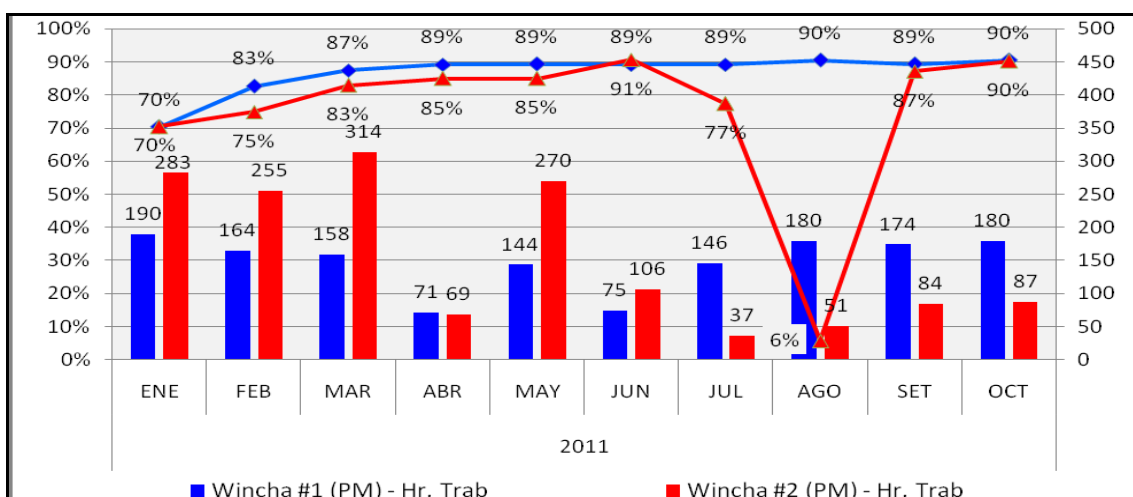
### 5.5.1.2 Disponibilidad de piques

La disponibilidad del pique Master ha sido constante en todo el año 2011 y por encima del 85%, salvo en el *winche* 2 (julio y agosto) por el cambio del nuevo *winche*.

La disponibilidad del pique Luz es mayor a 85%. En los últimos cuatro meses la disponibilidad bordea el 90%, esto debido a que los tiempos de parada por mantenimiento se han reducido.

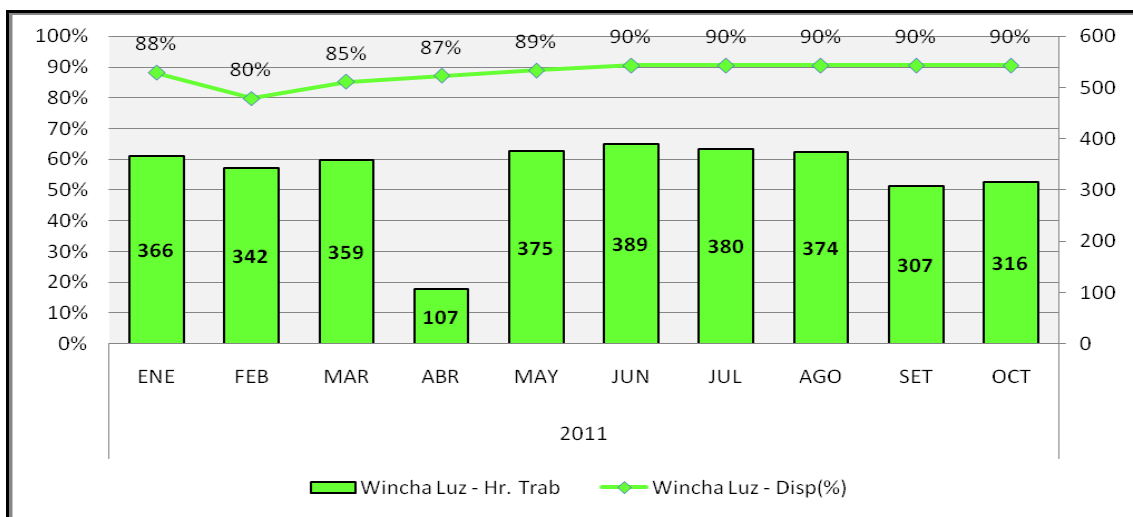
En las **Figuras 10 y 11** se observa la disponibilidad de los piques Master y Luz.

**FIGURA 10. DISPONIBILIDAD DEL PIQUE MASTER 2011**



Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**FIGURA 11. DISPONIBILIDAD DEL PIQUE LUZ 2011**



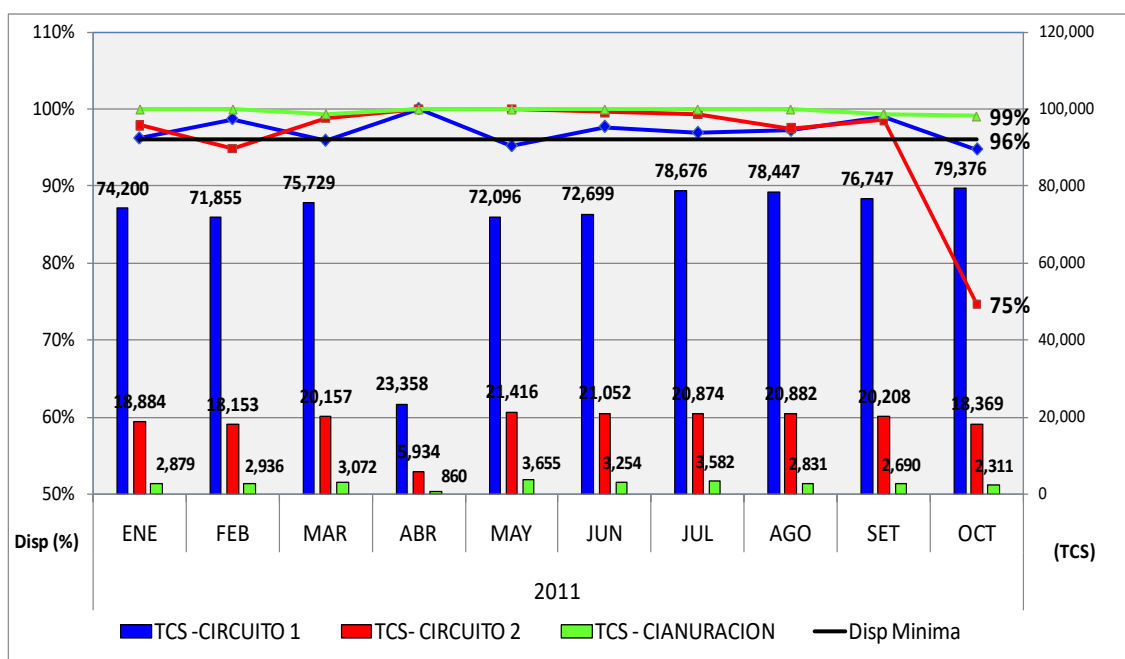
Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

### 5.5.1.3 Disponibilidad de planta

Es de 75%. Los problemas principales son: parada de la chancadora Symons 4' Standard por 9 días. Para evitar tener caídas bruscas de la disponibilidad se deben cumplir con los mantenimientos mensuales de parada de planta, y hacer *overhaul* o reemplazar los equipos que han sobrepasado su vida útil.

En la **Figura 12** se observa la disponibilidad de la planta de procesos.

**FIGURA 12. DISPONIBILIDAD DE PLANTA 2011**



Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

En la **TABLA 4** se observa el listado de equipos *trackless* de la unidad económica administrativa Uchucchacua.

**TABLA 5. EQUIPOS TRACKLESS DE LA UEA UCHUCCCHACUA  
AÑO 2011**

FLOTA	Codigo Interno	Modelo	Capacidad	Año de Fabricación	Total	
Dumper	CBP-04	MT-2000	20 Tn	1999	1	
	CBP-05	MT-2000	20 Tn	2002	1	
	CBP-06	MT-2000	20 Tn	2003	1	
Jumbo	JUM-01	MONOMATIC	14'	1996	1	
	JUM-04	QUASAR	12'	2002	1	
	JUM-05	QUASARNV	12'	2005	1	
Scaler	DSR-01	BROKK-330S	-	2006	1	
Scoop Diesel	SCO-06	ST-2D	2 Yd3	1999	1	
	SCO-18	ST-3.5	3.5 Yd3	2000	1	
	SCO-19	ST-3.5	3.5 Yd3	2001	1	
	SCO-26	ST-2G	2 Yd3	2005	1	
	SCO-27	ST-2G	2 Yd3	2006	1	
	SCO-28	EJC-65	1.5 Yd3	2007	1	
	SCO-29	EJC-65	1.5 Yd3	2007	1	
	SCO-30	ST-2G	2 Yd3	2007	1	
	SCO-31	EJC-65	1.5 Yd3	2007	1	
	SCO-32	EJC-65	1.5 Yd3	2007	1	
	Scoop Electrico	SCO-15	EST-3.5	3.5 Yd3	1997	1
		SCO-16	EJC-100E	2,8 Yd3	1998	1
SCO-17		EJC-100E	2,8 Yd3	1998	1	
SCO-20		EST-2D	2 Yd3	2001	1	
SCO-22		EST-2D	2 Yd3	2003	1	
SCO-23		EHST-1A	1 Yd3	2004	1	
SCO-24		EJC-116E	3 Yd3	2004	1	
SCO-25		EJC-116E	3 Yd3	2004	1	
	SCO-33	EJC-65E	1.5 Yd3	2008	1	
	SCO-34	EJC-65E	1.5 Yd3	2008	1	
<b>Total general</b>					<b>27</b>	

Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

En la **TABLA 6** se observa el listado de locomotoras de la unidad económica administrativa Uchucchacua.

**TABLA 6. LISTADO DE LOCOMOTORAS**

LOCOMOTORAS								
UBICACIÓN	NIVEL	CODIGO INT	TIPO	MARCA	TON	TROCHA	ESTADO	Total
Carmen	450	LOC-10	TROLLEY	CLAYTON	6	30	Operativo	1
		LOC-25	TROLLEY	GOODMAN	15	30	Operativo	1
		LOC-26	TROLLEY	GOODMAN	15	30	Operativo	1
		LOC-30	BATERIA	CLAYTON	9	30	Operativo	1
	390	LOC-19	BATERIA	BEV WR-5	1.5	20	Operativo	1
	300	LOC-05	TROLLEY	CLAYTON	5	20	Operativo	1
		LOC-39	TROLLEY	BERMINSA BEV-	5	20	Operativo	1
	180	LOC-33	BATERIA	WARREN	4.5	30	Operativo	1
120	LOC-20	TROLLEY	CLAYTON	8	30	Operativo	1	
Huantajalla	550	LOC-12	TROLLEY	CLAYTON	5	20	Operativo	1
		LOC-17	TROLLEY	CLAYTON	3.5	20	Operativo	1
	500	LOC-13	BATERIA	BEV WR-18	3.5	20	Operativo	1
		LOC-32	BATERIA	WARREN	4.5	20	Operativo	1
		LOC-35	BATERIA	IMIM	4.5	20	Operativo	1
	360	LOC-06	TROLLEY	CLAYTON	5	20	Operativo	1
		LOC-08	TROLLEY	CLAYTON	5	20	Operativo	1
	180	LOC-18	TROLLEY	CLAYTON	3.5	20	Operativo	1
120	LOC-38	BATERIA	IMIM	4.5	30	Operativo	1	
120	LOC-27	TROLLEY	GOODMAN	10	30	Operativo	1	
Socorro	300	LOC-21	BATERIA	CLAYTON	3.5	20	Operativo	1
	240	LOC-07	TROLLEY	CLAYTON	5	30	Operativo	1
		LOC-11	TROLLEY	CLAYTON	8	30	Operativo	1
	180	LOC-09	TROLLEY	CLAYTON	8	30	Operativo	1
	120	LOC-01	TROLLEY	CLAYTON	8	30	Operativo	1
		LOC-02	TROLLEY	CLAYTON	8	30	Operativo	1
120	LOC-34	TROLLEY	IMIM	9	30	Operativo	1	
Casualidad	450	LOC-41	TROLLEY	IMIM	12	30	Operativo	1
Tunel Paton	120	LOC-36	BATERIA	IMIM	4.5	20	Operativo	1
TALLER		LOC-40	BATERIA	BEV WR-18	3.5	20	Inoperativo	1
		LOC-42	TROLLEY	GOODMAN	15	30	Inoperativo	1
	450	LOC-31	TROLLEY	GOODMAN	15	30	Inoperativo	1
	240	LOC-15	TROLLEY	CLAYTON	3.5	20	Inoperativo	1
120	LOC-28	BATERIA	GOODMAN	7	30	Inoperativo	1	
Recuperada		LOC-29	BATERIA	BEV WR-18	3.5	20	Prestado	1
ORCOPAMPA		LOC-03	TROLLEY	CLAYTON	10	30	Transferida	1
Trasandino	450	LOC-04	TROLLEY	CLAYTON	8	30	Operativo	1
<b>Total general</b>								<b>36</b>

Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua



## 5.6 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

El costo de energía es de 92.3 kw-h/ tcs (53.47% en la planta de procesos, 35.91% en interior mina).

### 5.6.1 Generación y consumo de energía

En la **TABLA 7**, se observa la generación y el porcentaje de consumo de energía.

**TABLA 7. GENERACIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA 2011**

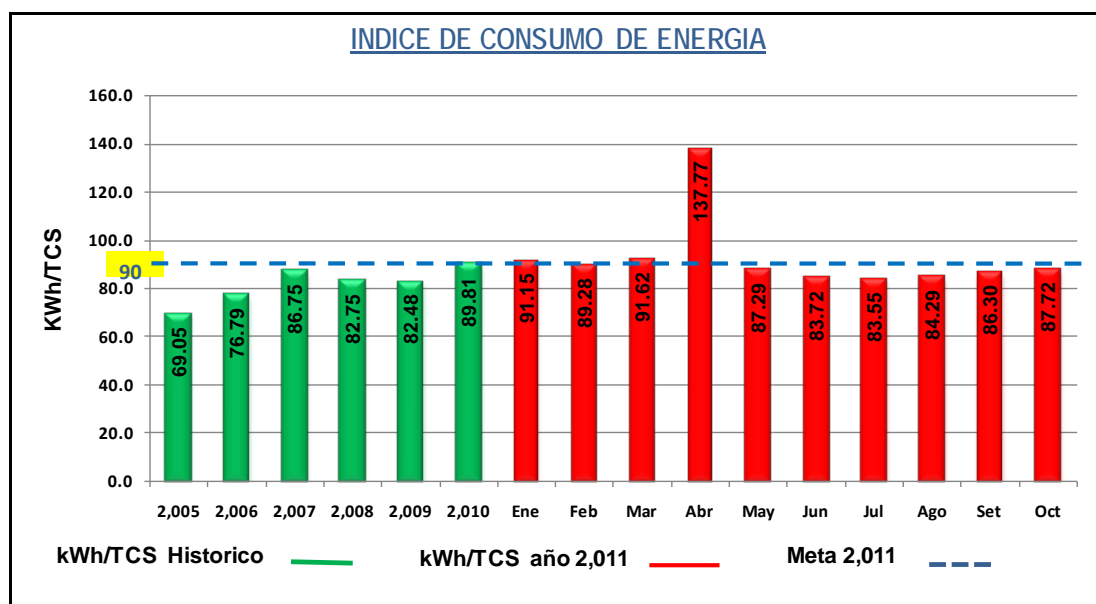
GENERACIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA	Enero – Octubre 2,011		% Consumo de Energía
	Planeado	Ejecutado	
Generación Térmica (MWh)	0	0.02	0.00%
Generación Hidráulica (MWh)	18,200	18,464	101.45%
Energía Comprada (MWh)	60,428	60,497	99.89%
<b>TOTAL (MWh)</b>	<b>78,628</b>	<b>78,961</b>	<b>99.58%</b>
Kwh/TCS	90	92.3	97.51%

Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

#### 5.6.1.1 Índice de consumo de energía (kw-h / tcs)

El promedio de consumo a la fecha es 92.3 kw-h/tcs. Este indicador muestra el uso eficiente de la energía por tonelada producida, el cual tuvo una distorsión en abril debido al consumo de energía direccionada a los servicios de bombeo, ventilación y tanques de la planta concentradora vs una menor producción de mineral de cabeza debido a la paralización de operaciones por huelga.

**FIGURA 13. CONSUMO DE ENERGÍA 2011**



Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

### 5.6.1.2 Generación de la central hidroeléctrica Patón

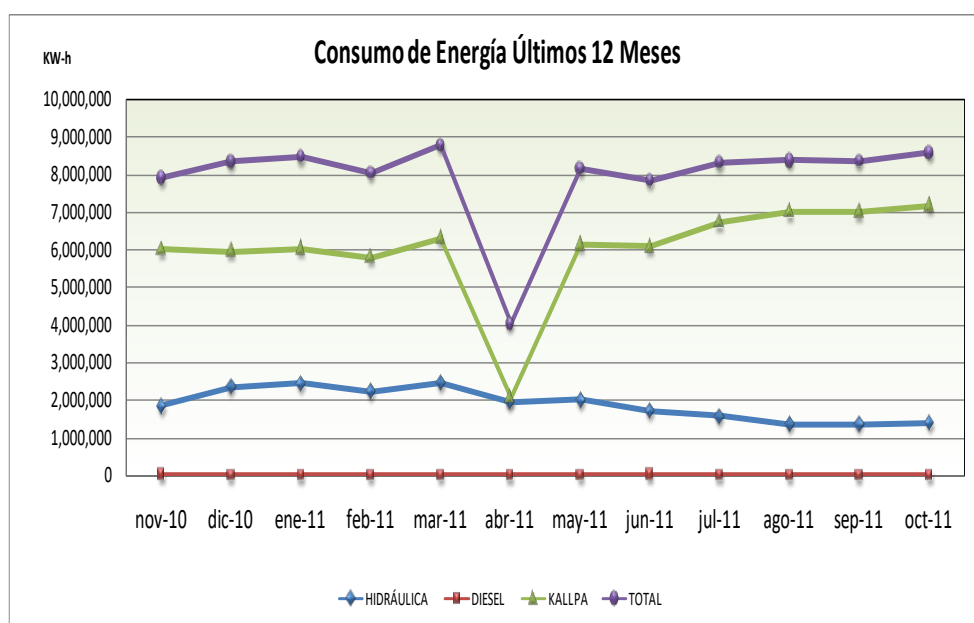
La Central hidroeléctrica cuenta con 3 turbinas que generan una potencia máxima de 3300 Kw en época de invierno y 1500 Kw en época de estiaje. La energía generada a octubre del 2011 alcanzó los 18'463,803 Kw h. El objetivo es llegar a los 22'750,000 Kw h para fin de año.

La energía aportada por la central hidroeléctrica de Patón representa el 24% del consumo total de la unidad. Si costeamos la energía generada a costo de mercado (0.06 US\$ / kw h), se tienen US\$ 1'107,828 que se deja de facturar hasta la fecha.

**TABLA 8. GENERACIÓN DE ENERGÍA 2011**

MESES	HIDRÁULICA	DIESEL	KALLPA	TOTAL	DEMANDA	PETRÓLEO
	(Kw-h)	(Kw-h)	(Kw-h)	(Kw-h)	(Kw-h)	(GLNS)
ene-11	2,444,892	0	6,039,485	8,484,377	13,684	79
feb-11	2,219,338	0	5,816,725	8,036,063	14,114	39
mar-11	2,457,748	0	6,327,813	8,785,561	14,360	92
abr-11	1,959,856	0	2,075,878	4,035,734	13,714	163
may-11	2,007,107	0	6,155,768	8,162,875	11,158	0
jun-11	1,718,335	23,032	6,107,556	7,848,923	12,649	1,805
jul-11	1,570,144	0	6,746,968	8,317,112	13,124	0
ago-11	1,349,555	0	7,022,532	8,372,087	12,700	0
sep-11	1,351,400	0	7,015,584	8,366,984	13,621	0
oct-11	1,385,428	0	7,188,907	8,574,335	13,441	
<b>TOTAL</b>	<b>18,463,803</b>	<b>23,032</b>	<b>60,497,216</b>	<b>78,984,051</b>	<b>14,360.00</b>	<b>4,291.91</b>

Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**FIGURA 15. CONSUMO DE ENERGÍA ÚLTIMOS 12 MESES**

Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**TABLA 9. CONSUMO DE ENERGÍA POR ÁREAS**

<b>Distribución de Energía Enero - Octubre 2,011</b>		
<b>Consumo</b>	<b>Acum.Kw-h</b>	<b>%</b>
Planta	42,242,410	53.47%
Mina	28,366,633	35.91%
Domiciliarios	3,304,217	4.18%
Perd. Trans.	1,986,845	2.51%
Of. Y talleres	1,258,007	1.59%
Perd. Distribución	820,772	1.04%
Prov. Oyón	302,756	0.38%
Consumo Central	305,059	0.39%
Alum. Público	307,792	0.39%
Ser. Sub Estación	105,532	0.13%
<b>Total</b>	<b>79,000,023</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## 5.7 SEGURIDAD

Buenaventura tiene implementado el sistema integrado Buenaventura SIB de seguridad, medio ambiente y calidad.

La unidad económica administrativa Uchucchacua ha certificado las normas internacionales de seguridad OHSAS 18001, de gestión medio ambiental ISO 14001 para todos sus procesos y la norma de calidad ISO 9001 para los procesos de planta de procesos, sistemas, mantenimiento de planta de procesos y laboratorio.

### 5.7.1 Índices 2011

Los objetivos de seguridad planteados para el presente año no han podido ser cumplidos debido a un accidente fatal que elevó los buenos índices mantenidos durante los primeros meses del año y años anteriores.

**TABLA 10. ÍNDICES DE SEGURIDAD 2011**

	Objetivo 2011	A octubre del 2011	A Agosto del 2011
Accidentes fatales	0	1	0
Índice de frecuencia	5	4.53	4.2
Índice de severidad	175	1658.56	174.2
Índice de accidentabilidad	0.88	7.51	0.73

Fuente: Área de Seguridad de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**TABLA 11. ESTADÍSTICAS DE SEGURIDAD 2011**

MES	Nº PERS.	Nº TAREAS	H. HOMBRE TRABAJADAS	ACCIDENTES		DIAS PERD.	INDICES		
				Incap.	Fatal		Frec.	Sev.	Accid.
ENERO	2,189	51,118	408,943	2	0	120	4.89	293.44	1.44
FEBRERO	2,194	48,969	391,754	3	0	142	7.66	362.47	2.78
MARZO	2,182	49,098	392,784	3	0	130	7.64	330.97	2.53
ABRIL	2,136	21,407	171,253	2	0	17	11.68	99.27	1.16
MAYO	2,280	54,916	439,325	1	0	10	2.28	22.76	0.05
JUNIO	2,289	55,043	440,345	1	0	60	2.27	136.26	0.31
JULIO	2,275	53,383	427,066	1	0	60	2.34	140.49	0.33
AGOSTO	2,323	52,830	422,639	0	0	0	0.00	0.00	0.00
SETIEMBRE	2,338	55,026	440,208	4	1	6,051	11.36	13,745.77	156.13
OCTUBRE	2,319	53,500	428,000	1	0	17	2.34	39.72	0.09
NOVIEMBRE									
DICIEMBRE									
TOTAL	2,253	495,290	3,962,317	18	1	6,607	4.80	1,667.46	8.00

Fuente: Área de Seguridad de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## 5.7.2 Proyectos de seguridad

Se han implementado dos proyectos: La Mina Escuela en interior mina y el Monitoreo micro sísmico de las labores.

### 5.7.2.1 Mina Escuela

Consiste en un entrenamiento de acuerdo a las actividades críticas basado en cursos básicos de seguridad (cartillas de capacitación) que sirven de refuerzo a los trabajadores. Es dictado por profesionales y técnicos de las áreas de Mina, Geomecánica, Seguridad (compañía y empresas especializadas) en interior mina (Cx. 694SE, nivel 4120 de la mina Socorro).

### 5.7.2.2 Monitoreo Micro sísmico

Este sistema permite la identificación, localización, visualización y registro de los eventos microsísmicos que ocurren en la mina. Fue implementado a raíz de los eventos de estallido de roca ocurridos en la unidad económica administrativa Uchucchacua. Gracias al monitoreo microsísmico se pueden identificar:

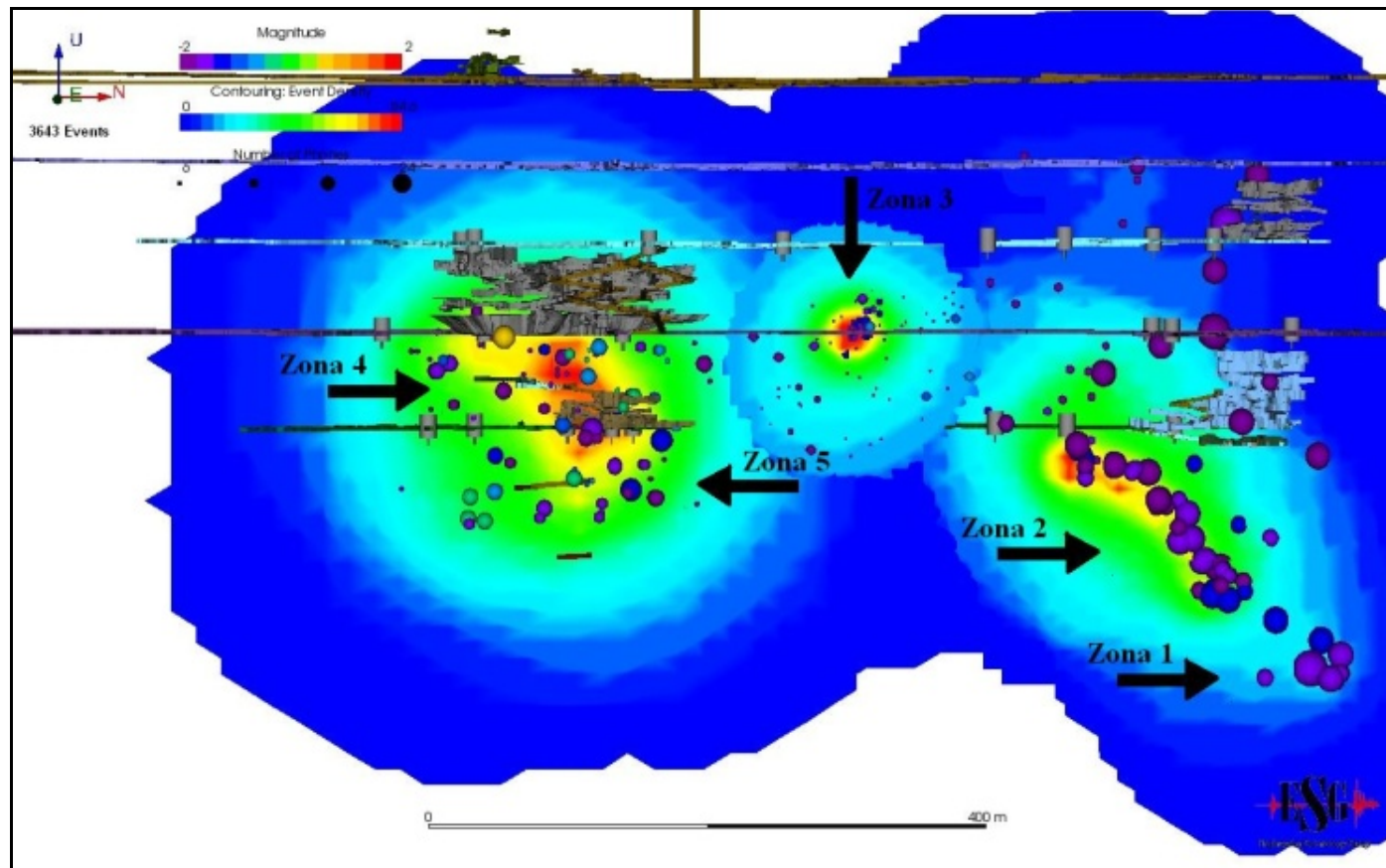
- **Áreas de preocupación:** Nos revela patrones de incremento de esfuerzos alrededor de las excavaciones (galerías, cruceros, rampas, tajos, etc.) identificando regiones con problemas antes de que estos alcancen una etapa crítica y así centrarse en ellos

con el fin de minimizar el efecto sobre la seguridad y la producción.

- **Soporte de excavaciones:** Ofrece un seguimiento de niveles de liberación de energía, lo que provee información cuantitativa para diseñar el soporte de las excavaciones.
- **Seguridad:** La mina está utilizando el monitoreo micro sísmico para definir los niveles de seguridad, la micro sismicidad es de uso común para el establecimiento de protocolos de re-entrada, es decir la definición de la línea de tiempo cuando nuevamente es seguro enviar personal. En caso de que ocurran grandes explosiones de roca, la evacuación del área respectiva (s) se llevará a cabo en confirmación con la localización de la micro-sismicidad de tal manera que los operadores de mina pueden ser correctamente dirigidos a zonas seguras dentro de la mina.

Este sistema nos provee información valiosa, pero se debe evitar el sobrelaboreo minero y el sostenimiento preventivo como medida de control principal.

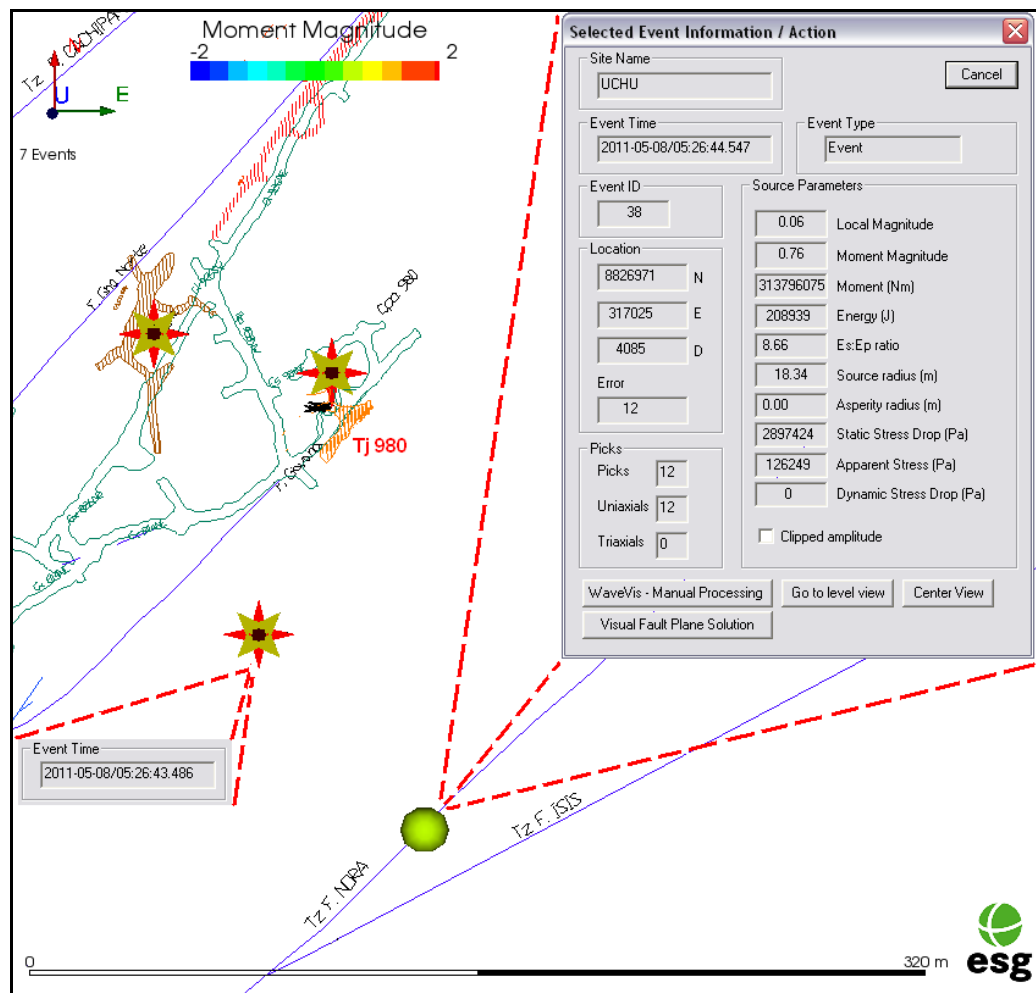
FIGURA 15. REGISTRO DE LOS EVENTOS MEDIANTE EL SISTEMA DE MONITOREO MICROSÍSMICO



Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa Uchucchacua



**FIGURA 16. INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL SISTEMA DE MONITOREO MICROSÍSMICO**



Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa  
Uchucchacua

## 5.8 MEDIO AMBIENTE

Se encuentra en actual ejecución la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y el programa de forestación.

### **5.8.1 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Su objetivo es dotar a la unidad económica administrativa Uchucchacua de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas moderno, que permita el mejor reaprovechamiento del agua tratada. Asimismo, renovar los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la unidad.

El sistema consiste en una planta para tratar un caudal de 7.5 l/s de aguas servidas domésticas, empleando el proceso biológico de Lodos Activados con Aireación Extendida, el cual asegura de una manera eficaz la reducción del DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y los sólidos en suspensión (TSS) presentes en el agua residual.

Consta de cuatro principales etapas: ecualización, tratamiento biológico, decantación y desinfección. Este tratamiento produce un efluente final que cumple con los parámetros solicitados por DIGESA y la ANA, y un exceso de fango casi totalmente oxidado que puede ser dispuesto separadamente.

## FIGURA 17. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS



Fuente: Área de Medio ambiente de la unidad económica administrativa Uchucchacua

### 5.8.2 Programa de Reforestación

El objetivo es crear un impacto visual positivo en el entorno de la unidad y crear microclimas a través de la introducción de especies arbóreas a 4400 msnm.

## FIGURA 18. APLICACIÓN DE HIDROSORB



Fuente: Área de Medio ambiente de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## 5.9 COSTOS

### 5.9.1 Costos de producción (US\$/ tcs)

Se tiene un costo de producción promedio de 108.6 US\$/TCS.

En la **Tabla 12** se observan los costos de producción de la unidad.

### 5.9.2 Cash Cost (US\$/Oz)

Se tiene un cash cost promedio de 16.01 US\$/Oz.

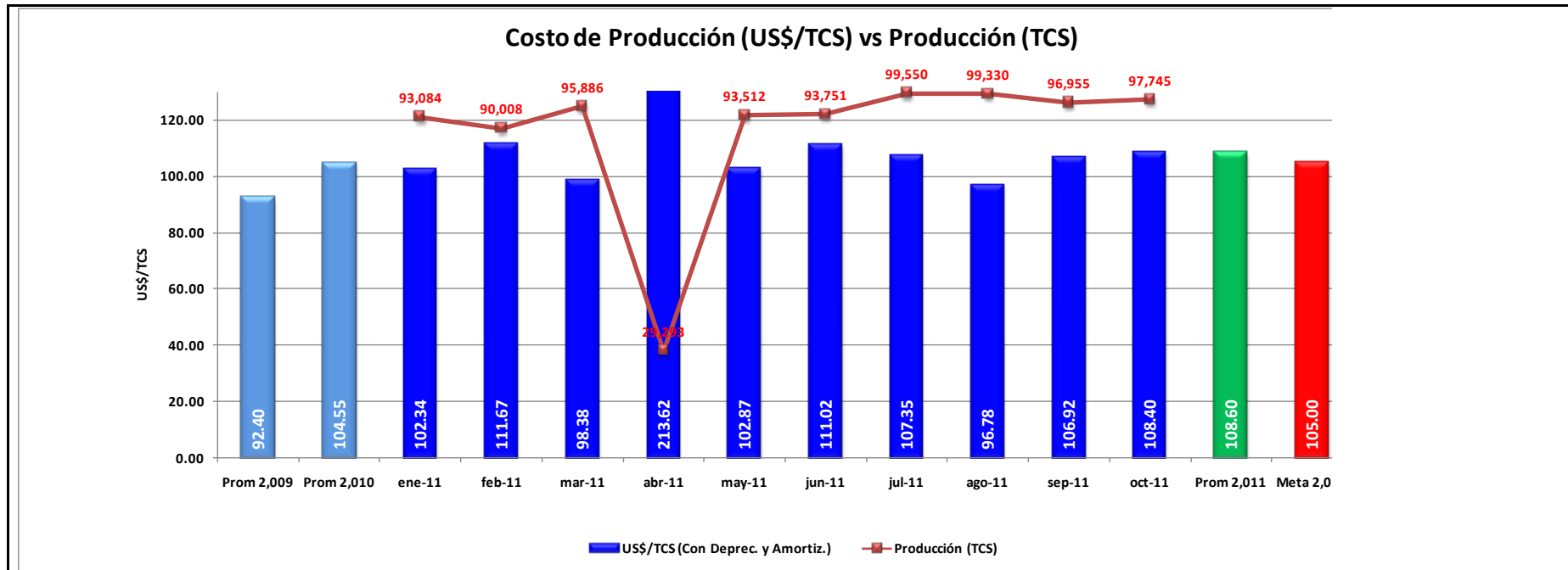
En la **Tabla 13** se observa el *cash cost* de la unidad.

**TABLA 12. COSTOS DE PRODUCCIÓN US\$/TCS ENERO-OCTUBRE 2,011**

COSTO DE PRODUCCION	Prom 2,009	Prom 2,010	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	Prom 2,011
Mano de Obra	15.12	17.00	15.46	16.62	16.47	55.95	15.44	26.86	22.73	16.94	17.90		19.96
Suministros	18.65	18.25	17.28	19.18	17.31	15.32	19.99	16.74	18.15	16.70	18.34		17.85
Contratistas	34.71	41.35	46.48	48.60	43.31	77.96	44.63	42.79	44.67	39.78	45.36		45.64
Diversos	11.35	13.79	10.19	13.41	12.41	34.35	12.60	15.24	12.94	13.97	16.12		14.15
Depreciación	6.88	9.12	8.39	8.72	8.20	26.81	6.64	6.27	5.92	5.90	5.82		7.69
Amortización	5.68	5.05	4.52	5.15	0.69	3.23	3.59	3.11	2.95	3.49	3.37		3.34
<b>Total Costo de Producción</b>	<b>7,832,022</b>	<b>8,829,137</b>	<b>9,525,949</b>	<b>10,051,602</b>	<b>9,433,579</b>	<b>6,257,549</b>	<b>9,619,957</b>	<b>10,408,529</b>	<b>10,687,031</b>	<b>9,613,169</b>	<b>10,366,320</b>	<b>10,595,586</b>	<b>9,551,521</b>
<b>US\$/TCS (Con Deprec. y Amortiz.)</b>	<b>92.40</b>	<b>104.55</b>	<b>102.34</b>	<b>111.67</b>	<b>98.38</b>	<b>213.62</b>	<b>102.87</b>	<b>111.02</b>	<b>107.35</b>	<b>96.78</b>	<b>106.92</b>	<b>108.40</b>	<b>108.60</b>
Total Costo de Producción	6,766,854	7,632,893	8,323,485	8,803,095	8,581,190	5,377,737	8,663,639	9,528,979	9,804,371	8,680,439	9,474,997		8,581,993
US\$/TCS (Sin Deprec. y Amortiz.)	79.84	90.38	89.42	97.80	89.49	183.59	92.65	101.64	98.49	87.39	97.73		97.60
Producción (TCS)	84,760	84,450	93,084	90,008	95,886	29,293	93,512	93,751	99,550	99,330	96,955	97,745	87,930
Onzas de AG	879,507	772,477	804,951	838,028	861,680	265,705	903,582	879,566	909,603	915,874	925,726		811,635
TCS de Zn	759	642	774	827	499	127	510	526	532	532	774		567
TCS de Pb	784	724	683	796	695	203	660	709	734	650	720		650

Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**FIGURA 19. COSTOS DE PRODUCCIÓN US\$/TCS ENERO-OCTUBRE 2,011**



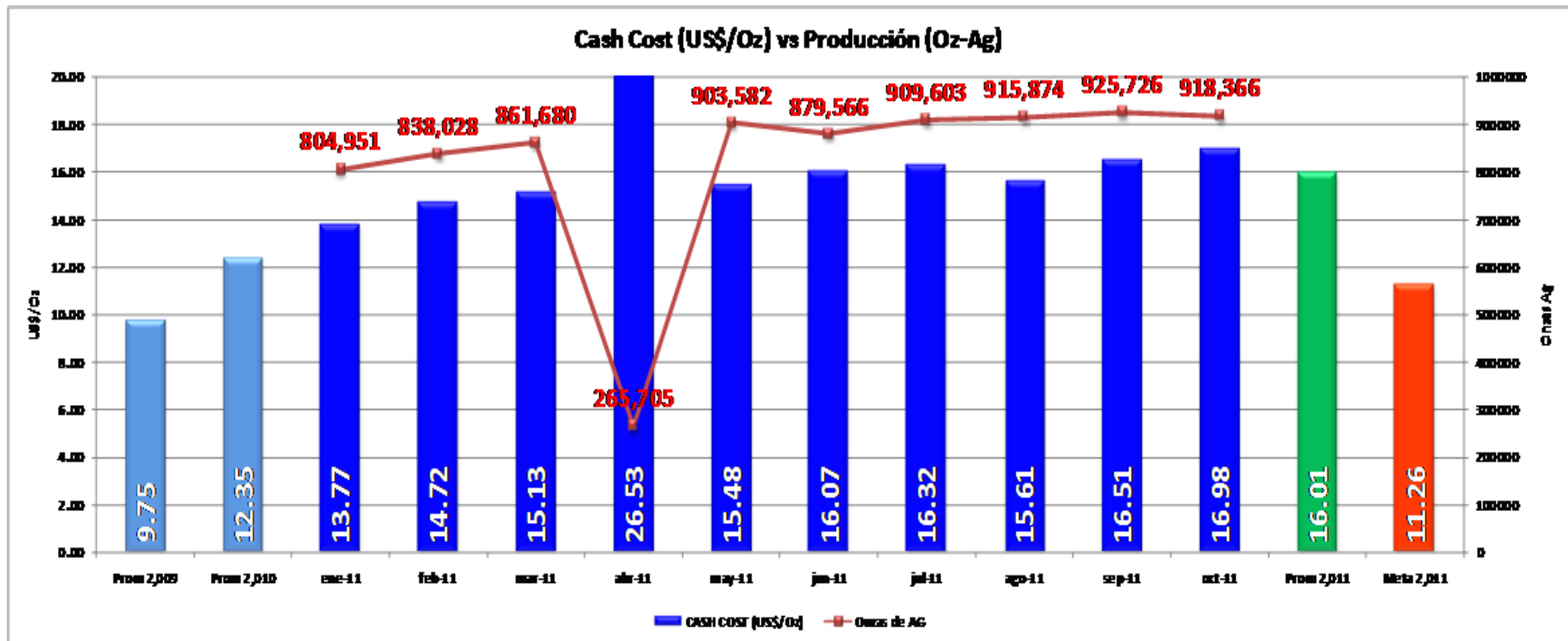
Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**TABLA 13. CASH COST US\$/OZ ENERO-OCTUBRE 2,011**

CASH COST (US\$/Oz)	Prom 2,009	Prom 2,010	ene-11	feb-11	mar-11	abr-11	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	Prom 2,011
Mano de Obra	1.44	1.83	1.76	1.76	1.81	6.08	1.58	2.83	2.46	1.81	1.85		2.13
Suministros	1.79	1.98	1.99	2.06	1.92	1.68	2.05	1.78	1.98	1.79	1.89		1.92
Contratistas	3.35	4.52	5.38	5.22	4.82	8.60	4.46	4.56	4.89	4.31	4.75		4.93
Diversos	1.05	1.44	1.17	1.43	1.37	3.72	1.16	1.48	1.36	1.45	1.53		1.46
Depreciación	0.66	1.00	0.97	0.94	0.91	2.96	0.69	0.67	0.65	0.64	0.61		0.83
Amortización	0.55	0.55	0.52	0.55	0.08	0.36	0.37	0.33	0.32	0.38	0.35		0.36
Comunidades Mina	0.07	0.10	0.04	0.04	0.05	0.16	0.34	0.18	0.09	0.10	0.21		0.14
<b>TOTAL COSTO OPERACIÓN</b>	<b>8.91</b>	<b>11.43</b>	<b>12.27</b>	<b>12.41</b>	<b>11.35</b>	<b>24.42</b>	<b>11.17</b>	<b>12.09</b>	<b>12.38</b>	<b>11.02</b>	<b>11.64</b>	<b>11.07</b>	<b>12.24</b>
(Contribución Sub Productos)	-2.74	-3.71	-4.33	-4.64	-3.21	-2.77	-2.64	-3.03	-3.26	-2.90	-3.40	-3.40	-3.38
Gastos de Venta	0.56	0.77	0.58	1.10	1.15	1.30	1.34	0.74	1.02	1.28	1.61	2.27	1.12
Deducciones	4.23	5.42	7.18	7.75	7.23	7.76	7.20	7.52	7.79	7.74	8.06	8.00	7.57
<b>Total Costo de Oper. y Ventas</b>	<b>10.96</b>	<b>13.90</b>	<b>15.70</b>	<b>16.63</b>	<b>16.52</b>	<b>30.71</b>	<b>17.06</b>	<b>17.33</b>	<b>17.92</b>	<b>17.14</b>	<b>17.91</b>	<b>17.94</b>	<b>17.55</b>
Depreciación y Amortización	1.21	1.55	1.49	1.49	0.99	3.31	1.06	1.00	0.97	1.02	0.96	0.96	1.19
<b>CASH COST (US\$/Oz)</b>	<b>9.75</b>	<b>12.35</b>	<b>13.77</b>	<b>14.72</b>	<b>15.13</b>	<b>26.53</b>	<b>15.48</b>	<b>16.07</b>	<b>16.32</b>	<b>15.61</b>	<b>16.51</b>	<b>16.98</b>	<b>16.01</b>
Onzas de AG	879,507	772,477	804,951	838,028	861,680	265,705	903,582	879,566	909,603	915,874	925,726	918,366	813,275

Fuente: Área de Planeamiento de la Unidad Económica Administrativa Uchucchacua

FIGURA 20. CASH COST US\$/OZ ENERO-OCTUBRE 2,011



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua



## **CAPÍTULO 6: BOMBEO DE LA MINA UCHUCCHACUA**

La mina Uchucchacua presenta un período estacional de lluvias entre los meses de octubre a abril que produce un aumento considerable del caudal de agua perjudicando el normal curso de las operaciones. A partir del mes de noviembre hasta abril se presenta un incremento considerable de agua en la mina, colmatándose las fallas y fracturas del macizo rocoso y brotando por las mismas, inclusive del suelo en zonas puntuales.

La profundización de las minas Socorro y Carmen son zonas afectadas. Las operaciones actualmente se encuentran en la cota 3840, es decir 280 m por debajo del nivel de drenaje 4120 y éstas profundizan cada día más. Las principales reservas se encuentran en el nivel 3850 de la mina

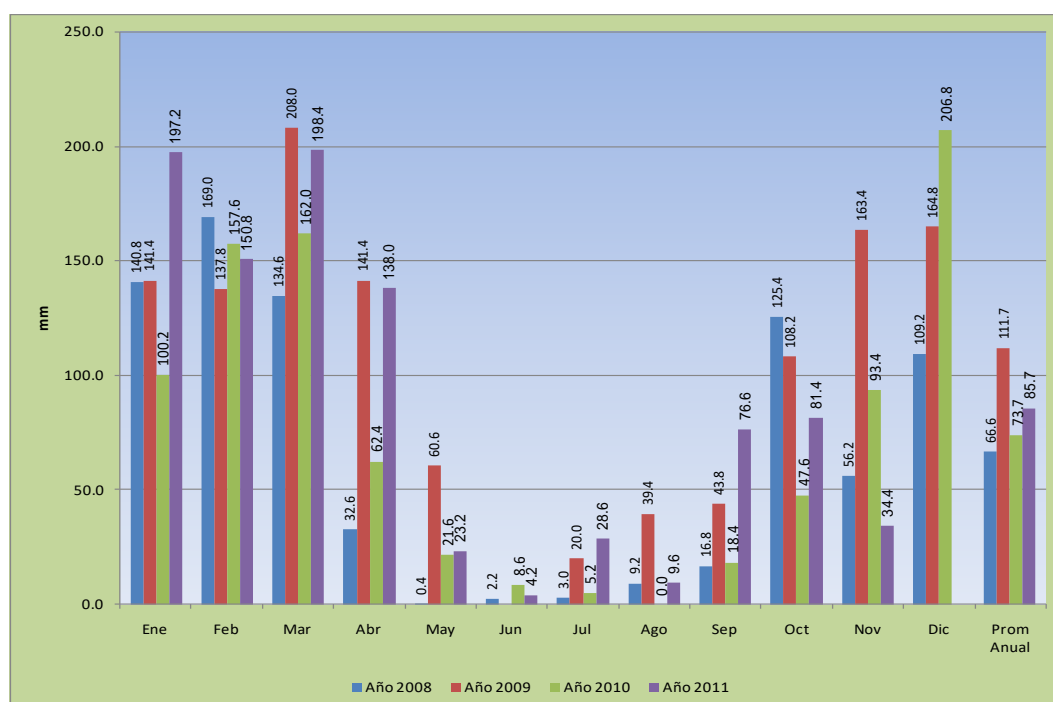
Socorro y se requiere garantizar la continuidad de las operaciones durante la temporada de lluvias.

## 6.1 PRECIPITACIONES

Las precipitaciones en la zona de la mina Uchucchacua varían mes a mes, alcanzando sus mayores valores entre los meses de octubre a abril de cada año con precipitaciones de hasta 208mm. La intensidad de las precipitaciones depende del fenómeno del Niño.

En la **Figura 21** se pueden observar las precipitaciones mensuales promedio durante los años 2008 a 2011.

**FIGURA 21. PRECIPITACIONES MENSUALES PROMEDIO  
AÑOS 2008-2011**



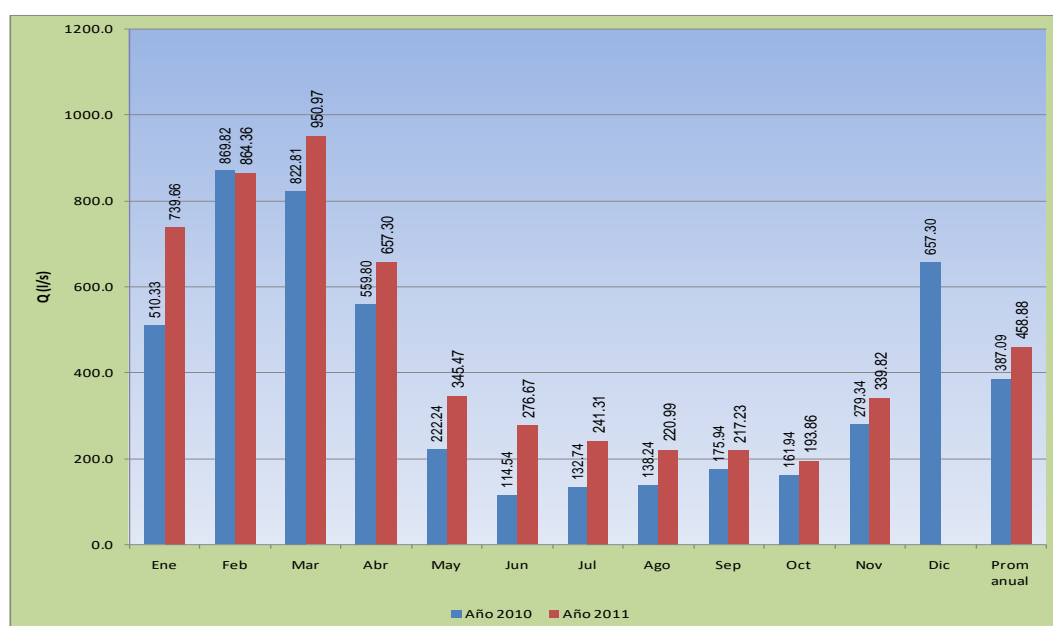
Fuente: Elaboración propia

## 6.2 DESCARGA DE EFLUENTES A TRAVÉS DEL TUNEL PATÓN

El nivel 4120 es el nivel de drenaje principal de la mina. A través del túnel Patón sale el agua a superficie. Por él discurren tanto las aguas de bombeo de la parte baja de la mina así como el agua que llega por gravedad. A la fecha se descarga por bombeo a este nivel 484 l/s. Se ha propuesto para la temporada de lluvias 2011-2012 bombear 1330 l/s al nivel 4120. Salvo el nivel 4360, al que se tiene instalado la descarga de un sistema de bombeo de emergencia de 80 l/s, por el resto de bocaminas se captan caudales pequeños de agua sólo por gravedad.

En la **Figura 22** se observa el caudal promedio mensual 2011 medido en el EU-20. Este punto se encuentra a 1 km de la bocamina del túnel Patón.

**FIGURA 22. CAUDALES PROMEDIO DE DESCARGA DE EFLUENTES DEL TÚNEL PATÓN AÑOS 2010-2011**



Fuente: Elaboración propia

## **6.3 BOMBEO EN UCHUCCHACUA**

### **6.3.1 Capacidad de bombeo de la mina**

La capacidad de descarga por bombeo de la mina al nivel 4120 concebida para la temporada de lluvias 2011-2012 es de 1330 l/s, en la temporada de lluvias 2010 -2011 se bombearon 484 l/s. El caudal de agua que sale de la mina por la bocamina Patón es de 950 l/s como promedio mensual en la temporada de precipitaciones más alta, entre agua bombeada y agua que cae por gravedad.

Esta diferencia se explica debido a la existencia de un sistema escalonado de estaciones de bombeo que no permite que el agua que filtra en la zona más alta por debajo del nivel 4120 (nivel de drenaje) llegue hasta la profundización a fin de ahorrar energía en bombeo. Estas estaciones cuentan con más de una bomba, que no son usadas a su máxima capacidad o se mantienen en *stand by* debido al uso estacional que se les da o por razones de prevención. Existen asimismo picos diarios de bombeo mayores.

### **6.3.2 Estaciones de bombeo**

El bombeo en la mina Uchucchacua se realiza en estaciones principales, estaciones secundarias, y estaciones de avance. También existen pequeñas pozas de avance. Normalmente se construyen junto al avance de las rampas de profundización.

### **6.3.2.1 Estaciones principales**

Se ubican en zonas de muy alta concentración de agua y por debajo de un nivel principal, luego de una evaluación por el Área de Planeamiento con el área encargada de drenaje y bombeo.

Su diseño considera dos o tres deslamadores, un tanque de agua tipo sifón, una cámara de bombeo con bombas estacionarias, una cámara para la acumulación de lama producto de la limpieza y una chimenea para la descarga.

El tramo desde el primer hasta el último deslamador debe tener una gradiente de no más de 1% con el fin de no perder capacidad en los deslamadores ni en el tanque de agua sifón. Idealmente, los deslamadores deberían encontrarse en la misma cota. El volumen del tanque sifón debe ser tal que almacene suficiente cantidad de agua para que las bombas funcionen de manera continua.

Tienen distintas capacidades de bombeo, de acuerdo al caudal presentado durante la temporada de lluvias. A mayor capacidad de la bomba, mayor volumen del tanque sifón. Adicionalmente, a mayor capacidad de la bomba, el motor requerirá mayor potencia por lo que los intervalos entre el arranque y apagado debe ser mayor. Las bombas usadas son estacionarias. Las tuberías de succión y descarga tienen diámetros mayores a 10".

Se cuenta con estaciones principales en la mina Carmen nivel 4120 y mina Carmen nivel 3990.

#### **6.3.2.2 Estaciones secundarias**

Se ubican en zonas de alta concentración de agua y por debajo de un nivel principal, luego de una evaluación por el área de Planeamiento con el área encargada de drenaje y bombeo. Su implementación a partir de cámaras existentes se ha iniciado en la mina Socorro por debajo del nivel 3990.

Su diseño considera dos deslamadores, un tanque de agua, una cámara de bombeo con bombas estacionarias, una cámara para la acumulación de lama producto de la limpieza. La chimenea para la descarga es la misma de servicios y ventilación de la rampa.

El tramo desde el primer hasta el último deslamador debe tener una gradiente de no más de 1% con el fin de no perder capacidad en los deslamadores ni en el tanque de agua. Idealmente, los deslamadores deberían encontrarse en la misma cota. El volumen del tanque debe almacenar suficiente cantidad de agua para que las bombas funcionen de manera continua durante la temporada de lluvias.

Las bombas usadas son estacionarias. Tienen distintas capacidades de bombeo. Las tuberías de succión y descarga tienen diámetros de 8" y 6".

Se cuenta con estaciones secundarias en la mina Socorro en la rampa 626 nivel 3920, rampa 626-1 nivel 3920, Mina Carmen nivel 4360.

### **6.3.2.3 Estaciones de avance**

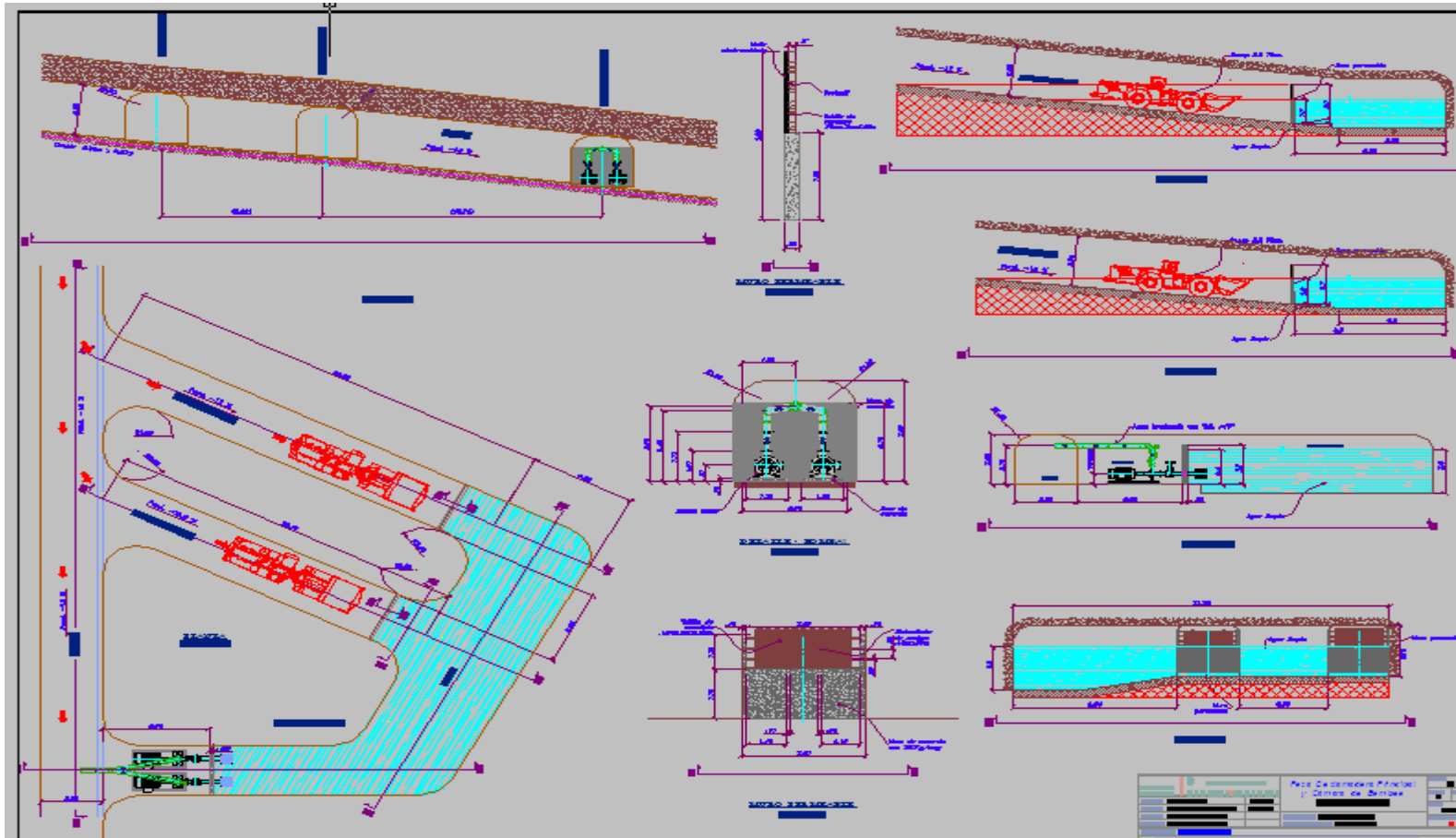
Se ubican por debajo del ingreso a cada nivel, en cada rampa de profundización, de preferencia en zonas con filtraciones de agua.

El diseño de la excavación es de forma triangular, con sección 3.5 m x 3.5 m con un ingreso para cámara de deslame con gradiente -13% para la limpieza con equipo y un ingreso para cámara de bomba estacionaria con gradiente horizontal de por lo menos 7 m. Asimismo, cuentan con una cámara para limpieza próxima al deslamador.

Las bombas usadas, al estar cerca al avance son sumergibles, aunque se les prepara una losa y tuberías de succión del modelo estacionario para cuando se profundice. Las tuberías de succión y descarga tienen diámetros de 6" y 4" de diámetro.

Se cuenta con estaciones secundarias en la mina Socorro a lo largo de las rampas 626 y 626-1.

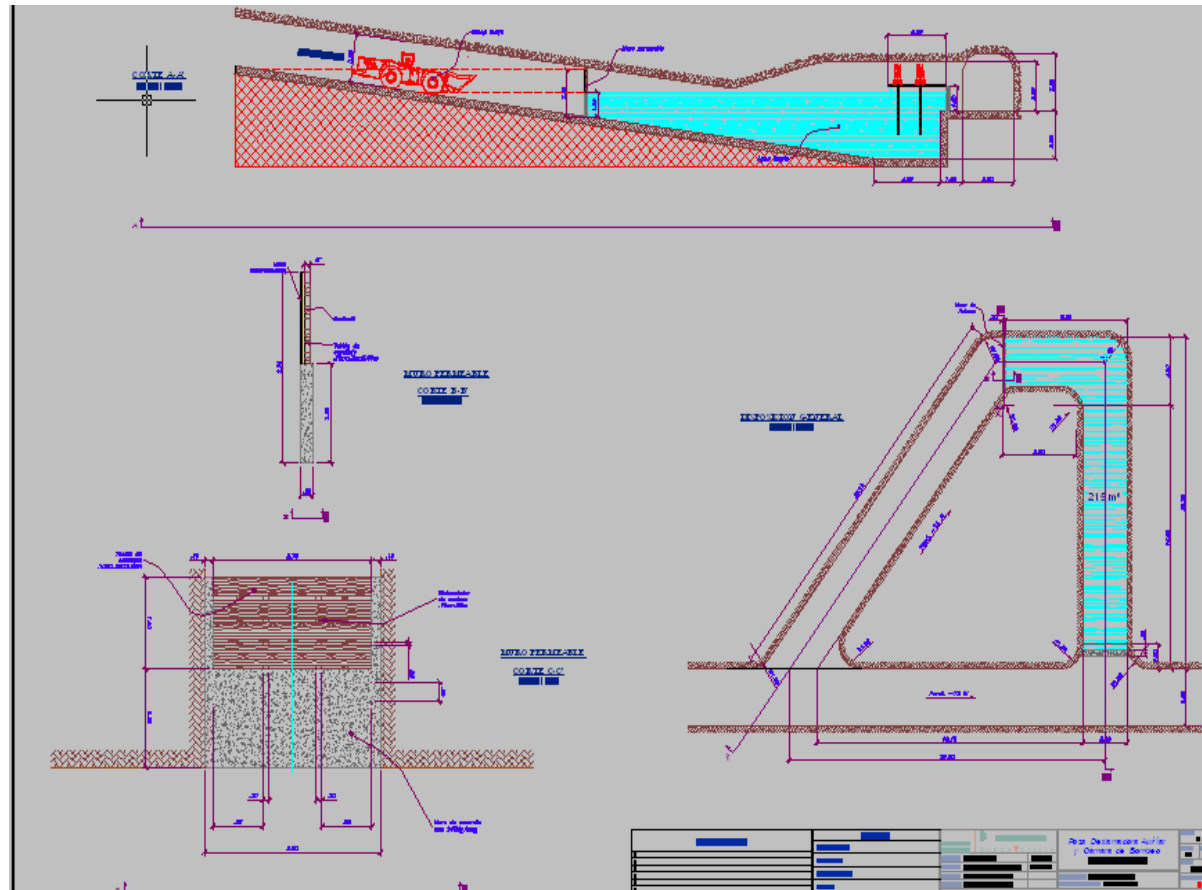
FIGURA 23. DISEÑO DE ESTACIÓN SECUNDARIA EN UCHUCCHACUA



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua



FIGURA 24. DISEÑO DE ESTACIÓN DE AVANCE EN UCHUCCHACUA



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

### 6.3.3 BOMBAS

En Uchucchacua se usan tanto bombas estacionarias como sumergibles.

En la **Tabla 14** se tiene una relación de las bombas usadas en la unidad económica administrativa Uchucchacua.

**TABLA 14. CARACTERÍSTICAS DE BOMBAS USADAS EN INTERIOR MINA EN LA UNIDAD PRODUCTIVA UCHUCCHACUA**

Tipo	Marca	Modelo	Caudal nominal ( l/s )	Altura nominal ( m )	Potencia ( HP )	Diámetro de tubería de descarga ( pulgadas )
Estacionaria	GOULDS	3409	250	150	900	18
Estacionaria	GOULDS	3700 MA	80	160	250	10
Sumergible	FRANKLIN	HC 6410	80	170	250	8
Sumergible	TSURUMI	LH 6110	50	170	150	8
Sumergible	TSURUMI	LH 8110	108	107	150	8
Sumergible	TSURUMI	LH 645	50	103	50	6
Sumergible	GRINDEX	Maxi H	30	80	46	4
Sumergible	GRINDEX	Midi	21	70	17	2
Sumergible	GRINDEX	Matador	15	50	15	2
Sumergible	GRINDEX	Major	15	50	8.3	2

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.3 Bombeo en la mina Socorro

El bombeo en la mina Socorro se realiza en etapas en cada una de las rampas: 626 y 626-1.

**En la rampa 626**, a la fecha se tiene el siguiente sistema:

1. El agua del frente es bombeada con bombas Grindex Major hasta una poza de avance ( No hay estación de avance ).

2. Desde la poza de avance avance hasta una estación secundaria en el nivel 3920, el agua es bombeada con una bomba Grindex Matador.
3. Desde la estación secundaria 3920, con bombas tsurumi LH 6110 y tubería de 8" de diámetro, se bombea 70 m de altura a través del *raise climber* 626-2 hasta el nivel 3990. Esta agua discurre por gravedad hacia la mina Carmen y es captada por el nuevo sistema de bombeo nivel 3970 mina Carmen.
4. Desde la estación secundaria 3920, con bombas tsurumi LH 8110 y LH 645 a través de tuberías de 8" y 6" de diámetro, se bombea por la rampa una distancia de 571 m ( altura de 74 m) hasta la estación secundaria del nivel 3990.
5. Desde la estación secundaria 3990, con bombas Goulds 3700 MA y Tsurumis LH 6110 de diámetros 10" y 8" se bombea 130 m a través del *raise climber* 626-1 hasta el nivel 4120. En este nivel, el agua por gravedad se desplaza hasta el túnel Patón.
6. El agua que discurre entre los niveles 4120 y 060 es captada con bombas Grindex Maxi H en las zonas de trabajo como bombeo de avance hacia el nivel 4120. En este nivel, el agua por gravedad se desplaza hasta el túnel Patón.

**En la rampa 626-1** se cuenta con el siguiente sistema:

1. El agua del frente es bombeada con bombas Grindex Major y tubería de 2" de diámetro hasta una estación de avance.
2. Desde la estación de avance hasta una estación principal en el nivel 3920, el agua es bombeada con una bomba Grindex Maxi H y tubería de 4" de diámetro.
3. Desde la estación secundaria 3920, con una bomba Maxi H y tubería de 6" de diámetro, se bombea 300m a través de la rampa hasta una poza de avance. Desde esta poza otra bomba Maxi H con tubería de 6" de diámetro bombea hasta la estación secundaria 3990 por la chimenea 626-1 una altura de 35 m.
4. Desde la estación secundaria 3920, con una bomba Franklin HC 6410 y tubería de 8" de diámetro, se bombea 300 m a través de la rampa y luego por una chimenea de longitud 35 m hasta la estación secundaria 3990.
5. Desde la estación secundaria 3990, con bombas Goulds 3700 MA y Tsurumis LH 6110 de diámetros 10" y 8" se bombea 130 m a través del *raise climber* 626-1 hasta el nivel 4120. En este nivel, el agua por gravedad se desplaza hasta el túnel Patón.

En las **Tabla 15 y 16** se muestran las bombas instaladas y características particulares del bombeo en la mina Socorro.

**TABLA 15. BOMBAS EN LA MINA SOCORRO DEL NIVEL 3920 AL NIVEL 3990 EN ÉPOCA SECA, DE LLUVIAS Y CONTINGENCIA**

BOMBAS QUE TRABAJARON EN INUNDACION MINA SOCORRO									
BOMBEA DE :	MARCA	MODELO	CAUDAL NOMINAL (l/s)	ALTURA NOMINAL (m)	CAUDAL REAL INC PERDIDAS (l/s)	CAUDAL REAL TOTAL (l/s)	ALTURA(m)	A NIVEL :	Longitud Tuberia (m)
3920	TSURUMI 08	LH 6110	50	170	35	285,6	70	3990	571
	TSURUMI 11	LH 6110	50	170	35		70	3990	571
	TSURUMI 13	LH 8110	108	107	75,6		70	3990	571
	TSURUMI 07	LH 645	50	103	35		70	3990	571
	TSURUMI 04	LH 645	50	103	35		70	3990	571
	MAXI 22	H	50	103	35		70	3990	571
	MAXI 20	H	50	103	35		70	3990	571
BOMBAS INSTALADAS ACTUALMENTE MINA SOCORRO									
BOMBEA DE :	MARCA	MODELO	CAUDAL NOMINAL (l/s)	ALTURA NOMINAL (m)	CAUDAL REAL INC PERDIDAS (l/s)	CAUDAL REAL TOTAL (l/s)	ALTURA(m)	A NIVEL :	Longitud Tuberia (m)
3920	TSURUMI 08	LH 6110	50	170	35	145,6	70	3990	571
	TSURUMI 13	LH 8110	108	107	75,6		70	3990	571
	TSURUMI 07	LH 645	50	103	35		70	3990	571
BOMBAS A INSTALARSE EN CONTINGENCIA MINA SOCORRO									
BOMBEA DE :	MARCA	MODELO	CAUDAL NOMINAL (l/s)	ALTURA NOMINAL (m)	CAUDAL REAL INC PERDIDAS (l/s)	CAUDAL REAL TOTAL (l/s)	ALTURA(m)	A NIVEL :	Longitud Tuberia (m)
3920	TSURUMI	LH 6110	50	170	35	331,8	70	3990	571
	TSURUMI	LH 8110	108	107	75,6		70	3990	571
	TSURUMI	LH 8110	108	107	75,6		70	3990	571
	TSURUMI	LH 645	50	103	35		70	3990	571
	TSURUMI	LH 8110	108	107	75,6		70	3990	571
	MAXI	H	50	103	35		70	3990	571

Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**TABLA 16. BOMBAS EN LA MINA SOCORRO DEL NIVEL 3990 AL NIVEL 4120 EN ÉPOCA SECA, DE LLUVIAS Y CONTINGENCIA**

BOMBEA DE :	MARCA	MODELO	CAUDAL NOMINAL (l/s)	ALTURA NOMINAL (m)	CAUDAL REAL INC PERDIDAS (l/s)	CAUDAL TOTAL (l/s)	ALTURA(m)	A NIVEL :	Longitud Tubería (m)
3990 RMPA 626 GAL 422 RMPA 626-1	GOULDS 10	3700 MA	80	160	68	289	130	4120	214
	GOULDS 08	3700 MA	80	160	68		130	4120	214
	FRANKLIN 02	HC-6410	80	130	68		130	4120	214
	TSURUMI 09	LH 6110	50	170	42,5		130	4120	214
	TSURUMI 12	LH 6110	50	170	42,5		130	4120	214
<b>BOMBAS INSTALADAS ACTUALMENTE MINA SOCORRO</b>									
BOMBEA DE :	MARCA	MODELO	CAUDAL NOMINAL (l/s)	ALTURA NOMINAL (m)	CAUDAL REAL INC PERDIDAS (l/s)	CAUDAL TOTAL (l/s)	ALTURA(m)	A NIVEL :	Longitud Tubería (m)
3990 RMPA 626 GAL 422 RMPA 626-1	GOULDS 10	3700 MA	80	160	68	221	130	4120	214
	GOULDS 08	3700 MA	80	160	68		130	4120	214
	TSURUMI 09	LH 6110	50	170	42,5		130	4120	214
	TSURUMI 12	LH 6110	50	170	42,5		130	4120	214
<b>BOMBAS A INSTALARSE EN CONTINGENCIA MINA SOCORRO</b>									
BOMBEA DE :	MARCA	MODELO	CAUDAL NOMINAL (l/s)	ALTURA NOMINAL (m)	CAUDAL REAL INC PERDIDAS (l/s)	CAUDAL TOTAL (l/s)	ALTURA(m)	A NIVEL :	Longitud Tubería (m)
3990 RMPA 626 GAL 422 RMPA 626-1	GOULDS 10	3700 MA	80	160	68	374	130	4120	214
	GOULDS 08	3700 MA	80	160	68		130	4120	214
	FRANKLIN	HC-6410	80	170	68		130	4120	214
	TSURUMI 09	LH 6110	50	170	42,5		130	4120	214
	TSURUMI 12	LH 6110	50	170	42,5		130	4120	214
	TSURUMI	LH 6110	50	170	42,5		130	4120	214
	TSURUMI	LH 6110	50	170	42,5		130	4120	214

Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

### 6.3.4 Bombeo en la mina Carmen

El bombeo en la mina Carmen se realiza en etapas a través del piquey por la rampa 760.

**En la rampa 760**, a la fecha se tiene el siguiente sistema:

1. El agua del frente es bombeada con bombas Grindex Matador hasta una estación de avance.
2. Desde la estación de avance 3920 se bombea con una bomba Grindex Maxi H y tubería de 6" una distancia de 340 m ( 45m de altura) hasta otra estación de avance 3950.
3. Desde la estación de avance 3950, con una bomba Grindex Maxi H y tubería de 6" de diámetro se bombea hasta la estación secundaria 3990 una distancia de 318 m ( 31 m de altura) lo largo de la rampa.
4. Desde la estación secundaria 3990, se bombea con bombas Goulds 3700 MA y Tsurumi LH 6110 y tuberías de 10" y 8" de diámetro a través del pique Master una altura de 140m.
5. Desde la estación secundaria 3990, se bombea con bombas Goulds 3700 MA y Tsurumi LH 6110 y tuberías de 10" y 8" de diámetro a lo largo de la rampa hasta una poza en el nivel 060, desde donde se bombea con bombas Goulds 3700 hasta el nivel 4120 a través de la chimenea 060 una altura de 60 m.

**TABLA 17. BOMBAS EN LA MINA CARMEN DEL NIVEL 3990 AL NIVEL 4120 EN ÉPOCA SECA, DE LLUVIAS Y CONTINGENCIA**

BOMBEA DE :	MARCA	MODELO	CAUDAL NOMINAL (l/s)	ALTURA NOMINAL (m)	CAUDAL REAL INC PERDIDAS (l/s)	CAUDAL REAL TOTAL (l/s)	ALTURA (m)	A NIVEL :	Longitud Tubería (m)
<b>3990</b>	TSURUMI 05	LH 6110	50	170	37,5	195	65	4055	
	GOULDS N° 4	3700	60	160	45		130	4120	715
	GOULDS N° 9	3700 MA	60	160	45		130	4120	715
	TSURUMI 09	LH 6110	50	170	37,5		130	4120	715
	GRINDEX 01	MAXI H	50	103	37,5		50	4040	
	GRINDEX 05	MAXI H	50	103	37,5		30	4020	
<b>BOMBAS INSTALADAS ACTUALMENTE MINA CARMEN</b>									
BOMBEA DE :	MARCA	MODELO	CAUDAL NOMINAL (l/s)	ALTURA NOMINAL (m)	CAUDAL REAL INC PERDIDAS (l/s)	CAUDAL REAL TOTAL (l/s)	ALTURA (m)	A NIVEL :	Longitud Tubería (m)
<b>3990</b>	GOULDS N° 4	3700	60	160	45	120	130	4120	715
	GOULDS N° 9	3700 MA	60	160	45		130	4120	715
	TSURUMI 09	LH 6110	50	170	37,5		130	4120	715
	GRINDEX 01	MAXI H	50	103	37,5		50	4040	
<b>BOMBAS A INSTALARSE EN CONTINGENCIA MINA CARMEN</b>									
BOMBEA DE :	MARCA	MODELO	CAUDAL NOMINAL (l/s)	ALTURA NOMINAL (m)	CAUDAL REAL INC PERDIDAS (l/s)	CAUDAL REAL TOTAL (l/s)	ALTURA (m)	A NIVEL :	Longitud Tubería (m)
<b>3990</b>	GRINDEX	MAXI H	50	103	37,5	277,5	65	4055	
	GOULDS N° 4	3700	60	160	45		130	4120	715
	GOULDS N° 9	3700 MA	60	160	45		130	4120	715
	TSURUMI 09	LH 6110	50	170	37,5		130	4120	715
	GRINDEX 01	MAXI H	50	103	37,5		50	4040	
	GRINDEX 05	MAXI H	50	103	37,5		65	4055	
	TSURUMI	LH 6110	50	170	37,5		130	4120	715

Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua



## **CAPÍTULO 7: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE LA MINA UCHUCCHACUA**

El “Mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua” tiene como objetivo incrementar la capacidad de descarga de bombeo de 484 l/s hasta 1330 l/s en el nivel de drenaje 4120 entre las minas Carmen y Socorro para la temporada de lluvias 2011-2012 con el fin de garantizar la continuidad de nuestras operaciones durante el período de precipitaciones.

Las operaciones actualmente se encuentran en la cota 3840, es decir 280 m por debajo del nivel de drenaje 4120 y éstas profundizan cada día más. Las principales reservas se encuentran en el nivel 3850 de la mina Socorro y es ésta una de las zonas más afectadas por el agua.

Por estos motivos y sin descartar el uso de técnicas modernas a partir de estudios hidrogeológicos para poder captar el agua de filtración con taladros largos desde zonas más altas, se planteó la necesidad del mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua. Asimismo, se planteó la realización de trabajos complementarios para crear un

circuito de bombeo que minimice costos de energía y provea suministro eléctrico suficiente para temporadas de alta demanda.

El “Mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua” incluye los siguientes trabajos:

1. Construcción de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen con capacidad de 900 l/s.
2. Automatización de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen.
3. Ampliación y construcción de cunetas en la integración de las minas Carmen y Socorro nivel 3990.
4. Trabajos complementarios para bombeo en las rampas 626 y 626-1 de la mina Socorro.
5. Adquisición de bombas para la temporada de lluvias.

## **7.1 ESTACIÓN DE BOMBEO 3970- MINA CARMEN**

La estación de bombeo 3970 Mina Carmen es una estación principal diseñada para bombear 900 l/s con una altura dinámica de 159.17 m, consta de una cámara de bombas, un tanque sifón, una chimenea de descarga *raise climber*, dos deslamadores y una cámara de limpieza.

En la cámara de bombas se han instalado cuatro bombas Goulds 3409 M de 900 HP con capacidad nominal de 250 l/s cada una y cabeza de 170

m. La succión de agua se realiza mediante dos tuberías de 28" de diámetro. La descarga es mediante dos tuberías de 18" de diámetro.

El tanque sifón de agua fue diseñado con 900 m<sup>3</sup> de capacidad.

La chimenea *raise climber* es de sección 2.1 m x 2.1 m, longitud 171 m, inclinación 70° consta de plataformas metálicas por donde pasan dos tuberías de descarga de 18" de diámetro hasta el nivel de drenaje 4120.

Los deslamadores son dos y fueron diseñados con una capacidad de 1050 m<sup>3</sup>. Se considera una cámara de limpieza para lama.

El desarrollo de este proyecto será descrito en el **capítulo 8** de este informe.

## **7.2 SISTEMA DE AUTOMATIZACION REDUNDANTE EN INTERIOR MINA**

La automatización permitirá tener una respuesta más efectiva ante problemas, así como monitorear el sistema de bombeo. Nos permitirá el monitoreo de signos vitales eléctricos de las bombas, el encendido y apagado remoto de las bombas, notificación de eventos (bombas apagadas, malogradas) por correo, red. Se podrá reaccionar rápidamente ante fallas en el sistema e implementar mejoras.

El proyecto de automatización del sistema redundante en interior mina considera el control del sistema de bombeo del nivel 3990 Carmen y además contempla la instalación de un sistema de automatización fuerte,

versátil y con capacidad de crecimiento, que permite enlazar las subestaciones principales Carmen 4120, Socorro 4120 y una futura estación de bombeo en el nivel 3990 Socorro. Con este sistema se tiene además a futuro la posibilidad de enlazar los demás sistemas de automatización con los que cuenta la unidad (como por ejemplo el PLC Siemens S7-400 de cianuración, el DCS Yokogawa de molienda en la planta, los PLCs Modicom de los *winches* de izaje en la mina, el sistema de monitoreo de energía de la unidad mediante el ION Enterprise, etc.).

### **7.2.1 Alcances en la sala de Control (superficie)**

- El sistema de automatización de la mina se integrará al sistema de supervisión (sala de control) mediante la red industrial *ethernet*, para ello se tenderá una red de fibra óptica en anillo.
- Los dispositivos de la red *ethernet* (*switch*) serán administrables y con capacidad para establecer una redundancia en anillo; los equipos de red *ethernet* se instalarán en las zonas del nivel 4120 Carmen y en la sala de control.
- El sistema de supervisión será instalado en una sala de control, para monitorear el sistema de bombeo del nivel 3990 Carmen y los demás sistemas enlazados en las subestaciones del nivel 4120.
- Instalación de un servidor de aplicación y dos estaciones de trabajo, los cuales conformarán el sistema de supervisión distribuido compuesto por un servidor y dos clientes.

- Instalación de un servidor de base de datos en el cual se almacenarán las variables más importantes del sistema.

### **7.2.2 Alcances en el nivel 4120 Carmen**

- Instalación de un tablero de control (PLCs) con procesadores y sistema de fuentes redundantes para el control de las dos subestaciones y el sistema de bombeo de la mina Carmen.
- Instalación de un *switch* administrable para enlazar los procesadores con la sala de control mediante el cable de fibra óptica.
- Instalación de un *rack* remoto (módulo de entradas y salidas) compuesto en total de 32 entradas discretas en 220 VAC, 32 salidas discretas tipo *relé* y comunicación *Modbus*, sistema de fuentes redundantes. El *rack* remoto recibirá las señales de estado de las celdas y ordenará la apertura y cierre de las mismas, todo este enlace se realizará mediante entradas y salidas discretas.
- Enlace de los *relés* de protección MIFII, Multilin 745 y los medidores de energía Power Logic PM820 (con los que cuentan las celdas) al *rack* remoto mediante comunicación *Modbus*. Todos los equipos mencionados cuentan con este tipo de protocolo de comunicación.

- Instalación de un HMI (interface hombre máquina) para poder visualizar el estado de las celdas, accionarlas y monitorearlas remotamente en la subestación del nivel 4120 Socorro y en la estación principal de bombeo nivel 3970 mina Carmen.
- Instalación de una red de control redundante (*control net, ethernet* o algún protocolo de comunicación de similares características) para enlazar los procesadores redundantes con los *racks* remotos de las sub estaciones de los niveles 4120 Carmen, 4120 Socorro y 3990 Carmen.
- Instalación de un UPS (*on line*) para alimentar el sistema de control (PLCs) y asegurar su funcionamiento ante un corte de energía.
- Instalación de un sistema de protección contra sobretensiones.
- Se ha considerado la instalación de la cabecera (PLCs) del sistema de automatización en este nivel debido a que las son más favorables, además de que es un lugar estratégico para centralizar el control y enlace de las subestación del nivel 4120 Carmen, subestación del nivel 4120 Socorro y estación de bombeo nivel 3990 Carmen.

### **7.2.3 Alcances nivel 3990 Carmen**

- Instalación de un *rack* remoto compuesto en total de 32 entradas discretas en 220VAC, 32 salidas discretas tipo *relé*, 8 entradas

analógicas de 4 a 20 mA con comunicación *Hart*, Comunicación *Devicenet* y Comunicación *Modbus*, sistema de fuentes redundantes.

- Instalación de un HMI (Interface hombre máquina) para poder visualizar el estado de los 04 arrancadores suaves de las bombas, accionar y monitorear remotamente los instrumentos de medición y control, así como también monitorear las celdas de la subestación del nivel 4120 Socorro y subestación del nivel 4120 Carmen.
- Instalación de un UPS (*on line*) para alimentar al *rack* remoto y asegurar su funcionamiento ante un corte de energía.
- Instalación de un sistema de protección contra sobretensiones.
- Enlace de 04 concentradores de temperatura al *rack* remoto mediante comunicación *Modbus*. Los concentradores de temperatura están ubicados en los tableros de los arrancadores suaves.
- Enlace de 04 arrancadores suaves al *rack* remoto mediante comunicación *Devicenet*, *Profibus* o algún protocolo de comunicación de similares características. Actualmente se cuenta con 04 tarjetas de comunicación *Devicenet* para los arrancadores.
- Enlace de los instrumentos de medición y control mediante señal de 4-20 mA y comunicación *Hart*, hacia el *rack* remoto. Cuenta con

04 flujómetros electromagnéticos y 02 transmisores de presión para el nivel del tanque.

- Desarrollo de la lógica de control del sistema de bombeo.

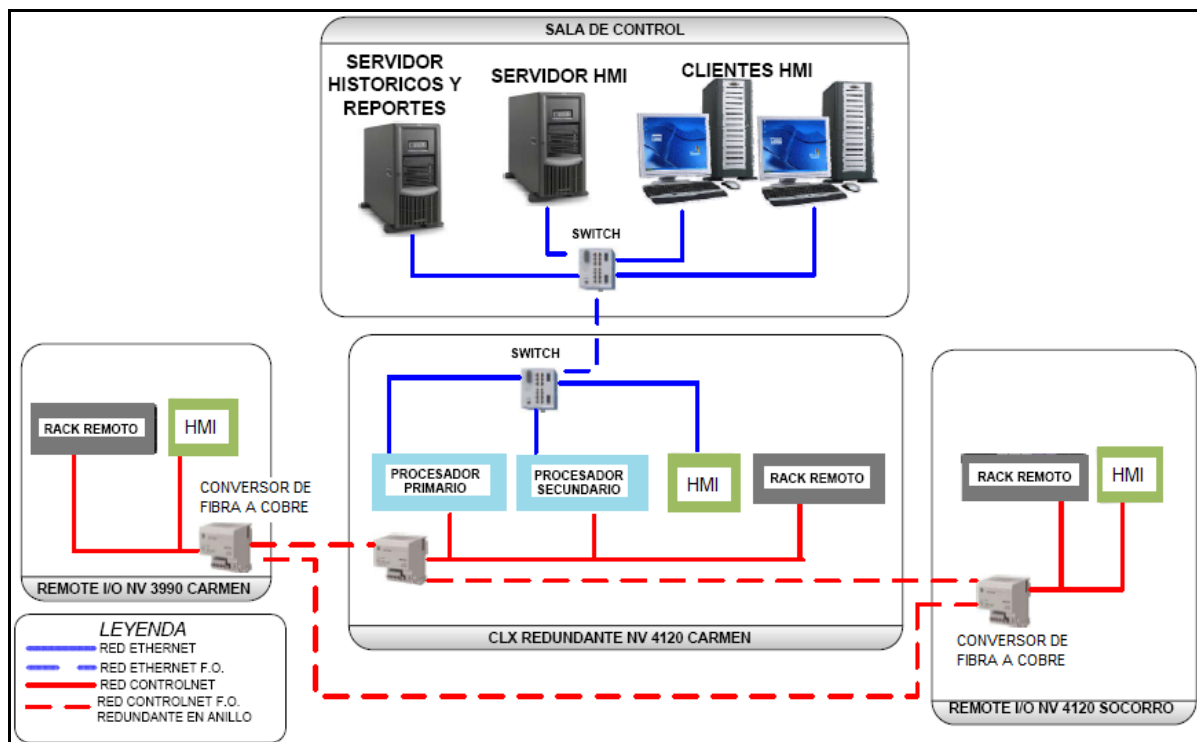
#### **7.2.4 Alcances en el nivel 4120 Socorro**

- Instalación de un *rack* Remoto compuesto de 32 entradas discretas en 220VAC, 32 salidas discretas tipo *relé* y comunicación *Modbus*, sistema de fuentes redundante. El *rack* remoto recibirá las señales de estado de las celdas y ordenará la apertura y cierre de las mismas, todo este enlace se realizará mediante entradas y salidas discretas.
- Enlace de los *relés* de protección *MIFII*, *Multilin 745* y los medidores de energía Power Logic PM820 con los que cuentan las celdas al *rack* remoto mediante comunicación *Modbus*. Todos los equipos mencionados cuentan con este tipo de protocolo de comunicación.
- Instalación de un HMI (interface hombre máquina) para poder visualizar el estado de las celdas, accionarlas y monitorear remotamente las celdas de las subestación 4120 Carmen y estación de bombeo 3970 mina Carmen.
- Instalación de un UPS (*on line*) para alimentar el sistema de control (PLCs) y asegurar su funcionamiento ante un corte de energía.



- Instalación de 01 sistema de protección contra sobretensiones.

**FIGURA 25. ARQUITECTURA SISTEMA DE AUTOMATIZACION EN INTERIOR MINA**



Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

### 7.3 ENSANCHAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE CUNETA EN LA INTEGRACIÓN DE LAS MINAS CARMEN Y SOCORRO NIVEL 3990

El trabajo consistió en el ensanchamiento y el vaciado de la cuneta. La gradiente de por sí es favorable. El ensanchamiento de la cuneta es desde una sección 0.30 m x 0.30 m hasta una sección de 1 m x 1 m con el fin de que el agua de la mina Socorro llegue hasta la mina Carmen. Esta cuneta recibe agua de los sistemas de bombeo de las rampas 626, 626-1, así como de las operaciones que por gravedad desaguan en el

nivel 3990. Se realizó un trabajo con el departamento topografía para definir zonas a profundizar y ampliar. Este trabajo se hizo en una longitud de 2.3 Km. Se marcó la rasante y se realizó voladura. La limpieza se realizó con equipo *Bobcat*. Se realizó un trabajo de obras civiles para dar el acabado, con concreto armado de resistencia 175 Kg/cm<sup>2</sup> y fierro de ½” de espesor.

#### **7.4 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS EN LA MINA SOCORRO**

El sistema auxiliar en la mina Socorro consistió en la ejecución de deslamadores principales y chimeneas *raise climber* para llevar el agua hasta el nivel 3990, el cual por gravedad conecta mediante una cuneta al sistema principal de bombeo 3970 Carmen.

**Rampa 626-1.-** Ejecución de una chimenea *raise climber* de 141 m para llevar el agua del fondo de la rampa 626-1 hasta el nivel 3990, ampliación de poza de bombeo del nivel 3920 con el aumento inclusive de un deslamador, puesta en operación de una poza de bombeo de avance en el nivel 3880, habilitación de subestación eléctrica nivel 3880.

**Rampa 626.-** Ejecución de un *raise climber* de 2.1m x 2.1 m en el nivel 3920 que conecta tanto a los niveles 3990 y 4120, limpieza y ejecución de un segundo deslamador para la estación de bombeo secundaria 3920.

## **7.5 ADQUISICIÓN DE BOMBAS PARA LA TEMPORADA DE LLUVIAS**

Se han adquirido bombas para la temporada de lluvias que se aproxima. Reemplazarán a bombas viejas y se sumarán a las ya existentes. Serán instaladas en la mina Socorro: 03 bombas Tsurumi LH 6110 y 02 bombas Tsurumis 8110. Asimismo se han adquirido 04 bombas Goulds 3409 M para la nueva estación principal de bombeo 3970 Mina Carmen.

## **CAPÍTULO 8: DISEÑO DEL PROYECTO ESTACIÓN DE BOMBEO 3970**

### **MINA CARMEN**

El diseño del proyecto ha considerado los siguientes aspectos:

1. Ubicación de la estación lo más cercanamente posible a la proyección del túnel Patón 4120 (drenaje de la mina).
2. Selección de equipo en base a la capacidad de bombeo requerido y altura dinámica.
3. Identificación de accesorios requeridos.
4. Identificación de excavaciones necesarias.
5. Dimensionamiento de las excavaciones.
6. Diseño de estructuras metalmecánicas.
7. Diseños de obras civiles.

## 8.1 DISEÑO DE UBICACIÓN

Para definir la ubicación de la estación de bombeo se consideraron los siguientes requisitos:

1. Cercanía de su proyección en el nivel 4120 al túnel Patón, pues este túnel cuenta con una cuneta ancha de hasta 1 m x 1.5 m que puede transportar el agua producto de este bombeo y porque es el túnel que conecta a superficie con cota más baja en la mina.
2. Cercanía a la zona de operaciones.
3. Cercanía a la zona con mayores problemas de bombeo.
4. Buena calidad de roca.

Existían dos alternativas:

**Mina Socorro.-** Rampa 626, justo debajo del nivel 3990. Por ser la zona donde puede llegar el bombeo desde las dos rampas principales existentes: rampa 626 y rampa 626-1.

**Mina Carmen.-** Rampa 760, justo debajo del nivel 3990.

Se analizaron los requisitos para cada mina.

- **Cercanía al túnel Patón.-** Carmen es la zona más cercana al túnel Patón. La proyección de la rampa 760-1 en el nivel 4120 prácticamente llega al mismo túnel. La proyección de la rampa 626 en el nivel 4120 en la mina Socorro tiene una distancia hasta el

túnel Patón de 1.28 Km. En el nivel 4120, la cuneta en esa dirección tiene pendiente a favor del agua, pero no está diseñada para un caudal considerable. Presenta problemas con el caudal actual que transporta. Al ser nivel principal de acarreo, no se pueden realizar trabajos de ensanchamiento con facilidad.

- **Cercanía a la zona de operaciones.-** En la actualidad la mina Socorro es la zona de mayor producción de la mina al tener grandes reservas en la zona de la profundización y el caudal de agua se ha incrementado considerablemente en esta zona. La mina Carmen por el contrario presenta menores reservas.
- **Cercanía a la zona con mayores problemas de bombeo.** Aunque en la mina Carmen normalmente se ha presentado el mayor caudal de bombeo en la actualidad la mina Socorro presenta importantes filtraciones de agua, inclusive desde el suelo y se ha estimado bombear 790 l/s por debajo del nivel 3990.
- **Buena calidad del macizo rocoso.-** El macizo rocoso presenta las siguientes características en las zonas propuestas de ambas minas:

**En la mina Carmen** presenta una roca caliza de grano medio con RMR de 58 o tipo IIIA con mediana a alta resistencia, compresiva, dura, con regular cantidad de fracturas, ligeramente alterada, húmeda. Adicionalmente existe filtración de agua moderadamente cerca, pero no en el punto elegido.

**En la mina Socorro**, el tipo de roca tiene un RMR de 48 o tipo IIIB con mediana resistencia compresiva, dura, con regular cantidad de fracturas y regular presencia de algunas fallas menores, moderada alteración, zonas cercanas con fuerte salida de agua desde el suelo en zonas puntuales durante la temporada de lluvias. Existen sistemas de fallas importantes en la zona.

Analizados los aspectos, se consideró la ubicación del proyecto de estación de bombeo en la mina Carmen al presentar mejor calidad del macizo rocoso, mayor cercanía al túnel Patón y presencia de agua en la zona. Adicionalmente, por el hecho final de que el único nivel de integración por debajo del nivel 4120 es el nivel 3990 y la gradiente desde Carmen a Socorro es positiva por lo que hubiera sido imposible llevar el agua por gravedad.

La estación además debía ser diseñada debajo del nivel 3990 en la rampa 760-1, pues por gravedad recibe los flujos provenientes desde la mina Socorro, desde el nivel 3990 Carmen y desde la profundización de la rampa 760-1. Se eligió el nivel 3970 para la estación de bombeo, al presentar 70 m de rampa y una proyección de avance adicional de 417 m más (actualmente cuenta con 487 m). La rampa puede servir para alguna contingencia en caso de emergencia y que el bombeo se paralice. Con la instalación de puertas herméticas en la entrada de la estación se cuenta con 545 m de rampa de sección 3.5 m x 3.5 m, es decir 6676 m<sup>3</sup> de

rampa que a 300 l/s nos permiten una holgura de 6.2 horas para solucionar inconvenientes graves.

## 8.2 SELECCIÓN DE EQUIPO EN BASE A LA CAPACIDAD DE BOMBEO REQUERIDO Y ALTURA DINÁMICA

### 8.2.1 Capacidad de bombeo requerido

En la ubicación seleccionada para la construcción de la estación de bombeo se recibiría un aforo total de 730 l/s: 440 l/s desde Socorro, 100 l/s adicionales del nivel 3990 Carmen y 190 l/s desde la profundización de la rampa 760-1.

### 8.2.2 Cálculo de altura dinámica

La **altura estática** considera la diferencia entre el eje de la tubería de succión y el eje del punto más alto que llega la tubería (161.9 m) y a favor la diferencia entre la succión real de la tubería y el eje de succión de las tuberías de bombeo (5.2 m). La altura estática es 156.7 m.

Altura Estática	=	Altura desde eje de succión hasta punto más alto de bombeo	+	Altura real de succión hasta eje de succión	
	=	161.9	+	(- 5.2 )	succión (+)
	=	<b>156.7</b>			



**La altura dinámica total** considera las pérdidas de la altura estática por fricción las Para el cálculo de la altura dinámica total se debe considerar la longitud equivalente por accesorios. La altura dinámica es 159.17 m.

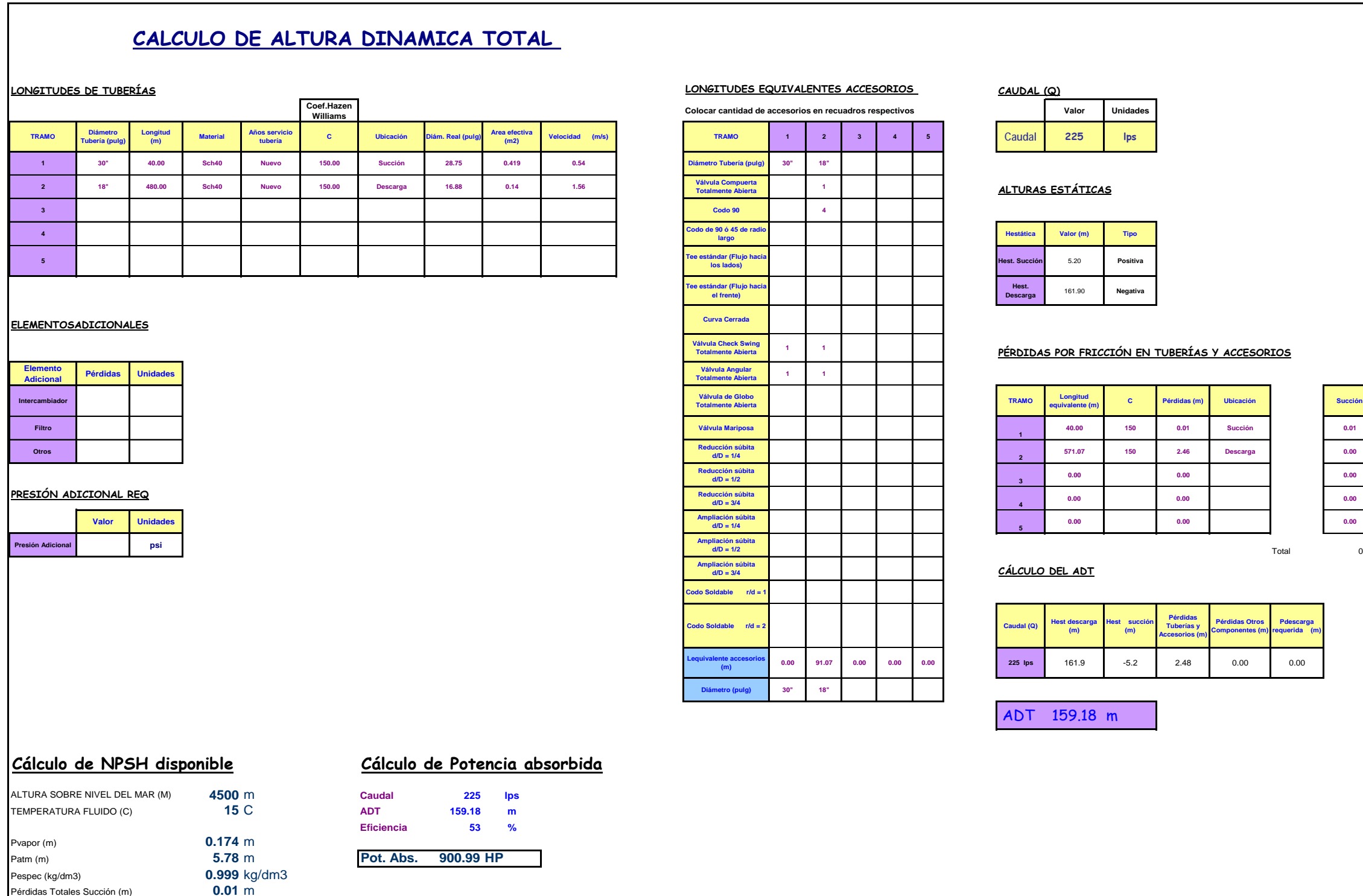
<b>Altura dinámica total</b>	=	Altura estática de descarga	+	Altura estática de succión	+	Pérdidas por fricción de tuberías y accesorios
	=	161.9	-	5.2	+	2.47
	=					<b>159.17</b>

**Esto nos indica que la estación de bombeo debe estar en la capacidad de bombear 730 l/s a una cabeza dinámica de 159.17 m. Esto con una, dos o más bombas.**

En la **Figura 26** se observan resultados del programa ADT 6 Hidrostat para el cálculo de longitudes equivalentes, pérdidas por fricción, altura dinámica total y potencia absorbida en función de la eficiencia.

En las **Figuras 27 y 28** se observa el plan de bombeo y caudales esperados para la temporada de lluvias 2012 en las minas Carmen y Socorro.

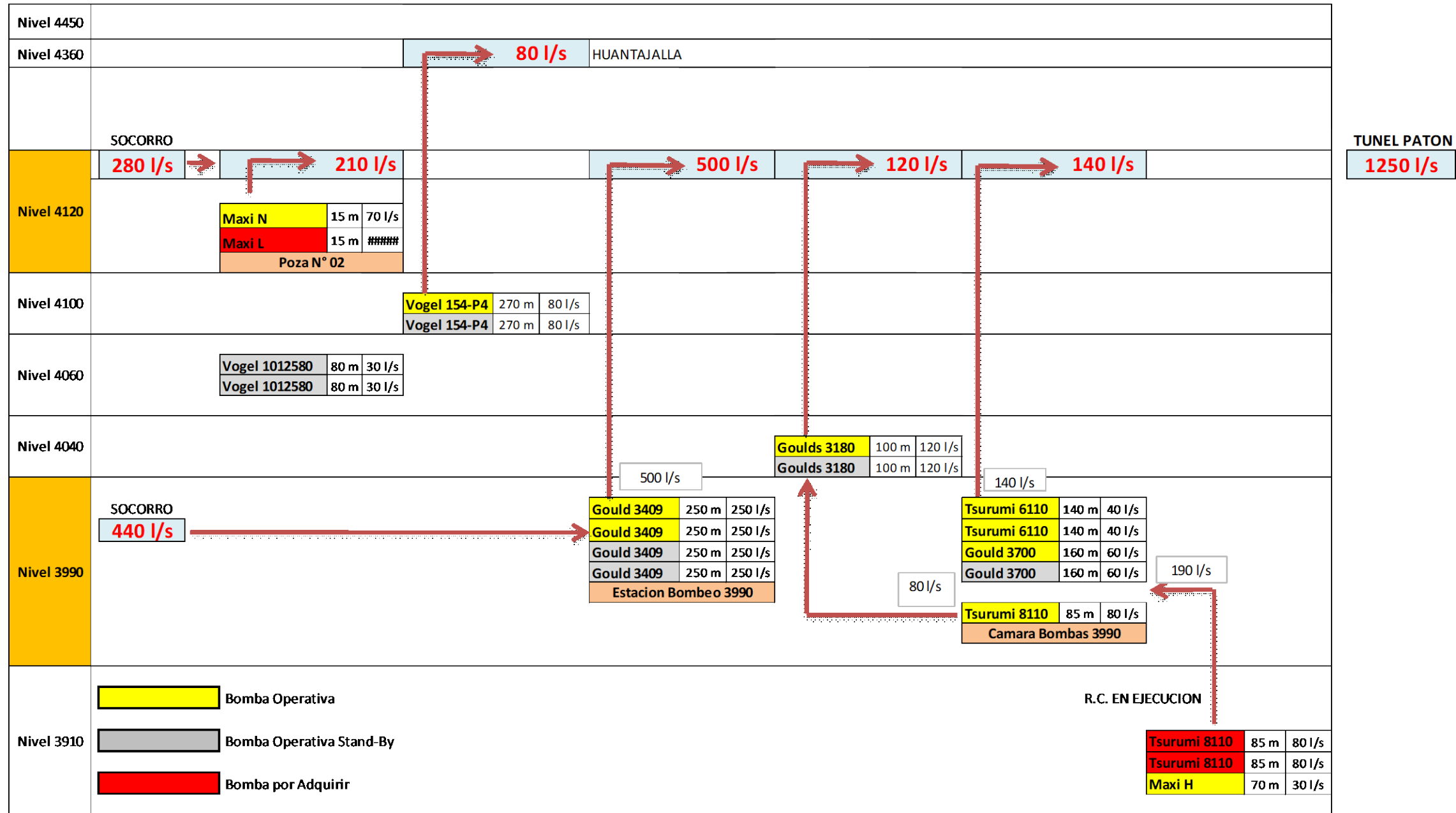
FIGURA 26. CÁLCULO DE ALTURA DINÁMICA TOTAL Y PARÁMETROS DE BOMBEO PARA BOMBAS ESTACIONARIAS



Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

FIGURA 27. PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO MINA CARMEN 2012

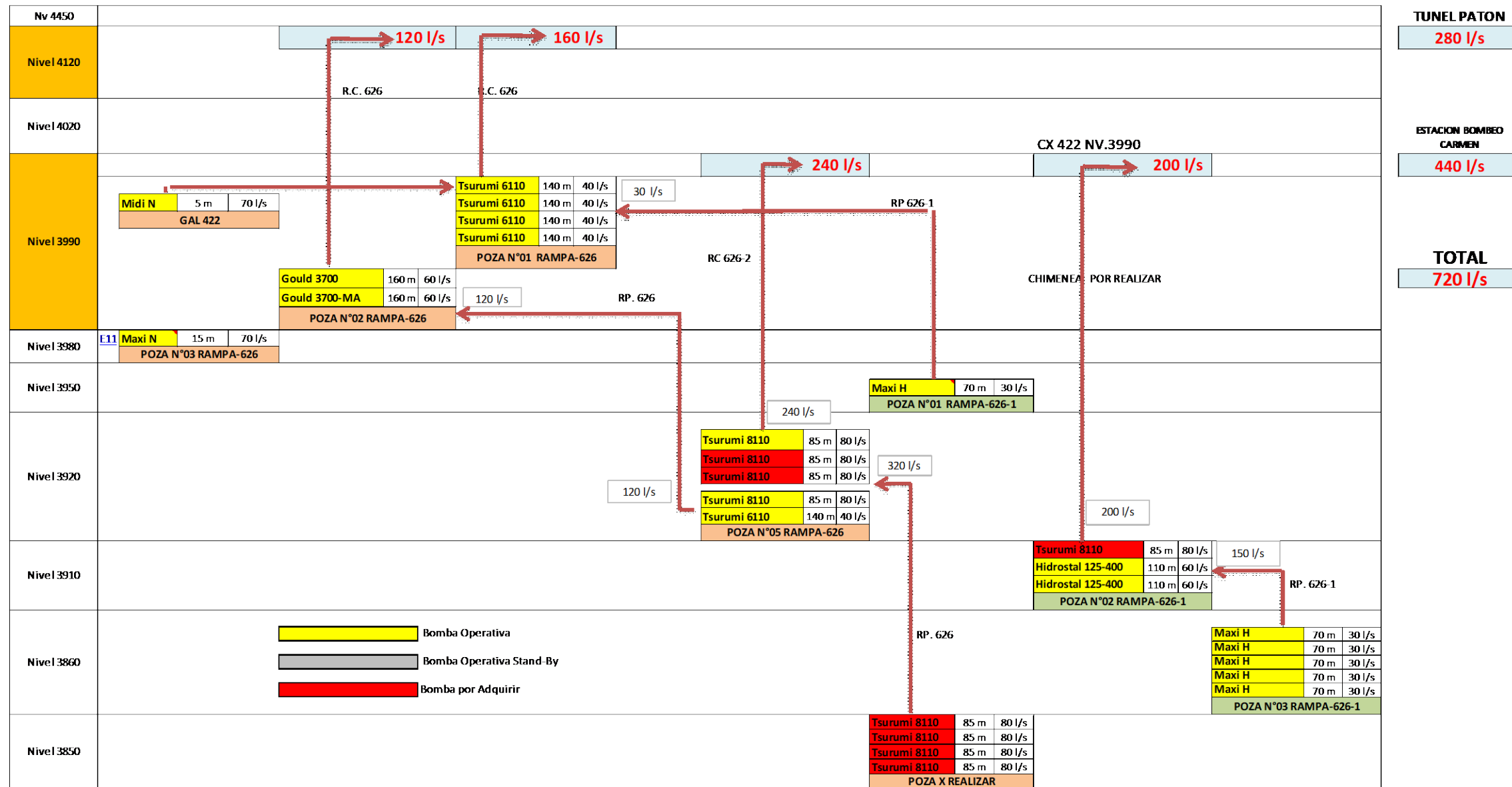
PROYECCION SISTEMA BOMBEO CARMEN 2012



Fuente: Área de Mantenimiento Mecánico de la Unidad Económica administrativa Uchucchacua

FIGURA 28. PROYECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO MINA SOCORRO 2012

PROYECCION SISTEMA DE BOMBEO SOCORRO 2012



Fuente: Área de Mantenimiento Mecánico de la Unidad Económica administrativa Uchucchacua

Previendo mayores caudales futuros, con un factor de seguridad de 10% se requeriría de al menos 800 l/s.

1. Debe tener una altura dinámica efectiva de al menos 160m.
2. De preferencia 3 o más bombas, que sumando den una capacidad mayor a los 800 l/s, dada la estacionalidad de las lluvias.
3. Debe adecuarse a la capacidad eléctrica de la mina.

Buenaventura trabaja con proveedores similares en sus distintas unidades con el fin de mantener stocks similares de repuestos. Se analizó las características de las bombas Goulds, que han dado buenos resultados.

En ábacos de curvas de bombeo, se puede seleccionar el tipo de bomba en base a la altura dinámica y al caudal. En nuestro proyecto se tiene: 160 m de altura dinámica y 800 l/s. Para el uso de estos ábacos se puede cambiar el caudal (pues podemos usar una o más bombas que sumen el caudal requerido), pero no la altura dinámica.

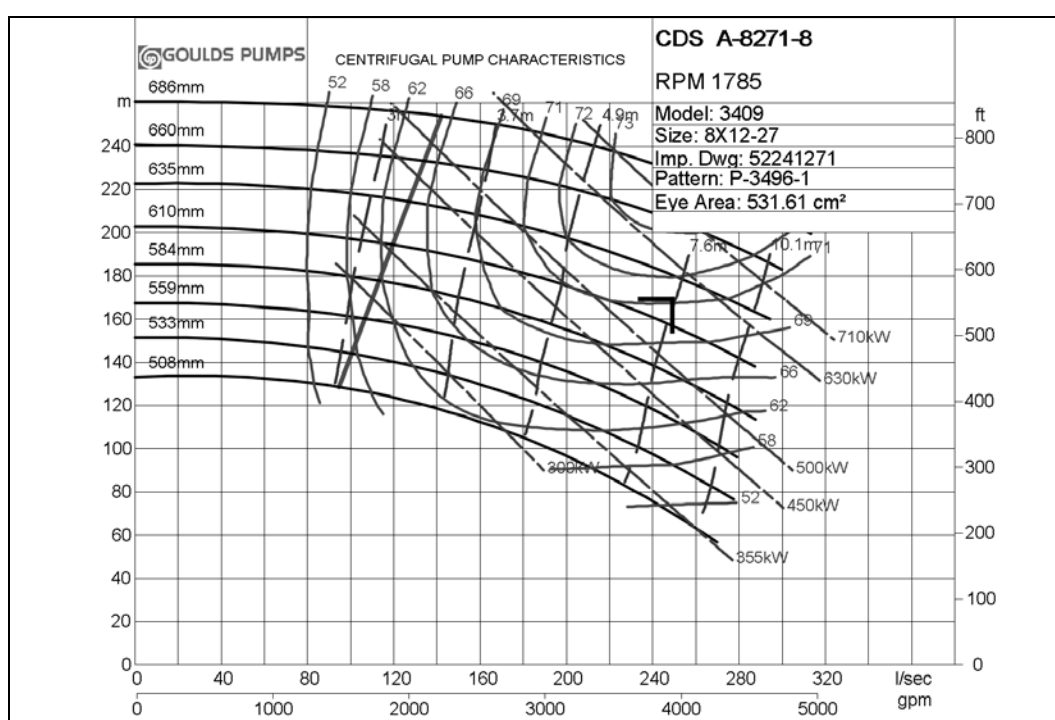
Con un caudal nominal de 250 l/s tenemos la Bomba Goulds 3409 M que puede bombear hasta 170 de altura dinámica y que se ajusta a los requerimientos de energía de la zona.

Es decir, estaríamos requiriendo 4 bombas Goulds 3409 M para lograr la capacidad de bombeo nominal de 1000 l/s en esta estación.

Sin embargo en la **Figura 26** observamos que una potencia de 900 HP que es la máxima requerida por las bombas se logra con un 53% de eficiencia de la misma y un caudal de 225 l/s, es decir que las 4 bombas, a su máxima potencia lograrán bombear hasta 900 l/s.

En la **Figura 29** se puede observar el ábaco usado para la selección de las bombas Goulds 3409 M.

**FIGURA 29. ÁBACO USADO PARA LA SELECCIÓN DE BOMBAS  
GOULDS 3409 M**



Fuente: Área de Mantenimiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

Las bombas GOULDS modelo 3409 M tienen las siguientes características principales: 250 l/s, cabeza dinámica de 170m, 900 HP, diámetro de succión 28" y diámetro de descarga de 18".

En los anexos se encuentra el brochure de la bomba Goulds 3409 M.

### 8.3 IDENTIFICACIÓN DE ACCESORIOS INICIALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO

En este punto del diseño es muy importante definir los accesorios a usarse, pues la selección adecuada de los mismos nos permitirá que el sistema funcione al máximo de su capacidad.

La definición del modelo de accesorio es importante pues ellos tienen dimensiones que necesitamos para definir el tamaño de la excavación del proyecto.

**Sección longitudinal de la bomba.**- El orden de los accesorios, desde la succión, pasando por la bomba y llegando a la descarga es el siguiente para cada bomba:

1. Tuberías de succión de 28" de diámetro SCH. 40
2. Codo tipo desarrollo de 28" de diámetro.
3. Reducción de 28" a 20 "de diámetro.
4. Purga de 8" de diámetro.
5. Vacuómetro.
6. Válvula mariposa de diámetro 20" – F012-K1
7. *Strainer* de 20" de diámetro.

8. Reducción ex. De 20" a 12" de diámetro – ASME36
9. Bomba Goulds 3409 M
10. Junta de expansión de 8" de diámetro – JEBWA
11. Alineador de caudal de 8" de diámetro.
12. Reducción de 14" a 8" de diámetro – ASME 36.
13. Válvula de control de caudal de 14" de diámetro – 770/U.
14. Fluómetro de 14" de diámetro – STRAINS F-M
15. Válvula Mariposa de 14" de diámetro – F012--K1
16. Reducción de 18" a 14" de diámetro- ASME36
17. Válvula anticipadora Onda de 6" de diámetro – 735M
18. Brida tipo slip de 18" número 150 RF A-105
19. Sensores con tubo de ½" de diámetro.
20. Válvula mariposa de 6" de diámetro – F012--K1
21. Brida ciega tipo slip de 18" número 150 RF A-105
22. Tubería de descarga de 18" de diámetro SCH. 40

Algunos de estos accesorios pueden ser obviados dependiendo de la posición de las tuberías de succión y descarga. Adicionalmente el sistema



lleva una base metálica para las bombas, tuberías para lama de 8" de diámetro.

**Sección desde el tanque de agua hasta la succión de la bomba.-** El orden de los accesorios, desde el tanque alimentador de agua hasta la succión de la bomba es como sigue para cada bomba:

1. Válvulas de mariposa de 28" de diámetro F012-K1
2. Válvula ventosa de 6" de diámetro – D050 succión.

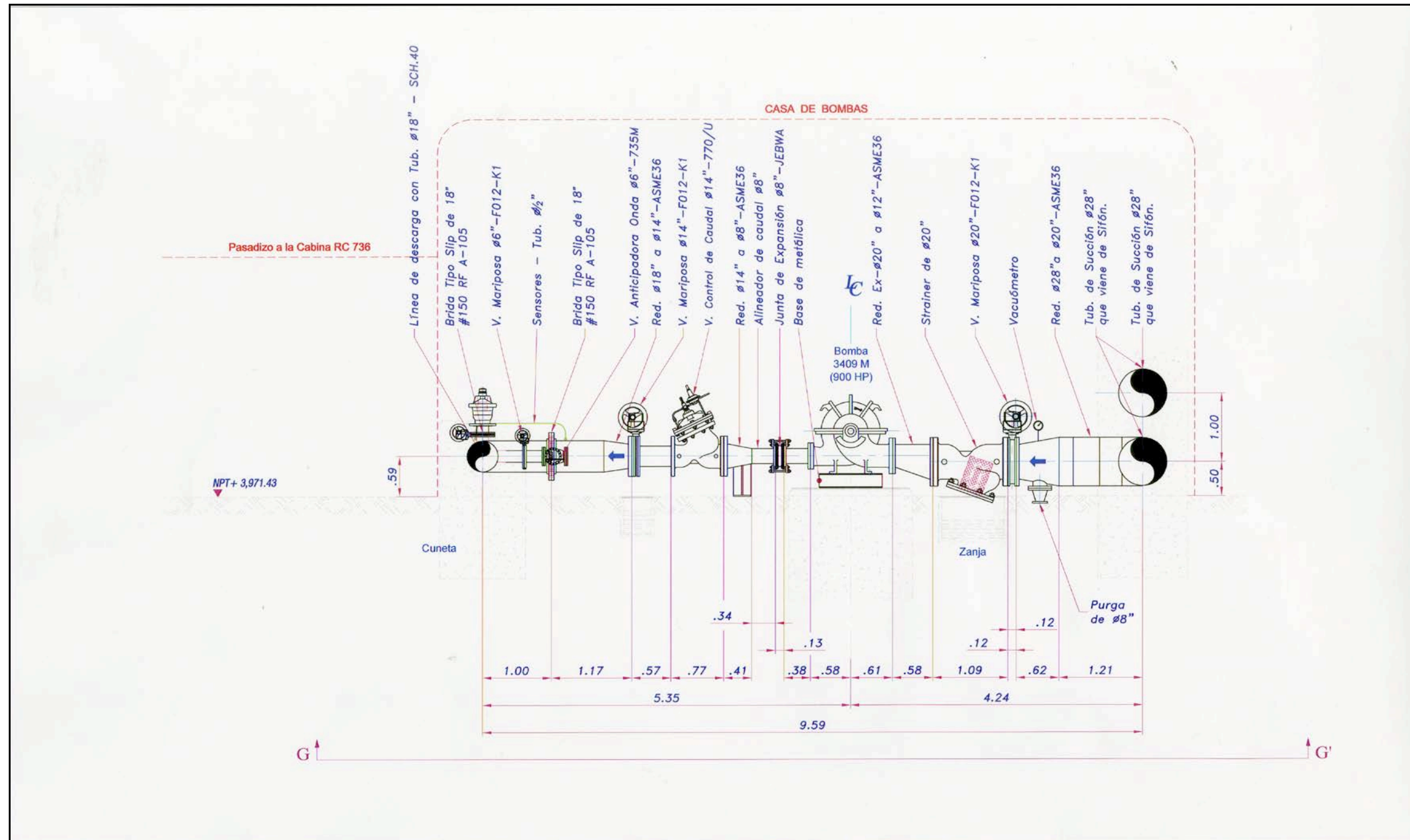
Adicionalmente una válvula de mariposa de 28" de diámetro F012-K1 para la tubería de succión de tal manera que pueda cerrarse y trabajar sólo 2 bombas.

**Sección desde la descarga de la bomba hasta el codo de la chimenea *rasise climber*.-** El orden de los accesorios es el siguiente para cada bomba:

1. Brida tipo *welding neck* de 18" de diámetro F012-K1
2. Válvula ventosa de 6" de diámetro – D050.

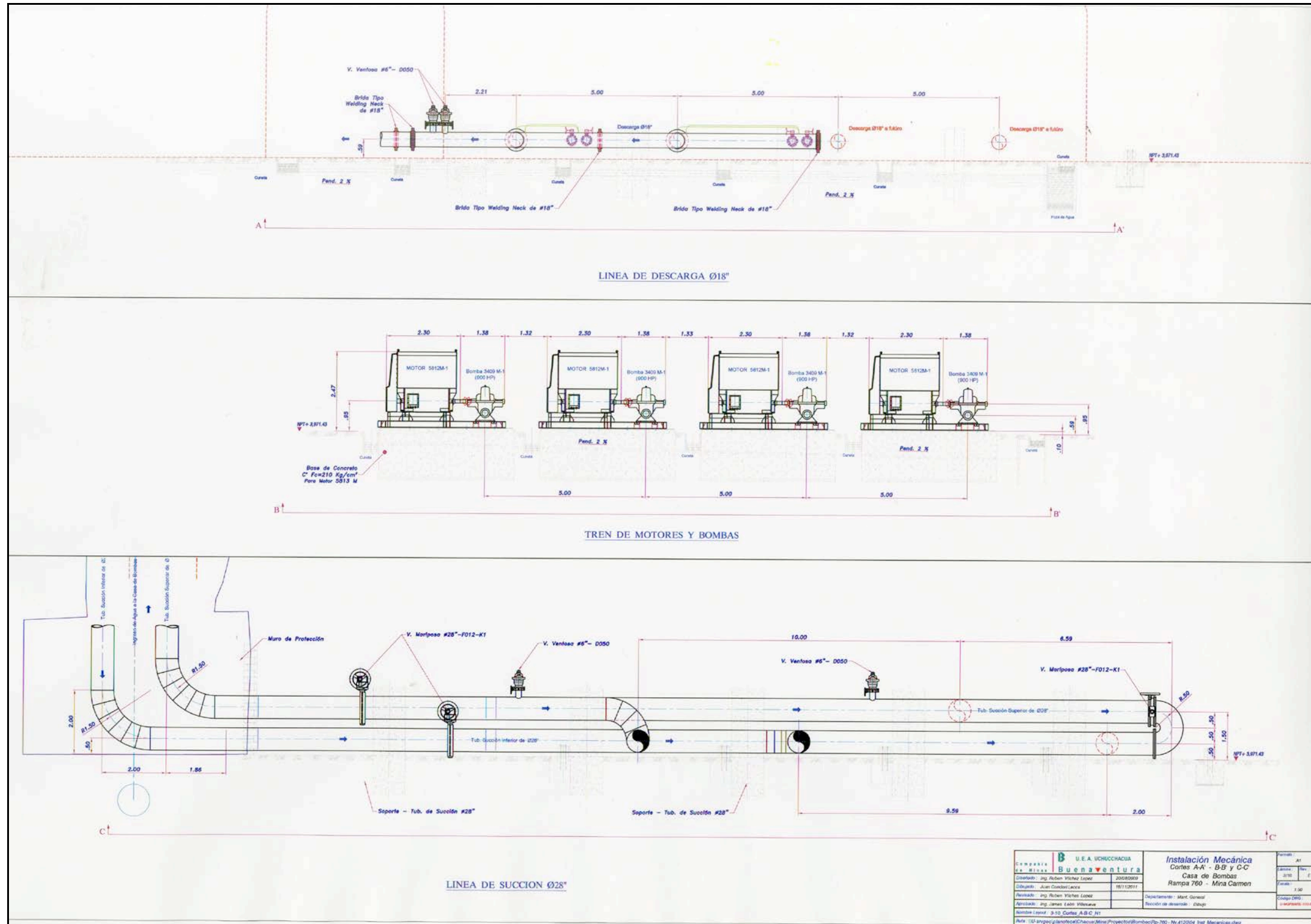
**Sección transversal de las bombas.-** No hay accesorios más que el motor de las bombas.

FIGURA 30. IDENTIFICACIÓN DE ACCESORIOS INICIALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE BOMBAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 3970 MINA CARMEN



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

FIGURA 31. IDENTIFICACIÓN DE ACCESORIOS INICIALES PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE BOMBAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 3970 MINA CARMEN



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

#### 8.4 IDENTIFICACIÓN DE EXCAVACIONES NECESARIAS

Una estación de bombeo cuenta normalmente con: una cámara de bombas, un tanque de almacenamiento de agua, chimenea de descarga (hacia el nivel de drenaje), deslamadores y una cámara para limpieza. Se proyecta:

**Una cámara de bombas** lo suficientemente amplia para que ingresen todas las instalaciones mecánicas, metalmecánicas, eléctricas, obras civiles y servicios.

**Un tanque de almacenamiento de agua** lo suficientemente grande para que las bombas que se encuentren trabajando no paren por lo menos 15 minutos. El arranque es importante por la cantidad de energía suministrada en éste debido a la alta potencia de las bombas Goulds 3409 M.

**Una chimenea de descarga** raise climber de descarga de 171m con 71° de inclinación aproximada y 38m de subnivel adicionales hasta alcanzar el túnel Patón.

**Dos deslamadores** para realizar la limpieza de lama. Se sugirieron dos, de tal forma que mientras uno trabaja, el otro se pueda ir limpiando.

**Una cámara para limpieza** de lamas provenientes de los deslamadores.

## **8.5 DIMENSIONAMIENTO DE ESTACIÓN PRINCIPAL DE BOMBEO NIVEL 3970 CARMEN**

Cada ambiente de la estación de bombeo deberá ser lo suficientemente y necesariamente amplio para que en él entren de manera cómoda todas las instalaciones y máquinas y a la vez se asegure una labor estable en todo su proceso constructivo.

### **8.5.1 Dimensionamiento de Cámara de bombeo**

Se instalarán en ella:

**Instalaciones mecánicas:** 04 Bombas Goulds 3409 M, 04 motores 5812 M, accesorios de las 04 bombas, tuberías de succión, tuberías de descarga, accesorios de tuberías de succión, accesorios de tuberías de descarga, puente grúa, bombas de retorno de agua.

**Instalaciones metal mecánicas:** pasarelas y escaleras, canaletas de alimentación para línea de 4.16 KV, puerta hermética.

**Instalaciones eléctricas:** 02 celdas de distribución de 4.16/ 0.46 / 0.23 KV, 04 arrancadores sólidos AES 04, cable eléctrico de 4.16 KV.

**Obras civiles:** bases para las bombas y motores, dados de soporte para tuberías de succión, dados de soporte para tuberías de descarga, cunetas, pozas de retorno, cunetas, muro de ingreso.

En la **Figura 32** se observa el dimensionamiento de excavación de la cámara de bombas.

**Otros servicios:** tuberías de aire y agua, tuberías de retorno al tanque.

**Se identifican como puntos críticos:** la distribución de bombas, motores, tuberías y accesorios en las direcciones longitudinal y transversal a la succión de la bomba.

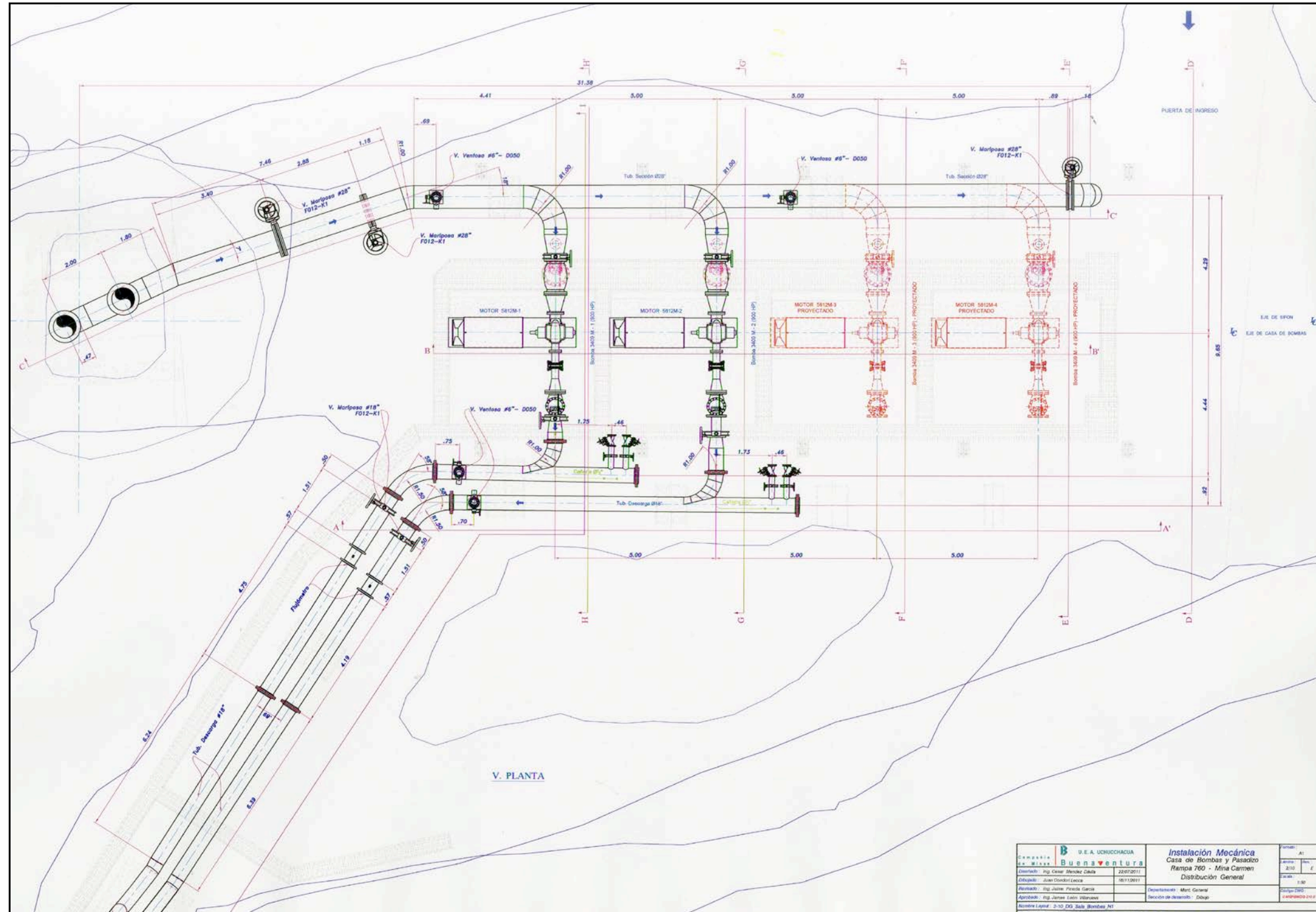
La planta de nuestra cámara deberá al menos cubrir 10.5 m de ancho para la instalación de bombas y accesorios, 21.5 m sólo para la instalación de bombas y motores, esto transversalmente al eje de bombeo. La altura se define en base al puente grúa a instalarse que tendría una altura de 6.5 m. Adicionalmente se debe considerar el un área de aproximadamente 2.24 x 6.62 m x 4.24 m requerida por el departamento de Mantenimiento eléctrico para la instalación de sus equipos y una zona de trabajo.

Las pasarelas para el desplazamiento del personal, las cunetas y la zona de mantenimiento deben ser consideradas.

Como limitantes se considera los pilares de roca para dar seguridad a nuestra excavación.

**Finalmente se definen las dimensiones para una cámara de bombas de 11.75 m x 40 m x 6.5 m. (ancho x largo x altura).**

FIGURA 32. DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA DE BOMBAS DE LA ESTACIÓN 3970 MINA CARMEN



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

### **8.5.2 Dimensionamiento de chimenea de descarga *raise climber***

**En esta cámara se instalarán:** tuberías de descarga de 18" de diámetro, plataformas con compartimientos para dos tuberías de descarga, anclajes para las tuberías, cables de 4.16 KV, dado especial de soporte de columna de tubería con agua para soportar el golpe de ariete, tuberías de aire y agua, línea de teléfono, cable coaxial.

Direccionándolo hacia el túnel Patón se diseñó el *raise climber* 736 de 170 m con 71 grados de buzamiento en la dirección S77°O y un subnivel de 38 m, sección 2.1x 2.1 m en la misma dirección para conectar al nivel 4120.

### **8.5.3 Dimensionamiento del tanque sifón**

Lo crítico en el tanque sifón es su capacidad de almacenaje.

Esta capacidad se debe definir en función al tiempo de funcionamiento mínimo esperado, caudal máximo y caudal mínimo esperado.

Se deben considerar los siguientes cálculos:



Caudal de bombeo (QB)=	$m \times Q_{max}$
$m=$	$(Q_{max} + Q_{min}) / Q_{max}$
$n=$	$Q_{min} / Q_{max}$
$t_{Pmin}=$	$(t_{Fmin} / n) / (m-n)$
Volumen de cámara (Vc)=	$t_{Pmin} \times Q_{min}$

Para el sistema de bombeo 3970:

$Q_{max} = 1000 \text{ l/s}$  (04 bombas trabajando en época de lluvia)

$Q_{min} = 250 \text{ l/s}$  (01 bomba trabajando en temporada seca)

Tiempo de funcionamiento ideal no menor a 30 min. Para evitar arrancar el sistema muchas veces pues los picos de potencia se producen durante el arranque.

$$m = (1000 + 250) / 1000 = 1.25$$

$$n = 250 / 1000 = 0.25$$

$$Q_B = 1.25 \times 1000 = 1250 \text{ l/s}$$

$$\text{Tiempo parada mínima (TP min)} = (30 / 0.25) / (1.25 - 1) = 120 \text{ minutos}$$

Volumen de la cámara=  $120 \times 250 \times 60 = 1800 \text{ m}^3$

Sin embargo, por limitaciones de espacio (se tenía la rampa avanzada) se consideró en el diseño un vaso o tanque sifón con capacidad de 900 m<sup>3</sup>. Esto reducirá el tiempo de funcionamiento a 15 minutos.

$$\begin{aligned} T \text{ funcionamiento} &= 900 \text{ m}^3 \times (1000 \text{ l} / 1 \text{ m}^3) \times (1 \text{ min} / 60 \text{ s}) / (1000 \text{ l/s}) \\ &= 15 \text{ min} \end{aligned}$$

Se proyectaron **dos deslamadores** con el fin de poder limpiar uno mientras el otro está en funcionamiento. Son de capacidad de 1050 m<sup>3</sup> cada uno y contarán con 2 muros para deslame por etapas y una bomba de lodos para su limpieza.

## 8.6 INSTALACIONES METAL MECÁNICAS

Los trabajos metalmecánicos se pueden subdividir en:

### 8.6.1 Cámara de bombas

Los trabajos metalmecánicos consisten en pasarelas, empalmes de tuberías y puente grúa.

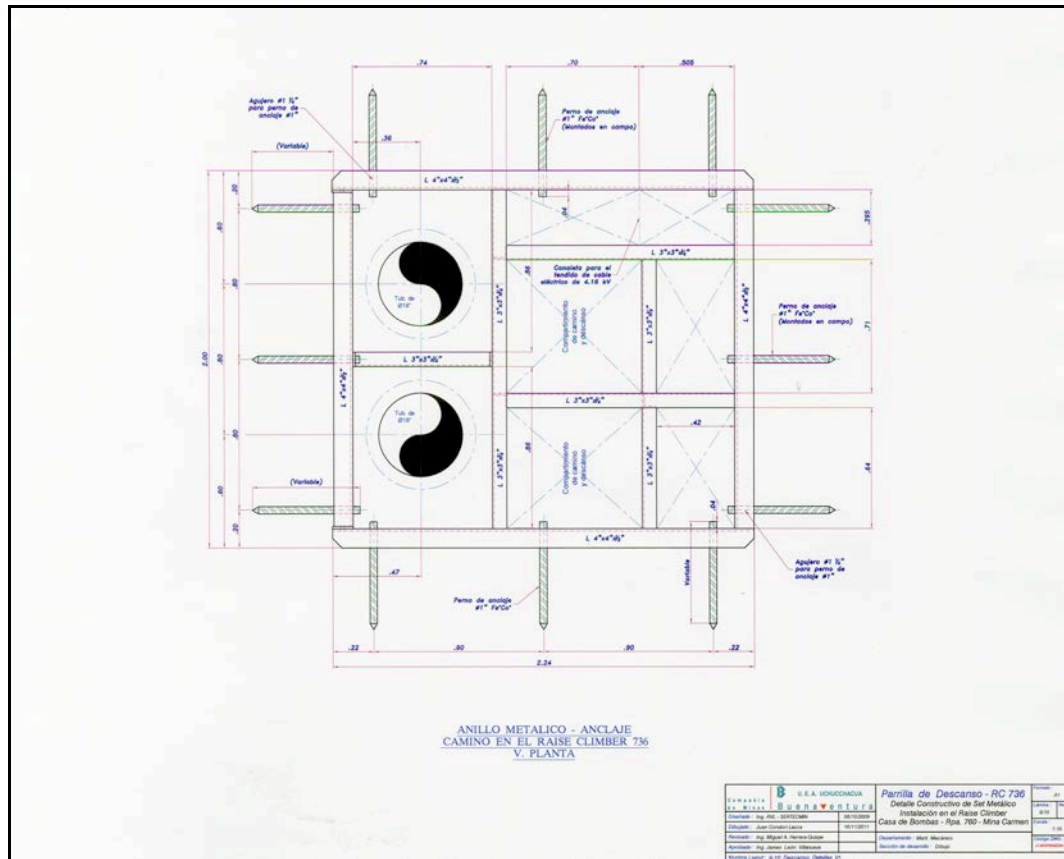
### 8.6.2 Chimenea de descarga *raise climber*

Los trabajos incluyen la instalación de plataformas con escaleras y la instalación de tuberías en la columna.

**Plataformas metálicas.-** Se diseñaron plataformas metálicas de 2 m x 2.24 m espaciadas cada 5 m desde arriba hacia abajo. Cada plataforma consta de 02 compartimientos donde pasarán las tuberías de descarga de 18" de diámetro cada una, 02 compartimientos de camino y descanso, 03 compartimientos para servicios y cables eléctricos. Estas plataformas tienen compartimientos para la instalación de dos tubos de 18" de diámetro SCH 40 m. Poseen 3 agujeros de 1 ¼ "de diámetro por lado de la plataforma. Los pernos de roca de 1" de diámetro que son montados en por estos agujeros a la roca en el campo. Las parrillas son de material *grating* de platina ¾" x ¼" dentada y galvanizada. Sobre cada parrilla va montada una escalera metálica.

**Instalación y soldadura de tuberías de descarga.-** Se considera la instalación de tuberías de abajo hacia arriba, montándolas una encima de la otra desde la parte baja. Las tuberías van unidas con bridas tipo slip de 18" #150 RF A-105. Aunque se diseñó con dados de concreto como soporte, finalmente se ancló a la roca con pernos y platina de fierro.

**FIGURA 33. DISEÑO DE PLATAFORMA DE DESCANSO EN EL RAISE CLIMBER 736**



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

### 8.6.3 Deslamadores

Los trabajos metalmecánicos consisten en pasarelas para el desplazamiento de personal de mantenimiento sobre el nivel de espejo de agua o lama formados.

## 8.7 DISEÑO DE OBRAS CIVILES

Las obras civiles incluyen trabajos en la cámara de bombas, pie de la chimenea *raise climber*, chimenea sifón y deslamadores.

### 8.7.1 Cámara de bombas

Los trabajos incluyen la construcción de 04 bases para bombas estacionarias, 10 soportes de concreto armado como soporte de las tuberías de succión e impulsión del sistema de bombeo, losa de concreto simple para el acabado del piso, cunetas para el sistema de drenaje. Se describen las obras civiles principales:

**Cuatro bases para las bombas estacionarias.**- Se considera una resistencia alta principalmente por el peso más que por la vibración. Sus características son:

Dimensiones: 1.8 m x 4.2 m x 1.6 m (ancho largo x alto) cada una, con 1.5 m embebido en tierra.

La base está sujeta a la roca mediante 6 varillas de  $\frac{3}{4}$ " de 1.2 m de profundidad (de sus 2 m de longitud), que sirven como anclajes, para lo cual se utilizó el aditivo sika grout 212.

La estructura de acero está compuesta por una malla de fierro de  $\frac{5}{8}$ " de espesor, espaciada a 0.25 m de manera transversal y longitudinal en forma de canastilla, que se coloca en la zona excavada.

Para anclar la bomba a la base se utilizan 10 pernos de anclaje (pernos de 1" con rosca de  $\frac{3}{4}$ " empotrados a la base con una tubería guía de 1  $\frac{1}{2}$ " SCH5). Son soldados a la canastilla a distancias especificadas para las bombas Goulds 3409 M.

Concreto armado con resistencia a la compresión de 280 Kg/cm<sup>2</sup>. Se utilizan aditivos acelerantes de fragua *Chema struck* y plastificante *Rhebuild 1000*, para obtener la resistencia indicada.

### **Nueve dados de concreto armado como soporte de las tuberías de succión y descarga del sistema de bombeo**

Dimensiones variables: Las dimensiones se observan en los planos de obras civiles en los anexos.

La base está sujeta a la roca mediante 4 varillas de ¾" de 1.2 m de profundidad (de los 2 m de longitud), que sirven como anclajes, para lo cual se utilizó el aditivo *sika grout 212*.

La estructura de acero está compuesta por una malla de fierro de 5/8", espaciada a 0.20 m de manera transversal y 0.25 m longitudinal en forma de canastilla, que se coloca en la zona excavada.

Concreto armado con resistencia de 280 Kg/cm<sup>2</sup>. Se utilizan aditivos acelerantes de fragua *Chema struck* y plastificante *Rhebuild 1000*, para obtener la resistencia indicada.

#### **8.7.2 Chimenea de descarga *raise climber***

Los trabajos incluyen: 01 dado especial de concreto que soportará el golpe de ariete de la tubería de impulsión de una columna de agua de 171 m (S7). Se describen las obras civiles principales:

**01 dado especial de concreto que soportará el golpe de ariete de la tubería de impulsión de una columna de agua de 171 m (S7)**

Dimensiones: 2.5 m x 2.5 m x 2.95 m (ancho x largo x alto) cada uno, con 1.2 m embebido en tierra.

La base está sujeta a la roca mediante 4 varillas de  $\frac{3}{4}$ " de 1.2 m de profundidad (de los 2 m de longitud), que sirven como anclajes, para lo cual se utilizó el aditivo sika grout 212.

La estructura de acero está compuesta por una malla de fierro de  $\frac{5}{8}$ ", espaciada a 0.20 m de manera transversal y longitudinal en forma de canastilla, que se coloca en la zona excavada.

El codo de la tubería de impulsión de 18" de diámetro que está embebido en el dado de concreto está forrado por una chaqueta de plancha rolada de fierro de espesor  $\frac{3}{8}$ ". Entre la plancha y la tubería se utilizó neopreno como absorbedor de vibración.

Concreto armado con resistencia de 350 Kg/cm<sup>2</sup>. Se utilizan aditivos acelerantes de fragua Chema struck y plastificante Rhebuild 1000, para obtener la resistencia indicada.

### 8.7.3 Tanque sifón

Los trabajos incluyen: 02 placas de concreto armado para soportar el peso de almacenamiento de agua del sifón (500 m<sup>3</sup> o 500 t de H<sub>2</sub>O) y El vaso del sifón.

Se describen las obras civiles principales:

**El vaso del sifón.-** Es de concreto armado de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, malla de ½” espaciada a 0.25 m de manera transversal y longitudinal cuya función es impermeabilizar el vaso del sifón. Se usará el aditivo Master shield 100 para impermeabilizar y sellar las pequeñas capilaridades en el concreto.

### 8.7.4 Deslamadores

Los trabajos incluyen: muros laterales, piso que recubre la excavación de la superficie del deslamador, 02 muros deslamadores de espesores de 0.3 m y 0.2 m respectivamente y una cuneta de ingreso de 1.2 m x 0.8 m (ancho x alto.) con una capacidad de ingreso de caudal de 1000 l/s. Se describen las características de las obras civiles principales:

**Muros laterales.-** Son de concreto armado de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, malla de 3/8”, espaciada a 0.25 m de manera transversal y longitudinal.

**Muros deslamadores.-** Son de concreto armado de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, doble malla de 3/8”, espaciada a 0.20 m de manera transversal y longitudinal.



**Piso de deslamador.-** Son de concreto armado de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, malla de 3/8", espaciada a 0.25 m. de manera transversal y longitudinal.

**Cuneta de ingreso:** Es de concreto simple de 175 Kg/cm<sup>2</sup>.

## **CAPÍTULO 9: EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO**

### **ESTACIÓN DE BOMBEO 3970 MINA CARMEN**

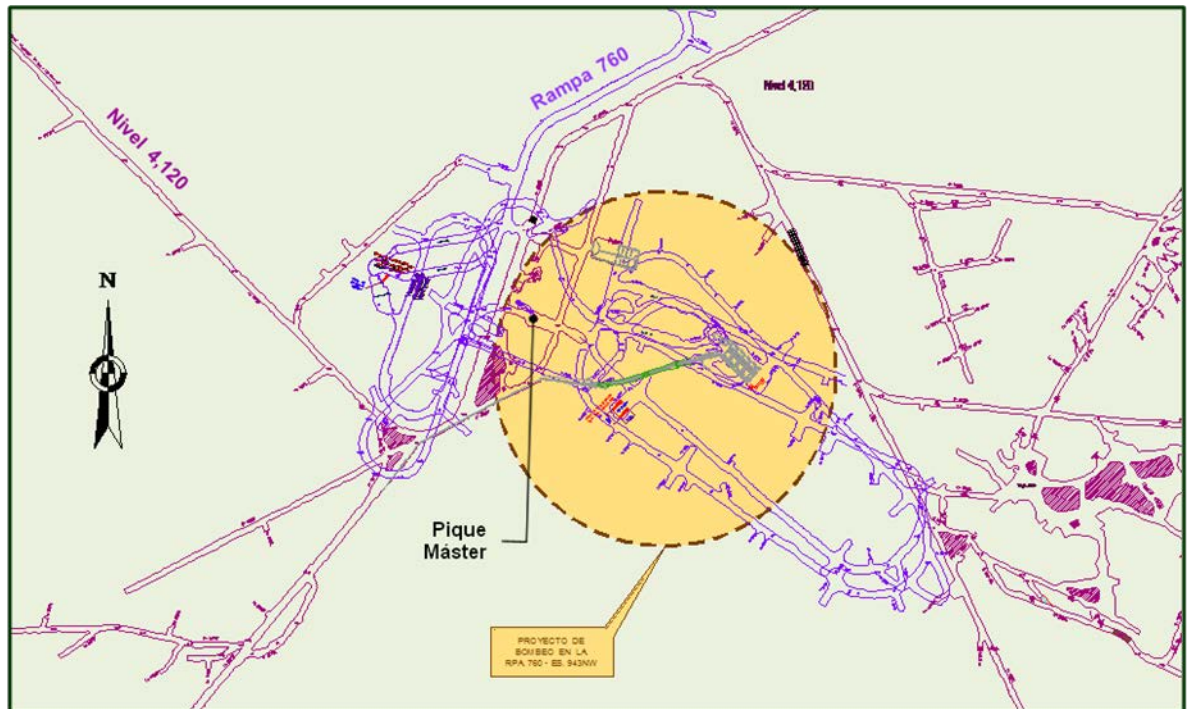
En la ejecución y puesta en marcha se describe cómo se realizó el proyecto: los parámetros geomecánicos utilizados y algunos detalles de operación.

Este proyecto, próximo a concluir, se localiza por debajo del nivel 3990 de la rampa 760-1 en la mina Carmen. La cámara de bombas se encuentra en la cota 3970. Se puede acceder a la cámara de bombas:

1. Desde el nivel 4450, con camioneta a través de la rampa Fernando (rampa 760) 160 m por debajo del nivel 3990.
2. Por el pique Master, bajar en la estación 3990. Luego caminar 160 m por la rampa 760-1 hasta la cota 3970.
3. Por el pique Luz, bajar en la estación 3990, caminar 1.08 Km por el crucero de integración 422 SO hasta el pique Master y bajar 160 m por la rampa 760-1 hasta la cota 3970.

4. Desde superficie en el nivel 4120, a través del túnel Patón y luego bajar por el pique Master o la rampa 760-1.

**FIGURA 34. UBICACIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO 3970 MINA  
CARMEN**



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## 9.1 EVALUACIÓN GEOMECÁNICA

### 9.1.1 Tipo de roca

Litológicamente se encuentra en una zona de calizas gris claro de textura media, dentro de la formación Jumasha intermedia, la cual es favorable para el diseño de excavación propuesto. Presenta un RMR 58. Se le considera una roca tipo 3A.

### 9.1.2 Análisis de estabilidad de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen

Se realizó un análisis de esfuerzos para observar el comportamiento de los esfuerzos y el sostenimiento a considerar durante la ejecución de los trabajos para la construcción de esta estación de bombeo principal en la zona propuesta de la rampa 760-1, para una excavación de 35 m x 13 m x 6.5 m (largo x ancho x alto), un tanque sifón de 900m<sup>3</sup> para almacenar agua, una chimenea raise climber de 171m de longitud y sección 2.1 m x 2.1 m y un subnivel de 38 m de sección 2.1 m x 2.1 m para la descarga de agua.

En la **tabla 18** se muestran los datos ingresados para la evaluación de esfuerzos con el programa RocLab.

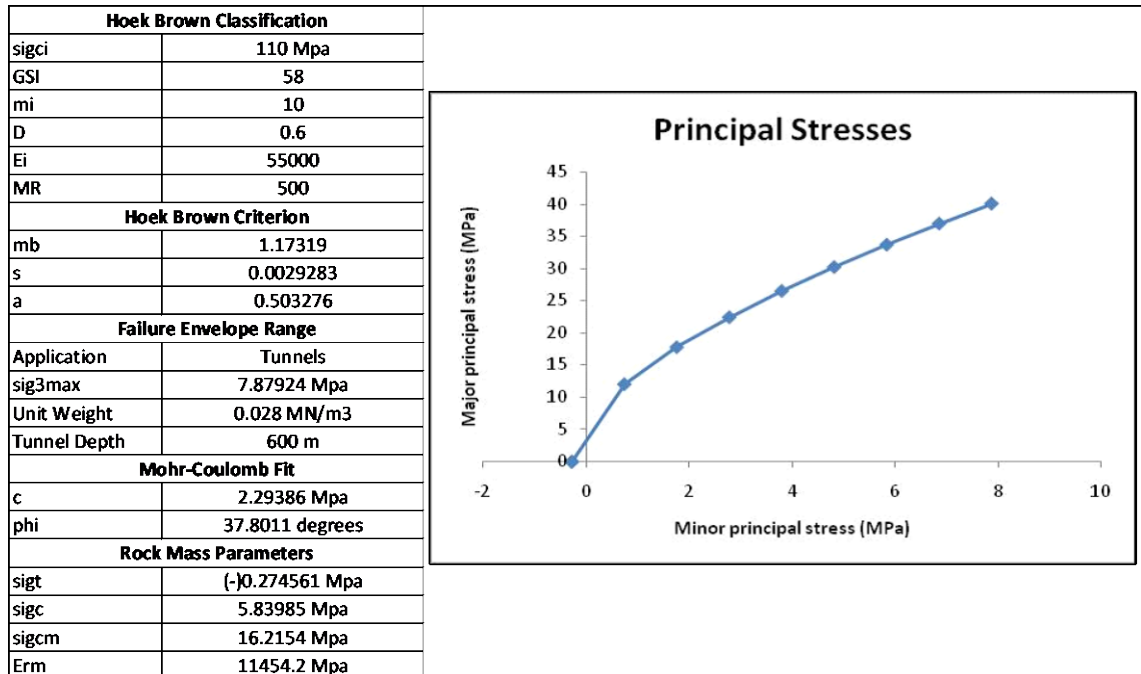
En la **Figura 35** se muestra la relación entre el esfuerzo principal mayor y menor inducido calculado con el programa Roclab.

**TABLA 18. DATOS DE INGRESO PARA EL ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN ESTACIÓN DE BOMBEO 3970**

Pruebas con martillo de Smith ( Sigci )	110 MPA
RMR ( GSI )	58
Módulo de deformación de la roca interna ( mi )	10
Factor de disturbancia por voladura ( D )	0.6
Módulo de Young o deformación del macizo rocoso ( Ei )	55000 Mpa
Corrección del módulo de young para la caliza ( MR )	500

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 35. ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN LA CÁMARA DE BOMBEO  
3970 MINA CARMEN**



Fuente: Departamento de Geomecánica de la Unidad Económica Administrativa

Uchucchacua

Luego de obtener la data geomecánica *in-situ*, se obtienen los parámetros de comportamiento del macizo rocoso y se elige el criterio de rotura que se adecue a la condición de ésta. En este caso vamos a trabajar con el criterio de Hoek and Brown.

Las condiciones de esfuerzo *in-situ* son:

Sigma 1= 19 MPa

Se obtiene usando el criterio de carga litostática de Hoek and Brown. En este caso 677 m de cobertura de macizo rocoso.

Sigma 3= 7.9 MPa      Se obtiene a raíz de la constante K que considera las correcciones de la geografía, elasticidad y temperatura del macizo rocoso en el que se está trabajando. Definido por Sheorey.

Sigma 2      El esfuerzo medio (sigma 2) se asume que es igual al sigma 3 a menos que se realice una medición de esfuerzos *in-situ* mediante varios métodos. La más conocida es el *Hollow inclusion*.

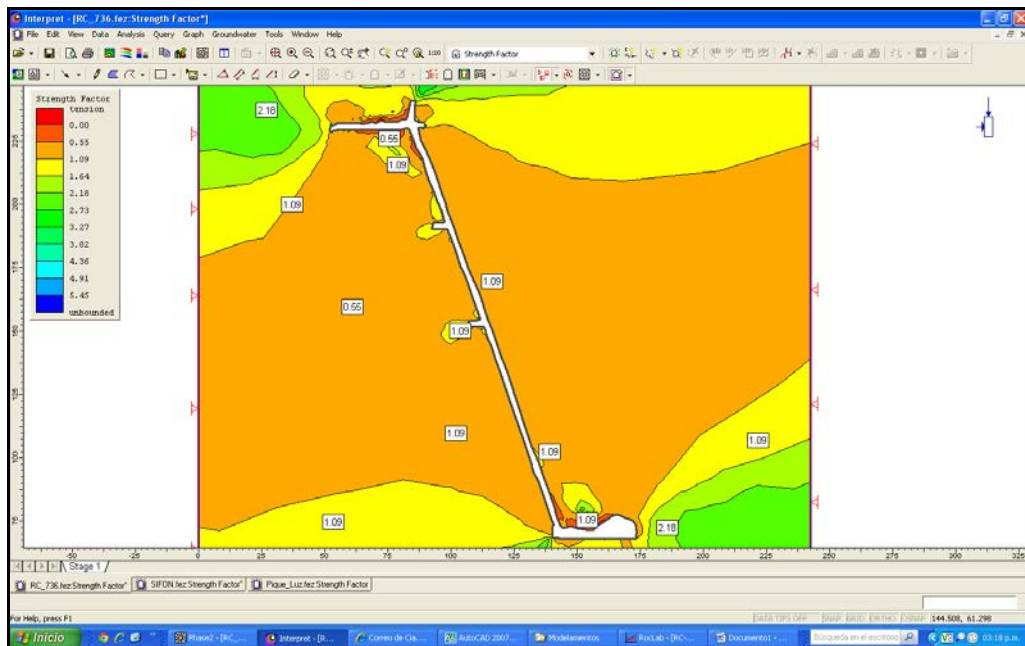
**Las simulaciones** son hechas con la ayuda del software PHASE2 - análisis de elementos finitos - que permite analizar o simular las condiciones de esfuerzo -deformación en diferentes condiciones (con y sin sostenimiento).

En ellas podemos observar factores de seguridad mayores y menores a 1. Los factores de seguridad mayor a 1 es aceptable y nos indica una zona con poco disturbamiento, ya sea sostenida o no. Un factor de seguridad menor a 1 nos indica una zona que requiere sostenimiento mayor debido a los esfuerzos presentes.

En las **figuras 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21** se muestran factores de seguridad antes y después del sostenimiento. Los colores varían desde rojo, anaranjado, amarillo, verde y azul y representan mayores esfuerzos a menores esfuerzos en la zona.

En la **Figura 36** se observa que la chimenea *raise climber* 736 no requiere mayor sostenimiento que el de avance convencional, dado que presenta esfuerzos aceptables.

**FIGURA 36. FACTORES DE SEGURIDAD EN LA COLUMNA DEL  
RAISE CLIMBER**

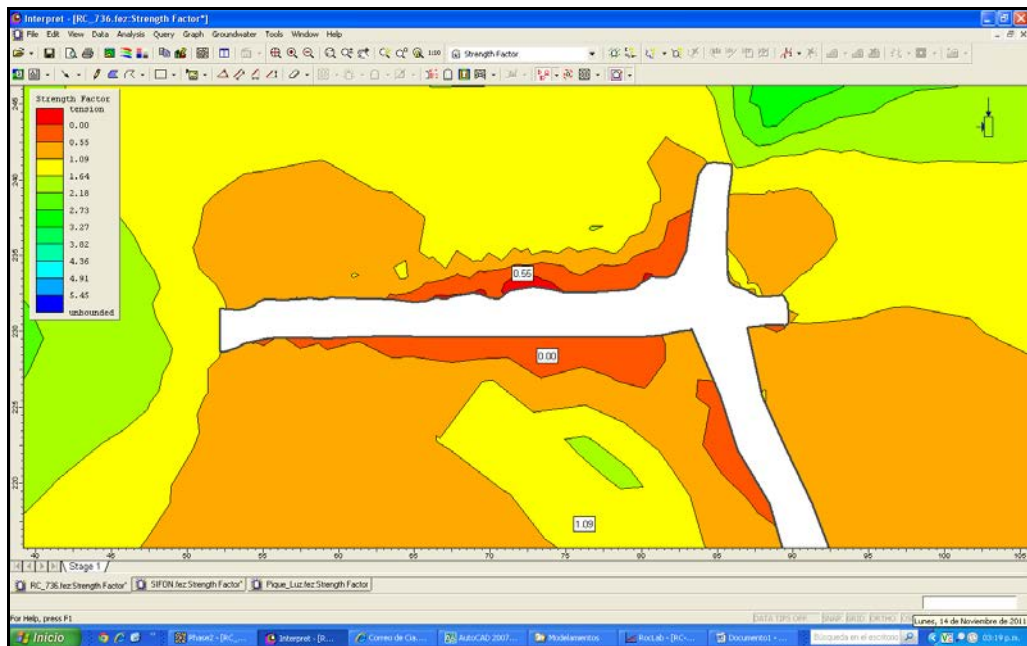


Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa

Uchucchacua

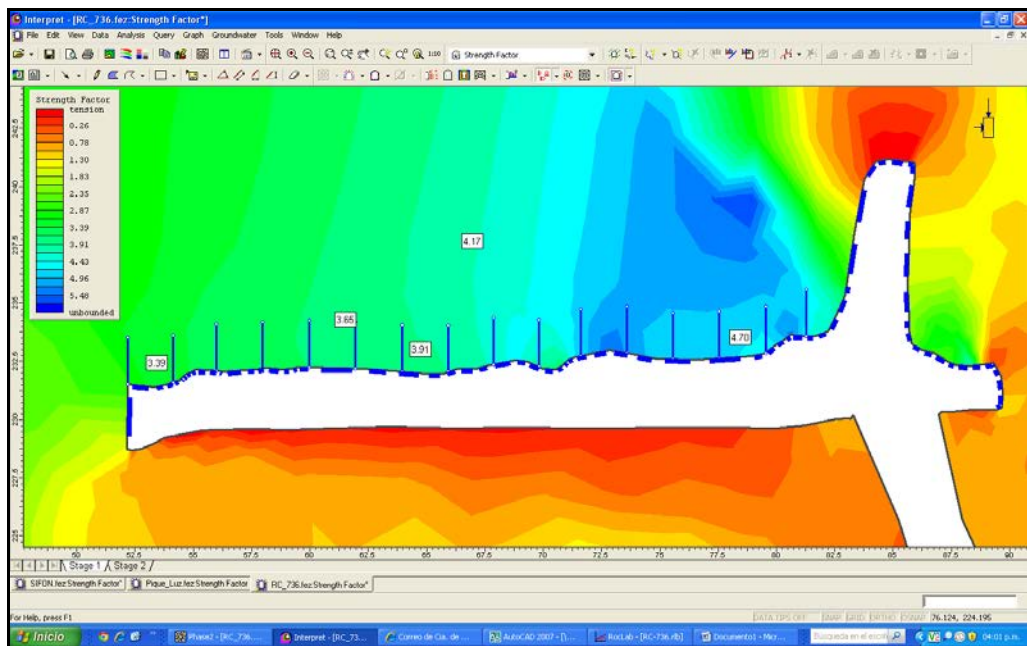
En la **Figura 37** se observa que el subnivel de descarga presenta zonas de altos esfuerzos, por lo que requiere sostenimiento. En la **Figura 38** se observa el sub nivel sostenido con *split set* de 7 pies, mejorando el factor de seguridad y haciéndolo estable.

**FIGURA 37. FACTORES DE SEGURIDAD EN EL SUBNIVEL DE DESCARGA SIN SOSTENIMIENTO**



Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**FIGURA 38. FACTORES DE SEGURIDAD EN EL SUBNIVEL DE DESCARGA SOSTENIDO CON SPLIT SET DE 7 PIES**



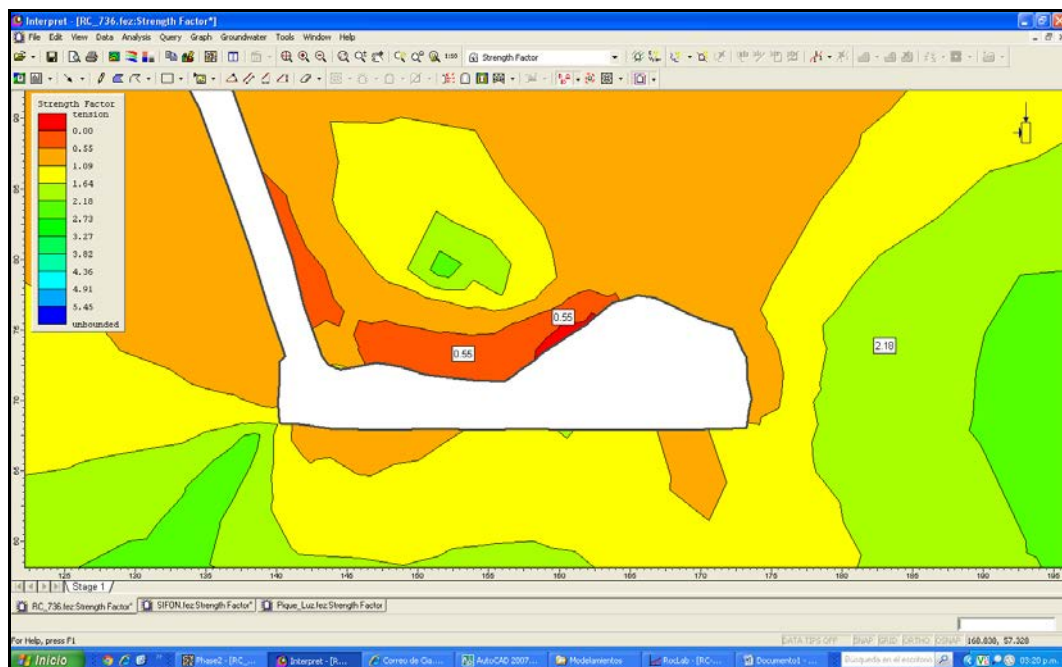
Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa Uchucchacua



En la **Figura 39** se observa que la cámara de bombas presenta un factor de seguridad bajo e inestable.

En la **Figura 40** se observa que en la cámara de bombas el factor de seguridad mejora aplicando *split sets* sistemáticos de 7 pies a 1 m x 1 m y *shotcrete* de 3". La excavación se vuelve estable.

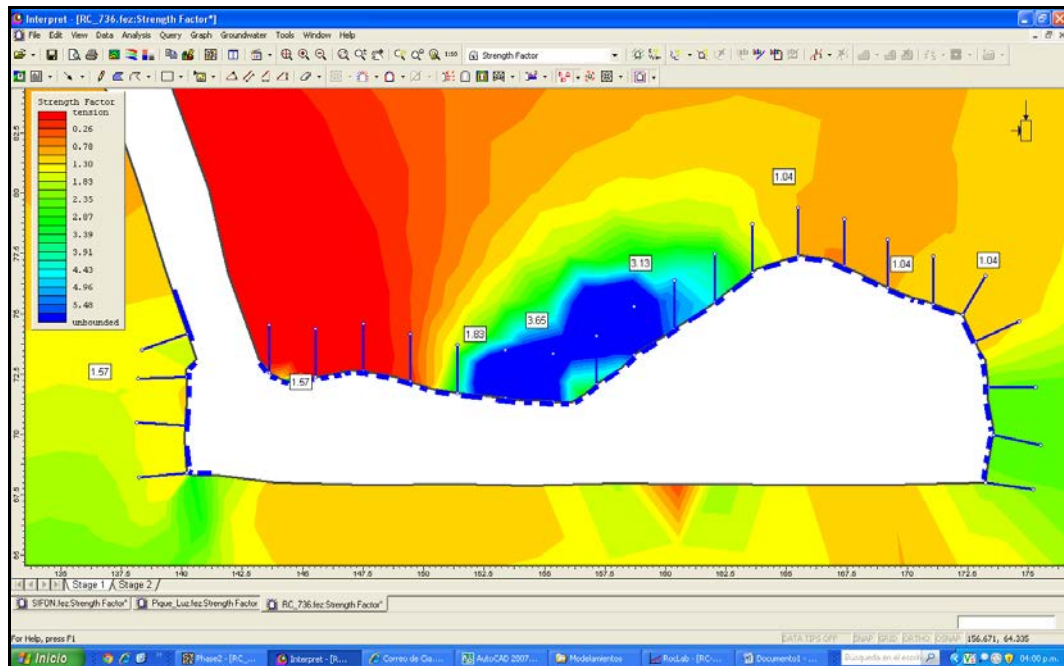
**FIGURA 39. FACTOR DE SEGURIDAD EN LA CÁMARA DE BOMBAS**



Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa

Uchucchacua

**FIGURA 40. FACTOR DE SEGURIDAD EN LA CÁMARA DE BOMBAS**



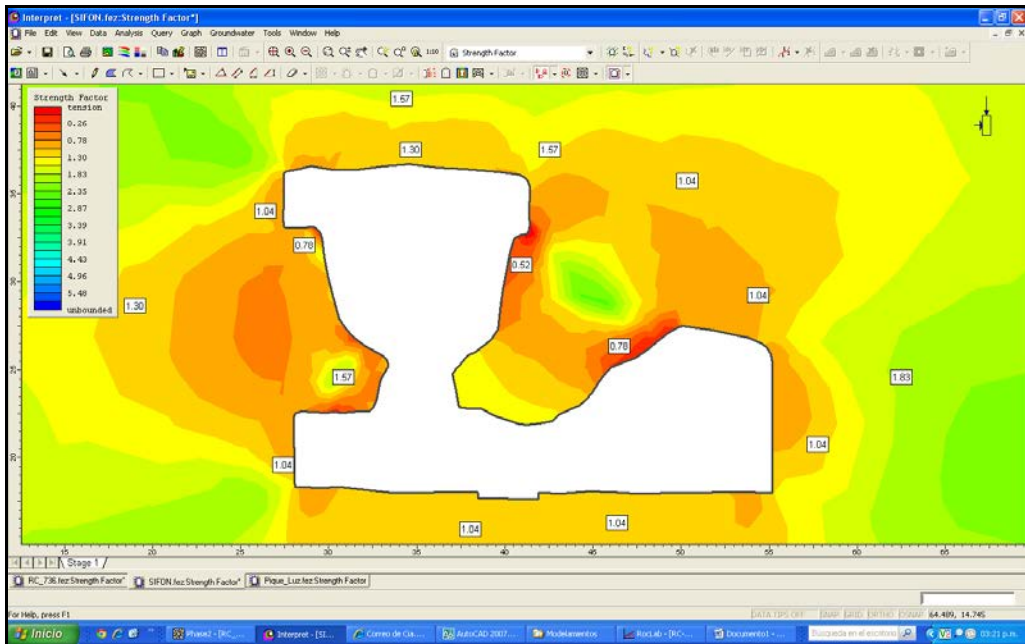
Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa

Uchucchacua

En la **Figura 41** se observa que la chimenea sifón presenta un factor de seguridad bajo e inestable.

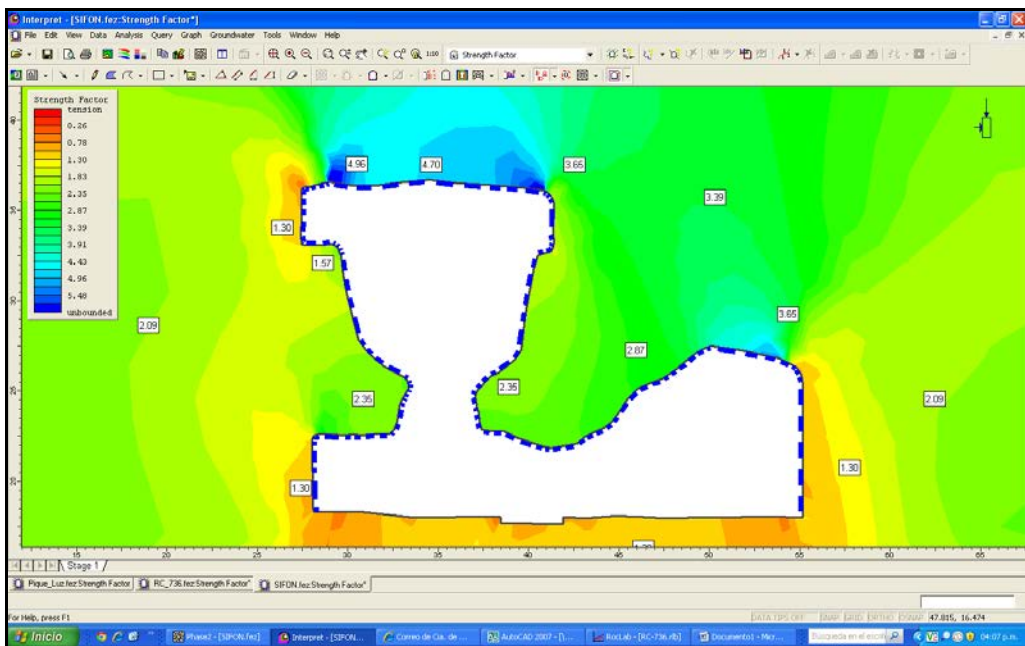
En la **Figura 42** se observa que la chimenea sifón sostenida con *shotcrete* de 2" se vuelve estable.

**FIGURA 41. FACTORES DE SEGURIDAD: CHIMENEA SIFÓN SIN SOSTENIMIENTO**



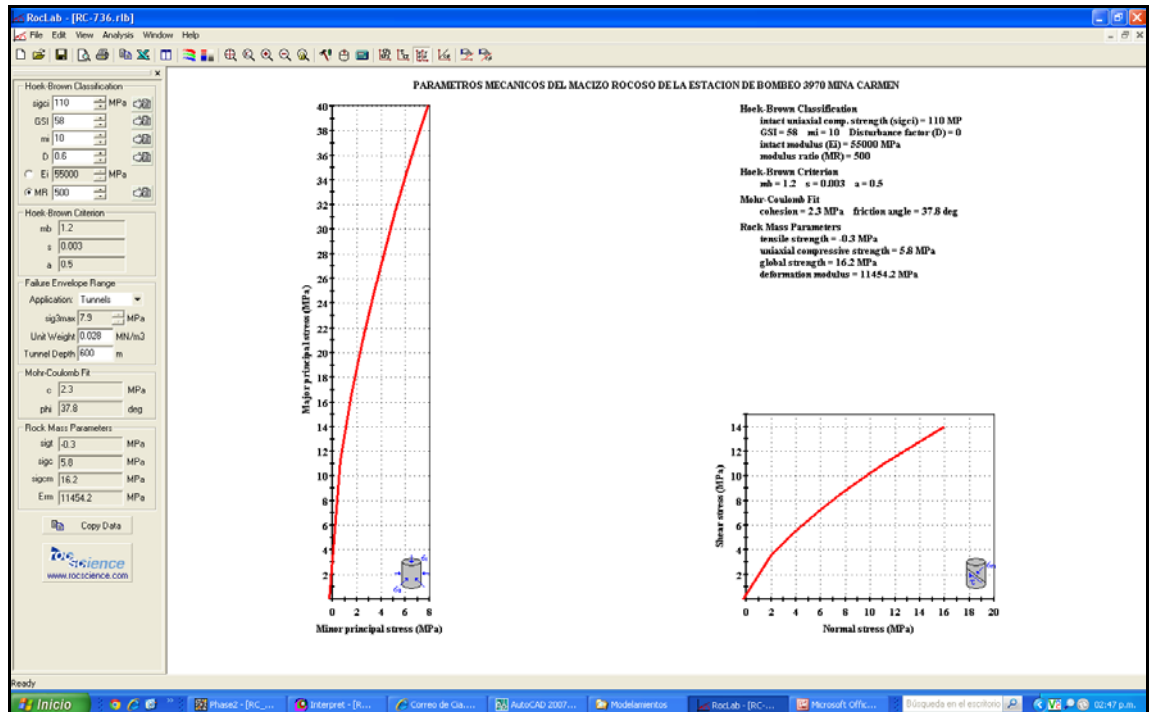
Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**FIGURA 42. FACTORES DE SEGURIDAD: CHIMENEA SIFÓN APLICANDO SHOTCRETE DE 2”**



Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**FIGURA 43. PARÁMETROS DE COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL  
MACIZO ROCOSO CARMEN 3970**



Fuente: Departamento de Geomecánica de la unidad económica administrativa

Uchucchacua

### 9.1.3 Sostenimiento

Dada la magnitud de los esfuerzos y condición de estabilidad se hizo necesario la aplicación del sostenimiento con *super split set* de 7' y *shotcrete* de 3 pulgadas con sostenimiento inmediato en la cámara de bombas, *split set* sistemático en el subnivel y *shotcrete* de 2" de espesor en la chimenea sifón. No se requiere más que sostenimiento de avance en la chimenea *raise climber 736*.

## 9.2 EXCAVACIÓN MINERA

### 9.2.1 Cámara de bombas

Se realizó a partir del avance de un frente horizontal de 3.5 m x 3.5 m, luego este frente se ensanchó hasta los 13 m del proyecto. Se realizó desde el ingreso con inclinación suave hasta alcanzar los 7 m de altura en la zona donde se encuentra el puente grúa. A partir de ese punto se perfila todo el techo a esa altura hasta pasar el ingreso del *raise climber*. El sostenimiento inicial se realizó con *super split sets* de 7 pies de largo de manera sistemática a 1 m x 1m y el sostenimiento final con *shotcrete* de espesor 3". Se perforó con un jumbo Axera 05 con barra de 12 pies y la limpieza se realizó con *scoops* de 3.5 yd<sup>3</sup> y camiones de bajo perfil de 20 t. La voladura se realizó con exagel 60, dinamitas y faneles.

### 9.2.2 Deslamadores

Se realizaron a partir del avance de un frente tipo rampa negativa de 3.5 m x 3.5 m con 13% de gradiente, luego esta rampa se ensanchó hasta los 6 m del proyecto. Se realizó desde el ingreso en todo su ancho y manteniendo el perfil del techo desde el ingreso. Una vez perfilado el piso se ingresó hacia el subnivel de rebose con una sección de 3.5 x3.5 m. El sostenimiento inicial se realizó con *split sets* de 7 pies de largo de manera sistemática a 1 m x 1m y el sostenimiento final con *shotcrete* de espesor 2". Se perforó con un *jumbo* Axera 05 con barra de 12 pies y la limpieza

se realizó con *scoops* de 3.5 yd<sup>3</sup> y camiones de bajo perfil de 20 t. La voladura se realizó con exagel 60, dinamitas y faneles.

### 9.2.3 Tanque sifón

Se realizó a partir del avance de una chimenea convencional de 1.5 m x 2.1 m. Esta chimenea una vez comunicada, se procedió a ensanchar, empezando desde la zona del subnivel hasta un radio de 6 m. Este trabajo se realizó haciendo uso de plataformas de perforación, uso de líneas de vida y equipo de protección anti caídas. El sostenimiento se hizo con *split sets* de 7 pies de manera sistemática a 1 m x 1m y el sostenimiento final con *shotcrete* de espesor 2". Se perforó con máquina *stoper* y *jackleg* con barreno de 4 pies y la limpieza se realizó con *scoops* de 3.5 yd<sup>3</sup> y camiones de bajo perfil de 20 t. La voladura se realizó con dinamitas y faneles.

### 9.2.4 Chimenea raise climber

Se avanzó 176 m con una sección de 2.1 m x 2.1 m. El equipo utilizado fue *alimak* y se perforó con barreno de 8 pies. Al llegar a la cota del nivel 4120, se direccionó hacia el by pass un subnivel de 1.5 m x 2.1 m. El sostenimiento se hizo con *split sets* puntuales de 3 pies y malla en algunos puntos. La limpieza se realizó con *scoops* de 3.5 yd<sup>3</sup> y camiones de bajo perfil de 20 t. La voladura se realizó con dinamitas y faneles.

### 9.3 EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

Las obras civiles incluyen trabajos en la cámara de bombas, pie de la chimenea *raise climber*, chimenea sifón y deslamadores.

Las obras civiles se construyen en base a un expediente técnico y la ejecución está basada en un plan de trabajo. Se explican algunos puntos resaltantes del trabajo realizado.

#### 9.3.1 Cámara de bombas y base de *raise climber*

- Se realizan pruebas de granulometría de los agregados finos y gruesos. Esto es realizado en laboratorios de universidades. Con ello se determina las dimensiones de los agregados para definir la mezcla.
- Se toman muestras del concreto vaciado en testigos cilíndricos de 12" x 6" que son llevadas al laboratorio para corroborar la resistencia del diseño.
- Con un termómetro se mide la temperatura del concreto. Estuvo en 12°. Lo óptimo es 14° o 16°C. Esto se debió agua fría de la mina.
- Se fijaron cotas y niveles para determinar las dimensiones de los bloques según plano.
- Se hizo un replanteo en terreno y se realiza el trazo.

- Se iniciaron las excavaciones del terreno. Se presentaron problemas de brotes de agua desde el piso que fueron controlados direccionando el agua hacia una poza y bombeando hacia la rampa.
- Se iniciaron las perforaciones para los anclajes a roca. Se procedió a soldar las planchas metálicas en los anclajes. Se habilitó el acero de refuerzo respetando distancias y dimensiones según plano. Se colocó el encofrado perimetral de las bases. Se colocaron los pernos para fijación de las bombas hacia la malla de acero. Se colocó una plantilla para que los pernos no se movieran en la parte superior. Se vació el concreto. El material se ingresó con camiones de bajo perfil por la rampa. EL acero entró habilitado desde superficie.
- En el caso de la base de las bombas, las mallas de acero fueron bajadas a su ubicación con un puente grúa acondicionado en la zona con un tecele de 2 t. El acelerante y plastificante se usó en relación 500 ml por bolsa de cemento.

### **9.3.2 Tanque sifón**

- Se hicieron 02 placas de concreto armado para soportar el peso de 500 t de agua, previamente se instalaron los tubos de succión y deslamado. Se hizo una losa maciza y una viga tipo collarín. Se recubrió todo el cuello del sifón con concreto.



- En el segundo nivel del sifón o zona de almacenamiento de agua, el encofrado se realizó con paneles de madera.

### 9.3.3 Deslamador

- No se realizó desquiches el para perfilado de la roca, aumentando el volumen de concreto utilizado.

## 9.4 OBRAS METAL MECÁNICAS

### Los trabajos más dicíciles

**Plataformas metálicas.-** En la instalación de las plataformas metálicas se debe considerar la contratación de personal con experiencia en trabajos en altura, el uso de líneas de vida y cerrado de espacios abiertos como estándar de trabajo.

Se deben considerar los materiales y accesorios de trabajo en buen estado, un sistema de radio con alcance suficiente para la comunicación.

Las plataformas deben ser diseñadas e instaladas con barandas.

**Instalación y soldadura de tuberías de descarga.-** El ingreso de las tuberías de diámetro 18" y 28" con longitud 5m a la mina se realizó por el túnel Patón nivel 4120. Se realizó con locomotora y plataforma de trabajo. Se realizaron desquiches en el ingreso del subnivel, el *raise climber* y la chimenea prolongada para poder girar los tubos e ingresarlos a la labor.

El descenso se realizó con *winche* de 5 t para un peso de 800 Kg El trabajo se realizó de abajo hacia arriba. El uso de eslingas fue necesario.

Las tuberías fueron ancladas a roca mediante la instalación de 8 pernos de 1" a roca y plancha de fierro.

Es crítica la seguridad durante la instalación de tuberías y plataformas. La presencia de espacios abiertos dejan la posibilidad para la caída del personal. Controlar el uso adecuado del equipo de protección anti caídas, así como barandas y puntos de anclaje en las plataformas, línea de vida en el avance.

## **9.5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Las bombas del sistema serán energizadas con 02 celdas de 10 K marca Manelsa y 04 arrancadores *soft starter* marca Aucom de 900.

Desde la sub estación principal del nivel 4120 Carmen bajan por el *raise climber* 736 02 líneas de 240 mm<sup>2</sup> de cobre de 4.16 Kv hasta la estación de bombeo Carmen 3970. En caso haya fallas en esta sub estación, se podrá arrancar hasta 02 bombas. En caso falle el sistema 10 Kv, se cuenta con la red 5.8 Mw con línea de 4.16 Kv desde el ingreso que acciona el sistema de bombeo, pero no las bombas de la estación principal de bombeo 3970. El sistema es automatizado.

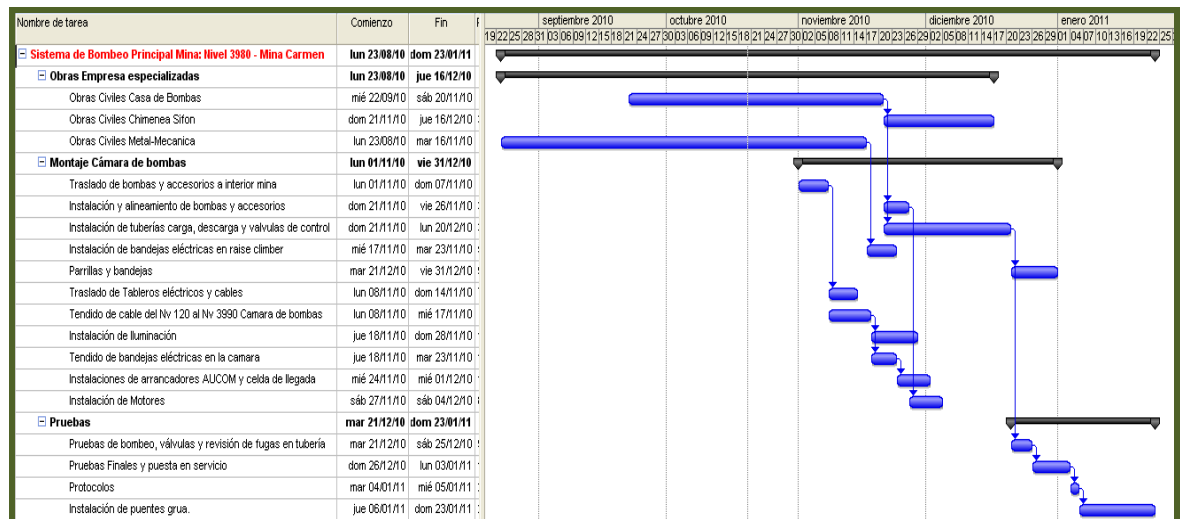
### 9.6 PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO

Para el año 2012 se ha proyectado inicialmente un bombeo en esta estación de 450 l/s, es decir sólo dos bombas trabajando a la vez y dos bombas en *stand by*. A medida que se profundicen las operaciones se usará la capacidad operativa de esta estación al 100%.

Hechas las pruebas en vacío se puede asegurar que para la temporada de lluvias 2011-2012 se tendrá una capacidad de descarga de bombeo de 1330 l/s hacia el nivel 4120.

El sistema empezará a funcionar a partir de diciembre del 2011.

**TABLA 19. CRONOGRAMA INICIAL DE TRABAJO**



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## 9.7 MEDIO AMBIENTE

Buenaventura se encuentra comprometida con el medio ambiente, por ello realiza un control de sus efluentes y controla el impacto de estos al medio ambiente.

En la descarga del túnel Patón se cuenta con deslamadores y un sistema de floculación que deprimen los sólidos en suspensión de los efluentes generados. El punto EU 12 es un punto de control a 1km de la bocamina donde se monitorea que el agua que se descargará en los cuerpos receptores contenga sólidos en suspensión por debajo de los límites máximos permisibles.

En las **tablas 20 y 21** se muestran diferentes muestras tomadas durante el año para controlar las partículas en suspensión que se vierten a las cuencas.

Los monitoreos participativos se realizan con las comunidades y áreas de influencia.

**TABLA 20. PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN EN CUERPOS RECEPTORES**

		Estaciones	Descripción de Ubicación	pH	T°	TSS (mg/L)	Metales Totales (mg/l)						CN Wad (mg/L)
							Pb	Cu	Fe	Zn	As	Mn	
ene-11	EU-13	Laguna Añilcocha	7.7	11.2	<5.067	<0.032	<0.012	<0.041	<0.33	0.022	0.079	<0.005	
	EU-14	Laguna Colquicocha	8.2	11.1	9.4	<0.049	<0.009	0.085	0.146	0.014	9.355	0.033	
	EU-15	Río Patón	8.2	9.9	<8.567	<0.04	<0.009	0.116	0.049	<0.0005	0.226	<0.005	
feb-11	EU-13	Laguna Añilcocha	8.1	10.9	<5.84	<0.029	<0.008	<0.055	<0.028	0.017	0.032	0.001	
	EU-14	Laguna Colquicocha	8.5	10.5	10	<0.033	<0.009	0.257	0.074	0.016	7.886	0.015	
	EU-15	Río Patón	8.2	9.2	<8.95	<0.028	<0.012	0.213	0.045	0.014	0.254	<0.005	
mar-11	EU-13	Laguna Añilcocha	7.7	10.8	<5.32	<0.024	<0.008	<0.041	<0.026	0.014	0.072	0.002	
	EU-14	Laguna Colquicocha	8	10.8	<4.2	<0.031	<0.008	0.049	0.054	0.01	7.475	<0.011	
	EU-15	Río Patón	8.3	8.8	<4.72	<0.032	<0.008	0.086	0.038	<0.001	0.219	<0.005	
abr-11	EU-13	Laguna Añilcocha	7	10.9	<4.66	<0.017	<0.007	0.13	0.029	0.019	0.087	<0.001	
	EU-14	Laguna Colquicocha	8.1	10.9	<5	<0.022	0.008	0.137	0.083	0.018	6.212	0.018	
	EU-15	Río Patón	8	9.9	8.933	0.028	<0.007	0.23	0.064	0.01	0.314	<0.004	
may-11	EU-13	Laguna Añilcocha	7.3	11.2	<4.4	<0.026	<0.008	<0.026	0.028	0.023	0.052	0.003	
	EU-14	Laguna Colquicocha	8	10.2	5.52	<0.025	<0.011	0.048	0.06	0.022	8.326	0.013	
	EU-15	Río Patón	8.3	9.6	<4.6	<0.024	<0.012	0.053	0.032	0.011	0.158	<0.005	
jun-11	EU-13	Laguna Añilcocha	7.6	10.9	<4.92	<0.02	<0.008	0.091	0.063	0.008	0.064	<0.001	
	EU-14	Laguna Colquicocha	8.1	11	7.68	<0.026	<0.008	0.091	0.063	0.005	8.002	0.019	
	EU-15	Río Patón	8.1	9.6	<4.2	<0.024	<0.008	0.115	<0.027	0.014	0.134	<0.005	
PROMEDIO 1ER TRIMESTRE	EU-13	Laguna Añilcocha	7.833	10.967	<5.409	<0.028	<0.009	<0.046	<0.128	0.018	0.061	<0.003	
	EU-14	Laguna Colquicocha	8.233	10.8	<7.867	<0.038	<0.009	0.13	0.091	0.013	8.239	<0.02	
	EU-15	Río Patón	8.233	9.3	<7.412	<0.033	<0.01	0.138	0.044	<0.005	0.233	<0.005	
PROMEDIO 2ER TRIMESTRE	EU-13	Laguna Añilcocha	7.3	11	<4.66	<0.021	<0.008	<0.082	0.04	0.017	0.068	<0.002	
	EU-14	Laguna Colquicocha	8.067	10.7	<6.067	<0.024	<0.009	0.092	0.069	0.015	7.513	0.017	
	EU-15	Río Patón	8.133	9.7	<5.911	<0.025	<0.009	0.133	<0.041	0.012	0.202	<0.005	
PROMEDIO ANUAL	EU-13	Laguna Añilcocha	7.567	10.984	<5.035	<0.025	<0.009	<0.064	<0.084	0.018	0.065	<0.003	
	EU-14	Laguna Colquicocha	8.15	10.75	<6.967	<0.031	<0.009	0.111	0.08	0.014	7.876	<0.019	
	EU-15	Río Patón	8.183	9.5	<6.662	<0.029	<0.01	0.136	<0.043	<0.009	0.218	<0.005	
		Ley General Aguas				0,1	0,5	—	25	0,2	—	0,1	
		ECA Categoría 3	6,5-8,5	—	—	0,05	0,2	1	2	0,05	0,2	0,1	
			6,5-8,4	—	—	0,05	0,5	1	24	0,1	0,2	0,1	
		ECA Categoría 4	6,5-8,5	—	≤25	0,001	0,02	—	0,03	0,01	—	—	

Fuente: Área de Medio ambiente de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**TABLA 21. PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN EN LOS EFLUENTES DE LA MINA**

	Norma	Concentraciones	RMN° 011-96-EM										DS N° 010-2010- MINAM										
			Estaciones	Descripción de Ubicación	pH	T°	TSS	Metales disueltos (mg/L)						CN Total (mg/L)	Metales totales (mg/L)					pH	Cr VI	CN Total (mg/L)	Fe (dis) (mg/L)
								Pb	Cu	Fe (*)	Zn	As	Mn		Pb	Cu	Zn	As	Mn				
ene-11	EU-12		8	9.7	<8.667	<0.026	<0.009	<0.029	<0.027	<0.005	0.118	0.005	<0.005	<0.001	0.138	0.008	0.195	8	<0.01	0.005	<0.029		
	EU-17		7.9	7.6	<5.233	<0.026	<0.009	<0.025	<0.144	0.0116	<0.208	<0.005	0.045	0.001	0.705	0.008	1.347	7.9	<0.07	<0.005	<0.025		
	EU-20	Efluente Túnel Patón	8.2	8.5	<10.33	<0.028	<0.009	<0.025	0.133	0.02	0.473	<0.005	0.052	<0.001	0.388	0.04	1.334	8.2	<0.01	<0.005	<0.025		
feb-11	EU-12		8.2	9.1	<6.64	<0.024	<0.008	<0.024	<0.034	0.008	0.113	<0.006	0.016	<0.001	0.05	0.008	0.293	8.2	--	<0.006	<0.024		
	EU-17		8.1	7.8	<6.04	<0.025	<0.008	<0.024	<0.137	0.005	<0.176	<0.004	0.066	0.003	0.705	0.015	1.115	8.1	--	<0.004	<0.024		
	EU-20	Efluente Túnel Patón	8.4	8.2	15.52	<0.024	<0.008	<0.024	0.145	0.028	0.584	<0.006	0.175	0.005	0.62	0.089	2.723	8.4	--	<0.006	<0.024		
mar-11	EU-12		8.2	8.4	<4.56	<0.024	<0.008	<0.024	<0.027	<0.001	0.147	<0.008	<0.026	<0.008	0.043	0.011	0.18	8.2	--	<0.008	<0.024		
	EU-17		8.1	7.3	<6.16	<0.024	<0.008	<0.027	0.092	<0.001	<0.1	<0.004	<0.138	<0.008	0.126	0.005	<0.163	8.1	--	<0.004	<0.027		
	EU-20	Efluente Túnel Patón	8.1	8.5	12.64	<0.024	<0.008	<0.024	0.115	0.022	0.712	<0.009	<0.043	<0.008	0.183	0.038	0.867	8.1	--	<0.009	<0.024		
abr-11	EU-12		8.1	9.9	8.33	<0.02	<0.007	<0.027	0.032	0.008	0.186	<0.004	0.024	0.007	0.076	0.011	0.266	8.1	<0.002	<0.004	<0.027		
	EU-17		7.9	8.5	14.6	<0.022	<0.007	<0.024	0.281	0.001	0.491	<0.004	0.096	<0.007	0.422	0.022	0.681	7.9	<0.002	<0.004	<0.024		
	EU-20	Efluente Túnel Patón	7.7	7.9	18.267	<0.021	<0.007	<0.021	0.255	0.031	0.604	0.018	0.045	<0.007	0.334	0.034	0.936	7.7	<0.002	0.018	<0.021		
may-11	EU-12		8.1	9.3	<4.2	<0.024	<0.008	<0.031	<0.028	0.007	0.111	<0.008	<0.025	<0.008	<0.034	0.01	0.163	8.1	<0.002	<0.008	<0.031		
	EU-17		8.1	8.2	8.4	<0.017	<0.006	<0.02	0.532	0.005	1.146	<0.003	0.041	<0.006	0.677	0.01	1.666	8.1	<0.002	<0.003	<0.02		
	EU-20	Efluente Túnel Patón	8	9	7.08	<0.024	<0.008	<0.026	<0.054	0.022	0.685	0.012	<0.027	<0.016	0.088	0.035	1.007	8	<0.002	0.012	<0.026		
jun-11	EU-12		7.9	9	<4.6	<0.024	<0.008	<0.026	<0.026	0.002	0.078	<0.008	<0.024	<0.008	<0.028	0.01	0.094	7.9	<0.002	<0.008	<0.026		
	EU-17																						
	EU-20	Efluente Túnel Patón	7.9	9.4	7	<0.024	<0.008	<0.026	<0.026	0.015	0.823	<0.016	<0.026	<0.008	<0.033	0.03	1.008	7.9					
PROMEDIO 1ER TRIMESTRE	EU-12		8.133	9.067	<6.622	<0.025	<0.008	<0.026	<0.029	<0.005	0.126	<0.006	<0.016	<0.003	0.077	0.009	0.223	8.133	<0.01	<0.006	<0.026		
	EU-17		8.033	7.567	<5.811	<0.025	<0.008	<0.025	<0.124	<0.006	<0.161	<0.004	<0.083	<0.004	0.512	0.009	<0.875	8.033	<0.07	<0.004	<0.025		
	EU-20	Efluente Túnel Patón	8.233	8.4	<12.83	<0.025	<0.008	<0.024	0.131	0.023	0.59	<0.007	<0.09	<0.005	0.397	0.056	1.641	8.233	<0.01	<0.007	<0.024		
PROMEDIO 2do TRIMESTRE	EU-12		8.033	9.4	<5.71	<0.023	<0.008	<0.028	<0.029	0.006	0.125	<0.007	<0.024	<0.008	<0.046	0.01	0.174	8.033	<0.002	<0.007	<0.028		
	EU-17		8	8.35	11.5	<0.02	<0.007	<0.022	0.407	0.003	0.819	<0.004	0.069	<0.007	0.55	0.016	1.174	8	<0.002	<0.004	<0.022		
	EU-20	Efluente Túnel Patón	7.867	8.767	10.782	<0.023	<0.008	<0.024	<0.112	0.023	0.704	<0.015	<0.033	<0.01	<0.152	0.033	0.984	7.867	<0.002	0.015	<0.024		
PROMEDIO ANUAL	EU-12		8.083	9.234	<6.166	<0.024	<0.008	<0.027	<0.029	<0.006	0.126	<0.007	<0.02	<0.006	<0.062	0.01	0.199	8.083	<0.006	<0.007	<0.027		
	EU-17		8.017	7.959	<8.656	<0.023	<0.008	<0.024	<0.266	<0.005	<0.49	<0.004	<0.076	<0.006	0.531	0.013	<1.025	8.017	<0.036	<0.004	<0.024		
	EU-20	Efluente Túnel Patón	8.05	8.584	<11.80	<0.024	<0.008	<0.024	<0.122	0.023	0.647	<0.011	<0.062	<0.008	<0.275	0.045	1.313	8.05	<0.006	<0.011	<0.024		
LMPs en cualquier momento			>6,<9	—	50	0,4	1	2	3	1	—	1	0,2	0,5	1,5	0,1	—	>6,<9	0,1	1	2		
LMP en promedio anual			>6,<9	—	25	0,2	0,3	1	1	0,5	—	1	0,16	0,4	1,2	0,08	—	>6,<9	0,08	0,8	1,6		

Fuente: Área de Medio ambiente de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## 9.8 FOTOS DEL PROYECTO

En la **figura 44** se observa la subestación del nivel 4120 Mina Carmen. Esta subestación recibe energía de 10 Kv y distribuye energía de 4.16 Kv a la estación principal de bombeo 3970 Mina Carmen.

**FIGURA 44. SUBESTACIÓN 4120 MINA CARMEN**



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

En la **figura 45** se observan los accesorios usados. Estos accesorios no fueron los que inicialmente se contemplaron en el diseño inicial.

**FIGURA 45. ACCESORIOS USADOS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO  
NIVEL 3970 MINA CARMEN**



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua



En la **figura 46** se observan los accesorios usados, así como la tubería de succión. La tubería de succión junto con la zona de tableros eléctricos limitaron el dimensionamiento longitudinal de la cámara de bombas.

**FIGURA 46. ACCESORIOS TUBERÍA DE SUCCIÓN USADOS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO NIVEL 3970 MINA CARMEN**



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

En la **figura 47** se observa la distribución de las bombas, motores y tableros eléctricos. También se observan las bandejas para los cables eléctricos.

**FIGURA 47. ACCESORIOS, BOMBAS, TABLEROS ELÉCTRICOS Y BANDEJAS INSTALADOS EN LA CÁMARA DE BOMBAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO NIVEL 3970 MINA CARMEN**



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

En la **figura 48** se observa una plataforma en la chimenea de descarga *raise climber*. Se observan las dos tuberías de descarga de 18" de diámetro que descansan en la caja piso de la chimenea de 70° de inclinación, el camino del personal, las bandejas para los cables eléctricos, los compartimientos para servicios.

**FIGURA 48. PLATAFORMA EN RAISE CLIMBER DE DESCARGA**



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

En la **figura 49** se observa un deslamador. Inicialmente no estuvo contemplado en el diseño las obras civiles. Este trabajo se decidió finalmente para impermeabilizar los deslamadores. La limpieza inicial fue pensada con equipo *scoop*. Luego de la variación se tendrá que usar bomba de lodos para este trabajo.

**FIGURA 49. DESLAMADOR**



Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**FIGURA 50. DESLAMADOR**

Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

**FIGURA 51. CELDAS Y TABLEROS ELÉCTRICOS EN CÁMARA DE BOMBAS**

Fuente: Área de Planeamiento de la unidad económica administrativa Uchucchacua

## CONCLUSIONES

1. La mina Uchucchacua presenta un período estacional de lluvias entre los meses de octubre a abril. El bombeo se incrementa de noviembre hasta abril.
2. La profundización de las minas Socorro y Carmen son zonas afectadas por el incremento del caudal de agua debido a la colmatación de las fallas y fracturas del macizo rocoso. Las operaciones actualmente se encuentran en la cota 3840, es decir 280 m por debajo del nivel de drenaje 4120, lo que ocasiona problemas con el bombeo.
3. El uso de técnicas modernas a partir de estudios hidrogeológicos para poder captar el agua de filtración con taladros largos direccionados a fallas principales desde zonas más altas es una alternativa que ayuda a disminuir la presencia de agua y por ende al bombeo. Esto no se realiza y se hace necesario aplicar este

método en la mina Uchucchacua para captar el agua antes de que llegue a la parte baja.

4. El “Mejoramiento del sistema de bombeo de la mina Uchucchacua” incrementará la capacidad de bombeo hasta alcanzar los 1330 l/s entre las minas Carmen y Socorro para la temporada de lluvias 2011-2012 para garantizar la continuidad de las operaciones durante el período de precipitaciones.
5. El mejoramiento de un sistema de bombeo no sólo implica la construcción de estaciones de bombeo principales o la compra de bombas. Implica también la consideración de servicios y trabajos auxiliares. Se ha considerado el incremento de energía en la mina, automatización del sistema, ampliación y construcción de cunetas, excavación y construcción de infraestructura de bombeo en zonas críticas, construcción de estaciones de avance y estaciones secundarias de bombeo, limpieza de pozas.
6. La construcción de la nueva estación de bombeo 3970 Mina Carmen se ubica debajo del nivel 3990. Los trabajos complementarios crearon un circuito de bombeo que reduce los costos de energía y entrega suministro eléctrico suficiente para temporadas de alta demanda.
7. Para la ubicación de la estación de bombeo 3970 Mina Carmen se ha considerado la cercanía a la bocamina del nivel de drenaje, es

decir la proyección de la estación en nivel 4120; la calidad del macizo rocoso de la zona, y la presencia suficiente de agua. Otras variables que se consideran son la presencia de agua y la gradiente de las cunetas para centralizar el proyecto.

8. En la cámara de bombas se han instalado cuatro bombas Goulds 3409 M de 900 HP con capacidad nominal de 250 l/s cada una y cabeza de 170 m. Se ha calculado un bombeo real por bomba de 225 l/s, es decir hasta 900 l/s para una altura dinámica de 159.17 m. La succión de agua se realiza mediante dos tuberías de 28" de diámetro. La descarga es mediante dos tuberías de 18" de diámetro que drenan las acumulaciones de agua captadas en el nivel operativo 3990.
9. Para la selección de equipo se considera el caudal mínimo, caudal máximo, altura dinámica. Se considera además el número de bombas en base a la estacionalidad del bombeo y el tamaño de los ambientes. La capacidad de almacenamiento del tanque sifón limita la capacidad de las bombas.
10. Las limitantes para el dimensionamiento de las excavaciones por equipo y accesorios son la ubicación de los equipos y accesorios a usarse. Se tuvo como limitante del ancho la distribución paralela al eje de succión de las bombas con accesorios y tuberías. Como limitante del largo se tuvo la distribución de bombas, motores y sus bases; así como de zonas para la ubicación de tableros eléctricos.



Como limitante en altura, se tuvo la consideración de un puente grúa de 6 m de alto.

11. Las limitantes para el dimensionamiento de las excavaciones por consideraciones de seguridad son el laboreo adyacente y el tipo de roca. En la estación de bombeo 3970 Mina Carmen se tuvo como limitante de la capacidad del tanque sifón a la rampa ya existente debido a la diferencia de cotas que limitaban la altura. En el caso de la cámara de bombas el limitante fue la rampa existente una vez empezados los trabajos para la cabina del *raise climber*.
12. La selección adecuada de bombas, de tuberías para el diseño de sistemas considerando caudales máximos y mínimos asegura una operación eficiente, buen estado de las bombas, accesorios y equipo eléctrico.
13. El tanque de almacenamiento diseñado con 900 m<sup>3</sup> era pequeño desde el diseño, se redujo aún más hasta los 500 m<sup>3</sup> con las obras civiles y por una diferencia de cotas entre los deslamadores no considerada durante la etapa del diseño. Esto ocasionará paradas continuas de las bombas, sobre todo en época de bajas precipitaciones. El arranque continuo de bombas con alta potencia genera asimismo picos de alta demanda de energía, lo que ocasiona problemas eléctricos.

14. La construcción de puertas herméticas para la cámara de bombas es importante en la medida en que la cámara se encuentra en la parte baja de la mina. Esto asegura el trabajo continuo inclusive en caso de una inundación. Con estas puertas se cuenta con 545 m de rampa de sección 3.5 m x 3.5 m, es decir 6676 m<sup>3</sup> de rampa que en caso de inundación a 300 l/s nos den hasta 6.2 horas de holgura en caso de problemas.

15. El bombeo en época seca se realizará sólo con una o dos bombas.

## RECOMENDACIONES

- 1) Se advierte que el diseño del tanque de 900m<sup>3</sup> de capacidad es una limitante para el arranque las bombas.
- 2) Debido al desnivel de cota inicial de los deslamadores y al ancho de las obras civiles en el tanque sifón, que no fueron consideradas durante la etapa de diseño el tanque sifón se ha reducido hasta los 500 m<sup>3</sup>. Esto en temporada seca, ocasionará un arranque cada 7 min si se usan las 4 bombas, cada 15 minutos si se usan dos bombas. Al ser bombas de 900 HP es recomendable un sistema que permita el arranque y parada de al menos cada hora. Se recomienda en futuros diseños considerar un tanque sifón con mayor capacidad.
- 3) Definir gradientes de 1% en las rampas en las zonas de los deslamadores con el fin de no crear desniveles en el rebose y no disminuir la capacidad de sedimentación de lamas, así como el volumen del tanque sifón.

- 4) Considerar en el diseño la cota más baja entre los deslamadores existentes. Considerar la disminución de volumen de los ambientes de la estación de bombeo por obras civiles y cotas.
- 5) Controlar la excavación de la chimenea de descarga. Al ser una chimenea por donde se asentarán las tuberías. Esta no debe tener inflexiones en su avance. Los codos e inflexiones disminuyen la presión de descarga (pérdidas de presión). En la ejecución de la chimenea se incurrieron en 3 inflexiones, luego de lo cual se tuvieron que hacer desquinches. Esto retrasó el trabajo y no se logró alinear del todo. Por ser la descarga con tuberías de 18" el juego en la brida es delicado.
- 6) Control de la seguridad durante la instalación de tuberías y plataformas. La presencia de espacios abiertos dejan la posibilidad para la caída del personal. Controlar el uso adecuado del equipo de protección anticaídas, así como barandas y puntos de anclaje en las plataformas, línea de vida en el avance para evitar la caída del personal.
- 7) Se debe considerar la longitud de las tuberías para el ingreso a la mina, la secuencia de ingreso, el equipo usado para sostener las tuberías, el radio de giro de los tubos, un trineo para deslizar las tuberías sin problemas.

- 8) Controlar en la cámara de bombeo el correcto desatado, sostenimiento preventivo y sostenimiento final de la excavación con *shotcrete* de 3". Una vez la excavación alcanza dimensiones grandes será difícil volver a sostener. Al ser labores permanentes, se requiere un sostenimiento adecuado. Durante el trabajo de obras civiles para la instalación de las bases de las bombas se tuvieron incidentes de chispeo. Para darle solución se tuvieron que instalar andamios y volver a sostener con *shotcrete*.
  
- 9) Durante la ejecución de obras civiles: considerar la disposición de equipos para el ingreso de materiales, herramientas y otros; una zona de almacenamiento de agregados lo suficientemente amplia y una zona de preparación de concreto. Para la perforación para anclar mallas se requiere líneas de aire cada 5 metros y considerar varios equipos para no obstaculizarse con las mangueras.

## INTECH S.A.

July 31, 2009

Proposal No: MIN 301A-09

Item No: ITEM 001

**MODEL:3409 M SIZE:8x12-27 QTY: 4**

### Operating conditions

#### SERVICE

LIQUID Water Temp. 21.1 deg C, SP.GR 1.000, Viscosity 1.000 cp, rated / max. suction pressure 0.00 / 0.00 bar g

CAPACITY Rated 250.0 l/sec

HEAD 170.00 (m)

### Performance at 1785 RPM

PUBLISHED EFFY 71.0% (CDS)

RATED EFFY 71.0%

RATED POWER 586.19 kW (Run out 627.65 kW)

NPSHR 7.58 m

DISCH PRESSURE(R) 16.68 bar g (21.03 bar g @ Shut off) Based on 0.00 bar g Suc.press

PERF. CURVE A-8271-8 (Rotation CW viewed from coupling end)

SHUT OFF HEAD 214.71 m

MIN. FLOW Continuous Stable: 125.7 l/sec Hydraulic: 125.7 l/sec Thermal: N/A

### Materials

CONSTRUCTION Ductile iron/Cast iron

CASING Ductile iron (max.casing.pres. @ rated temperature 27.58 bar g)

CASING WEAR RING Cast iron

IMPELLER Cast iron - Enclosed (625 mm rated, max=686 mm, min=508 mm)

IMPELLER WEAR RING Cast iron

CASING GASKETS Vellumoid 505

SHAFT MATERIAL 17- 4PH

SHAFT SLEEVE Cast Iron

LUBRICATION Ring Oil

GLAND By Seal Vendor Flush Quench and Drain

### Sealing Method

MECHANICAL SEAL John Crane 5610Q XO(58)1O(58)H (Silicon Carbide vs Silicon Carbide) - (Cartridge - Single)

### Flanges

250# flat face

### Liquid end features

Impeller balanced to ISO 1940 G6.3

### Frame features

Inpro VBX Labyrinth Seal

Single extended shaft

Trico Oiler

## Testing

Non witnessed casing hydrostatic-test

## Painting

Goulds Blue standard painting

## Boxing

BOXING Export

## Weights and Measurements

TOTAL NET UNIT WEIGHT / VOLUME

1,333 kg / 1.833 m<sup>3</sup>

TOTAL GROSS UNIT WEIGHT / GROSS VOLUME

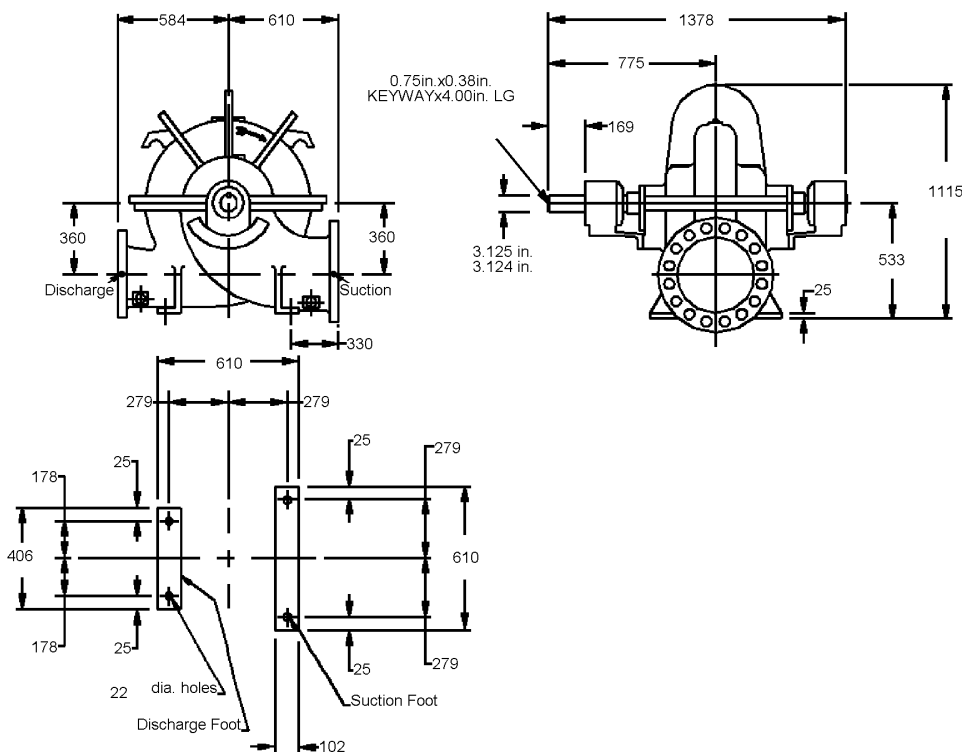
1,542 kg / 2.611 m<sup>3</sup>

Program Version 1.30.0.0

Our offer does not include specific review and incorporation of any Statutory or Regulatory Requirements and the offer is limited to the requirements of the design specifications. Should any Statutory or Regulatory requirements need to be reviewed and incorporated then the Customer is responsible to identify those and provide copies for review and revision of our offer.

**Our quotation is offered in accordance with our comments and exceptions identified in our proposal.**

[Click here](#) to download the pump Bulletin



**Pump specification**

SUCT.FLANGE SIZE	12"	DRILLING	ANSI 250#	FACING	FF	FINISH	SMOOTH
DISCH.FLANGE SIZE	8"	DRILLING	ANSI 250#	FACING	FF	FINISH	SMOOTH
PUMP ROTATION ( LOOKING AT PUMP FROM MOTOR )				CW			
TYPE OF LUBRICATION	RING OIL			COOLED	NO		
TYPE OF STUFFING BOX	STANDARD			COOLED	NO		
TYPE OF SEALING	MECHANICAL SEAL						

**Weights and Measurements**

PUMP	1,333 kg
MOTOR	kg
BASEPLATE	kg
TOTAL	1,333 kg
GR.VOLUME w/BOX	2.611 m <sup>3</sup>
GR.WEIGHT w/BOX	1,542 kg

**Motor specification**

MOTOR BY	MOUNT BY	MFG.
FRAME	POWER	900.0 hp
PHASE	FREQUENCY	RPM
INSULATION	S.F.	VOLTS
ENCLOSURE		

**Auxiliary specification**

COUPLING BY	CPLG TYPE
CPL GUARD BY	CPLG GUARD MATL
BASEPLATE	
MECH.SEAL	JOHN CRANE 5610Q XO(58)1O(58)H (SILICON CARBIDE VS SILICON CARBIDE)

**Notes and References**

-Tolerance for all pump dimensions is +3 mm unless otherwise specified

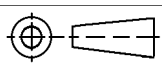
FOR PUMP TAPPED OPENINGS REFER TO DWG.:  
TMIN 301A-09 / ITEM 001

DRAWING IS FOR REFERENCE ONLY.  
NOT CERTIFIED FOR CONSTRUCTION UNLESS SIGNED.

Customer: INTECH S.A.  
Serial No:  
Customer P.O. No:  
Item No: ITEM 001  
End User: Buenaventura  
Service:

Copyright 2009  
ITT Corp

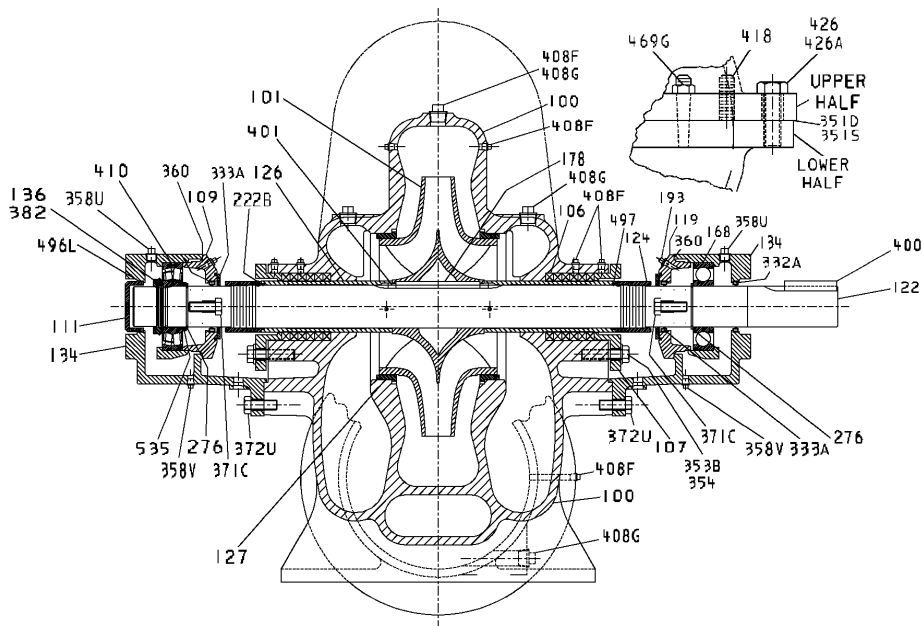
**DRAWING NO** MIN 301A-09/ITEM 001



All dimensions are in mm.  
Drawing is not to scale  
Weights (kg) are approximate



RING OIL LUBRICATION WITH MAIN JOINT BOLT DETAIL



\* Recommended spare parts  
# Items not illustrated

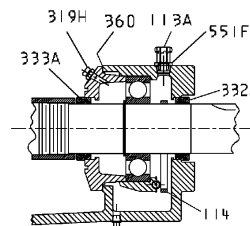
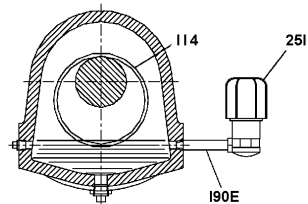
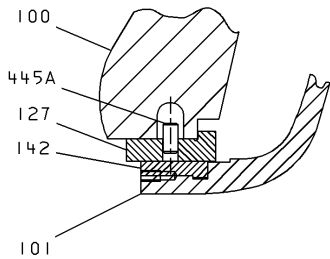
**BILL OF MATERIAL**

ITEM	QTY	PART NAME	MATERIAL	ASTM#
100	1	CASING ASSY	DUCTILE IRON	DI 6 A395-88
101	1 *	IMPELLER		
109	1	COVER, BEARING	CAST IRON	CI A48
111	1	COVER, SHAFT	CARBON STEEL GR B	A307
119	1	COVER, BEARING	CAST IRON	CI A48
122	1 *	SHAFT	17-4 PH SS	A564
124	1 *	SHAFT NUT		
126	1 *	SLEEVE, SHAFT		
127	2 *	WRG. RING CASE	CAST IRON	CI 45 A48
134	2 *	BRG HOUSING	CAST IRON	CI A48
136	1 *	BRG LOCKNUT		
142	1 *	WRG RING IMPLR		
168	1 *	BEARING, BALL		
178	1 *	KEY, IMPELLER	316SS	A276-91A
222B	2	SCREW, SET SHAFT SLEEVE	316SS	A276-91A
276	2	RING, RETAINING	ZINC DICHROMATE ON CBN STL	
332A	1 *	LAB SEAL INB (1)		
333A	1 *	LAB SEAL OUT (2)		
351D	1 *	GASKET, DISCH	VELLUMOID P3313B	D-1170
351S	1 *	GASKET, SUCT	VELLUMOID P3313B	D-1170
354	1	WASHER GLAND		
360	2 *	GASKET, END COVER	VELLUMOID P3313B	D-1170
371C	4	SCREW, HHC BRG HSG-BRG EN	CARBON STEEL GR B	A307
372U	8	SCREW, HHC BRG HSG-CASING	CARBON STEEL GR B	A307
382	1 *	BRG LOCKWASHER		
383	2 *	SEAL, MECH		
400	1 *	KEY, CPLG	CARBON STEEL 1018/1020	A108
401	2	KEY, SLEEVE	316SS	A276-91A
408F	9	PLUG, PIPE CASING	CARBON STEEL GR B	A307
408G	5	PLUG, PIPE CASING		
410	1 *	BEARING, ROLLER		
418	2	SCREW, JACK	CARBON STEEL GR B	A307
424A	10	# PIN, NAMEPLATE		
426	44	SCREW, HHC CASING PARTING		
428	2 *	# GASKET, SLV-IMPLR	NON-ASB GLK 3000	
445A	2	SPIROL PIN		
469G	2	PINS, DOWEL	416SS ASTM A582	
496L	1 *	O-RING	BUNA-N	
497	2 *	O-RING SHAFT SLEEVE	BUNA-N	
497F	1 *	# O-RING OUTBOARD ROTARY	BUNA-N	
497G	1 *	# O-RING OUTBOARD STATIONARY	BUNA-N	
497H	2 *	# O-RING INBOARD ROTARY	BUNA-N	
497J	2 *	# O-RING INBOARD STATIONARY	BUNA-N	
535	1	WASHER, ADJUSTING REAR BE		

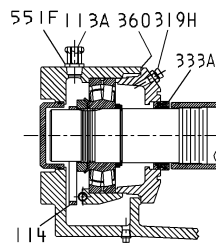
**CASING RING & IMPELLER RING**

**RING OIL LUBE**

**RING OIL LUBE/COUPLING END**



**RING OIL LUBE/THRUST END**



Customer: INTECH S.A.  
Serial No:  
Customer P.O. No:  
Item No: ITEM 001  
End User: Buenaventura  
Service:

Copyright 2009  
ITT Corp

**DRAWING NO** MIN 301A-09/ITEM 001

Job/Inq.No. :

Purchaser : INTECH S.A.

End User : Buenaventura

Issued by : Leonardo Diaz

Item/Equip.No. : ITEM 001

Quotation No. : MIN 301A-09

Date : 07/31/2009

Service :

Order No. :

Certified By :

Rev. : 0

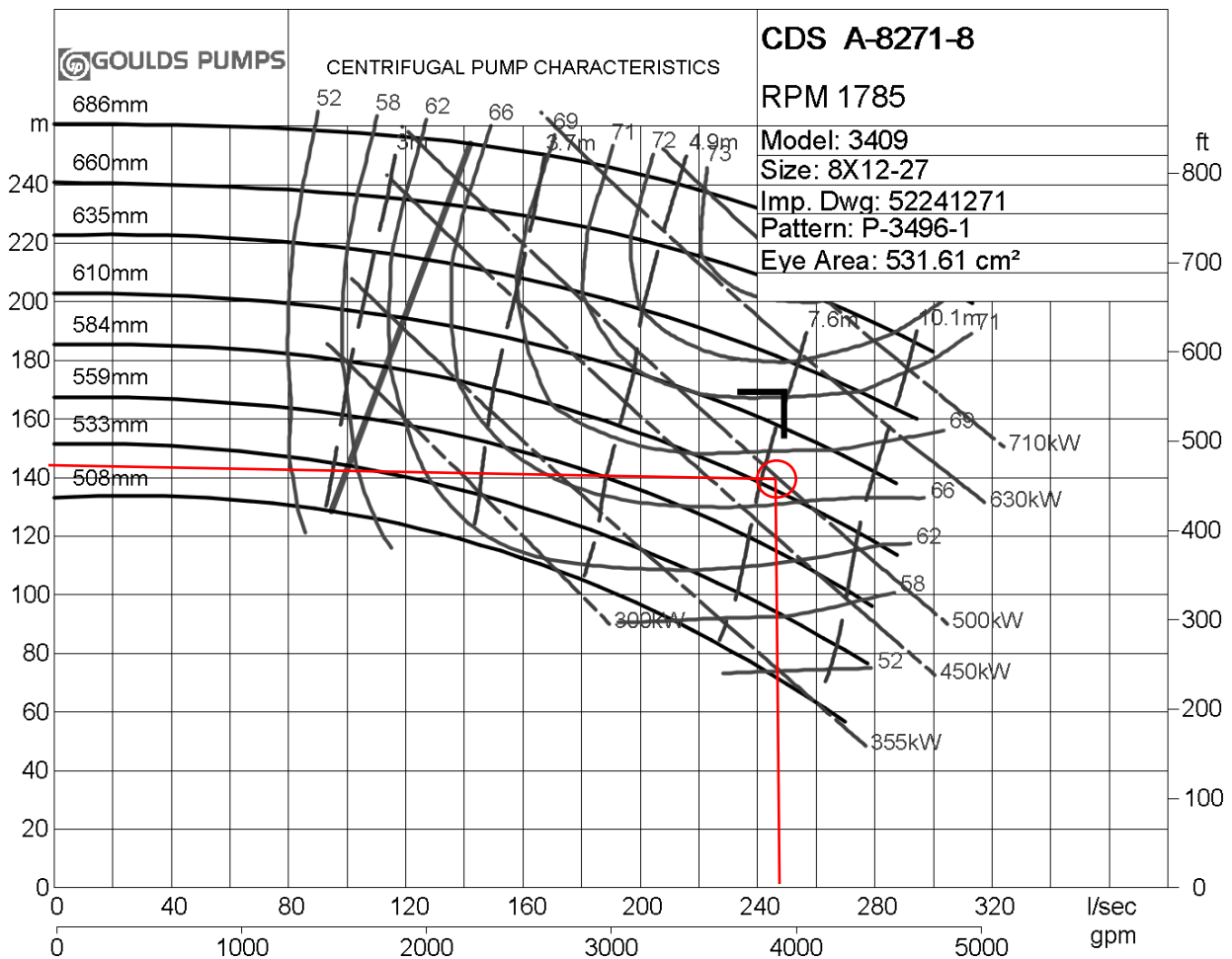
**Operating Conditions**

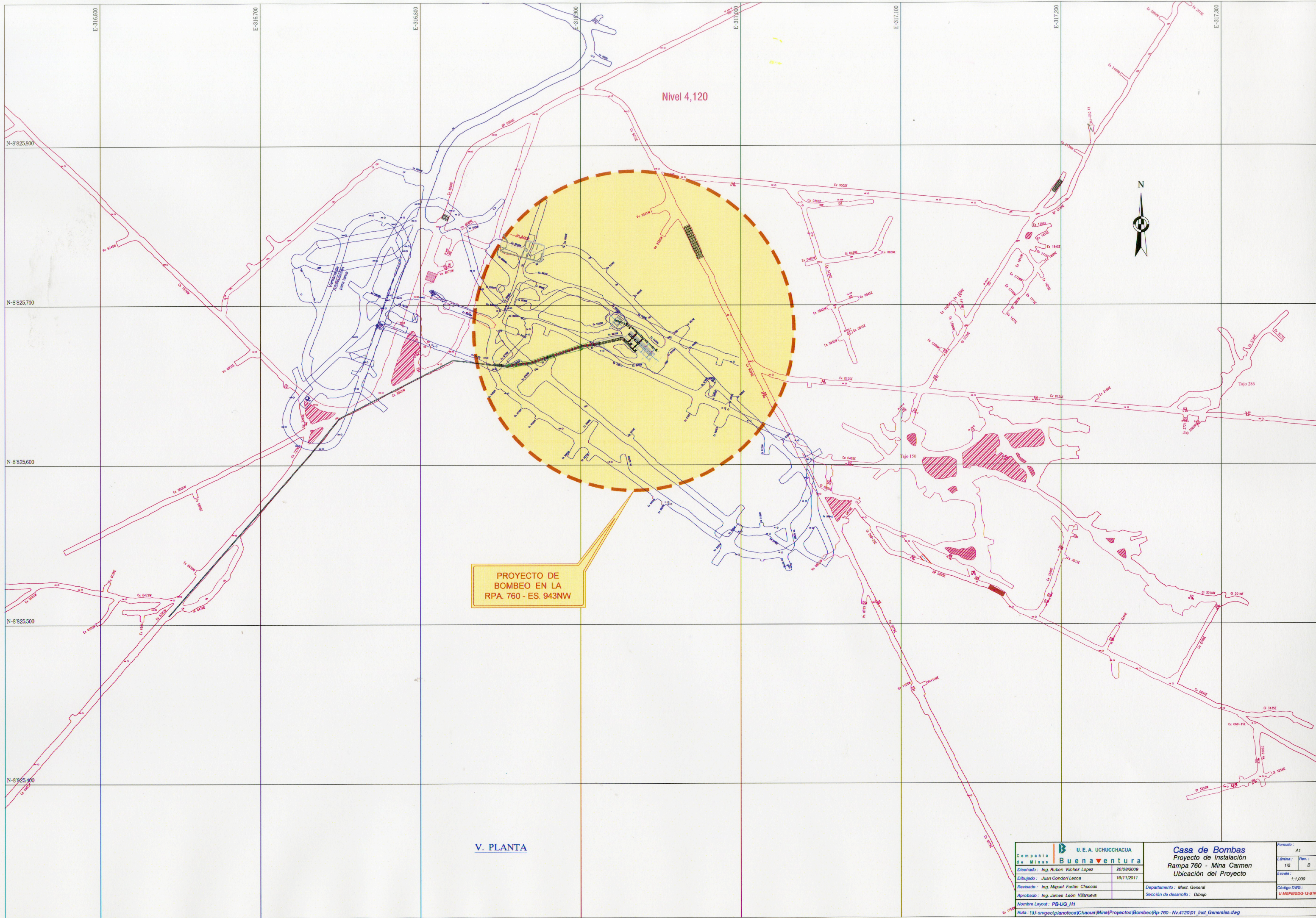
Liquid: Water  
 Temp.: 21.1 deg C  
 S.G./Visc.: 1.000/1.000 cp  
 Flow: 250.0 l/sec  
 TDH: 170.00 m  
 NPSHa:  
 Solid size:  
 % Susp. Solids (by wtg):  
 Max. Solids Size: 38.10 mm

**Pump Performance**

Published Efficiency: 71.0 %      Suction Specific Speed: 8,689 m³/hr,m  
 Rated Pump Efficiency: 71.0 %      Min. Hydraulic Flow: 125.7 l/sec  
 Rated Total Power: 586.19 kW      Min. Thermal Flow: N/A  
 Non-Overloading Power: 627.65 kW  
 Imp. Dia. First 1 Stg(s): 625 mm  
 NPSHr: 7.58 m  
 Shut off Head: 214.71 m  
 Vapor Press:

- Notes:** 1. Power and efficiency Losses are not reflected on the curve below.  
 2. Elevated temperature effects on performance are not included.

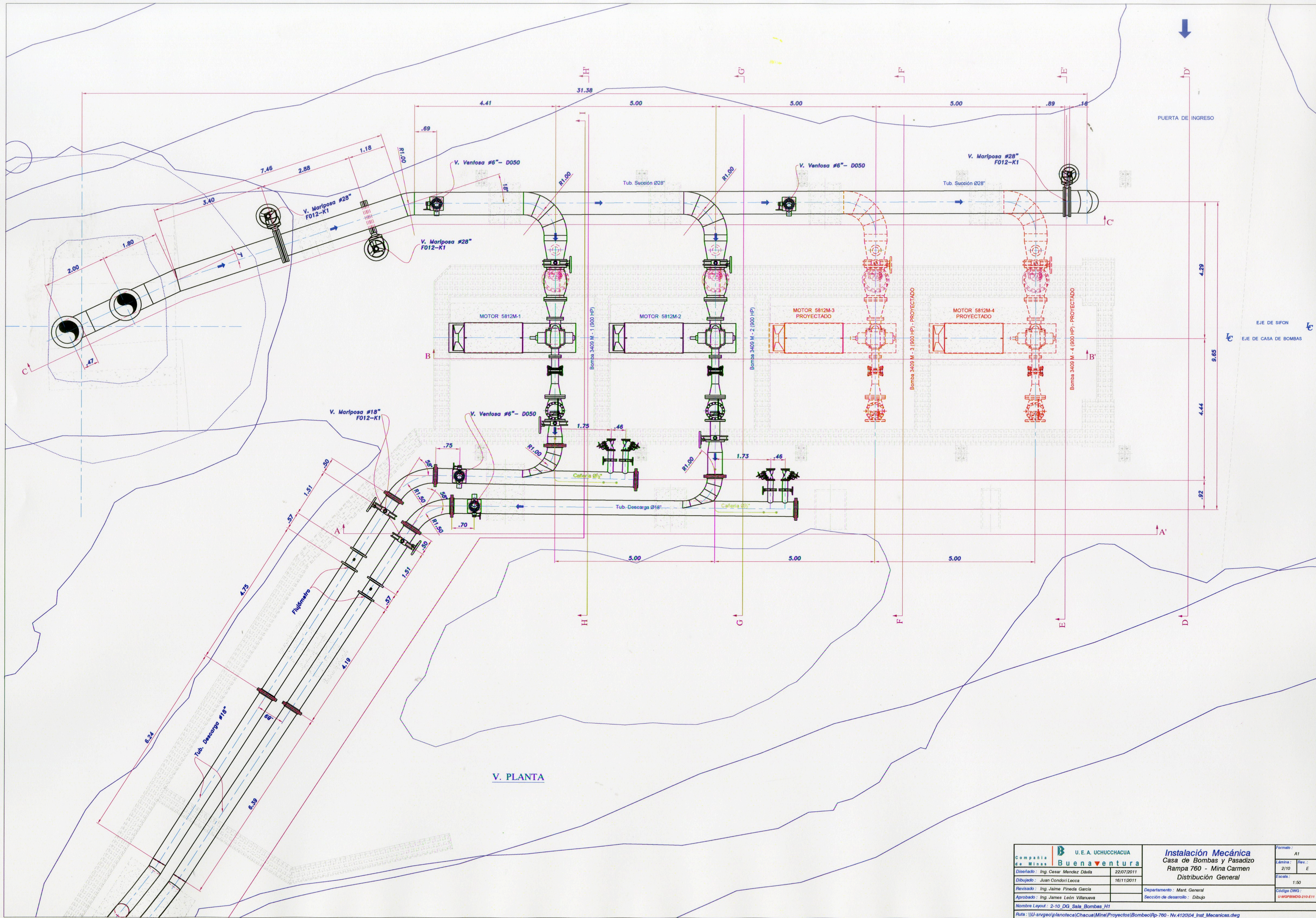




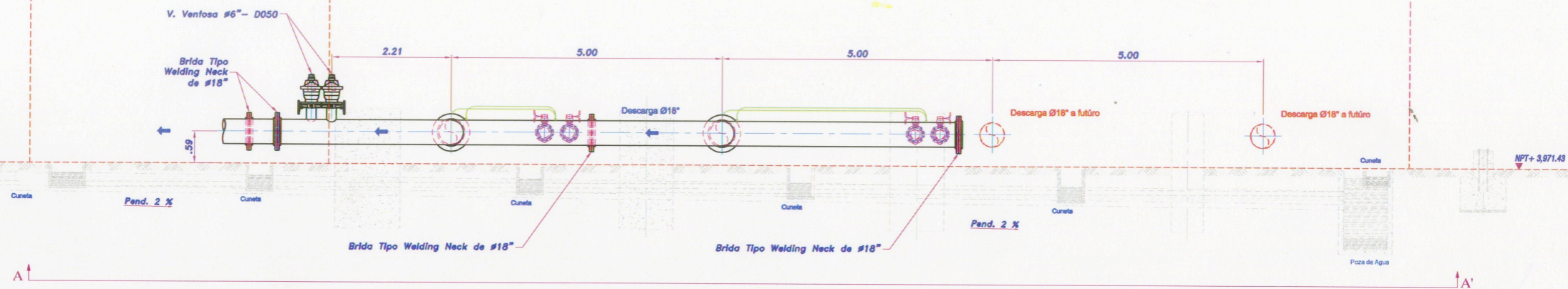
PROYECTO DE BOMBEO EN LA RPA. 760 - ES. 943NW

V. PLANTA

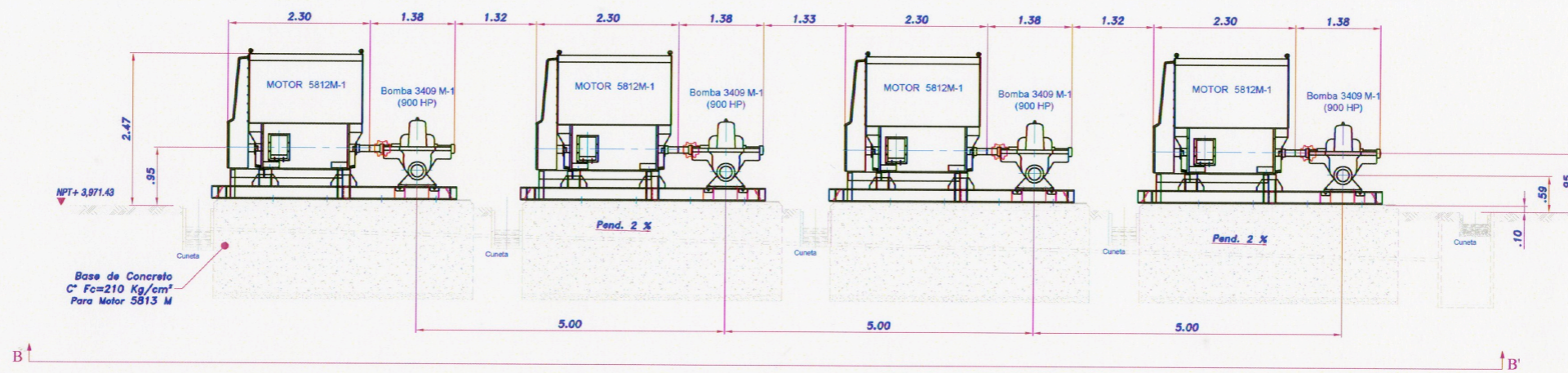
<b>U.E.A. UCHUCCHACUA</b> U.E.A. UCHUCCHACUA		<b>Casa de Bombas</b> Proyecto de Instalación Rampa 760 - Mina Carmen Ubicación del Proyecto		Formato: A1
Diseñado: Ing. Ruben Vichez Lopez 20/08/2009	Dibuja: Juan Condori Lecca 18/11/2011	Revisado: Ing. Miguel Farfán Chuecas Aprobado: Ing. James León Villarejo	Departamento: Mant. General Sección de desarrollo: Dibujo	Lámina: 1/2 B Escala: 1:1,000 Código DWG: U-MQP/PROG-12-B10
Nombre Layout: PB-UG_H1 Ruta: \\U-srveo\planoteca\Chacua\Mina\Proyectos\Bombero\Rp-760 - Nv.4120\01_Inst_Generales.dwg				



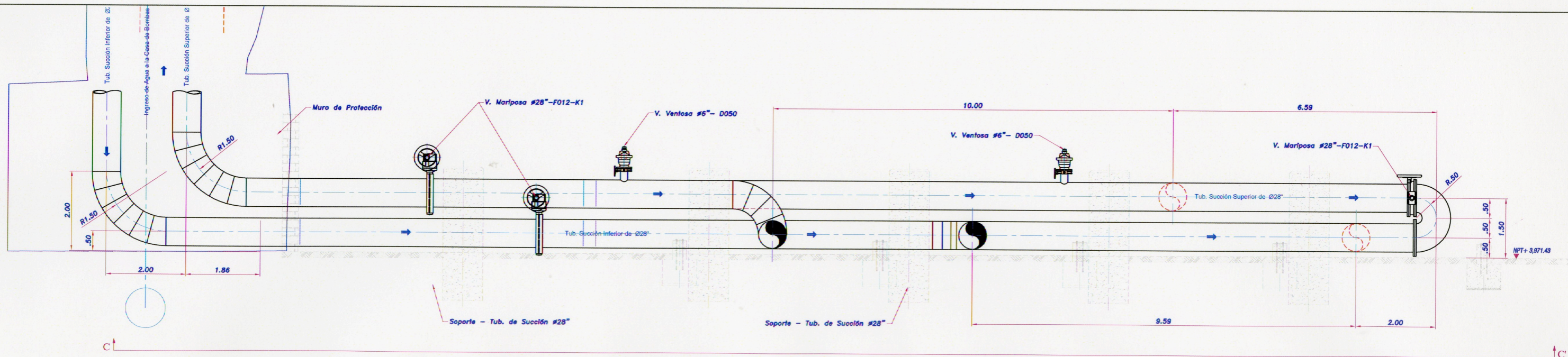
		<b>Instalación Mecánica</b> Casa de Bombas y Pasadizo Rampa 760 - Mina Carmen Distribución General		Formato: A1 Lámina: 2/10 Rev.: E Escala: 1:50 Código DWG: U-MQBMDG-210-E11
Diseñado: Ing. Cesar Mendez Divila 22/07/2011	Dibujo: Juan Condori Lecca 16/11/2011	Revisado: Ing. Jaime Pineda Garcia Aprobado: Ing. James León Villanueva	Departamento: Mant. General Sección de desarrollo: Dibujo	Nombre Layout: 2-10_DG_Sala_Bombas_H1 Ruta: \\U-arggeo\planoteca\Chacua\Mina\Proyectos\Bombeo\Rp-760 - Nv.4120104_Inst_Mecanicas.dwg



LINEA DE DESCARGA Ø18''

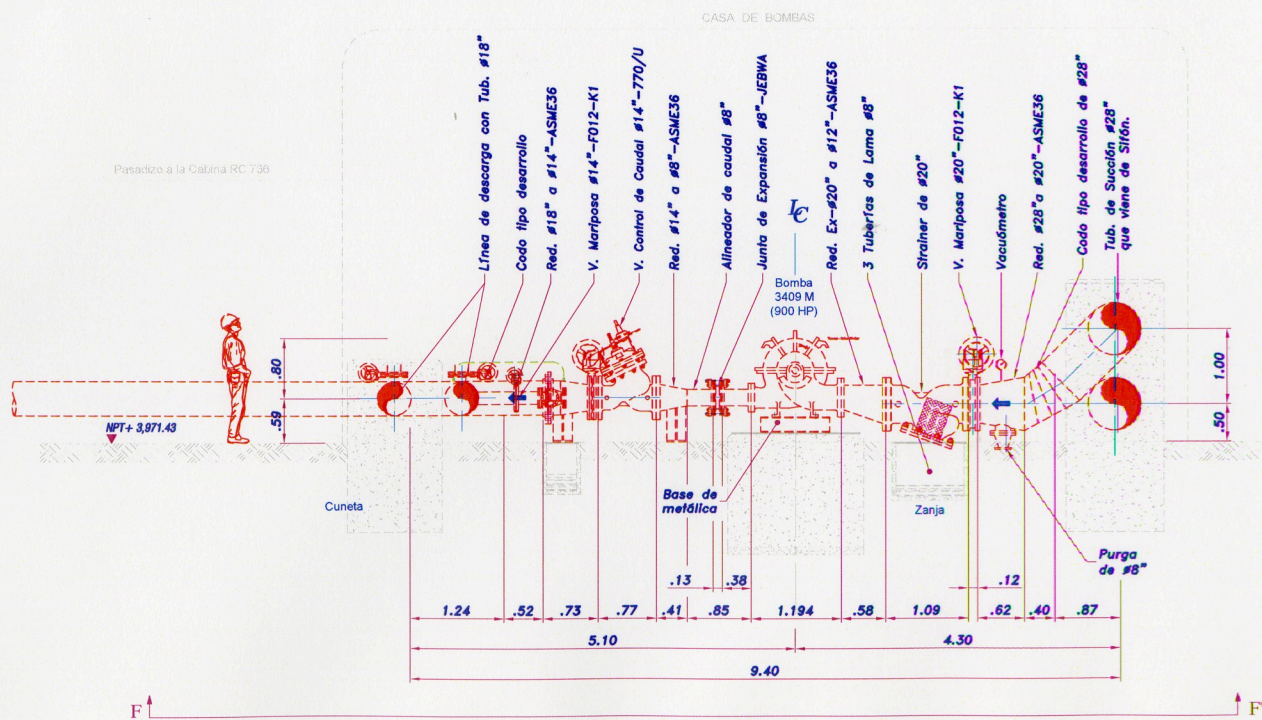
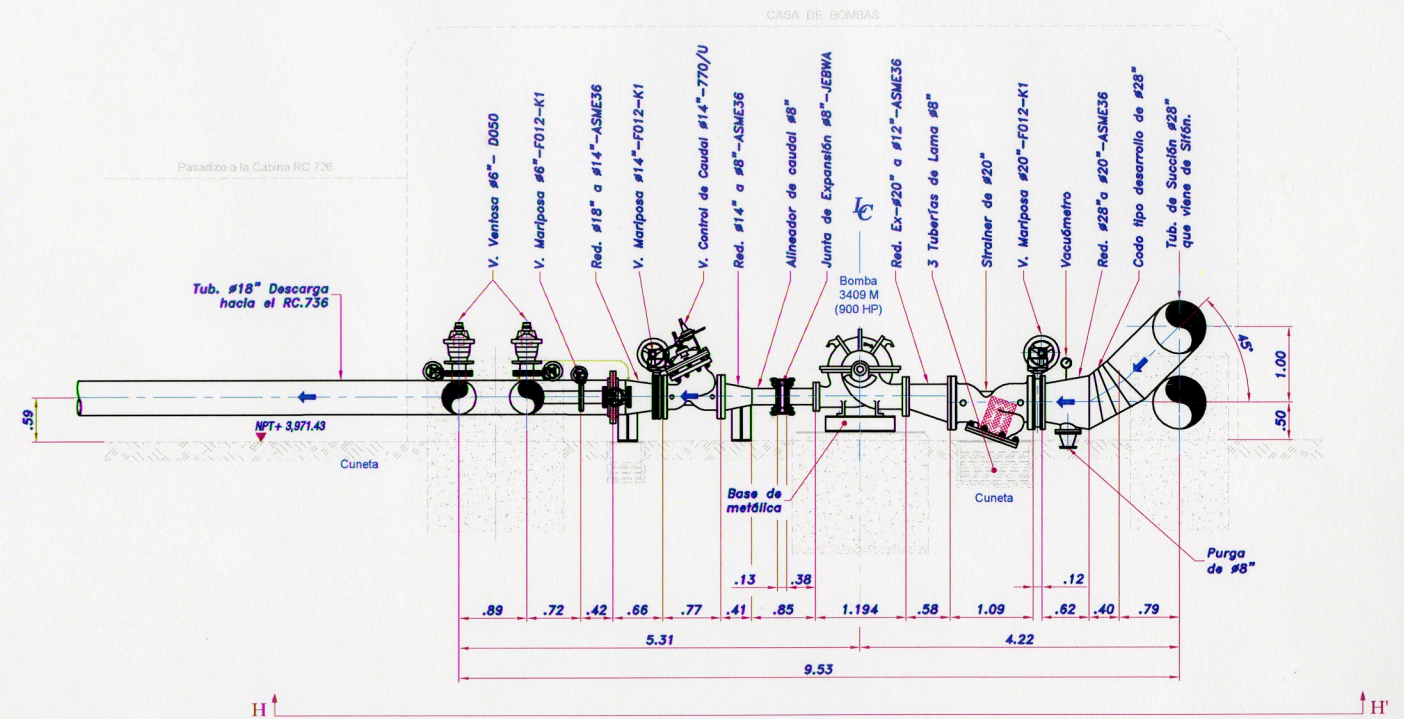
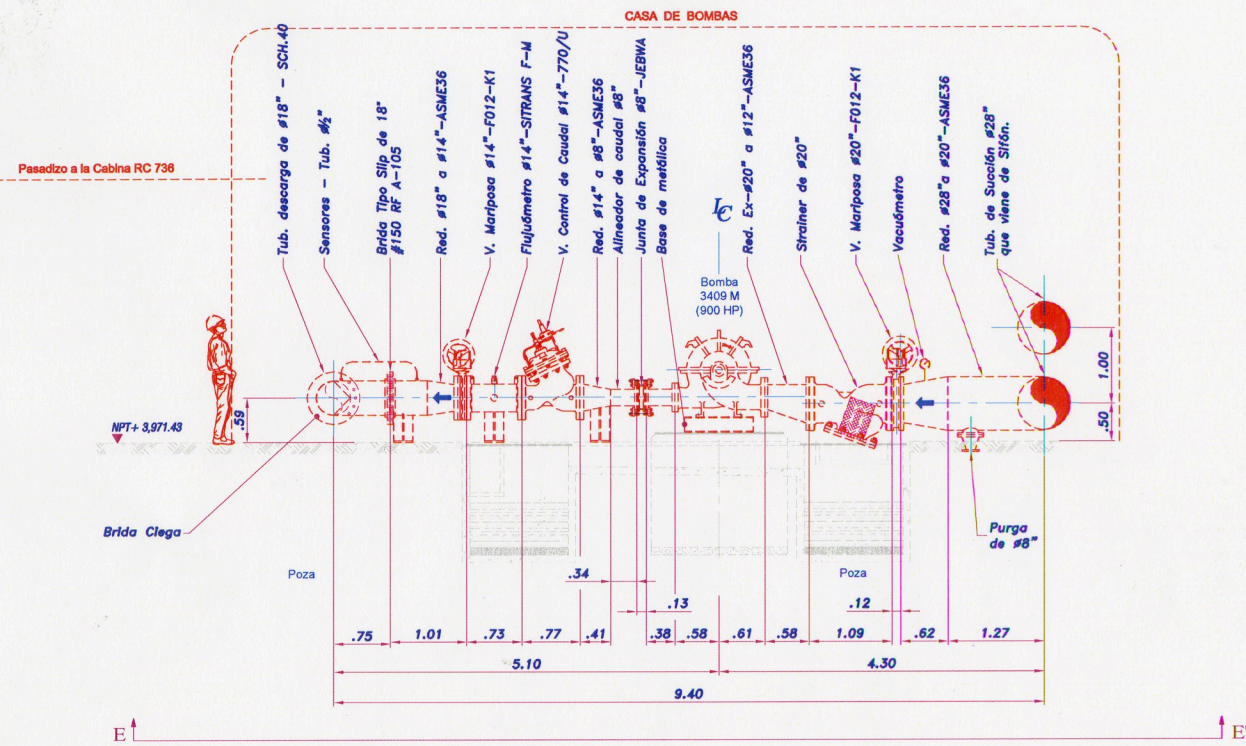
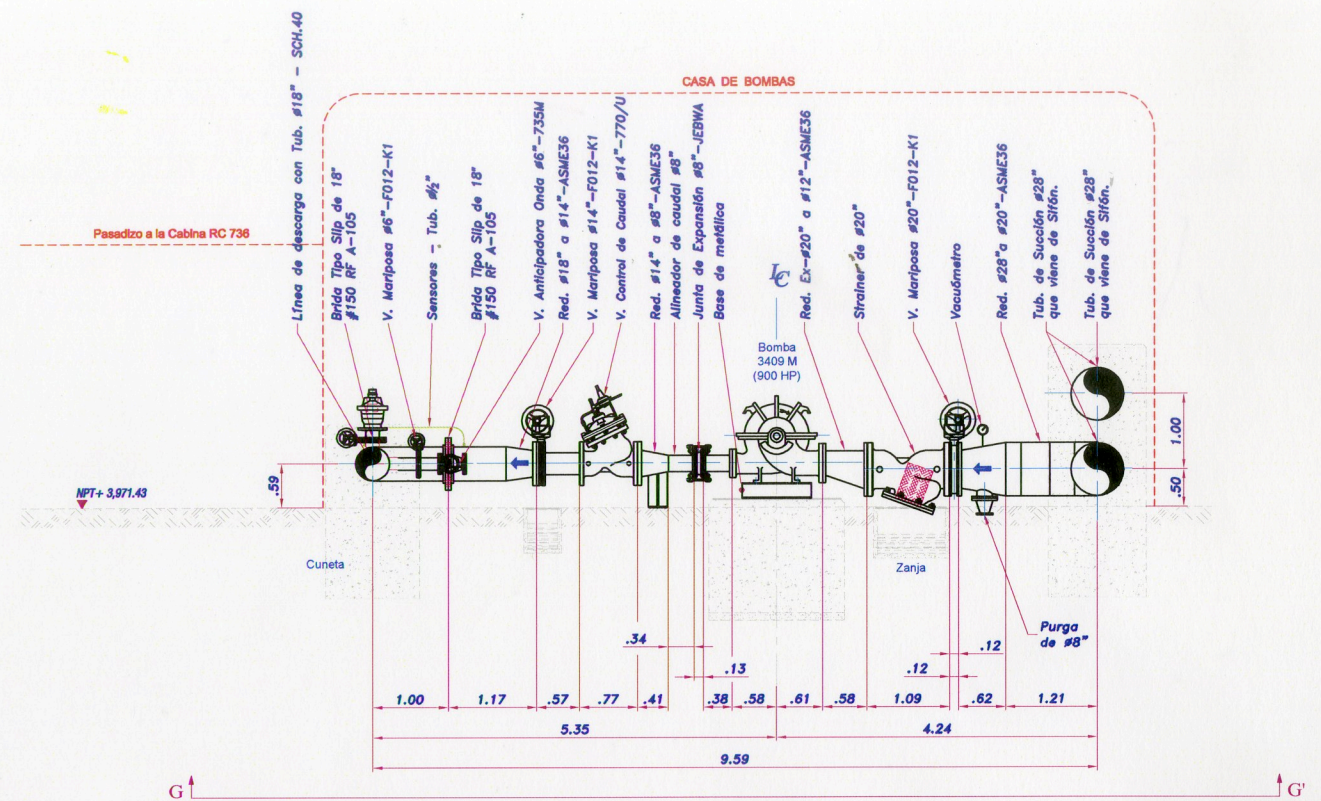
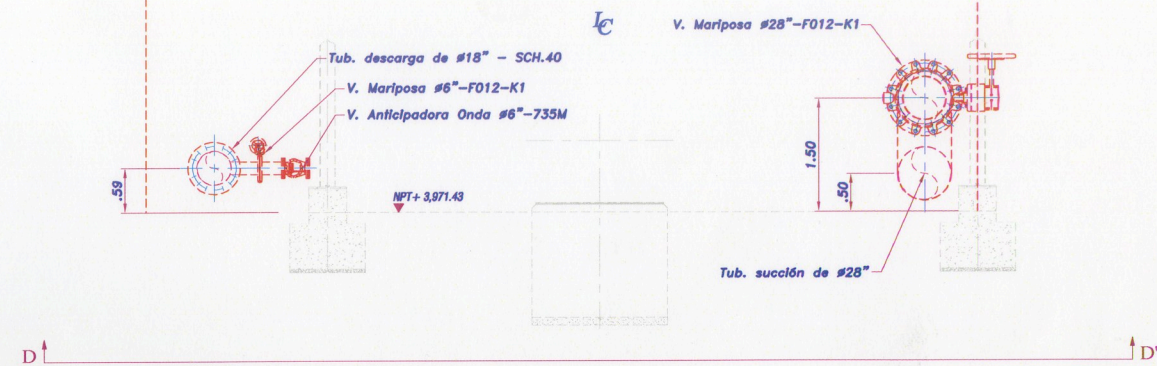


TREN DE MOTORES Y BOMBAS



LINEA DE SUCCION Ø28''

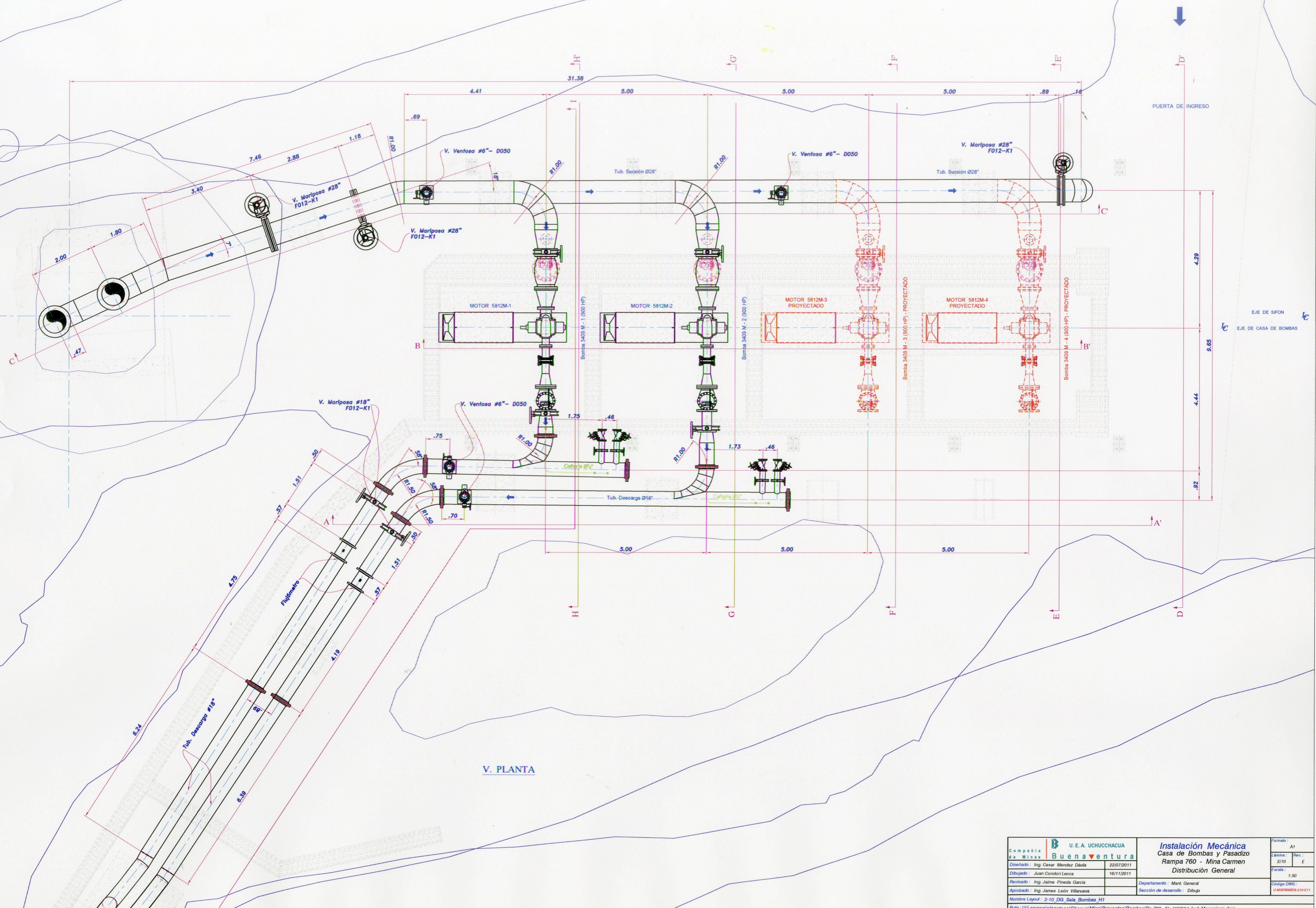
		<b>Instalación Mecánica</b> Cortes A-A' - B-B' y C-C' Casa de Bombas Rampa 760 - Mina Carmen		Formato: A1 Lámina: Rev. E Escala: 1:50 Código DWG: UAGP/MSL-310-E11
Diseñado: Ing. Ruben Vilchez Lopez Dibuja: Juan Condori Leca Revisado: Ing. Ruben Vilchez Lopez Aprobado: Ing. James León Villanueva Nombre Layout: S-10_Cortes A-B-C_H1	20/08/2009 16/11/2011	Departamento: Mant. General Sección de desarrollo: Dibujo		



SECCIONES TRANSVERSALES

U. E. A. UCHUCHUACUA <b>Buenaaventura</b>		<b>Cortes D-D/E-E/F-F/G-G/H-H</b> Casa de Bombas - Obras Civiles Bases - Cunetas - Losas - Pozas Rampa 760 - Mina Carmen		Formato: A1 Lámina: 4/10 Escala: 1:50 Código DWG: U-ARQ1004-110-011
Diseñado: Ing. Ruben Vichez Lopez Dibuja: Juan Condori Lecca Revisado: Ing. Milton Legua Ameri Aprobado: Ing. James León Villanueva	12/12/2009 16/11/2011	Departamento: Mant. General Sección de desarrollo: Dibujo		
Nombre Layout: 4-10_Cortes_D-E-F-G-H_H1 Ruta: \\U-svrg\pl\planoteca\Chacua\Mina\Proyectos\Bomba\Rp-760 - Nv.412004_Inst.Mecanicas.dwg				

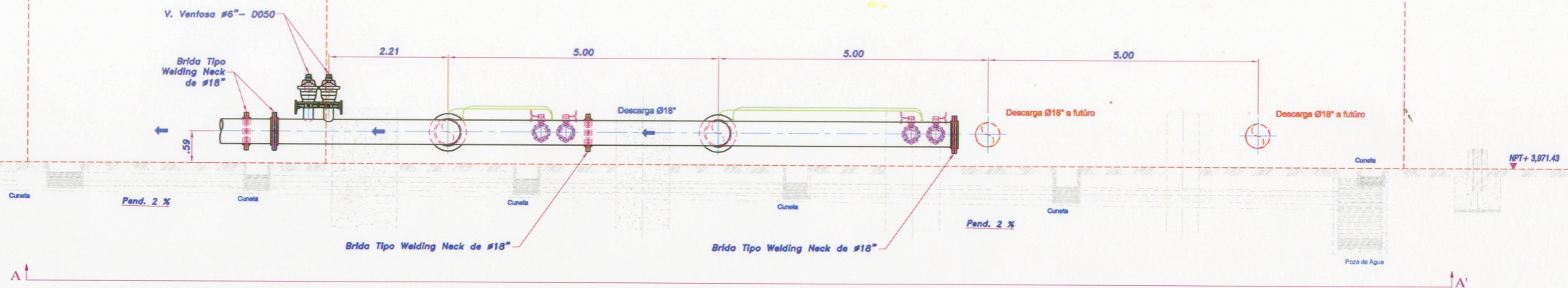




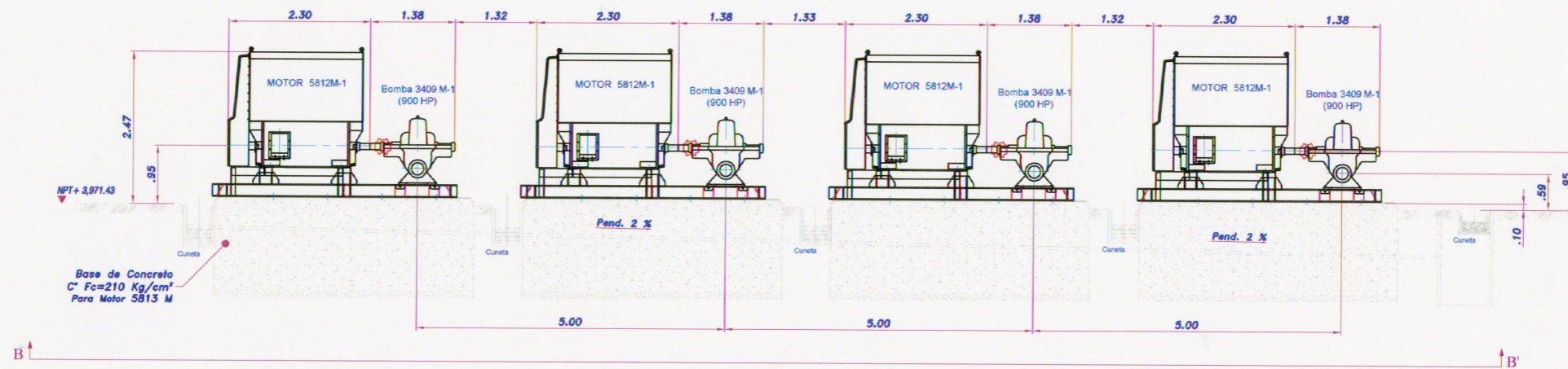
V. PLANTA

<b>U.E.A. UCHUCCHACUA</b> Compania de Minas <b>Buenaventura</b>		<b>Instalación Mecánica</b> Casa de Bombas y Pasadizo Rampa 760 - Mina Carmen Distribución General		Formato: AT
Diseñado: Ing. Cesar Mendez Dávila 22/07/2011	22/07/2011	Revisado: Ing. Jaime Pineda Garcia 16/11/2011	16/11/2011	Lámina: 2/10 Rev.: E
Dibuja: Juan Condoni Lecca 16/11/2011	16/11/2011	Aprobado: Ing. James León Villanueva	Departamento: Mant. General Sección de desarrollo: Dibujo	Escala: 1:50
Nombre Layout: 2-10_DG_Sala_Bombas_H1				Código DWG: U-MGPBMDG-210-E11

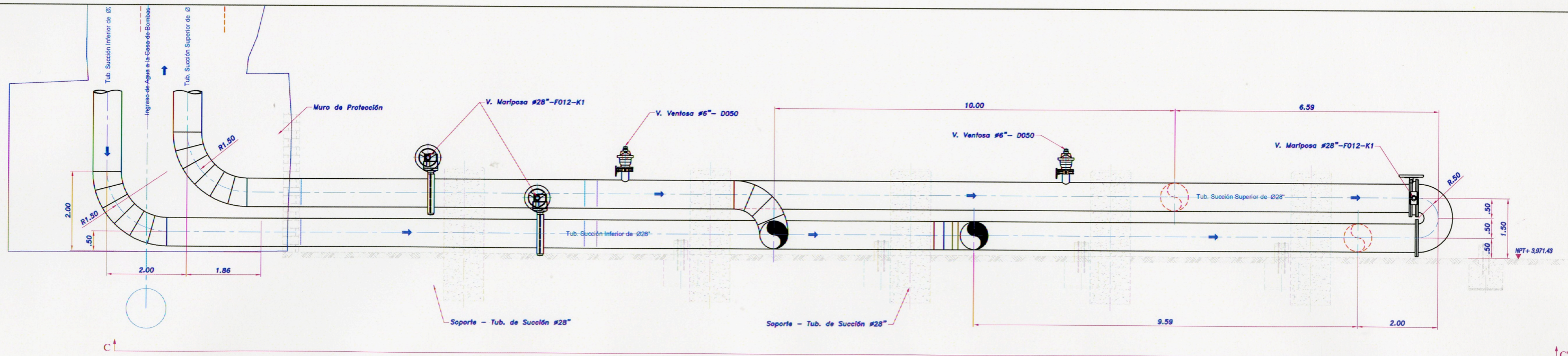




LINEA DE DESCARGA Ø18''

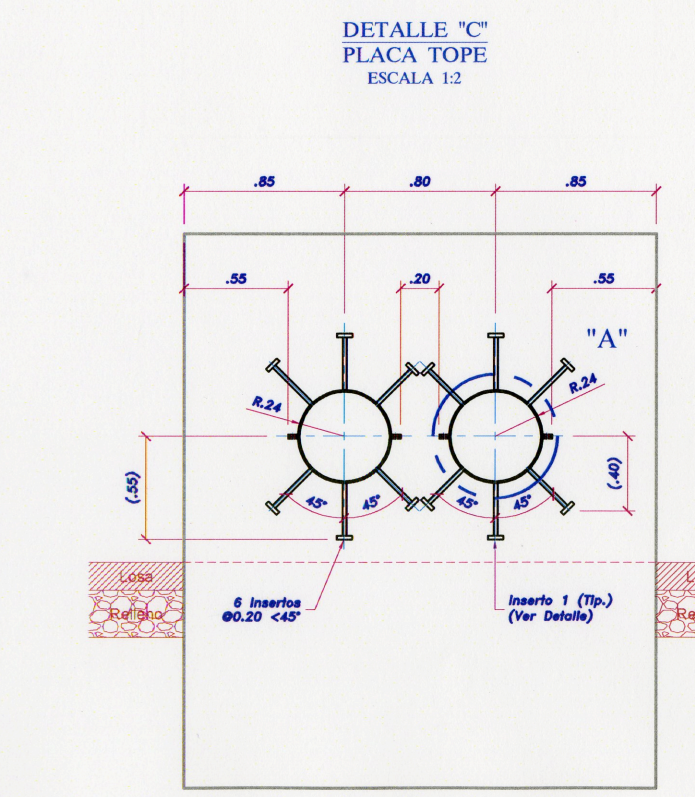
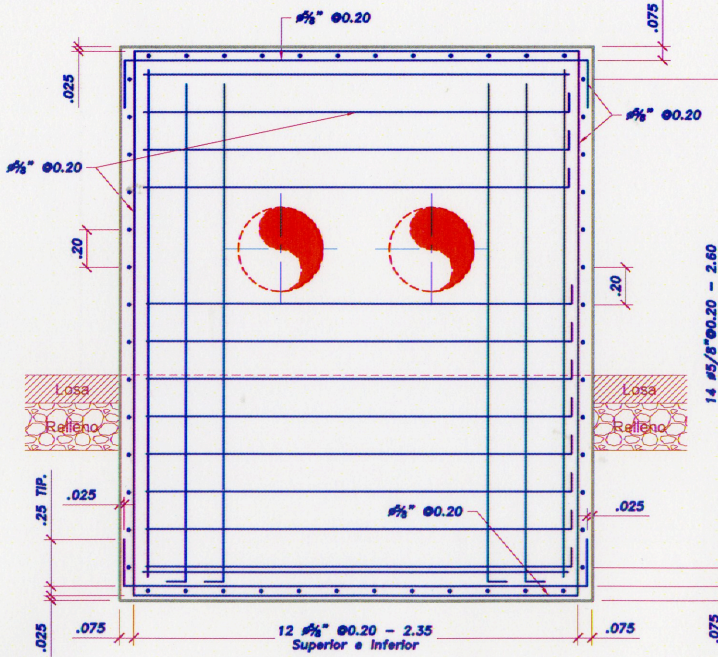
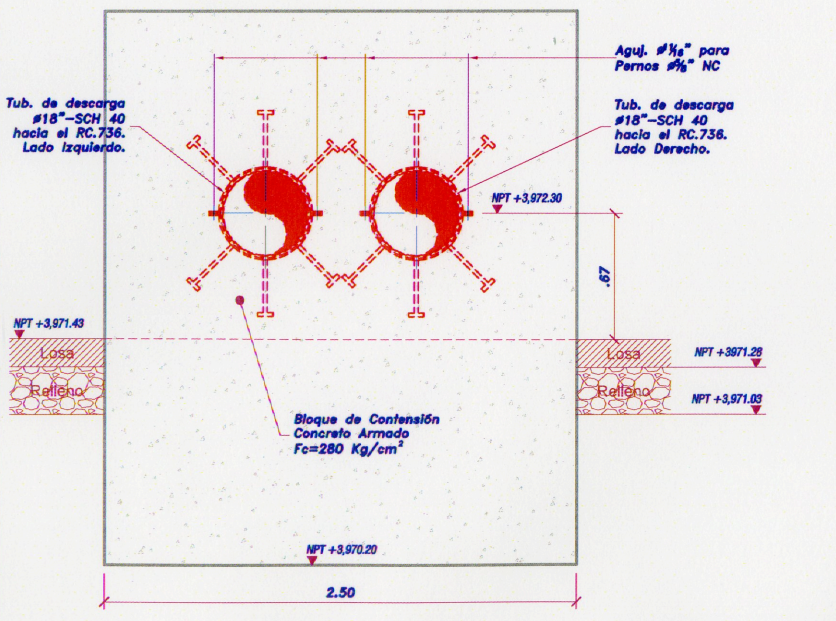
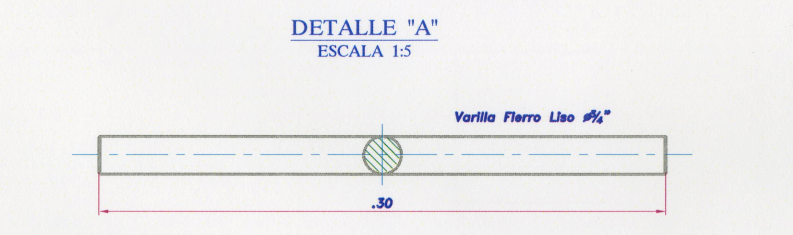
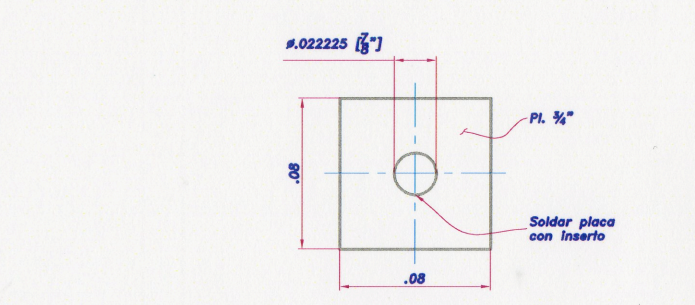
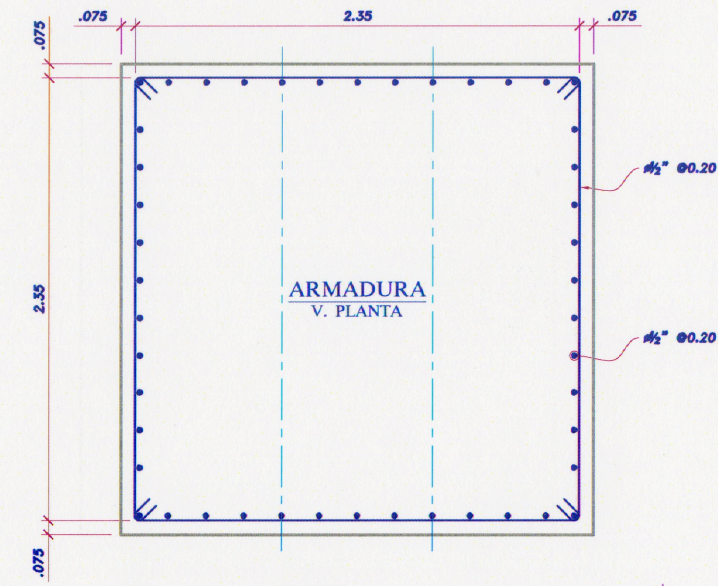
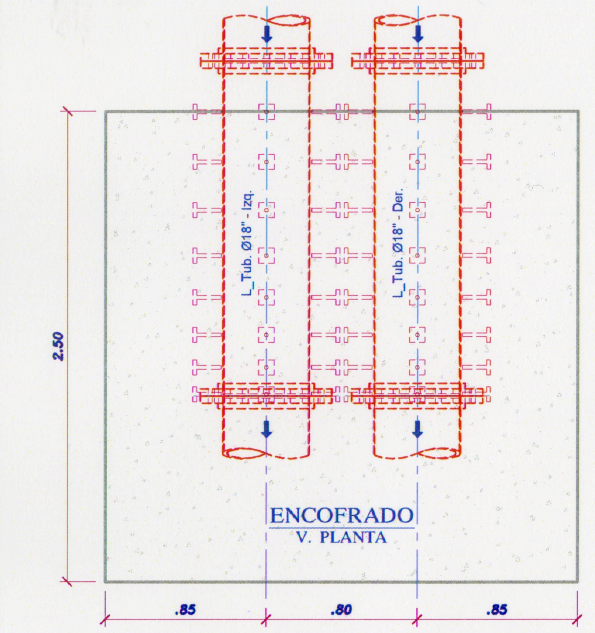
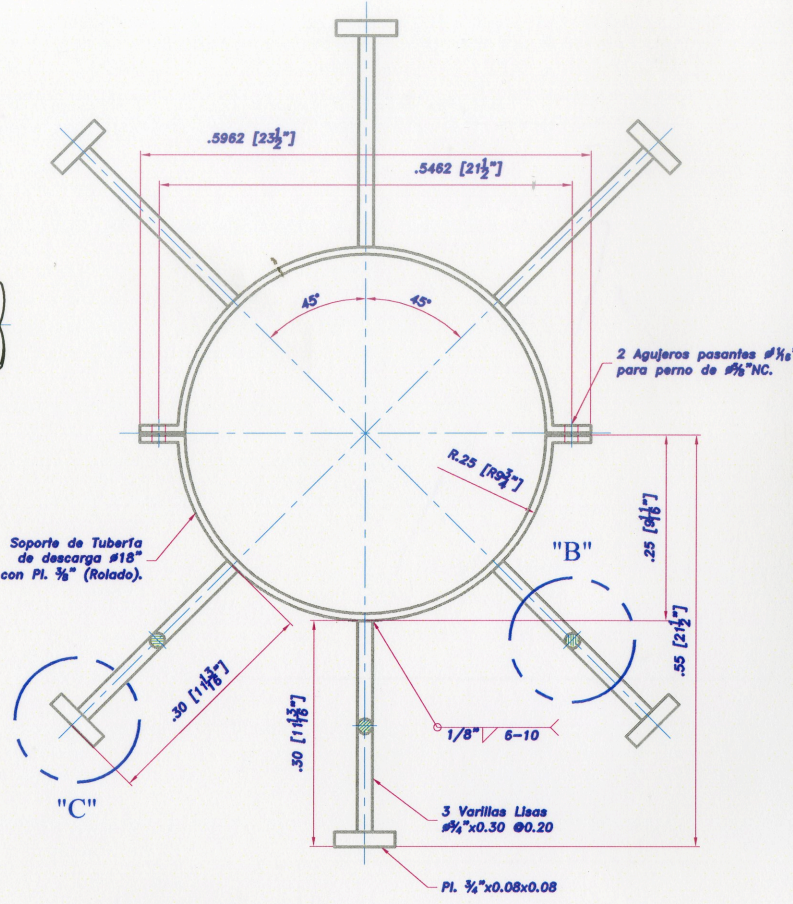
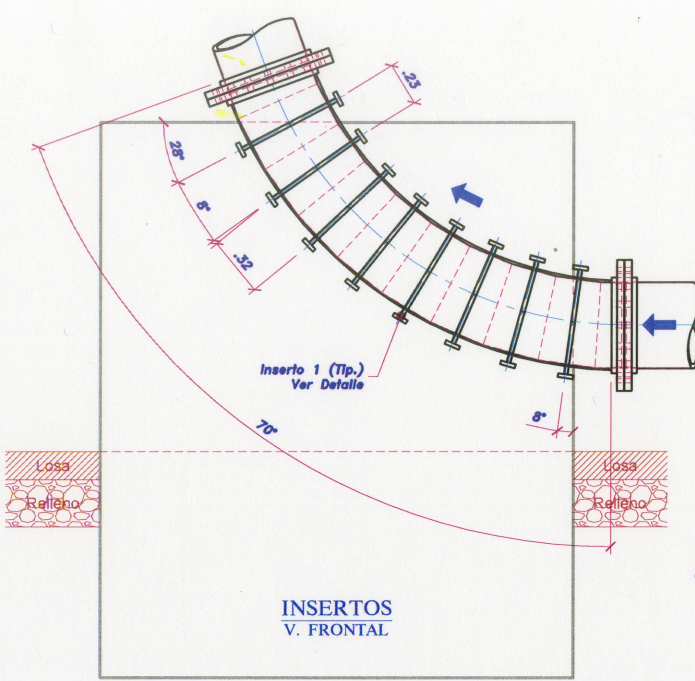
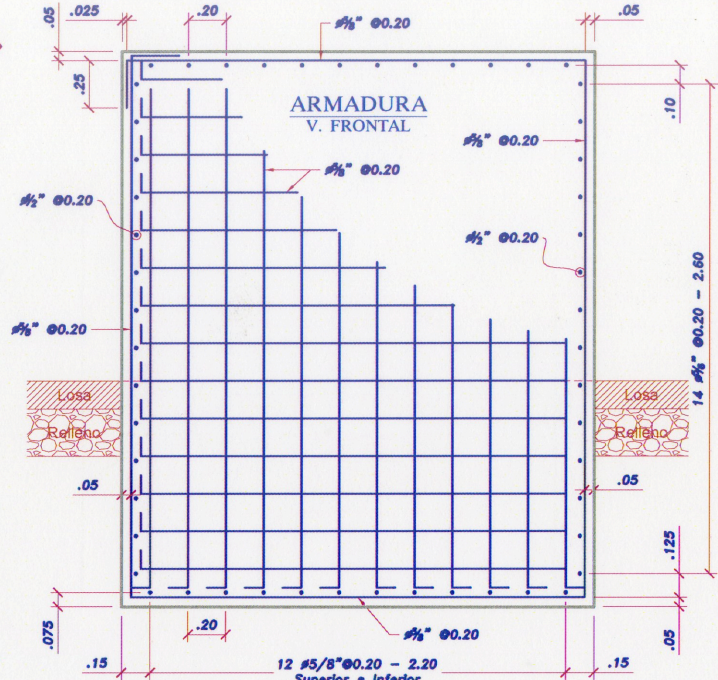
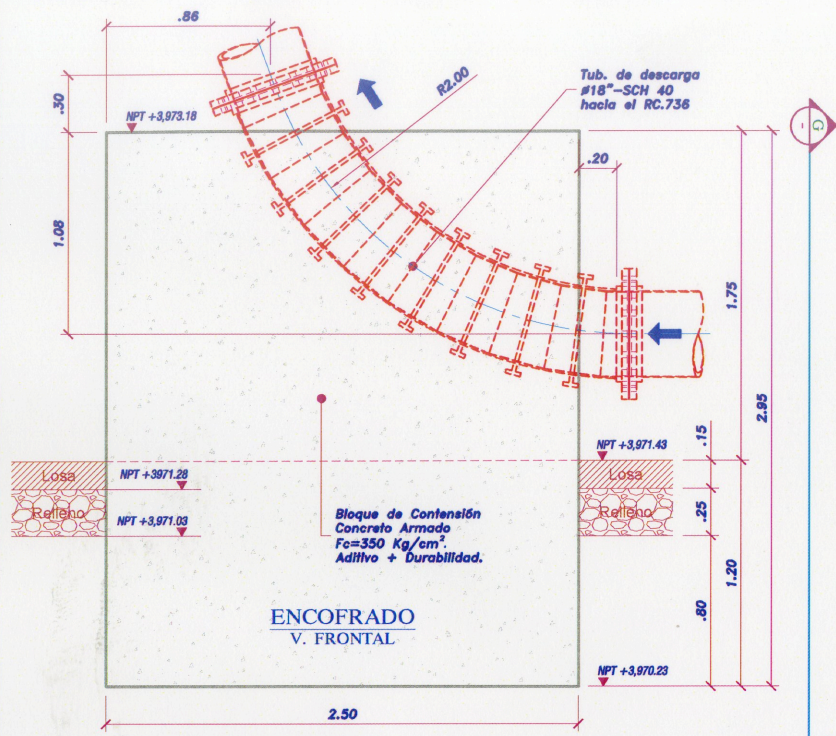


TREN DE MOTORES Y BOMBAS



LINEA DE SUCCION Ø28''

<b>U.E.A. UCHUCCHACUA</b> Buena Ventura		<b>Instalación Mecánica</b> Cortes A-A' - B-B' y C-C' Casa de Bombas Rampa 760 - Mina Carmen		Formato: A1
Diseñado: Ing. Ruben Vilchez Lopez 20/08/2009	Dibuja: Juan Condoni Lecca 18/11/2011	Revisado: Ing. Ruben Vilchez Lopez	Aprobado: Ing. James León Villanueva	Lámina: 3/10 Rev.: E Escala: 1:50
Nombre Layout: 3-10_Cortes_A-B-C_H1		Departamento: Mant. General Sección de desarrollo: Dibujo		Código DWG: U-MOPBMSL-310-E11
Ruta: \\U-svgeo\planoteca\Chacua\Minas\Proyectos\Bombeo\Rp-760 - Nv.4120\04_Inst_Mecanicas.dwg				



### ESPECIFICACIONES TECNICAS

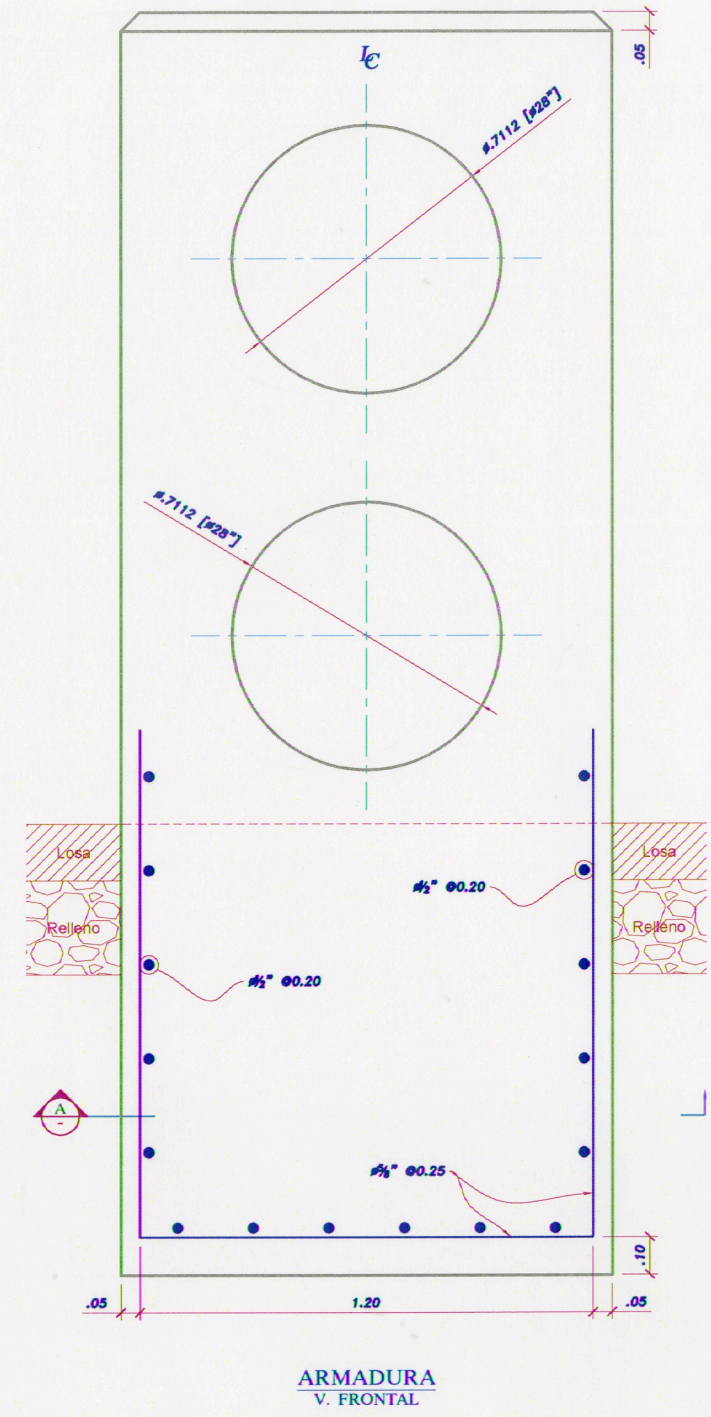
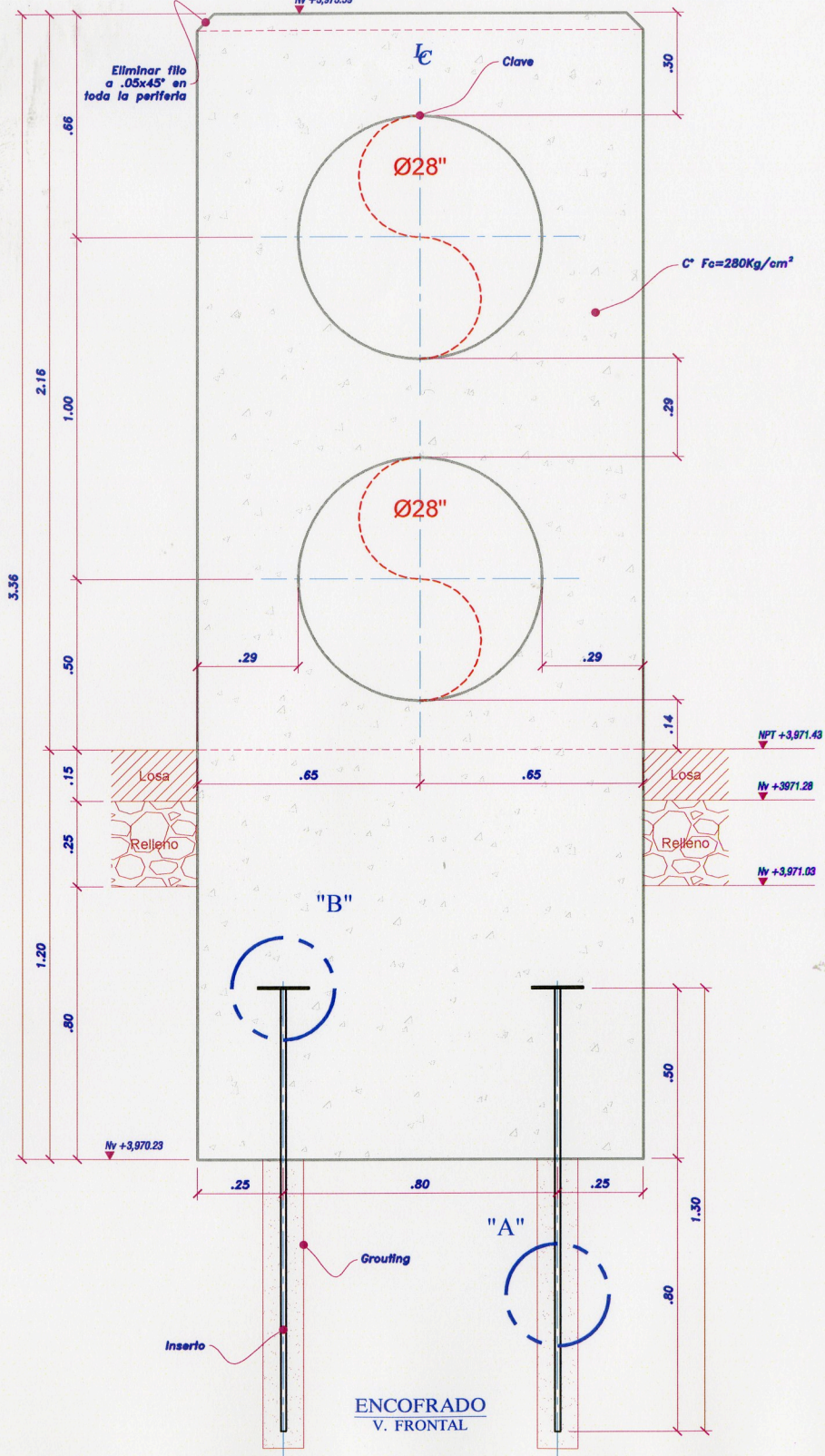
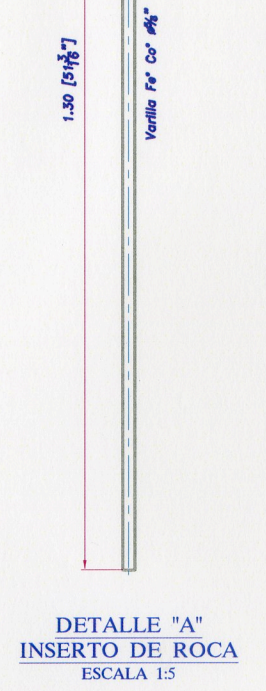
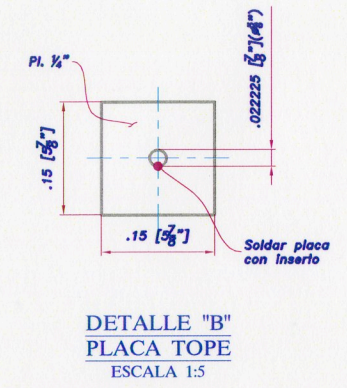
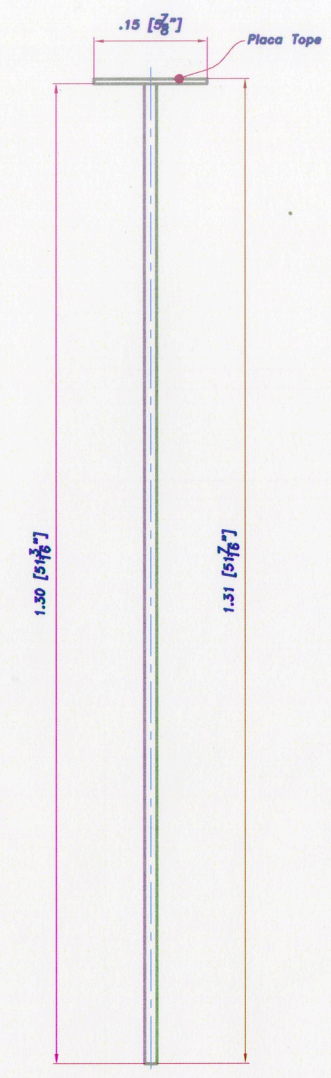
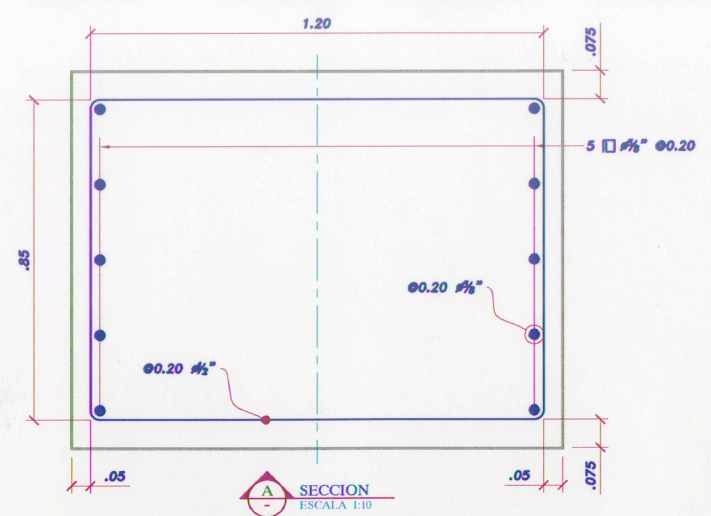
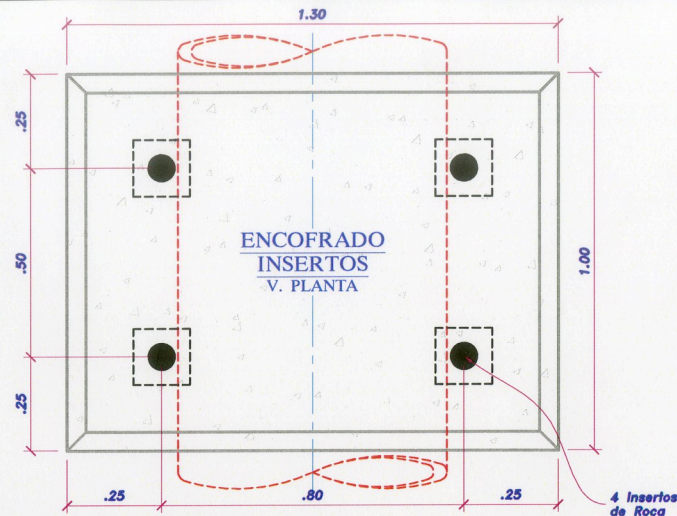
<b>1.- CONCRETO:</b>	
- SOLADOS	F'c = 100 kg/cm²
- CONCRETO ARMADO Y CONCRETO SIMPLE	F'c = 280 kg/cm²
<b>2.- ACERO DE REFUERZO:</b>	
- BARRAS LISAS Y CORRUGADAS, ASTM A615	Fy = 4,200 kg/cm²
<b>3.- RECUBRIMIENTO:</b>	
- CONCRETO VACIADO CONTRA EL TERRENO	Min = 70 mm.
- CONCRETO EN CONTACTO CON EL TERRENO	Min = 50 mm.
<b>4.- CAPACIDAD DEL SUELO:</b>	
- PRESION ADMISIBLE	qa = 2.00 kg/cm²
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION	DI = INDICADO
<b>5.- ACERO:</b>	
- PERFILES LAMINADOS Y PLANCHAS, ASTM A36	Fy = 2,500
<b>5.- SOLDADURA Y CONECTORES:</b>	
- ELECTRODOS CELULOSICOS E60, SEGUN AWS A5.1	Fu = 4,200
<b>NOTA:-</b>	
1.- Grout epoxico Master Flow 648 de Basf ó similar.	

ENCOFRADO V. LAT. DER. ESCALA 1:20

SECCION ESCALA 1:20

INSERTOS V. LAT. DER.

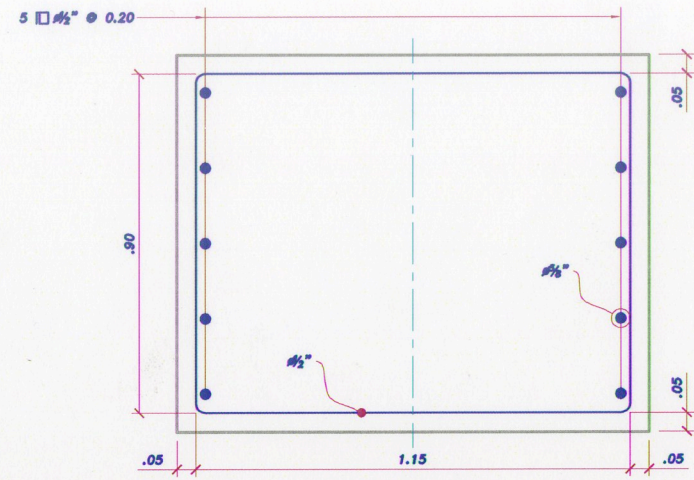
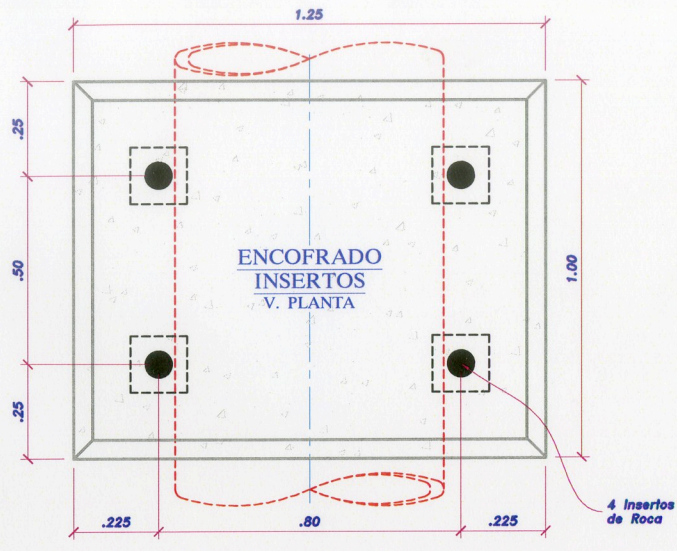
U.E.A. UCHUCHACUA <b>Buena Ventura</b> Diseñado: Ing. Ruben Vilchez Lopez Dibuñado: Juan Condori Lacca Revisado: Ing. Milton Laguna Arneri Aprobado: Ing. James León Villanueva Nombre Layout: 13-18_S7_Ing_RC736_H1 Ruta: \\U-srvgeo\planoteca\Chacua\Mina\Proyectos\Bombero\Bp-760 - Nv.4120\03_Inst_Obras_Civiles.dwg	<b>Soportes de Concreto S7</b> Ingreso al RC. 736 - Columna Tub. Ø18" Detalle de Cimentación y Estructura Rampa 760 - Mina Carmen	Formato: A1 Lámina: 13/18 Escala: D Indicado Código DWG: U-MAPROCES-1318-011
---	--	--



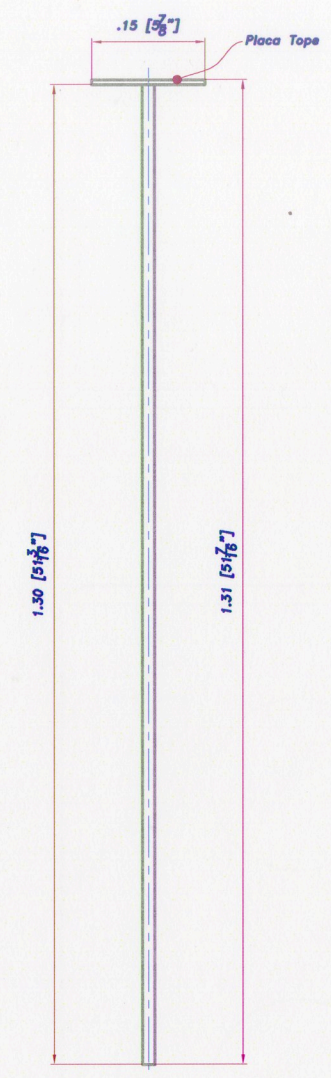
SOPORTE DE CONCRETO (TIPICO)  
SOPORTE 1 Ø28\"/>

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>2.- CIMENTACION :</b>	
- ESFUERZO ADMISIBLE EN EL TERRENO:	Min. = 1.8 kg/cm <sup>2</sup>
<b>2.- CONCRETO :</b>	
- CONCRETO ARMADO	F'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>
<b>3.- ACERO DE REFUERZO :</b>	
- BARRAS FE\"/>	
- LONGITUD DE TRASLAPE Ø1/2\"/>	
- LONGITUD DE TRASLAPE Ø1/2\"/>	
<b>4.- RECUBRIMIENTO :</b>	
- CONCRETO VACIADO CONTRA EL TERRENO	Min = 3 Pulgadas
- SOLADO EN LA BASE DE 4\"/>	
<b>5.- RECOMENDACIONES</b>	
- Vaciar concreto sobre roca (excavación) en roca fija. Toda piedra suelta deberá retirarse aun cuando la sección crezca.	
- Vibrado de bases armadas: entre 5 y 7 segundos por aplicación.	
- Grouting (SikaGrout 212 de acuerdo a ficha técnica).	
- Es necesario que el diseño de la mezcla para dosificar el concreto F'c = 280 kg/cm <sup>2</sup> .	
- Cantidad de agua, necesaria para un Slump hasta de 2\"/>	
- De ser el caso por temperaturas baja, uso de agua \"fría\", utilizar aditivo acelerante de concreto en dosificación, según ficha técnica.	
- Desencofrado tiempo mínimo si se usa aditivo acelerante (4 Dias); si no se usa (10 Dias).	
- Evitar juntas frías.	
- Puesta en servicio mínimo 15 días.	

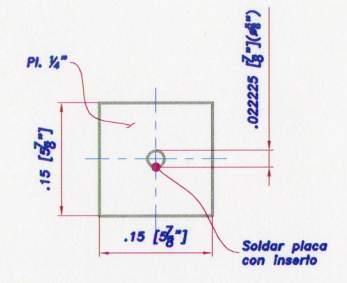
		<b>Soportes de Concreto S1</b> Tuberías de Succión Ø28\"/>		Formato: A1
Diseñado: Ing. Ruben Vilchez Lopez		12/12/2009		Edición: 7/18
Dibuñado: Juan Condori Lecca		16/11/2011		Escala: Indicada
Revisado: Ing. Nilton Legua Ameri		Departamento: Mant. General		Código DWG: UMAPROCES-718-D11
Aprobado: Ing. James León Villanueva		Sección de desarrollo: Dibujo		
Nombre Layout: 7-18_S1_28_H1				
Ruta: \\U-svgeo\planoteca\Chacua\Mina\Proyectos\Bombeo\Rp-760 - Nv.4120\03_Inst_Obras_Civiles.dwg				



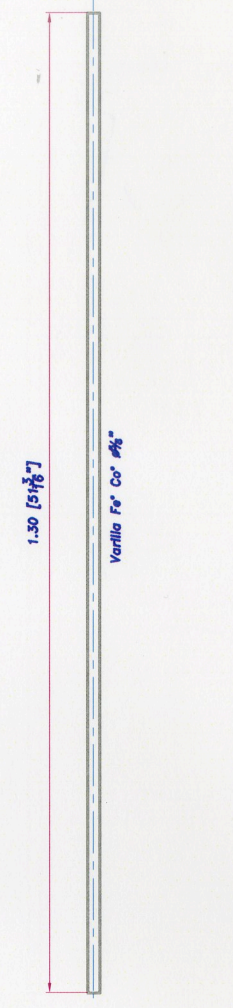
SECCION ESCALA 1:10



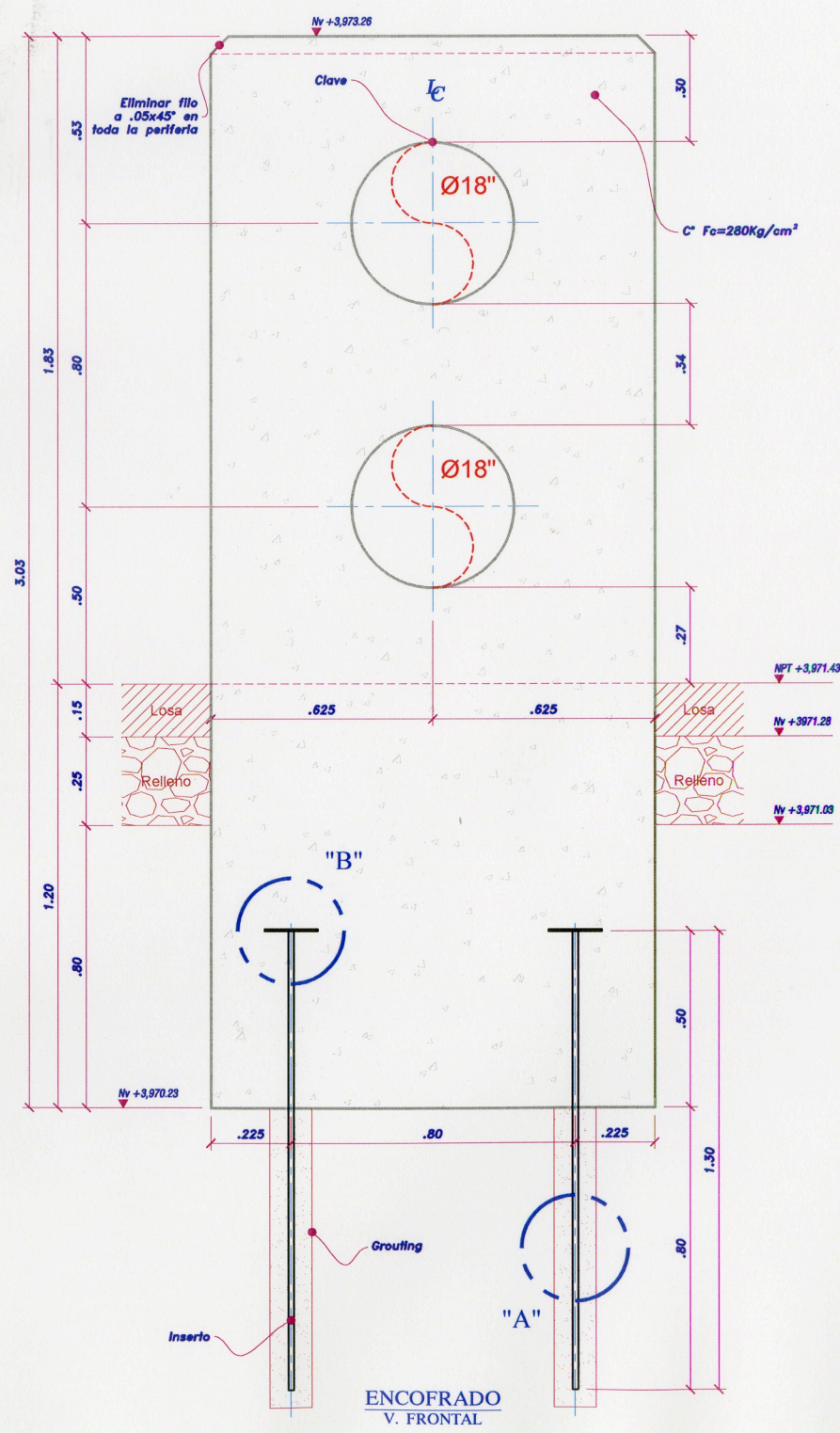
INSERTO DE ROCA ESCALA 1:5



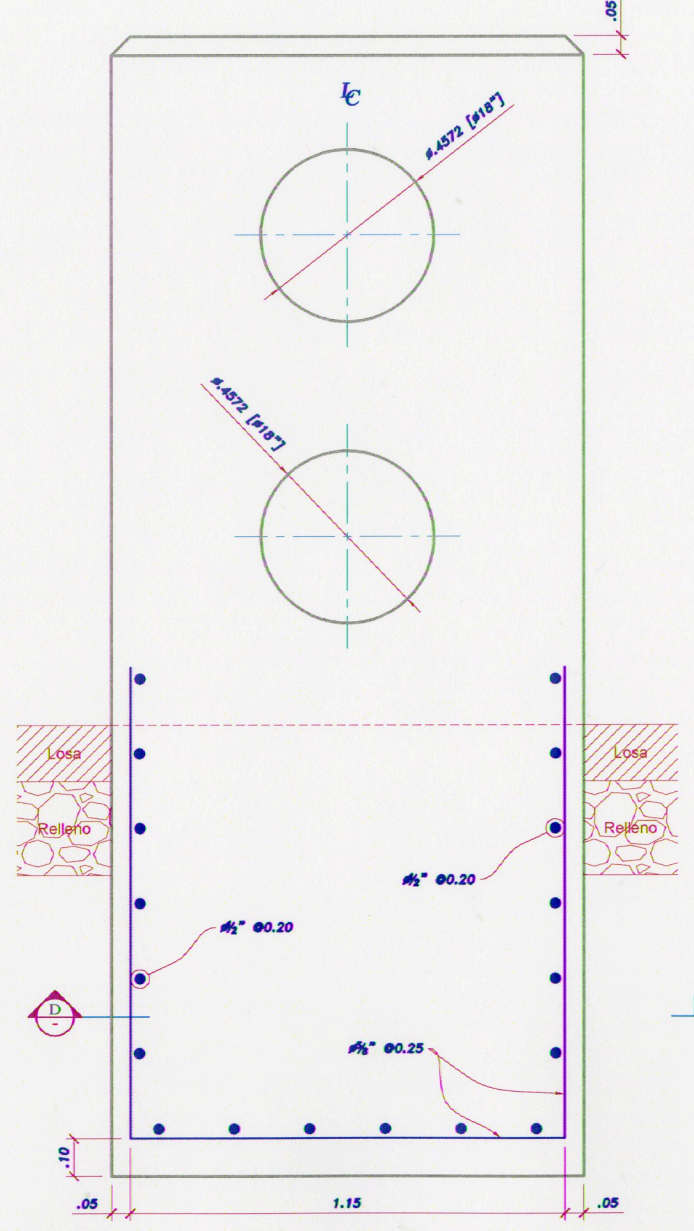
DETALLE "B" PLACA TOPE ESCALA 1:5



DETALLE "A" INSERTO DE ROCA ESCALA 1:5



ENCOFRADO V. FRONTAL



ARMADURA V. FRONTAL

BASE DE CONCRETO (TIPICO) SOPORTE 4 Ø18" - VERTICAL ESCALA 1:10

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
<b>2.- CIMENTACION:</b>	
- ESFUERZO ADMISIBLE EN EL TERRENO:	Min. = 1.8 kg/cm <sup>2</sup>
<b>2.- CONCRETO:</b>	
- CONCRETO ARMADO	F <sub>c</sub> = 280 kg/cm <sup>2</sup>
<b>3.- ACERO DE REFUERZO:</b>	
- BARRAS FE <sup>C</sup> CO <sup>Y</sup> Y CORRUGADAS, ASTM A815	F <sub>y</sub> = 4,200 kg/cm <sup>2</sup>
- LONGITUD DE TRASLAPE Ø1/2"	L = 1.00 m
- LONGITUD DE TRASLAPE Ø3/8"	L = 0.75 m
<b>4.- RECUBRIMIENTO:</b>	
- CONCRETO VACIADO CONTRA EL TERRENO	Min = 3 Pulgadas
- SOLADO EN LA BASE DE 4" (Contacto con el piso)	Min. = 100 kg/cm <sup>2</sup>
<b>5.- RECOMENDACIONES</b>	
- Vaciar concreto sobre roca (excavación) en roca fija. Toda piedra suelta deberá retirarse aun cuando la sección crezca.	
- Vibrado de bases armadas: entre 5 y 7 segundos por aplicación.	
- Grouting (SikaGrout 212 de acuerdo a ficha técnica).	
- Es necesario que el diseño de la mezcla para dosificar el concreto F <sub>c</sub> = 280 kg/cm <sup>2</sup> .	
- Cantidad de agua, necesaria para un Slump hasta de 2"-3" como máximo.	
- De ser el caso por temperaturas baja, uso de agua "fría", utilizar aditivo acelerante de concreto en dosificación, según ficha técnica.	
- Desencofrado tiempo mínimo si se usa aditivo acelerante (4 Dias); si no se usa (10 Dias).	
- Evitar juntas frías.	
- Puesta en servicio mínimo 15 días.	

U.E.A. UCHUCHACUA <b>Buenaventura</b> Diseñado: Ing. Ruben Vilchez Lopez Dibujo: Juan Condori Lecca Revisado: Ing. Nilton Laguna Arce Aprobado: Ing. James León Villanueva Nombre Layout: 10-18_S4_18_H1 Ruta: \\U-svgeo\planoteca\Chacua\Mina\Proyectos\Bombeo\Rp-760 - Nv.412003_Inst_Obrss_Civiles.dwg	<b>Soportes de Concreto S4</b> Tuberías de Descarga Ø18" Proy. de Instalación - Casa de Bombas Rampa 760 - Mina Carmen	Formato: A1 Lámina: Rev... Escala: D Indica... Código DWG: U-IMP-PROCES-1018-D11
--	---	--