

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**



INFORME DE SUFICIENCIA

TEMA:

SISTEMA REMOTO DE MONITOREO AMBIENTAL

Para optar el Título de Ingeniero Mecatrónico

Elaborado por:

Bach. Maria Andrea Vásquez Castillo

LIMA - 2004

Dedicatoria

Dedico este esfuerzo a mis padres Fredy y Maruja quienes con su experiencia profesional, perseverancia y entusiasmo hicieron que nunca perdiera la fe en el propósito de alcanzar una meta , mi titulo profesional .

CONTENIDO

	Pág.
Resumen,	V
Prólogo,	1
I. ASPECTOS GENERALES	3
1.1 Introducción	3
1.1.1 Reseña Histórica	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Alcances	5
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
2.1 Objetivo	6
2.2 Descripción del Área de Estudio	6
2.3 Ubicación y Acceso al Área del Proyecto	12
2.4 Diagnóstico Ambiental	13
2.4.1 El medio Físico Natural	13
2.4.1.1 Geología y Sismicidad	13
2.4.1.2 Geología Estructural	14
2.4.1.3 Fisiografía	15
2.4.2 Climatología	15
2.4.2.1 Precipitación	15
2.4.2.2 Temperatura	15
2.4.2.3 Humedad Relativa	16

2.4.2.4	Evaporación	16
2.4.2.5	El Viento	16
2.4.3	Hidrología	16
2.4.4	Calidad de Agua y Aire	17
2.4.4.1	Agua	17
2.4.4.2	Aire	17
2.4.5	Suelos	17
2.4.6	Comunidades Biológicas	18
2.4.6.1	Formación Vegetal	18
2.4.6.2	Fauna Silvestre	18
2.4.7	Mundo Socio – Económico	19
2.4.7.1	Población y Poblamiento	19
2.5	Alternativas para el Control de la Calidad de las Aguas en el río Aruri.	20
III.	ENFOQUE CONCEPTUAL	22
3.1	Objetivo	22
3.2	Estaciones de Monitoreo Remotas.	22
3.3	Estaciones de Monitoreo Local.	22
3.4	Controlador / Datalogger.	23
3.5	Sensores.	24
3.6	Transmisor Satelital.	24
3.7	Tipos de Telemetría.	24

3.7.1	Sistema de Transmisión Vía Satélite	24
3.7.2	Sistema de Transmisión de Radio.	27
3.7.3	Comunicación Modem Parlante Telefónico.	27
3.7.4	Comunicación Modem Celular.	28
IV.	INGENIERIA DEL PROYECTO	30
4.1	Objetivo	30
4.2	Método Propuesto	30
4.3	Descripción del Equipo Electrónico	31
4.4	Estación de Control	41
	• Diagrama del proceso de Transmisión y Recepción de Datos	41
	• Diagrama de Recolección de Datos	43
V.	ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS	44
5.1	Objetivo	44
5.2	Descripción del Sistema	44
5.3	Descripción de la Infraestructura Física	45
5.3.1	Estructura Hidráulica	45
5.3.2	Sistema de Protección de la Sección de Control	46
5.3.3	Instrumentación y Equipo de Medición	50
5.3.4	Caseta y torre para el Mástil	51
5.4	Calibración de los vertederos y la sección de control	52
5.5	Metrados	53
5.6	Análisis de Precios Unitarios	56

5.7	Presupuesto	54
VI.	ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO	55
6.1	Objetivo	55
6.2	Análisis Costos / Beneficios Ambiental	55
	• Impacto Ambiental en la Agricultura	57
6.3	Análisis Costo / Beneficio Socio – Económico	57
6.4	Análisis Costo / Beneficio Económico	58
	• En el Sector Minero	58
	• En el Sector Energético	59
6.5	Conclusión	60
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
7.1	Conclusiones	62
7.2	Recomendaciones	63
VIII.	REFERENCIAS	64
	• Bibliográficas	64
	• Electrónicas	65
	• Empresas Consultoras de apoyo	66

ANEXOS:

- A. Precios unitarios
- B. Planos
- C. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental
- D. Resolución Ministerial nº 353 - 2000 – EM / VMM
- E. Efectos Tóxicos para la salud.

Resumen

I. Aspectos Generales

El presente informe, propone un sistema de monitoreo ambiental de las aguas provenientes de los principales vertederos mineros en el caso especial del río Aruri en tiempo real. Los objetivos que se pretenden alcanzar son el diseño del sistema remoto de monitoreo ambiental para el seguimiento de los niveles de contaminación de las aguas de la Quebrada del río Aruri. Implementar el sistema de monitoreo que permita visualizar de forma remota y permanente las variables ambientales de calidad de las aguas del río Rímac. Analizar la factibilidad técnica y económica de la implementación de dicho sistema de monitoreo remoto.

Alcances

Control de la calidad del agua y control propio de las empresas mineras.

II. Descripción del Proyecto

La cuenca del río Rímac es fuente de abastecimiento de aguas superficiales de la ciudad de Lima y poblados aledaños al río como son Chicla, San Mateo, Matucana, Surco, Chosica, Chaclacayo y Lima. La actividad minera ha tenido como consecuencia el uso de agua y el vertimiento de elementos contaminantes en los efluentes de las empresas mineras, ya sean provenientes de depósitos de relaves, actividades industriales o aguas

negras. Como consecuencia la cuenca ha sido priorizada para la evaluación ambiental y se hallan realizado varias campañas de monitoreos. Al no existir un sistema de monitoreo confiable de los vertimientos y alteraciones se plantea en el presente informe los estudios de ingeniería del Sistema Remoto de Monitoreo Ambiental.

El lugar del proyecto está ubicado en la Quebrada Aruri, paraje de Tamboraque, altura Km. 90 de la carretera Central hacia el este de la ciudad de Lima y en la margen izquierda del río Rímac.

En el río Aruri, existe un programa de monitoreo que incluye varios puntos de muestreo, cuyos resultados son enviados periódicamente a la autoridad competente del Ministerio de Energía y Minas (Informes Trimestrales de Monitoreos de Calidad de Agua).

Basados en la descripción arriba mencionada se han considerado cuatro alternativas de monitoreo en sistemas remotos: Comunicación celular, comunicación modem parlante telefónico, comunicación radio UHF/VHF y modem y comunicación satelital. De las alternativas propuestas se optó por la comunicación satelital por su mayor captación de datos para numerosas estaciones remotas ubicadas en cualquier lugar del país a una estación central con absoluta garantía de transmisión permanente.

III. Enfoque Conceptual

Se explica el principio de funcionamiento de la instrumentación a utilizar. Se establecen dos *estaciones de monitoreo*: remota y local. La estación remota se ubica en lugares distantes e inaccesibles. La estación local está ubicada en zonas pobladas donde están establecidas instituciones publicas de fiscalización.

Telemetría, monitoreo a distancia.

El *controlador / datalogger* que compara la variable controlada con un valor deseado y ejerce automáticamente una acción de corrección de acuerdo con la desviación.

El *sensor* el cual se representa por una sonda compacta que mide los parámetros (en el proyecto mide varios parámetros en simultáneo): pH, nivel, conductividad eléctrica, total de sólidos disueltos, total de sólidos en suspensión y temperatura.

El *transmisor satelital* capta la variable del proceso a través del datalogger y lo convierte en una señal de transmisión por satélite.

Sistema de transmisión vía satélite, a través de un transmisor satelital es capaz de rescatar datos desde los sensores más remotos y los registra desde y a cualquier parte alrededor del mundo. El transmisor es programable desde cualquier computador personal utilizando programas proporcionados con la unidad.

IV. Ingeniería del Proyecto

La ingeniería del proyecto pretende explicar y describir el sistema de monitoreo a distancia a emplear. El método propone una Estación de Monitoreo Remoto que proporcione continuamente información sobre la calidad del agua. El sistema consistirá de una estación ubicada en la Quebrada del río Aruri y una Estación Maestra ubicada en Lima, donde se recibirá la información de la(s) estación(es). En casos de eventos en que los parámetros representativos excedan niveles predeterminados, la estación generará una alerta o emergencia que se comunicará a la Estación Maestra ubicada en Lima para la obtención de muestras en el campo para análisis más detallados. La comunicación

VIII

entre éstas, las estaciones de monitoreo remoto y la Estación Maestra se realizará mediante comunicación satelital.

La comunicación y la información compilada se almacenará en un software. Las características principales de este software consistirán de módulos de comunicación con la(s) estación(es) y procesadores de información para la evaluación directa de los parámetros monitoreados de forma remota.

Cada uno de los componentes del sistema ha sido seleccionado a nivel de ingeniería básica, considerándose la información disponible y las variantes para las soluciones más apropiadas. Los estudios realizados se han hecho en base a la disponibilidad de los parámetros encontrados.

Así mismo, se diseñaron las obras, procurando que los requerimientos de mantenimiento sean mínimos.

V. Estación de Monitoreo de Aguas

Descripción del Sistema

La estación de monitoreo continuo registra 5 tipos de datos: Altura de nivel de agua, pH, Conductividad eléctrica, Total de sólidos disueltos y Total de sólidos en suspensión. La frecuencia de medición es programada de acuerdo a los requerimientos. La estación ha sido diseñada para la medición de los flujos de agua superficial de quebradas pequeñas, en zonas de sierra; priorizando las condiciones críticas que dan en épocas de estiaje.

Descripción de la Infraestructura Física

La estación consiste de una estructura hidráulica, un sistema de protección de la sección de monitoreo, una caseta y una torre para el mástil. La calibración del vertedero y la

sección de monitoreo se desarrollará en base a una curva de descarga que transforma la información de la altura colectada en la estación de monitoreo a valores instantáneos de caudal.

Metrados

De los diseños presentados en los planos de planta y cortes, se han determinado las cantidades de obras para cada una de las partidas resultantes.

Análisis de Precios Unitarios

Los precios unitarios están referidos al mes de Julio del 2004 y consideran todos los jornales de construcción civil, maquinarias, equipos, materiales y todos aquellos elementos y/o aspectos necesarios para la completa ejecución de los trabajos, estos no incluyen el IGV.

Presupuesto Total

El presupuesto de la obra con un costo directo para el proyecto de Instalación de Estación de Monitoreo de Aguas Superficiales asciende a \$ 36,300.00 a Agosto del 2004, en donde las distancias entre estaciones remotas y locales no afectan en el costo del proyecto. El presupuesto total incluyendo los impuestos de ley y gastos administrativos es de \$48,200.00 y en caso que se prescindiera de la telemetría sería de \$41,270.00 incluyendo el IGV.

VI. Análisis Costo / Beneficio

El costo / beneficio ambiental, social y económico asociado con este proyecto resultará en un beneficio total alto. Este beneficio resulta al evaluar los impactos de la instalación de estaciones de monitoreo continuos en diversas zonas a través de la Cuenca del río

Rímac sin considerar los efectos que podría causar la “no acción” arriesgando al proyecto minero a un cierre por las infracciones cometidas al medio ambiente dejando sin empleo a cientos de trabajadores zonales y profesionales en general, también en las centrales hidroeléctricas incrementando el valor agregado de sus sistemas. El hecho de no establecer centros automáticos de monitoreo parámetros podría ser sumamente negativo a largo plazo, ya que esto implicaría la continuación de las unidades mineras por solamente un periodo de trabajo fijado y en caso de que otras alternativas se presentasen para los proyectos mineros tendrían que ser evaluadas, lo que podría resultar en costos ambientales y económicos.

VII. Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

- ❖ Se diseñó un sistema de monitoreo ambiental en tiempo real, el cual en caso de falla con la comunicación satelital el sistema almacenaría los datos en su memoria para luego ser extraídos. (ver Anexo B, plano 4.)
- ❖ El análisis de la factibilidad técnica y económica de la implementación del sistema remoto de monitoreo ambiental arrojó cifras asequibles tanto para las empresas privadas como para el Estado (\$48,200.00 valor del proyecto usando Telemetría y \$41,270.00 sin Telemetría.)
- ❖ El análisis de costo / beneficio del proyecto indica que los impactos de la instalación de estaciones de monitoreo no alteran el bienestar de las comunidades por el contrario los benefician tanto a ellos como a los centros mineros prologando una actividad que asegura un crecimiento continuo a la población.

7.2 **Recomendación**

- ❖ Se recomienda que el presente trabajo sea expuesto ante el Ministerio de Energía y Minas así como ante las Alcaldías Provinciales de los pueblos involucrados en el problema, para lograr implementar un sistema de monitoreo que permita visualizar de forma remota y permanente las variables ambientales de calidad de las aguas de los principales ríos que desembocan al río Rímac.

Prólogo

En el capítulo uno se presentan los aspectos generales del proyecto entre los que incluye la introducción , la reseña histórica , los objetivos y los alcances del proyecto.

En el capítulo dos se describe el proyecto incluyendo entre ellos al área de estudio, la ubicación y el acceso al área del proyecto, el diagnóstico ambiental y las alternativas de monitoreo remoto de parámetros ambientales.

En el capítulo tres se muestra un enfoque conceptual de los sistemas y procesos a desarrollar.

Tanto el capítulo cuatro como el cinco son la parte principal del proyecto detallando la ingeniería a utilizar.

Todo el análisis costo / beneficio se desarrolla en el capítulo seis.

Los capítulos siete y ocho son las conclusiones y recomendaciones así como toda la información bibliográfica utilizada.

Agradezco al Ing. Bernardo Mendoza de la empresa TELEMÁTICA por haberme facilitado la información técnica y económica en el aspecto electrónico; también agradezco a la Ing. Diana Mendivil que con su experiencia en proyectos de construcción agrícola colaboró con los costos y metrados de la sección de monitoreo; a mi padre el Ing. Fredesbindo Vásquez quien con sus conocimientos en Impacto Ambiental me permitió la aplicación de la Ingeniería Mecatrónica a favor de la protección del medio ambiente.

I**ASPECTOS GENERALES****1.1 Introducción****1.1.1 Reseña Histórica**

Una serie de escorrentías y tributarios que tienen sus orígenes en precipitaciones, lagunas y nevados emplazados a la altura de Ticlio (4800 – 5100) msnm son colectados por los ríos Chinchán y Antaranga que convergen a la altura de Casapalca (4200 msnm) dando origen al río Rímac que corta formaciones geológicas de Capas Rojas en sus orígenes ; luego formaciones de rocas sedimentarias intruidas por rocas volcánicas cuyos fluidos hidrotermales mineralizantes han generado yacimientos polimetálicos de Zn, Pb, Cu, Ag, y Au asociados a elementos como As, Cd, Hg, Sb, etc. De acuerdo a los aspectos fisiográficos y sistemas de drenaje de la cuenca del río Rímac en el tramo Ticlio – San Bartolomé consideramos la existencia de cuatro distritos mineros o zonas denominadas: Ticlio, Casapalca, río Aruri y río Viso. La zona de Ticlio se caracteriza por mostrar algunos afloramientos de

yacimientos polimetálicos y un gran depósito de relaves abandonados denominado Unidad Ticlio de la Compañía Minera Volcán. La zona de Casapalca se caracteriza por tener una serie de yacimientos polimetálicos actualmente en operación que constituyen la Empresa Minera Yauliyacu. La zona del río Aruri es un distrito minero donde los yacimientos más representativos son Minera Tamboraque, Cia. Minera Pacocha y Cia. Minera Millotingo, luego tenemos la zona del río Viso donde el yacimiento más importante es la Cia. Minera el Barón.

El río Rímac a la altura de Matucana , Surco y San Bartolomé corta rocas intrusivas principalmente granodioríticas que han sido intemperizadas generando algunas terrazas con material coluvial y aluvial que son utilizados para la agricultura.

El presente proyecto, propone un sistema remoto de monitoreo ambiental de las aguas provenientes de los principales vertederos mineros como; por ejemplo, del río Aruri en tiempo real.

1.2 Objetivos

- Diseñar un Sistema Remoto de Monitoreo Ambiental para el seguimiento histórico y fidedigno de los niveles de contaminación de las Aguas de la Quebrada del río Aruri.
- Implementar un sistema de monitoreo que permita visualizar de forma remota y permanente las variables ambientales de calidad de las aguas del río Rímac.

- Analizar la factibilidad técnica y económica de la implementación del sistema remoto de monitoreo ambiental.

1.3 Alcances

- Control de la calidad del agua
- Control propio por las empresas mineras.

II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Objetivo

Conocer el área de estudio para identificar la alternativa apropiada de monitoreo a distancia.

2.2 Descripción del Área de Estudio

La cuenca del río Rímac es la principal fuente de abastecimiento de aguas superficiales de la ciudad de Lima y poblados aledaños al río. Adicionalmente presenta una fuente de recreación de las poblaciones asentadas en sus riberas y fuente de agua para los cultivos que se desarrollan en el valle. Los poblados más importantes localizados en las riberas del río Rímac cruzados por el río son Chicla , San Mateo, Matucana, Surco , Chosica, Chaclacayo y Lima. El uso del agua por la población ha generado una serie de descargas de aguas negras , grises y desechos sólidos que afectan la calidad del agua de la cuenca.

La Cuenca del río Rímac ha tenido y tiene una amplia explotación minera metálica y no metálica, principalmente a lo largo del río Rímac, río Blanco y la Quebrada Parac (río Aruri). Las principales zonas mineras que se encuentran operativas en la cuenca alta del río Rímac se muestra en el Plano 1 (ver Anexo). La actividad minera ha tenido como consecuencia el uso de agua y el vertimiento de elementos contaminantes en los efluentes de las empresas mineras, ya sean provenientes de depósitos de relaves, actividades industriales o aguas negras. Estos han causado que la cuenca haya sido priorizada para la evaluación ambiental y se hallan realizado varias campañas de monitoreos. Mediante la ejecución de Programas de Adecuación y manejo Ambiental (PAMA), las diversas compañías mineras están realizando inversiones para mejorar la calidad de sus efluentes y llegar a los límites máximos permisibles establecidos por la Dirección General de Minería (DGM) del Ministerio de Energía y Minas (MEM).

Adicionalmente al uso minero de esta cuenca, existe un uso energético. Los dos principales cursos de agua de esta cuenca, los ríos Rímac y Santa Eulalia, son objeto de desviación de los caudales de agua para la generación eléctrica. Esto ha causado que en ciertos tramos de los ríos Santa Eulalia y Rímac los caudales hayan sido reducidos significativamente con los consiguientes efectos ecológicos.

Al no existir un Sistema de Monitoreo confiable de los vertimientos y alteraciones se plantea en el presente proyecto el Estudio de Ingeniería del Sistema Remoto de Monitoreo Ambiental, que servirá como modelo para implementarse en otras cuencas. El establecimiento de un Sistema Remoto de Monitoreo Ambiental

permitirá la evaluación constante del cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos por las empresas mineras en los PAMAs y la evaluación de la calidad del agua de la Cuenca del río Rímac.

A continuación se hace una breve descripción del proceso que viene siendo utilizado en la planta de beneficio de la Mina Tamboraque ubicada en el poblado de San Mateo para luego pasar a describir las actividades referidas al Sistema Remoto de Monitoreo Ambiental en las aguas del Río Aruri (Quebrada Parac) uno de los efluentes del río Rímac.

Actualmente la planta de beneficio tiene una capacidad para tratar 600 TM/día de minerales polimetálicos por el sistema de flotación selectiva, lixiviación bacteriana y cianuración. El mineral así procesado, proviene de un depósito epigenético que presenta polimetálicos de plata, plomo, zinc, cobre y oro.

El tratamiento integral de los minerales implica la generación de cuatro residuos:

- El primero de ellos corresponde a las etapas de flotación de pirita y arseno-pirita, es llamado relave de flotación (75% del total).
- El segundo desecho es el concentrado de pirita , que por su poco valor será almacenado como relave (10%).
- El tercer tipo de relave es un precipitado de arseniatos de hierro y calcio (7.5%) producto de la neutralización donde se captan gran cantidad de iones Fe y As provenientes de la biolixiviación y que de acuerdo a

estándares de la US EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica).

- El cuarto desecho es el relave de cianuración, que ingresa previamente a una etapa de tratamiento con Caro's (peroxido de hidrógeno mas ácido sulfúrico) y que constituye el 7.5% del relave total.

Estos residuos serán almacenados en canchas diferentes de relaves:

- La cancha de Aruri, servirá para la disposición final de los relaves de flotación, que constituyen el 75% de lo residuos generados en el procesamiento de minerales.
- Las canchas 1 y 2 servirán para la disposición final de los otros residuos generados (provenientes de la neutralización, cianuración y concentrado de pirita) y además para el relave de la cancha de Mayoc que será trasladado a estas canchas, las canchas 1 y 2 también serán utilizadas para una eventual contingencia de la cancha Aruri.



Fig 1: Unidad Minera Tamboraque Km90 Carretera Central



Fig 2: Cancha de Relaves 1 (cubierta)

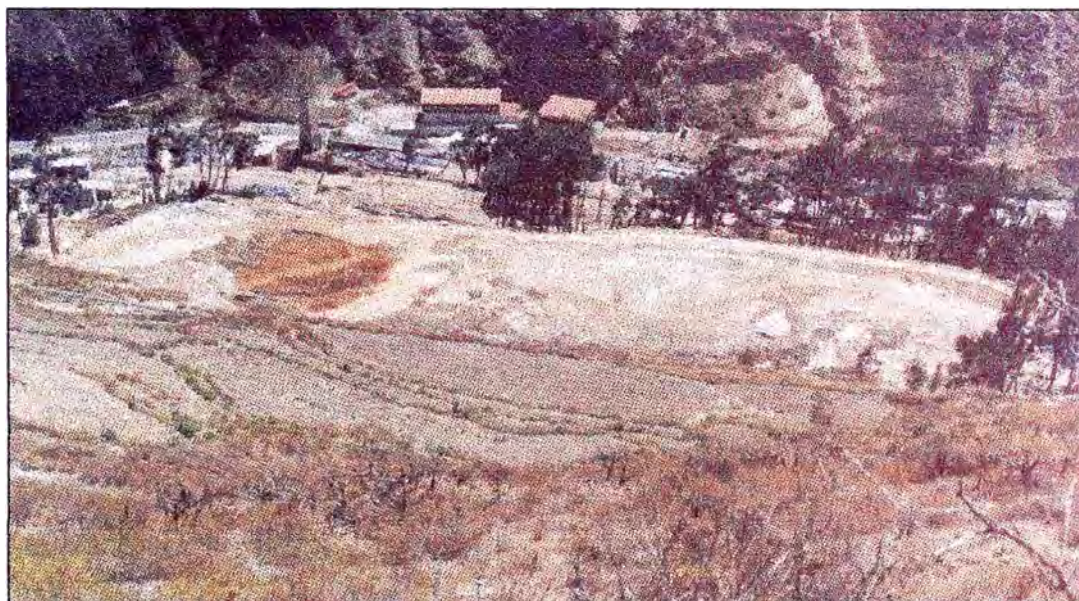


Fig 3: Cancha de Relaves 2 (no cubierta)

2.3 Ubicación y Acceso al Área del Proyecto (Ver anexo 1)

El proyecto está ubicado en la Quebrada Aruri, paraje de Tamboraque; altura Km. 90 de la Carretera Central hacia el este de la ciudad de Lima. Sitio ubicado en la margen izquierda del río Rímac.

Políticamente, la zona del proyecto está ubicado en el distrito de San Mateo, provincia de Huarochiri, perteneciente al departamento de Lima.

Hidrográficamente, la Quebrada Aruri se encuentra, en la cuenca del río Rímac, por la margen izquierda.

El acceso a la zona, se realiza por vía terrestre a través de la Carretera Central, de la siguiente manera:

Acceso	Distancia	Vía	Tiempo
Lima-Tamboraque	90.00 Km.	Carretera	2.5 horas
Tamboraque-Quebrada	0.95 Km.	Trocha Carrozable	0.10 horas
Quebrada-Proyecto	0.50 Km.	Trocha provisional	0.10 horas



Fig 4: Quebrada Aruri (Margen izquierda de la Cuenca del Río Rímac)

2.4 Diagnóstico Ambiental

2.4.1 El Medio Físico Natural

2.4.1.1 Geología y Sismicidad

Geología Regional

La secuencia estratigráfica de esta zona incluye unidades rocosas que van desde el Paleozoico hasta el periodo reciente y han sido afectadas por dos grandes deformaciones tectónicas, la Hercinica y la Andina.

Geología Local

Localmente se puede dividir en dos unidades estratigráficas : unidad terciaria y unidad cuaternaria.

Tectónica y Sismicidad

En el área del proyecto no se presentan fallas regionales ni antiguas ni recientes activas. Según la zonificación sísmica del Perú, están dentro de la zona I de alta sismicidad. Como intensidad sísmica promedio se encuentra en el grado VII de la escala modificada de Mercalli.

Según el Mapa del Perú, que muestra la aceleraciones sísmicas máximas para un periodo de retorno de 50 años (obtenidas por el CISMID – 1993) , la aceleración máxima previsible en la zona de estudio para un período de retorno de 50 años sería de 0.36 g.

2.4.1.2 Geología Estructural

Geomorfología

La zona ha sido producida por dos sucesos morfo dinámicos ‘principales’ en la historia de su conformación.

Fenómenos o Procesos Morfodinámicos

Escurrecimiento Hídrico Superficial: con este término se considera a todos los elementos hidrográficos del lugar, así tenemos:

- El Escurrecimiento fluvial del río Rímac y río del Aruri.
- El Escurrecimiento pluvial y deshielo de laderas.

2.4.1.3 Fisiografía

El relieve destaca por su variedad. Junto a los contornos irregular y altos cumbres por encima de los 4 600 m. se presentan superficies con crestones alargados y escarpados , superficiales colinosas e inclinadas, hacia los 3 400m aledañas a la quebrada Aruri y al río San Mateo.

2.4.2 Climatología y Metereología

La interacción de las variables : altitud (< 3 200 msnm), latitud subtropical, circulación atmosférica, etc. Determinan que los caracteres climáticos del área correspondan al subtipo climático frío seco propio de la zona andina, con presencia de heladas entre mayo y octubre y fuertes precipitaciones entre diciembre y abril, con promedios anuales de 1 000 mm. La temperatura media anual es de 10°C, con variaciones en el nivel de temperaturas mensuales.

2.4.2.1 Precipitación

La distribución estacional presenta dos períodos bien marcados, el lluvioso y el seco. El período húmedo (lluvioso) está comprendido entre los meses de enero a marzo , en los que se produce el 60% de la precipitación total anual.

2.4.2.2 Temperatura

La temperatura media anual, en la zona agrícola de la cuenca de la Quebrada Parac (Río Aruri) es del orden del 12°C , siendo la máxima 22°C y mínima 3°C.

2.4.2.3 La Humedad Relativa

En términos generales , la humedad relativa es de 80%.

2.4.2.4 La Evaporación

La evaporación en el área guarda relación con la humedad, el relieve, la exposición a la radiación solar y la velocidad del viento.

2.4.2.5 El Viento

Los datos obtenidos de la estación de Matucana, que pertenece a la sierra baja, arroja un viento dominante procedente del SO-NE, con una velocidad que se califica como ‘brisa débil’. En el verano (diciembre –febrero), el viento dominante tienen orientación E – O.

2.4.3 Hidrología

Tanto el río Rímac (Conocido en esta zona también como río San Mateo) como el río Aruri (el cual discurre por la Quebrada Parac), son de naturaleza joven y torrentosa. En la parte superior de la cuenca del Aruri se encuentra la laguna Arara, pequeño cuerpo de agua de 0.6 Km. de largo por 0.3 de ancho y 6 metros de profundidad, fuente de origen del Río Aruri, cuyo volumen de agua se alimenta con las aguas de precipitaciones pluviales. Ambas cuencas son consideradas de baja disponibilidad de agua. Las variaciones del régimen mensual de nivel de agua esta en correlación

directa con las precipitaciones; presentando un periodo creciente de diciembre a abril y de estiaje de mayo a octubre.

2.4.4 Calidad de Agua y Aire

2.4.4.1 Agua

En el río Aruri, existe un programa de Monitoreo que incluye varios puntos de muestreo, cuyos resultados son enviados periódicamente a la autoridad competente del Ministerio de Energía y Minas. (*Informes Trimestrales de Monitoreos de Calidad de Agua y Aire*) .

2.4.4.2 Aire

En la zona de estudio, se ha realizado la evaluación de calidad de aire en base a mediciones de PM10 y PTS, que permite determinar las condiciones iniciales en la zona de estudio, antes de la existencia de la cancha de relaves. La estación en la que se colocaron los monitores se encuentra en la zona alta, en la dirección del viento y que corresponde al área de influencia de la zona de estudio. Se considera un punto de monitoreo de aire en la cancha durante la operación.

2.4.5 Suelos

La naturaleza litológica y los rangos de pendiente en este sector andino, no han permitido un desarrollo genético de suelos agrícolas, siendo dominantes los litosoles.

En los sectores medios y colinosos hay una mayor complejidad de suelos. Son de textura gruesa, superficiales de Clase VI y VII , aptos para propósitos forestales y pecuarios, así como para el mantenimiento del régimen hidrológico.

2.4.6 Las Comunidades Biológicas

El análisis de la ecología permite establecer los caracteres locales de la biocenosis. El área de estudio esta comprendida en las divisiones ecogeográficas (o ecorregiones) de sierra esteparia y puna. Las comunidades de plantas y animales, de acuerdo al Diagrama Bioclimático de Holdridge, pertenecen en mayor proporción a la zona de vida de Estepa Montano y páramo Pluvial, en ellas se evidencia la presencia particular, o asociada, de algunas plantas y animales.

2.4.6.1 Formación Vegetal

La vegetación natural se encuentra sometida a procesos naturales (heladas, sequías y antrópicos (prácticas de pastoreo, recolección, etc.)) que disminuyen su calidad natural y capacidad regeneradora del entorno. En estas condiciones, la fisonomía actual de la vegetación natural presenta alteraciones cualitativas y cuantitativas, que hacen variar el aspecto receptivo así como la soportabilidad principalmente para el pastoreo.

2.4.6.2 Fauna Silvestre

Las formaciones vegetales –arbustiva y semi arbustiva y gramínea- de los pisos medios y bajos, son medios de vida para mamíferos como el “zorrino” (*Conepatus rex*), el “zorro” (*Dusicyon culpaeus*), la “vizcacha” y pequeños roedores. A ellos se asocian algunas aves. En los pisos altos, las gramíneas que cubren las ondulaciones de la puna y laderas de cerros son medios de vida de especies como la “vizcacha” (*Laggidium peruanus*), el “venado” ; a los que se asocian aves como “la perdiz

serrana” (Nothoprocta ornata), “aguilucho cordillerano” (Buteo poecilochrous) y otros.

En esta zona del Río Rímac y la Quebrada Parac (Río Aruri) existen algas verdes y pardo amarillentas. No se registró presencia de especies de la fauna ictiológica.

2.4.7 El Medio Socio – Económico

El medio natural , con sus atributos y limitaciones que impone, ha tenido y tiene interés social, económico y de organización para el reducido colectivo humano que lo ocupa, vive y aprovecha. La intervención humana ha significado la modificación del medio y el acondicionamiento de diverso grado del territorio, que se sintetiza en un paisaje andino con tradición rural.

2.4.7.1 Población y Poblamiento

El área del proyecto , está ubicada en el *sector de Tamboraque*, perteneciente a la jurisdicción Distrital de San Mateo, provincia de Huarochiri. El sector se encuentra dentro del territorio de las comunidades Campesinas de Viso, y San Antonio, pero parte del área de influencia del proyecto compromete también pequeñas superficies de las Comunidades de San Mateo de Huanchor y de San José de Parac.

Las Comunidades Campesinas de Viso y San Antonio mantienen su vigencia como organizaciones socio – productivas y administradoras de su territorio, aunque no siempre de los recursos naturales existentes en sus tierras.

El poblado de San Mateo (3 200 msnm), ubicado a 5 Km. del Campamento de Tamboraque, próximo a la unión del Rímac con Aruri; tiene una población

aproximada de 5084 (Censo 1993), y se constituye en el centro urbano principal de este espacio que tiene como eje de articulación la vía nacional que define la Carretera Central.

Aguas abajo, a 6.3 Km. de Tamboraque , se encuentra el caserío de Tambo de Viso. A 2 Km. de este caserío, aguas arriba de la quebrada Viso, se ubica el poblado rural de San Miguel de Viso, en el que la economía de los pobladores gira en torno a las actividades agropecuarias y empleo temporal en la minería.

Un reducido número de viviendas dispersas que se alinean próximas a la Quebrada Aruri definen el denominado caserío de Huaquecha , ubicado a 2 km aguas arriba, que se conecta con Tamboraque a través de una trocha carrozable en mal estado. Otros caseríos de la parte alta, como Pacota y Huaqui y San José de Parac, albergan a campesinos que se dedican a prácticas agrícolas tradicionales y ganadería extensiva. Estos caseríos se conectan a través de caminos vecinales de difícil tránsito en época de lluvia.

2.5 Alternativas para el Control de la Calidad de las Aguas en el río Aruri.

Basados en la descripción del proceso de la planta de beneficio, a su vez en la ubicación de las canchas de relave o puntos de vertimiento y en el uso del agua así como su calidad necesaria para la zona por ser un río que alimenta a las aguas del Río Rímac es que se han considerado cuatro alternativas del Sistema Remoto de Monitoreo Ambiental y la Estación Maestra :

1. Comunicación Celular

1. Comunicación Celular
2. Comunicación Modem Parlante Telefónico
3. Comunicación Radio UHF/VHF y Modem
4. Transmisor Satelital de Alta Velocidad de Transmisión de Datos

De estas cuatro alternativas, se opta por la *Alternativa 4* que permite una mayor captación de datos para numerosas estaciones remotas ubicadas en cualquier lugar del país a una estación central con absoluta garantía de transmisión permanente.

A lo largo de todo el territorio peruano se aplica el método de telemetría satelital para Monitoreo Remoto de Estaciones Meteorológicas. Hoy en día lamentablemente no esta muy difundida para su uso en el Monitoreo de la Calidad de las Aguas en el Perú.

III

ENFOQUE CONCEPTUAL

3.1 Objetivo

Comprender el principio de funcionamiento de la instrumentación a utilizar

3.2 Estaciones de Monitoreo Remotas

Son aquellas estaciones de monitoreo ubicadas en lugares muy distantes que por medio del control a distancia (Telemetría) pueden ser vigiladas y supervisadas desde una Estación de Monitoreo Local .

3.3 Estaciones de Monitoreo Local

Son aquellas estaciones de monitoreo ubicadas en zonas pobladas donde están establecidas instituciones públicas capaces de tomar decisiones ante una señal de alarma producida desde la estación remota.

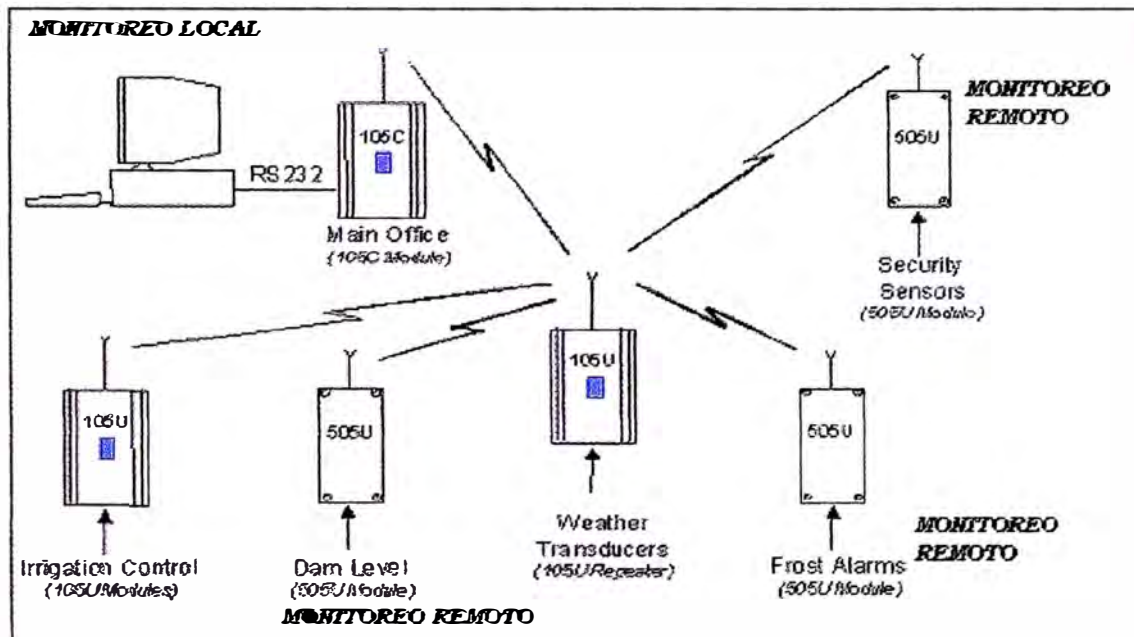


Fig 5: Monitoreo usando Telemetría.

3.4 Controlador / Datalogger

Instrumento que compara la variable controlada con un valor deseado y ejerce automáticamente una acción de corrección de acuerdo con la desviación, en nuestro caso aquellos eventos en que los parámetros representativos excedan los niveles predeterminados, el controlador generará la alerta respectiva.

Es el equipo principal de amplio rango en los sistemas de vigilancia remota y de control. Es altamente modular y puede ser utilizado para manejar múltiples aplicaciones simples o complejas. Puede ser programado para trabajar con diversos tipos de sensores. En este caso especial esta diseñado específicamente para utilizar una variedad de situaciones de monitoreo portátiles y permanentes además de control de eventos.

3.5 Sensores

Es una sonda compacta que simultáneamente mide los siguientes parámetros:

PH

Nivel (L)

Conductividad (Ce)

Total de Sólidos Disueltos (TDS)

Total de Sólidos en Suspensión (TSS)

Temperatura (T°C)

Adicionalmente esta multi-sonda puede fácilmente conectarse a una plataforma de recolección de datos, para aplicaciones de adquisición de datos remotos y en tiempo real manteniéndose por largos plazos monitoreando y registrando en el mismo sitio, la multi-sonda registrará todos los parámetros en intervalos programables.

3.6 Transmisor Satelital

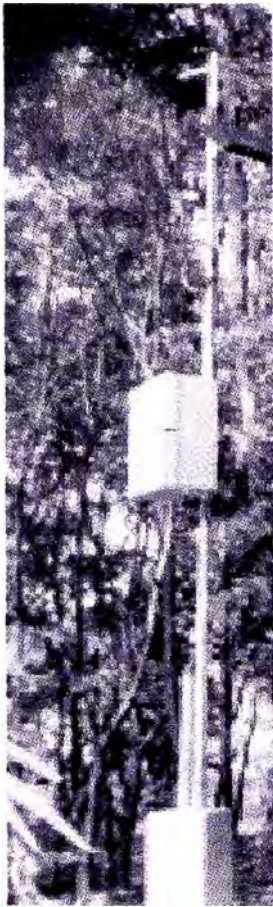
Capta la variable del proceso a través del Controlador / Datalogger y lo convierte a una señal de transmisión por satélite.

3.7 Tipos de Telemetría

3.7.1 Sistema de Transmisión Via Satélite

A través de un transmisor satelital de alta velocidad de transmisión de datos es capaz de rescatar datos aún desde los sensores más remotos y los registra desde y a cualquier parte alrededor del mundo. Este transmisor es programable desde cualquier computador personal utilizando programas proporcionados con la unidad. El usuario ingresa los datos de la configuración para la identificación de la transmisión, tiempos

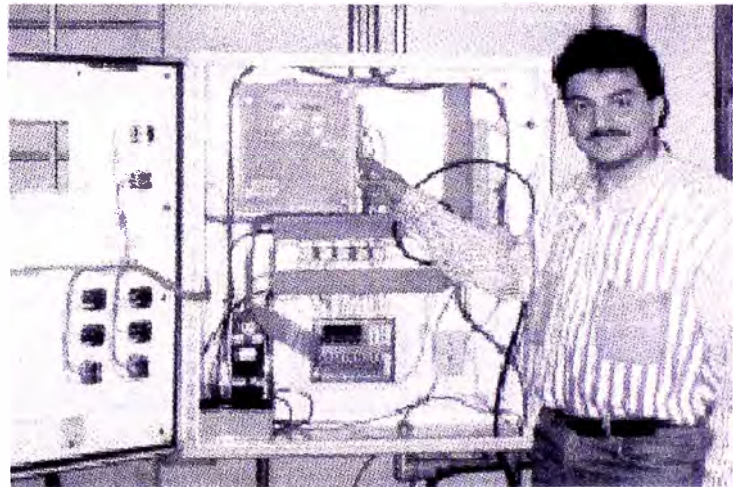
de transmisión, intervalos y selección de satélite para controlar completamente los tipos de transmisión efectuados. El transmisor puede ser conectado a cualquier registrador de datos configurado para el mismo, soporte o sensor para la carga de datos de transmisión.



Izquierda: Estación Remota con antena y panel solar ubicada en la selva.

Derecha: Vista del sistema integrado totalmente por el transmisor satelital , el datalogger y el sensor.

Abajo Centro: Satélite local que recibe la señal desde cualquier parte del Perú.



3.7.2 Sistema de Transmisión de Radio

A través de un transmisor de radio se envía la data utilizando un infraestructura de red ya existente, algunas marcas de comunicación celular son compatibles con estos transmisores y han incluido en sus equipos sistemas de voz sobre una red de radio digital siendo capaces de transmitir los datos vía llamada celular.

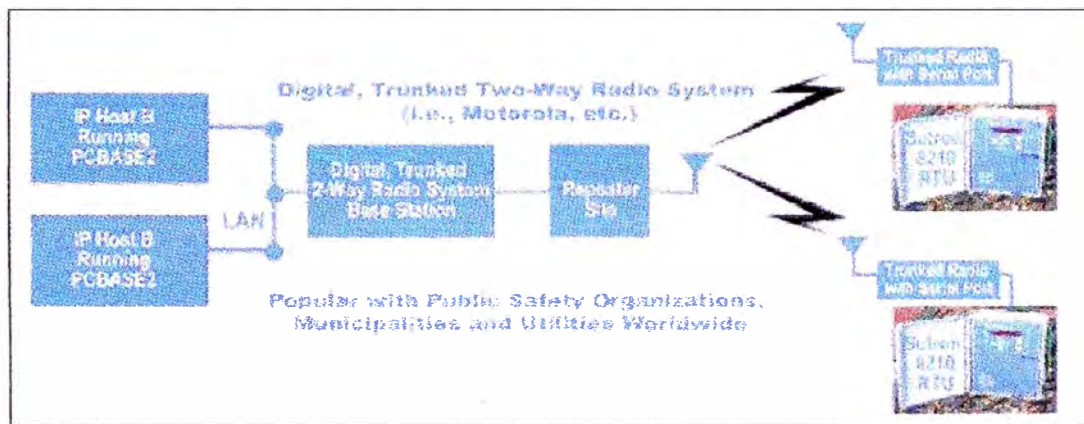
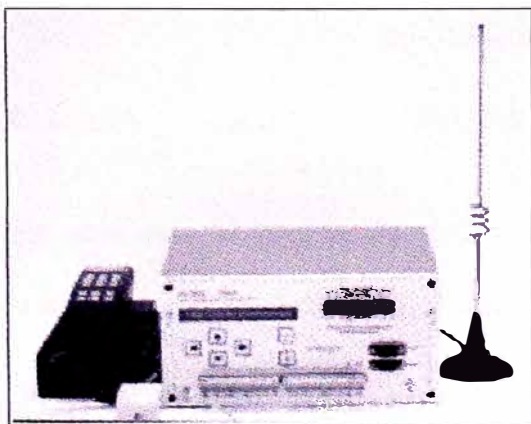


Fig 6: Esquema de transmisión vía radio

3.7.3 Comunicación Modem Parlante Telefónico

La comunicación se realiza a través de un Modem con la capacidad de auto responder y auto discar llamadas a través de una línea telefónica, este Modem es programado desde una PC Local con el software requerido para esta función.



3.7.4 Comunicación Modem Celular

Los equipos de transmisión celular utilizados son capaces de realizar llamadas de datos vía celular; están habilitados para integrarse a redes digitales CDMA, funcionando con gran eficiencia, bajo consumo de energía y gran tolerancia a fallas.

a) Escenario para equipos de medición pasivos

En este caso, el servidor central solicita la información vía una llamada telefónica de datos; por lo que no es necesario el equipo Interfaz de comunicación.

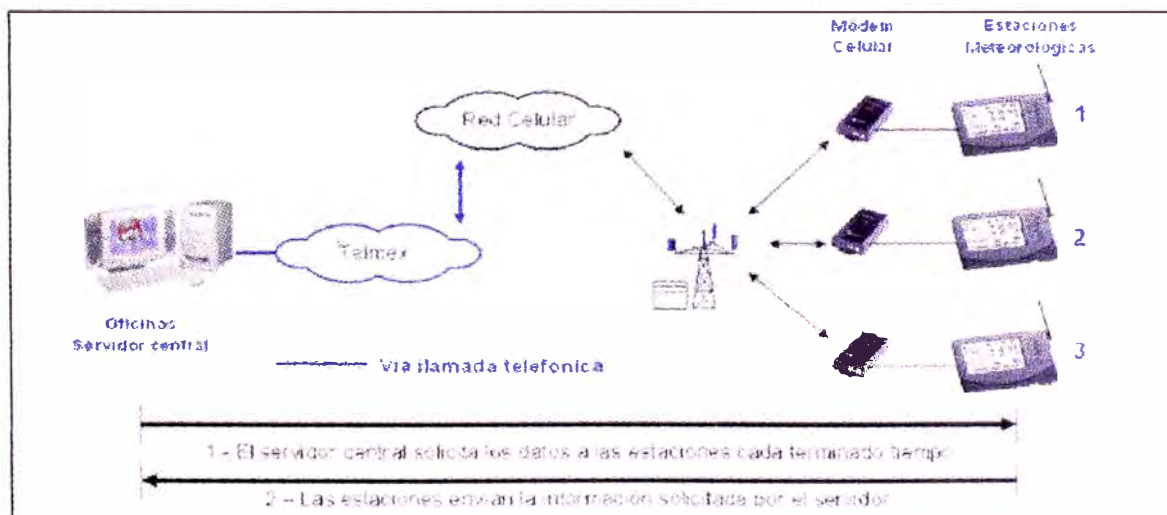


Fig 7: Sistema de medición pasivo.

b) Escenario para equipos de medición activos

En este caso el equipo de medición cuenta con la capacidad de realizar llamadas de datos hacia el servidor central o de enviar datos vía TCP/IP hacia el servidor central.

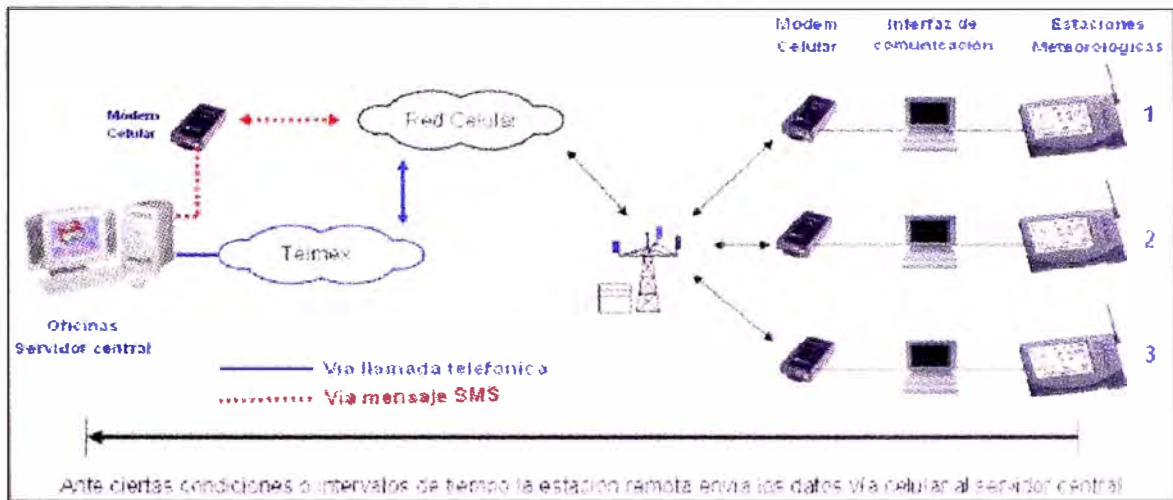


Fig 8: Sistema de medición activo.

IV

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1 Objetivo

Explicar y describir el sistema de monitoreo a distancia

4.2 Método Propuesto

El presente proyecto plantea una Estación de Monitoreo Remoto que proporcione continuamente información sobre la calidad del agua. El sistema consistirá de una estación ubicada en la Quebrada del río Aruri y una Estación Maestra ubicada en Lima, donde se recibirá la información de la(s) estación(es). En casos de eventos en que los parámetros representativos excedan niveles predeterminados, la estación generará una alerta o emergencia que se comunicará a la Estación Maestra ubicada en Lima para la obtención de muestras en el campo para análisis más detallados.

La comunicación entre las estaciones de monitoreo remoto y la Estación Maestra se realizará mediante comunicación satelital.

La comunicación y la información compilada se almacenará en un software. Las características principales de este software consistirán de módulos de comunicación con la(s) estación(es) y procesadores de información para la evaluación directa de los parámetros monitoreados de forma remota.

Cada uno de los componentes del sistema han sido seleccionados a nivel de ingeniería básica, considerándose la información disponible y las variantes para las soluciones más apropiadas. La investigación realizada se ha hecho en base a la disponibilidad de los parámetros encontrados.

Así mismo, se diseñaron las obras, procurando que los requerimientos de mantenimiento sean mínimos.

4.3 Descripción del Equipo Electrónico

Datalogger/Cotrolador

- Fabricante: SUTRON
- Modelo: Xlite 9210-0000



Características:

- Amplio rango de operación (-40 hasta +60°C)
- Contiene un gabinete con la norma NEMA4.
- Conectores con Blindaje Militares.
- Microprocesador de 32 Bits.
- 8 Entradas y Salidas Digitales.
- 10 Entradas de Información Analógicas.
- Puerto de Entrada I²C para Entradas y Salidas adicionales.
- Puerto de Entrada de información SDI-12
- Procesador 486 de 32 dígitos.
- Memoria Flash para el registro de datos de 1Mb (alrededor de 60,000 lecturas).
- Bus de transferencia de datos de alta velocidad, hasta 115,200 BPS.
- Tres puertos de comunicación RS-232
- RAM expandible a 100 Mb con una tarjeta opcional de características PCMCIA.
- Opciones de Telemetría múltiple (Vía telefónica, Celular, RadioLOS, Radio troncalizado, Satélites: GOES / METEOESAT / INMARSAT.
- Software de procesamiento de datos: Xterm
- Batería 12VDC, 24 A/h Selladas libre de mantenimiento.
- Panel Solar de 20 W no regulado.

- Tarjeta para descarga de Datos tipo PCMCIA.

Especificaciones Técnicas:

Dimensiones	11" x 6" x 3" aluminio, goteo IP52 resistente cuando esta instalado verticalmente. Conveniente para la instalación en casa, abrigo o recinto de la NEMA
Peso	3.6 lb
Temperatura	-40°C to +60°C Funcionando
Procesador	486 de 33MHz de 32 bits
Memoria	1MB de registro Flash (cerca de 60.000 lecturas) expandible usando opcional PCMCIA hasta 100MB
Batería de Backup	No necesitado para el registro porque la memoria es flash. Batería interna de litio usada para el reloj solamente: 2 años mínimos.
Temporizador	Restauración de sistema sobre intervalos de la muestra del incidente del microprocesador.
Intervalos de muestra	Los intervalos múltiples de la muestra se pueden fijar a incrementos de 1 seg. hasta 24 horas en incrementos de 1 segundo.
Recuperación de Data	A través de los puertos RS-232 y PCMCIA
Visualización Interna	2 líneas de 20 caracteres alfanuméricos
Visualización Externa	Full Windows de características SDI-12
SDI-12:	SDI-12 V1.3
Comunicaciones	Tres puertos que pueden soportar radio satélite, LOS Radio (Sistema de dos vías con alta transmisión de datos vía telefónica) y Modem telefónico. Tres accesos RS-232 que pueden utilizar la radio basada en los satélites, LOS Radio, y el Modem telefónico con síntesis de discurso
Fuente de Poder	Ninguna batería o cargador interna . XLITE funciona a 12V por 45 días a 15 minutos de muestreo.
Consumo de Energía	Quieto: 2mA Avg típico: 5 mA @ 15 – los intervalos minuciosos de las entradas de información.
Entradas y Salidas	8 líneas digitales entrada-salida , 8Kz. 2 de solo salida y 6 bidireccionales. Las entradas de información se pueden configurar bajo control del software

	compartimientos inclinados, contadores y entradas de información binarias. Control del software lógica de la potencia cambiada 12VDC. Expansión de Entrada – salida usando los módulos externos de I ² C. Nivel bajo para inclinar la dirección del compartimiento o de la velocidad del viento sin el amplificador.
Codificadores	Codificador de salida cuadrática (3 máx) . El codificador gris del código de 7 dígitos binarios (1máx) utiliza 7 salidas digitales , expandibles usando módulos externos I ² C.
Entradas de contadores	Frecuencia de entrada de información : 1 canal 8 kHz máx., 7 canales 1 kHz máximo
Exactitud	+/-0.1% con 32 bit de resolución , expandible usando módulos externos I ² C
Entradas Analógicas	10 entradas de información o hasta 5 diferenciales, expandible usando módulos externos I ² C
Resolution	16 bits
Exactitud Ratiométrica	+/- 0.01% de la gama completa
Exactitud Absoluta	0.1% -40 - +60c
Rango de entrada de información	0-5 V medida a gama completa
Medida del voltaje	5V , +/-2.5V diferencial
Salida de Excitación DC	+/-2.5 , +12V expandible usando módulos externos I ² C.
Transductor de Presión	Los sensores del tipo puente requieren 2 canales. Salidas de voltaje requieren 1 canal. Los sensores del tipo de la salida de corriente requieren 1 canal .

Sensores

- Multi-sonda que mide simultáneamente los siguientes parámetros:
 - ❖ Conductividad
 - ❖ PH
 - ❖ Caudal
 - ❖ Total de Sólidos Disueltos
 - ❖ Total de Sólidos en Suspensión

- Fabricante: YSI
- Modelo: 600 XLM



Características:

- Instrumento de muestreo: Agua fresca, de mar o contaminada.
- Temperatura: -5 a +45°C
- Interfase de comunicación: RS-232, SDI-12
- Memoria de Registro: 150,000 lecturas.
- Software: PC Compatible, Windows 95 o mayor versión mínimo
- 256K de memoria RAM.
- Dimensiones: 4.32cm x 54.1 cm
- Peso con batería: 0.7 kg
- Alimentación externa: 12VDC
- Alimentación interna: 4 pilas AA capaces de registrar por 75 días a intervalos de una hora a 25°C.

Especificaciones Técnicas:**❖ Oxígeno Disuelto (% Saturación)**

Rango: 0 a 500%

Resolución: 0.1%

Exactitud: 0 a 200%: +/-2% aire saturado

200 a 500%: +/- 6% aire saturado

❖ Oxígeno Disuelto (mg/L)

Rango: 0 a 50 mg/L

Resolución: 0.01 mg/L

Exactitud: 0 a 20 mg/L: +/-0.2 mg/L

20 a 50 mg/L: +/- 0.6 mg/L

❖ Conductividad:

Rango: 0 a 100 mS/cm

Resolución: 0.001 a 0.1 mS/cm (rango-dependiente)

Exactitud: +/-0.5% de lectura + 0.001 mS/cm

❖ Temperatura:

Rango: -5 a +45°C

Resolución: 0.01°C

Exactitud: +/- 0.15°C

❖ pH (incluye mayormente medidas de bajo poder iónico):

Rango: 0 a 14 unidades

Resolución: 0.01 unidades

Exactitud: +/- 0.2 unidades

❖ **Niveles de descarga, baja:**

Rango: 0 a 9m

Resolución: 0.001m

Exactitud: +/-0.02m

❖ **Niveles de descarga, media:**

Rango: 0 a 61m

Resolución: 0.001m

Exactitud: +/-0.12m

❖ **Nivel de descarga:**

Rango: 0 a 9m

Resolución: 0.0003m

Exactitud: 0 a 3m: +/-0.003m

3 a 9m: +/-0.01m

❖ **Salinidad:**

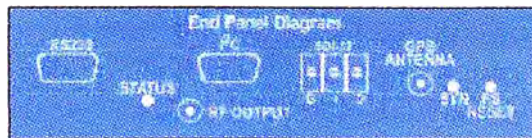
Rango: 0 a 70 ppt

Resolución: 0.01 ppt

Exactitud: +/-1% lectura o 0.1ppt (cualquiera que sea mayor)

Transmisor Satelital (para enlace mediante Satélite GOES)

- Fabricante: Sutron.
- Modelo: SATLINK-G312-1.



Características:

- Interfase estándar para el registrador de datos.
- Transmisión dual con buffer dual de 20K.
- Totalmente compatible con el XPERT Datalogger.
- Actualización de firmware vía Puerto Serial.
- Diagnósticos internos, incluyendo unidad de fuerza, voltaje de batería, temperatura, detección de lazos y GPS.
- Programable por el usuario con el Programa Comunicador SATLINK que corre en cualquier computador personal. Registrador de Datos Sutron: XPERT WebLogger ; configuran, prueban y operan el SATLINK sin usar el programa comunicador.

- Inhibición automática de la transmisional no detectar los satélites de GPS, excepto el INSAT.
- Sensores autónomos conectan a una variedad de sensores y registradores.
- Puerto SDI-12 incorporado, conecta a los sensores SDI-12.
- Puerto I2C incorporado, conecta los módulos I2C digitales y analógicos.
- Protector coaxial.

Especificaciones Técnicas:

<u>Tamaño</u>	5.55 in. x 9.75 in. x 2.18 in.
Ambiente	-40°C a +60°C
Voltaje de Operación	10.5 a 15 VDC, protegido contra voltaje inverso
Conexiones	
Potencia	Cable fusible
RS232	DB9
RF	SMA
GPS	SMA
I ² C	DB9
SDI-12	Terminal de 3 posiciones.
Indicadores LED	
Sintetizador ON	
Actividad / Transmisión	
Protocolo Interfase	
Protocolo Propiedad Sutron tipo SatLink	
Enhanced Telonics TGT-2	
8400 Data Grabber	

Soporta otros DCP
Tiempo de Almacenamiento
Sincroniza al GPS 0.1 segundos
Frecuencia disponible vía GPS a 10Hz
Requerimientos de Potencia (12.5 VDC)
Reposo: 1 mA , 12.5V (typ)
Tiempo de <u>sincronización (GPS)</u> : 180 mA for 60 segundos/transmisión (máx.) (15 sec. tipo)
190 mA para 40 sec. Por disciplina de frecuencia.
Antena Recomendada
Sutron YAGI (10.5 dB gain), 5000-0080 o -0081(SS)
Formato de Transmisión
ASCII o Pseudo Binario para SDI-12/12C data (formato 8210) y 8400 Data Grabber
ASCII o Pseudo Binario o NESDIS Binario como configurado y formateado por el colector de datos.
Modos de Transmisión
100 BPS aleatorio y cronometrado
300 BPS aleatorio y cronometrado
1200 BPS aleatorio y cronometrado
Conjunto de Transmisión de Caracteres
<u>ASCII</u>
Pseudo Binario
<u>Binario con</u> revisión de error (tbd para 300/1200)
Potencia de Salida
Seleccionada a través del Software con niveles de potencia.
8.0 watt nominal, 100/300 BPS.
16.0 watt nominal 1200 BPS.
Protección contra carga de circuitos abiertos o cortos.

Mástil

- Estación con mástil de 3m para anclaje en el piso.
- Sistema Pozo de tierra con $R_{\text{máx}}$ de 5 Ohmios.

Caseta de Monitoreo

Lugar donde se ubicará todo el equipo electrónico remoto cuya función principal es la de protegerlo de maltratos por parte de la propia naturaleza como de personas en contra de este proyecto.

4.4 Estación de Monitoreo

Diagrama de Proceso de Transmisión / Recepción de Datos

El proceso de recepción y transmisión de datos que presenta este proyecto es a través del uso de un satélite, el Ministerio de Energía y Minas cuenta con el uso gratuito del satélite GOES el cual está a disposición del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). El servicio que el SENAMHI ofrece es la de ser la Estación Central para todos los sistemas de monitoreo de datos a distancia, siendo la información obtenida de beneficio público.

En el caso especial que se requiera mantener una información privada se haría uso de un satélite particular con las respectivas condiciones del servicio.

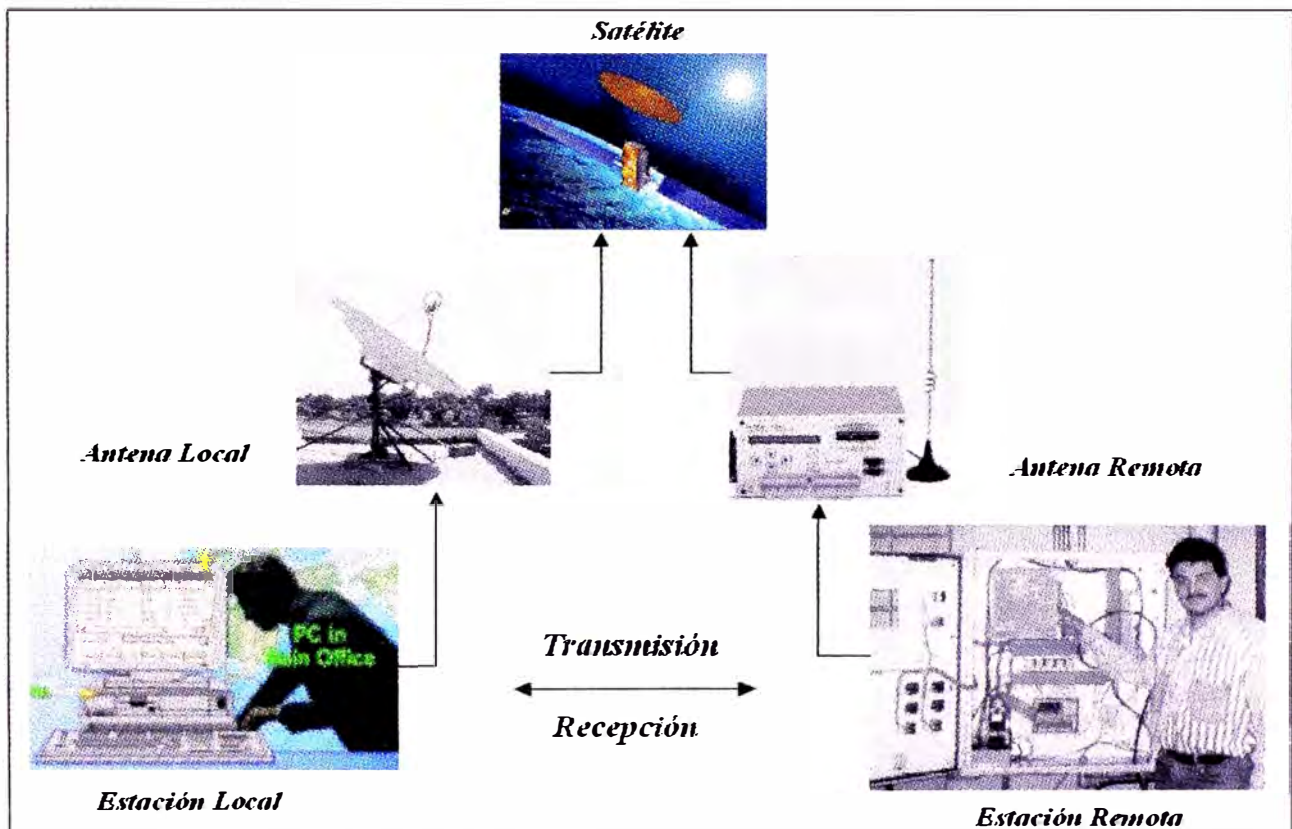


Fig 9: Sistema de Transmisión y Recepción de parámetros.

Diagrama de Recolección de Datos

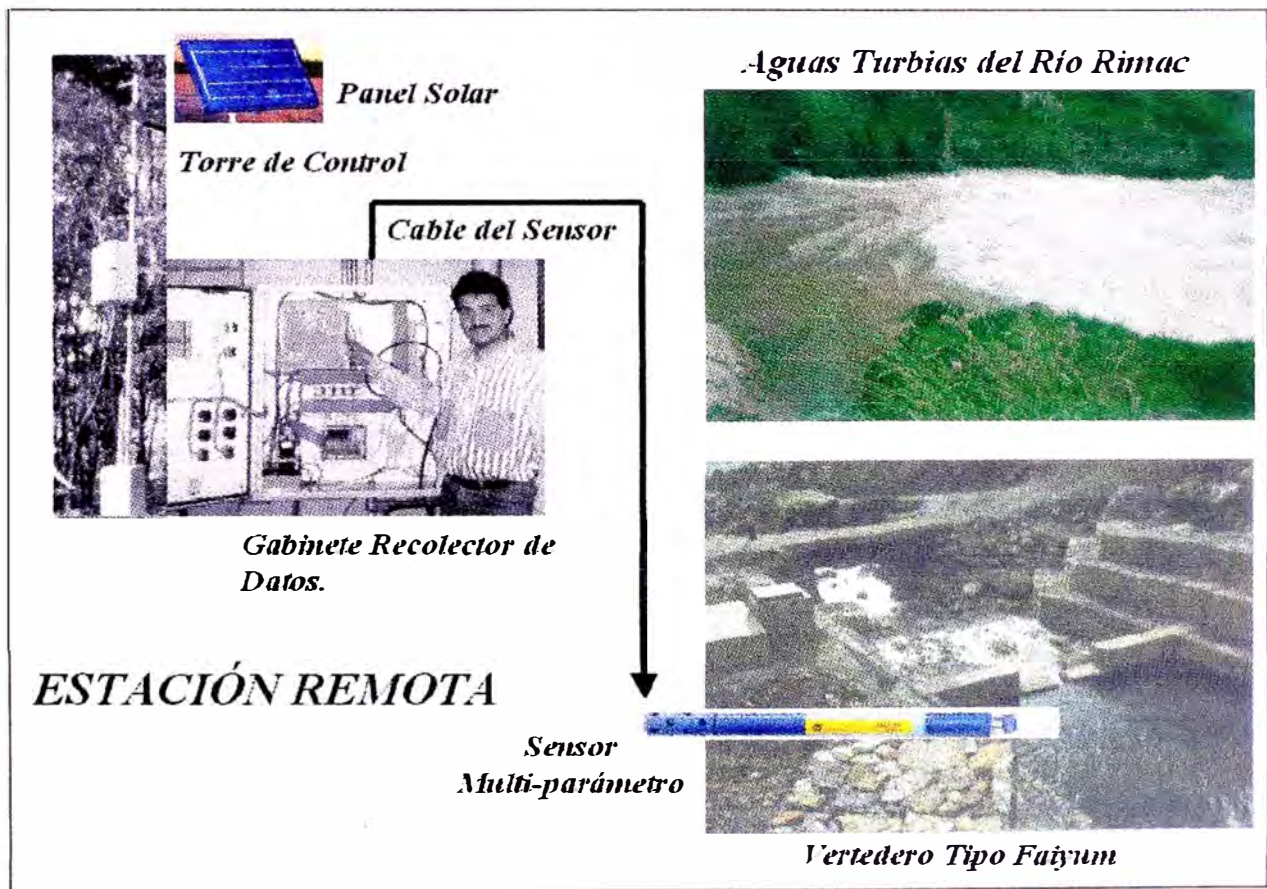


Fig 10: Sistema de Recolección de parámetros.

V

ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS

5.1 Objetivo

Describir toda la infraestructura necesaria para soportar todo el sistema de transmisión y recolección de datos.

5.2 Descripción del Sistema

La estación de monitoreo continuo, denominado también aforadores automáticos, registraría 5 tipos de datos:

- Altura de nivel de agua
- pH,
- Conductividad Eléctrica; y
- Sólidos Totales Disueltos (TDS)
- Sólidos Totales en Suspensión (TSS)

La frecuencia de medición es programada de acuerdo a los requerimientos. La información recolectada es procesada para su entrega directa o indirectamente y utilizada para la evaluación y control de la calidad del agua.

La estación ha sido diseñada para la medición de los flujos de agua superficial de quebradas pequeñas, en zona de sierra; priorizando las condiciones críticas que se dan en épocas de estiaje.

5.3 Descripción de la Infraestructura Física

La estación consiste de una estructura hidráulica, un sistema de protección de la sección de control, una caseta y una torre para el mástil.

5.3.1 Estructura Hidráulica

La estructura hidráulica, correspondiente a un vertedero, tiene el propósito de estabilizar la sección a fin de ajustarla a un modelo hidráulico que tiene un comportamiento en función a la carga o nivel del agua, dependiendo del modelo, que en este caso es un vertedero.

La estructura hidráulica consiste de un vertedero tipo Faiyum, con dos ventanas superpuestas, que tienen el siguiente dimensionamiento:

Vertedero inferior: 0.30 m de ancho y 0.30 m de alto que está diseñado para realizar mediciones hasta los 100 l/s; y

Vertedero superior: 2.0 m de ancho y 0.50 m de altura, el cual puede medir flujos de hasta 1800 l/s.

El vertedero está en capacidad para descargar los flujos superiores a los 1800 l/s a través de toda su cresta superior de 6.0 m de longitud.

El vertedero es de material de concreto armado de resistencia 210 kg/cm² con cemento Pórtland tipo I; los agregados son provenientes de la zona y el acero corrugado es de grado 60. El vertedero está rodeado en ambos extremos por muros de cuatro pisos o niveles, escalonados de gaviones. Estos muros laterales de gaviones dejan un espaciamiento de 6.0 m de ancho en el cauce del río.

Las dimensiones totales de la estructura son: 10.00 m de largo, altura de 2.50 y ancho variable desde 1.0 m en la base hasta 0.50 en el muro.

5.3.2 Sistema de Protección de la Sección de Control

La estructura hidráulica está construida sobre un área de control levantado con gaviones, la cual cumple funciones de protección y encauzamiento.

En el diseño se ha utilizado gaviones tipo “caja” y los de tipo “colchón”, que son paralelepípedos, modulares manufacturados con mallas de alambre, que al ser instalados y rellenos con rocas estables definen estructuras suelo-tierra de condiciones óptimas para la obra.

El tipo de malla del gavión es cocada Hexagonal de doble torsión, que de acuerdo a norma ASTM A975 se denomina 8 x 10.

Tomando precaución de la existencia de aguas ácidas en la zona, se ha diseñado con estructuras de gaviones con calibre 3.50 mm y recubrimiento de Triple Zinc + PVC, según Norma ASTM A975 Estilo 3.

Para la construcción de las estructuras de gaviones se optó por utilizar gaviones revestidos con PVC, a fin de proveer protección adicional contra la corrosión. Para el relleno de los gaviones se utilizará piedras procedentes de la limpieza del cauce del río y de las zonas cercanas a la obra.

Los criterios que se ha tenido en cuenta para la selección y diseño del sistema de protección con gaviones son: Permeabilidad, flexibilidad, durabilidad, resistencia y la economía, por ser de fácil construcción y mantenimiento. La particularidad de los gaviones es que son estructuras que actúan como drenes permitiendo el escurrimiento de las aguas de filtraciones minimizando el efecto de la presión hidráulica, de ahí la denominación de estructuras altamente permeables.

Otra característica de los gaviones es que por su flexibilidad pueden absorber asentamientos sin perder eficiencia y estructuralmente no sufren deformaciones significativas. Las obras construidas a base de gaviones por su peso propio y su carácter monolítico permiten resistir los empujes hidráulicos a satisfacción; en muchos casos los espacios o huecos entre piedra y piedra, se llenan de tierra sedimentos y raíces, lo cual le da al conjunto de la estructura una mayor seguridad y durabilidad. Los alambres galvanizados de la malla y los bordes tienen la suficiente resistencia y flexibilidad para soportar las fuerzas generadas por el comportamiento hidráulico del río y por los empujes de masa del terreno.

El criterio más importante para el diseño de muros con gaviones es la simplicidad y rapidez de la colocación, no requieren mano de obra calificada para su armado y relleno y el canto rodado se puede acopiar en obra minimizando los costos de transporte, tampoco necesitan de cimentaciones especiales ni de costosa instalaciones de drenaje.



Fig 11: Vista tomada aguas arriba del vertedero.



Fig 12: Vista panorámica del vertedero con el área de control de gaviones.

5.3.3 Instrumental y Equipo de Medición

El equipo de monitoreo, está instalado en el pozo regulador. Este equipo puede ser programado para medir y almacenar datos cada 15 minutos.

El equipo consta de:

- Plataforma de colección de Datos
- Sensores
- Sistema de Transmisión Satelital
- Mástil

Que está ubicado aproximadamente 1.20 m aguas arriba del vertedero.

Se ha instalado un tubo porta sensores fabricado en acero galvanizado de espesor $\frac{1}{4}$ ", diámetro de 8" y 6.0 m de largo. Este tubo está anclado en el piso sobre el colchón de gaviones y en las aristas de cada nivel de gaviones

Parte del instrumental está la regla limnimétrica o mira, que sirve para corroborar, en forma visual, los niveles de agua registrado.

En el diseño, la regla limnimétrica se ha instalado en el lado opuesto y alineada con respecto a la ubicación del tubo porta sensores. La regla está empotrada en dos niveles y se encuentra nivelada de manera tal que su lectura coincida con la lectura del tubo porta sensores.

Sobre la margen izquierda de la estación se ubica la caseta de monitoreo, la cual es una estructura de concreto armado de 1.50 m de ancho, 2.50 m de largo, 2.0 m de altura y 0.15 m de espesor. En esta caseta se ha instalado el equipo para el registro automático de datos en esta estación.

5.3.4 Caseta y Torre para el Mástil

La caseta es la estructura donde estará alojado el equipo, dándole abrigo y protección. Tiene una dimensión de 1.80 m x 2.80 m x 2.00 m de altura.

La torre es una estructura donde irá montada el mástil, tiene una altura de 3m .

5.4 Calibración del Vertedero y la Sección de Control

Con el objeto de relacionar la altura del nivel de agua con el flujo que pasa por la sección se desarrollará una curva de descarga para transformar la información de la altura colectada en las estaciones de monitoreo continuo a valores instantáneos de caudal.

Para desarrollar esta curva de descarga en el vertedero será necesario una serie de medidas reales de flujo en campo a manera de poder compararlas con los valores teóricos de agua. Una vez contrastadas las medidas observadas con los valores teóricos del vertedero se ajustará las curvas teóricas para reflejar las condiciones existentes en el campo. En el caso de las secciones de control sólo será necesario desarrollar curvas empíricas de descarga elaboradas directamente en base a mediciones de campo.

La formula teórica que relaciona la descarga en vertederos tipo Faiyum con la altura de agua presenta la siguiente forma:

$$Q = \frac{2}{3} C_d C_v \sqrt{\frac{2}{3} g b h^{1.5}}$$

Donde:

Q = descarga (m³/s),

C_d = coeficiente de descarga (0,92 – 0,96),

C_v = coeficiente de velocidad de aproximación (1,03),

g = aceleración de la gravedad (m/s^2),

b = longitud de la cresta del vertedero (m), y

h = altura del flujo por encima del vertedero (m).

Esta ecuación permitirá desarrollar la curva teórica para el vertedero a instalarse la cual será ajustada con los valores reales de flujo colectados en el monitoreo manual.

5.5 Metrados

De los diseños presentados en los planos de planta y cortes, se han determinado las cantidades de obras para cada una de las partidas resultantes.

5.6 Análisis de Precios Unitarios

Los precios unitarios están referidos al mes de Julio del 2004 y consideran todos los jornales de construcción civil, maquinarias, equipos, materiales y todos aquellos elementos y/o aspectos necesarios para la completa ejecución de los trabajos.

Los costos de los insumos no incluyen el Impuesto General a las Ventas, que será aplicado al costo total de la obra, ya que su ejecución es por contrata.

Los costos de alquiler de maquinarias y equipos, utilizada en el análisis de precios unitarios, son los del mercado.

5.7 Presupuesto

Los metrados obtenidos para cada partida multiplicados por su respectivos precios unitarios analizados, determinan sus costos directos parciales, estableciéndose el total de los Costos Directos, por sumatoria de dichos parciales.

De esta forma conformamos el Presupuesto de la Obra, con un Costo Directo para el Proyecto de Instalación de Estación de Monitoreo de Aguas Superficiales que asciende a \$36,300.00, a Agosto del 2004, las distancias entre estaciones remotas y locales no afectan en el costo del proyecto. A este costo se le ha incrementado el diez por ciento (10 %) de su monto por concepto de Gastos Administrativos, haciendo un subtotal de \$40,000.00, que se incrementa en un 19% de su valor por concepto de IGV, para obtener el Presupuesto Total, que es de \$48,200.00 (Cuarenta y ocho mil seiscientos dólares) y en caso se prescindiera de la telemetría el monto sería de \$41,270.00 (Cuarenta y un mil doscientos setenta dólares) incluido el IGV.

Los costos aproximados de las otras alternativas de monitoreo oscilarían entre \$40,000.00 a \$45,000.00 sin IGV para una distancia entre 20 y 40 Km. dependiendo de la morfología del lugar, ya que el monto aumenta o disminuye de acuerdo al número de repetidores de señal.

VI

ANÁLISIS COSTO / BENEFICIO

6.1 Objetivo

Es demostrar que invirtiendo en este proyecto no solo se evitarían gastos por multas o costos de mantenimiento sino el impacto positivo en todo un ambiente natural.

6.2 Análisis de Costo / Beneficio Ambiental

Se considera “costo ambiental” a cualquier impacto que en general tenga una importancia ambiental neta negativa. Se considera “beneficio ambiental” a cualquier impacto que en general tenga una importancia ambiental neta positiva. La magnitud o grado del costo / beneficio puede ser medido a través de un valor presentado como la importancia ambiental neta. El costo / beneficio ambiental general puede entonces ser evaluado a través de las características estadísticas de este grupo de valores.

Cada uno de los nuevos componentes ambientales (topografía, clima, calidad del aire, suelos, agua superficial, agua subterránea, vegetación, fauna silvestre y ambiente

acuático) ha sido examinado para cada una de las cuatro etapas en todo proyecto, es decir, construcción, operación, cierre y post-cierre o abandono. Por lo tanto; cada componente ha sido evaluado cuatro veces, teniendo así 36 diferentes evaluaciones ambientales (*Análisis de Leopold en el Anexo C*).

Se puede observar en la tabla 1 (Anexo C) que el impacto total de cada área involucrada expresa valores comprendidos entre 0.72 a 2.80, el cual en un rango del 1 al 10 el impacto del proyecto en la zona es bajo, tanto en extensión como en consecuencia.

La aplicación de este análisis de Leopold reducido intenta mostrar de una manera subjetiva , ya que no se puede considerar cuantitativamente ninguna conclusión de este análisis, el tamaño del impacto que afectaría en las zonas cercanas a las minas ya que en todo proyecto que involucre la participación del medio ambiente debe realizarse un estudio de impacto ambiental (EIA).

IMPACTO AMBIENTAL EN LA AGRICULTURA

Los importantes volúmenes de agua que requiere el procesamiento de minerales y su posterior expulsión como relaves y efluentes tóxicos, irremediablemente afectarán la disponibilidad y calidad de agua para la agricultura y consumo humano de las zonas afectadas. Este es un aspecto de suma importancia porque la abundante demanda de agua no sólo provendrá de las necesidades de la población sino también para la irrigación de tierras de cultivo.

La presencia de fenómenos climatológicos ej: El Niño, lluvias torrenciales , vientos fuertes, entre otros, hará inevitable que los montículos de 60 metros de altura de material mineral en extracción, las pozas de sedimentación de los relaves y efluentes tóxicos, las áreas de deposición de material sólido desechable y los mismos tajos abiertos sean severamente afectados por estos fenómenos intensos que desparramarían y transportarían aquellos materiales contaminantes hacia los lugares menos sospechados poniendo en grave riesgo la agricultura y la salud humano regional.

6.3 Análisis de Costo / Beneficio Socio – Económico

Los componentes socioeconómicos fueron resumidos en un solo, “calidad de vida” el cual resultó en un beneficio moderadamente positivo. Esto se debe a que el proyecto requeriría obreros no-tecnificados de la comunidad durante la etapa de construcción. Además, la continuación de actividades de las unidades mineras y la comunidad en el desarrollo social, económico y ambiental de la zona.

6.4 Análisis de Costo / Beneficio Económico

En el Sector Minero

De acuerdo a la escala de multas en el sub-sector minero, el arriesgar el medio ambiente a un impacto grave , por motivos de incumplimiento de las normas de seguridad minera establecidas por el Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, Reglamento Ambiental para Exploraciones , etc... es que se puede calcular el costo económico que produciría la no implementación de un sistema de monitoreo ambiental el cual traería como consecuencia la paralización de todo un proyecto minero sin contar además de las obras de restauración a la que estarían obligados a desarrollar las empresas infractoras.

La siguiente tabla es un resumen de la escala de multas en el sub-sector minero aprobado por la RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 353-2000-EM/VMM y que describe el monto en UITs a la que es elevada la infracción cometida por una empresa que realiza un proyecto minero. (*Anexo D – Escala de Multas / Ítem 3.4 Descarga de relaves y desechos, emisión de gases o polvos al ambiente.*)

FALTA	MULTA EN UIT 1 UIT = S/.3.300.00	SANCION	COSTO EN SOLES S/.
Obligaciones			
Incumplimiento de obligaciones formales.	6		19,800
Por no facilitar la autoridad minera el acceso libre.	10		33,000
Seguridad minera			
Infracción del TUO	10 – 100		33,000 – 330,000

Accidente grave por infracción al TUO	300 – 1000		990,000 – 3'300,000
Medio ambiente			
Infracción del TUO	10 – 600		33,000 – 1'980,000
Accidente grave por infracción al TUO	50 – 600	Obras de restauración	165,000 – 1'980,000
Incumplimiento de los PAMA	50		165,000
Consecuencia grave por incumplimiento de las anteriores.	600	Paralización de la actividad minera	1'980,000

Relaves y desechos	SANCION POR OCURRENCIA		
	1° Vez	2° Vez	3° Vez
Productores Mineros en general	Multa de 50 UIT	Multa de 600 UIT	Paralización de actividades
Pequeño Productor Minero	Multa de 5 UIT	Multa de 60 UIT	Paralización de actividades

(Anexo D – Escala de Multas / Ítem 3.4

Descarga de relaves y desechos, emisión de gases o polvos al ambiente.)

TUO : Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería.

PAMA: Programa de Adecuación y Manejo Ambiental.

Como se demuestra a través de la segunda tabla – *Sanción por Ocurrencia* – en donde la descarga de relaves y desechos por productores mineros en general sería desde S/.165,000.00 hasta S/.1'980,000.00 y finalmente la paralización de las actividades; con este dato promedio, ya que es imposible acceder al registro de multas del Ministerio de Energía y Minas, se puede cubrir los montos de instalación de un sistema de monitoreo ambiental. (S/.163,800.00 / \$48,200.00 con telemetría y S/.140,000.00 / \$41,270.00 sin telemetría – Ver Anexo A).

En el Sector Energético

Las centrales hidroeléctricas de Lima vienen siendo afectadas por la contaminación en las aguas de los ríos de la cuenca del Rímac ya que los sólidos en suspensión provenientes de los efluentes de los vertederos mineros al entrar en contacto con las turbinas estos son abrasivos y deterioran las paletas obligando a generar paradas por mantenimiento de equipos.

El costo promedio de mantenimiento de una turbina según fuente OSINERG se da por los \$2,300.00 a \$2,800.00 para una central hidroeléctrica que genera 50MW , la cantidad de veces al año en que se realiza mantenimiento es de 2 a 3 veces si fuera necesario.

Asumiendo que sólo en las centrales que abastecen Lima : Matucana (120MW), Moyopampa (63MW), Callahuanca (71MW), Huampani (31MW), Yanango (40.5MW), Chimay (11MW) con un promedio de 1 , 2 a 3 turbinas hidroeléctricas el promedio de mantenimiento estaría entre \$5,000.00 a \$7,500.00 por turbina al año y entre \$15,000.00 a \$22,500.00 por 3 turbinas al año. La recuperación del proyecto se daría entre 2 a 8 años .

6.5 Conclusión

En general, el costo / beneficio ambiental , social y económico asociado con este proyecto resultará en un beneficio total. Este beneficio resulta al evaluar primero los impactos de la instalación de estaciones de monitoreo continuos en diversas zonas a

través de la Cuenca del Río Rímac los cuales oscilan entre 0.78 – 2.8 indicando un impacto ambiental bajo tanto en exposición como en consecuencia.

Luego el beneficio económico se expresó a través de un rango promedio de valor de las multas (UITs) para los productores mineros en general: $S/.165,000.00 < multa < S/.1'980,000.00$ los cuales cubren con la financiación del proyecto. (*S/.163,800.00 / \$48,200.00 con telemetría y S/.140,000.00 / \$41,270.00 sin telemetría – Ver Anexo A).*

VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- ❖ Se diseñó un sistema de monitoreo ambiental en tiempo real, el cual en caso de falla con la comunicación satelital el sistema almacenaría los datos en su memoria para luego ser extraídos in situ. (ver Anexo B, plano 4.)
- ❖ El análisis de la factibilidad técnica y económica de la implementación del sistema remoto de monitoreo ambiental arrojó cifras asequibles tanto para las empresas privadas como para el Estado , \$ 48 200.00 para la totalidad del proyecto, \$ 41 300.00 prescindiendo de la comunicación satelital
- ❖ El análisis de costo / beneficio del proyecto indica que los impactos de la instalación de estaciones de monitoreo no alteran el bienestar de las comunidades, por el contrario los benefician tanto a ellos como a los

centros mineros prologando una actividad que asegura un crecimiento continuo a la población.

7.2 Recomendación

- ❖ Se recomienda que el presente trabajo sea expuesto ante el Ministerio de Energía y Minas así como ante las Alcaldías Provinciales de los pueblos involucrados en el problema, para lograr implementar un sistema de monitoreo que permita visualizar de forma remota y permanente las variables ambientales de calidad de las aguas de los principales ríos que desembocan al río Rímac.

VII

REFERENCIAS

Bibliográficas

1. Asconsult International Ltd. 1994 “ Guidelines for the Disposal and Treatment of produced water” - General Directorate of Environmental Affairs Emtal Project – MINEM. Calgary, Alberta, Canada pp. 14:19.
2. Golder Associates Perú S.A. Setiembre, 2003. “ Proyecto Alto Chicama Datos de flujo e Información de aforaderos automáticos” – Documento de Apoyo. Lima, Perú pp. 1: 6.
3. Larizbeascoa & Zapata S.A.C. Mayo, 2004 “ Estudio de Impacto Ambiental de la nueva cancha de relaves Aruri” Lima, Perú pp. 4 :12

4. Mendoza A, Lobato A, y Valverde S. 1998. “ Impactos Ambientales que generan los vertimientos de las empresas sobre las aguas del río Rímac en el tramo San Bartolomé – Ticlio ”- Instituto de Minería y Medio Ambiente de la FIGMM – UNI, pp. 2:5, 29:30.
5. M^a Dolores Moreno Grau. 2003. “Toxicología Ambiental – Evaluación del riesgo para la salud humana” Editorial Mc Graw Hill. Cáp 8 . pp 169:171.
6. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Noviembre, 2003. “Plan de Intervención del SENASA, para la evaluación de problemas fito y zoonosarios en la zona de influencia directa de la Compañía Minera Antamina S.A. Huaraz, Perú. pp 23:37.
7. Walsh Environmental Scientist and Engineers. Marzo, 1999 “ Estudio de ingeniería básica del sistema remoto de monitoreo ambiental” Lima, Perú pp. 3:7 , 10:12.
8. Water Management Consultants. Agosto, 2004 “ Revisión del Informe de Análisis de alternativas de suministro de Agua” 3422/R12 Lima, Perú pp. 9:12.

Electrónicas

9. “Bruno Schilling Automatización , Nivelemetria y Caudalimetria”
www.e-bs.com.ar
Telecontrol inalámbrico
10. “Centrales Hidroelectricas del Peru”
www.museoelectri.perucultural.org.pe

Sistema Interconectado Centro – Norte

11. “Data Wireless Integration de México S.R.L”

www.dwi.ms / www.telemetry.com.mx

Transmisión de datos vía remota para aplicaciones de Telemetría

12. “Monitoring & Control Solutions for Environmental Problems – Sutron”

www.sutron.com

Representantes en el Perú : TELEMÁTICA Tecnología Integrada GIS

Ing. Bernardo Mendoza Soto.

13. “Tambogrande ¿Minería o Agricultura?”

www.elregionalpiura.com.pe

Empresas Consultoras

14. “BASE AÉREA LAS PALMAS”

Mr. Julio Gastello -Uso del satélite GOES.

15. “F.V.F. INGENIEROS E.I.R.L”

Consultora especializada en recursos hídricos

Ing. Fredesbindo Vásquez Fernández.

16. “SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA –
SENAMHI”

**Asesoría de Estudios Meteorológicos, Hidrológicos, Agrometeorológicos
y Ambientales.**

Ing. Jorge Chira Departamento de Pronóstico

17. “TELEMÁTICA Tecnología Integrada GIS
Provee soluciones de control y monitoreo para problemas ambientales globales.

Ing. Bernardo Mendoza Soto

ANEXOS:

A. PRECIOS UNITARIOS

1. Metrados
2. Precios de Insumos
3. Análisis de Costos Unitarios
4. Presupuesto del Proyecto

B. PLANOS

1. **Plano 1 :** UBICACIÓN DE LAS ZONAS MINERAS DE LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC.
2. **Plano 2 :** DISEÑO DE LA ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS DEL RÍO ARURI – PLANTA. (**Fuente:** Golder Associates ‘Proyecto Alto Chicama’ Setiembre 2003).
3. **Plano 3 :** DISEÑO DE LA ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS DEL RÍO ARURI – CORTES. (**Fuente:** Golder Associates ‘Proyecto Alto Chicama’ Setiembre 2003).
4. **Plano 4 :** DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO.

C. MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

D. RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 353-2000-EM/VMM - APRUEBA ESCALA DE MULTAS Y PENALIDADES A APLICARSE POR INCUMPLIMIENTO DE DISPOSICIONES DEL TUO DE LA LEY GENERAL DE MINERÍA Y SUS NORMAS REGLAMENTARIAS. (02.09.2000).

E. EFECTOS TÓXICOS PARA LA SALUD.

ANEXO A
PRECIOS UNITARIOS

METRADO
ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS
Proyecto Monitoreo de la Calidad de Aguas a Distancia/Tiempo Real/Automático

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	Nº DE VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	TOTAL			
				m	m	m					
1.0 TRABAJOS PRELIMINARES Y OBRAS PROVISIONALES											
1.1	Movilización y Desmovilización	Global	1					1.00			
1.2	Campamento Provisional y Guardianía	Global	1					1.00			
1.3	Desbroce y limpieza	Global	1					1.00			
1.4	Trazo y replanteo	Global	1					1.00			
2.0 MOVIMIENTO DE TIERRAS											
2.1	Excavación en cauce de río	m3	2	10.00	2.00	1.00	40.00	132.00			
			2	10.00	1.00	1.90	38.00				
			2	10.00	1.00	1.20	24.00				
			2	6.00	4.00	0.30	14.40				
			2	6.00	1.00	1.30	15.60				
2.2	Excavación manual para estructura	m3	1	8.00	1.00	1.50	12.00	12.00			
3.0 CONCRETO Y OTROS											
3.1	Concreto f'c =210 kg/cm2, para estructura	m3	1	8.00	0.50	0.50	2.00	14.46			
			1	9.70	0.30	0.50	1.46				
			1	10.00	1.70	0.50	8.50				
			1	10.00	0.50	0.50	2.50				
			3.2	Encofrado Plano para estructura	m2	4	4.00		2.50	40.00	47.31
						2	1.70		2.00	6.80	
1	0.30	1.70				0.51					
4.0 GAVIONES											
4.1	Piedra para Gaviones	m3	1	136.00	18.00		154.00	154.00			
4.2	Gavión Tipo Caja 2.0 x 1.0 x 1.0	und.	68				68.00	68.00			
4.3	Gavión Tipo Colchón 5.0 x 2.0 x 0.30	und.	6				6.00	6.00			

METRADO DEL ACERO :

Nº	DESCRIPCION	DIAME- TRO	Nº DE VECES	LARGO	kg/ml	SUBTOTAL (kg)	
				m		3/8"	1/2"
1	Muro del Vertedero	1/2"	50	5.40	1.012		273.24
				10.00		1.012	263.12
				Total:			536.36
						+ 10% de pérdidas	
						590.00	

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS

UBICACION : QUEBRADA ARURI

Distrito : San Mateo

Provincia : Huarochiri

FECHA : JULIO DEL 2004

Departamento : Lima

CODIGO : 1.1		PARTIDA : MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				
ESPECIFICACIONES :						
RENDIMIENTO : Estimado						
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					109.040
1.1	Oficial	H-H	8.000	7.22	57.760	
1.2	Peón	H-H	8.000	6.41	51.280	
1.3						
1.4						
1.5						
2.0	MATERIALES :					0.000
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					2196.452
3.1	Camión Plataforma Baja, 6x2	H-M	20.00	109.55	2191.000	
3.2	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	109.040	5.452	
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		GLOBAL	COSTO TOTAL :		SI.	2305.49

CODIGO : 1.2		PARTIDA : CAMPAMENTO PROVISIONAL Y GUARDIANIA				
ESPECIFICACIONES :						
RENDIMIENTO : Estimado						
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					125.792
1.1	Capataz	H-H	2.400	9.68	23.232	
1.2	Peón	H-H	16.000	6.41	102.560	
2.0	MATERIALES :					1217.750
2.1	Clavos y alambres	Kg	1.00	4.00	4.000	
2.2	Arena	m3	0.50	20.50	10.250	
2.3	Piedra de 1/2" - 1"	m3	0.25	40.00	10.000	
2.4	Materiales sanitarios	est.	0.80	330.00	264.000	
2.5	Materiales eléctricos	est.	0.80	220.00	176.000	
2.6	Cemento Portland tipo I	bls.	2.00	25.00	50.000	
2.7	Triplay lupuma, 4' x 8' x 15 mm	pza.	12.00	55.50	666.000	
2.8	Pintura látex económica	gln.	1.50	25.00	37.500	
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					6.290
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	125.792	6.290	
UNIDAD ANALIZADA :		GLOBAL	COSTO TOTAL :		SI.	1349.83

CODIGO : 1.3		PARTIDA : DESBROCE Y LIMPIEZA				
ESPECIFICACIONES :		Sin transporte, con acarreo				
RENDIMIENTO :		Estimado				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					228.352
1.1	Capataz	H-H	2.400	9.68	23.232	
1.2	Peón	H-H	32.000	6.41	205.120	
1.3						
1.4						
1.5						
2.0	MATERIALES :					0.000
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					11.418
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	228.352	11.418	
3.2						
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		GLOBAL	COSTO TOTAL :		SI.	239.77

CODIGO : 1.4		PARTIDA : TRAZO Y REPLANTEO				
ESPECIFICACIONES :		Con teodolito y nivel				
RENDIMIENTO :		Estimado				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					494.240
1.1	Topógrafo	H-H	16.000	10.00	160.000	
1.2	Operario	H-H	16.000	8.07	129.120	
1.3						
1.4	Peón	H-H	32.000	6.41	205.120	
1.5						
2.0	MATERIALES :					16.300
2.1	Yeso	Bols.	0.300	8.00	2.400	
2.2	Pintura	Gal.	0.100	25.00	2.500	
2.3	Estacas	Unidad	12.000	0.20	2.400	
2.4	Cordel	kg	0.300	30.00	9.000	
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					224.712
3.1	Teodolito y accesorios	H-H	10.00	12.500	125.000	
3.2	Nivel y Accesorios	H-H	10.00	7.500	75.000	
3.3	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	494.240	24.712	
3.4						
UNIDAD ANALIZADA :		GLOBAL	COSTO TOTAL :		SI.	735.25

CODIGO : 2.1		PARTIDA : EXCAVACION EN CAUCE DE RIO, material saturado				
ESPECIFICACIONES : : Incluye el acomodo del material excavado para la conformación del cauce del río						
RENDIMIENTO : 0.1 Capataz + 1 Peón = 700 m3/día						
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					0.081
1.1	Capataz	H-H	0.0010	9.68	0.010	
1.2	Peón	H-H	0.0110	6.41	0.071	
1.3						
1.4						
1.5						
2.0	MATERIALES :					0.000
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					2.625
3.1	Tractor sobre orugas, 190-240 HP	H-M	0.0114	229.95	2.621	
3.2	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	0.081	0.004	
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		M ³	COSTO TOTAL :		SI.	2.71

CODIGO : 2.2		PARTIDA : EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURA				
ESPECIFICACIONES :						
RENDIMIENTO : 0.1 Capataz + 1 Peón = 2.00 m3/día						
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					29.512
1.1	Capataz	H-H	0.400	9.68	3.872	
1.2	Peón	H-H	4.000	6.41	25.640	
1.3						
1.4						
1.5						
2.0	MATERIALES :					0.000
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					1.476
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	29.512	1.476	
3.2						
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		M ³	COSTO TOTAL :		SI.	30.99

CODIGO : 2.3		PARTIDA : EXCAVACION MANUAL PARA ZANJAS Y TUBERIA				
ESPECIFICACIONES :						
RENDIMIENTO : 0.1 Capataz + 1 Peón = 2.00 m ³ /día						
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					29.512
1.1	Capataz	H-H	0.400	9.68	3.872	
1.2	Peón	H-H	4.000	6.41	25.640	
1.3						
1.4						
1.5						
2.0	MATERIALES :					0.000
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					1.476
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	29.512	1.476	
3.2						
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		M ³	COSTO TOTAL :		SI.	30.99

CODIGO : 2.4		PARTIDA : RELLENO SEMICOMPACTADO CON MATERIAL PROPIO				
ESPECIFICACIONES : : Extendido, nivelación, riego y compactación con pisones en capas de 0.30 m.						
RENDIMIENTO : 0.1 Capataz + 1 Peón = 3.00 m ³ /día						
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					19.680
1.1	Capataz	H-H	0.267	9.68	2.585	
1.2	Peón	H-H	2.667	6.41	17.095	
1.3						
1.4						
1.5						
2.0	MATERIALES :					0.000
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					0.984
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	19.680	0.984	
3.2						
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		M ³	COSTO TOTAL :		SI.	20.66

CODIGO : 3.1		PARTIDA : CONCRETO f_c = 210 Kg/cm², PARA ESTRUCTURAS				
ESPECIFICACIONES :		Preparación, transporte, colocación y curado.				
RENDIMIENTO :		1.0 Capataz + 1.0 Operario + 1.0 Oficial + 10.0 Peones = 10.00 m ³ /día				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					71.256
1.1	Capataz	H-H	0.800	9.68	7.744	
1.2	Operario	H-H	0.800	8.07	6.456	
1.3	Oficial	H-H	0.800	7.22	5.776	
1.4	Peón	H-H	8.000	6.41	51.280	
1.5						
2.0	MATERIALES :					283.000
2.1	Arena	m ³	0.60	20.50	12.300	
2.2	Piedra de 1/2" - 1"	m ³	0.75	40.00	30.000	
2.3	Cemento Portland tipo I	bls	9.50	25.00	237.500	
2.4	Curador de Concreto	kg	0.10	2.00	0.200	
2.5	Agua	m ³	0.25	12.00	3.000	
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					11.063
3.1	Vibradora de gasolina 1 1/2" 4HP	H-M	0.50	3.00	1.500	
3.2	Mezcladora de 11 p3, 18 HP	H-M	0.50	12.00	6.000	
3.3	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	71.256	3.563	
UNIDAD ANALIZADA :		M ³	COSTO TOTAL :		SI.	365.32

CODIGO : 3.2		PARTIDA : CONCRETO SIMPLE f_c = 140 Kg/cm²				
ESPECIFICACIONES :		: Sin transporte, con acarreo				
RENDIMIENTO :		0.8 Capataz+8 Peones = 120 ml/día				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					30.500
1.1	Capataz	H-H	0.400	9.68	3.872	
1.2	Operario	H-H	0.400	8.07	3.228	
1.3	Oficial	H-H	0.400	7.22	2.888	
1.4	Peón	H-H	3.200	6.41	20.512	
1.5						
2.0	MATERIALES :					157.800
2.1	Arena	m ³	0.60	20.50	12.300	
2.2	Piedra de 1/2" - 1"	m ³	0.75	40.00	30.000	
2.3	Cemento Portland tipo I	bls	4.50	25.00	112.500	
2.4	Agua	m ³	0.25	12.00	3.000	
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					6.325
3.1	Mezcladora de 11 p3, 18 HP	H-M	0.40	12.00	4.800	
3.2	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	30.500	1.525	
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		M ³	COSTO TOTAL :		SI.	194.63

CODIGO : 3.3		PARTIDA : ENCOFRADO PLANO PARA ESTRUCTURA				
ESPECIFICACIONES :		Habilitación, armado, desarmado y limpieza.				
RENDIMIENTO :		0.3 Capataz + 2.0 Operario + 1.0 Oficial + 2.0 Peones = 16.00 m2/día				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					19.542
1.1	Capataz	H-H	0.150	9.68	1.452	
1.2	Operario	H-H	1.000	8.07	8.070	
1.3	Oficial	H-H	0.500	7.22	3.610	
1.4	Peón	H-H	1.000	6.41	6.410	
1.5						
2.0	MATERIALES :					15.135
2.1	Clavos y alambres	Kg	0.40	4.00	1.600	
2.2	Desmoldante	Kg	0.06	8.50	0.510	
2.3	Madera tornillo en bruto	p2	4.10	2.50	10.250	
2.4	Triplay lupuma, 4' x 8' x 15 mm	pza	0.05	55.50	2.775	
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					0.977
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	19.542	0.977	
3.2						
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		M ²	COSTO TOTAL :		SI.	35.65

CODIGO : 3.4		PARTIDA : TUBERIA DE PVC - SAL RIGIDA, MEDIA PRESION 8"				
ESPECIFICACIONES :		Suministro e instalación de tubería.				
RENDIMIENTO :		0.1 Capataz + 1.0 Operario + 1.0 Oficial + 11.0 Peón = 200.00 ml/día				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					3.471
1.1	Capataz	H-H	0.004	9.68	0.039	
1.2	Operario	H-H	0.040	8.07	0.323	
1.3	Oficial	H-H	0.040	7.22	0.289	
1.4	Peón	H-H	0.440	6.41	2.820	
1.5						
2.0	MATERIALES :					525.000
2.1	Tubería de PVC-SAL, rígida, media presión 8".	ml	1.05	500.00	525.000	
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					0.174
3.1	Camión baranda 180 - 210 HP	% m.o	0.02	68.600	1.372	
3.2	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	3.471	0.174	
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		ML	COSTO TOTAL :		SI.	528.65

CODIGO : 3.5		PARTIDA : ACERO DE REFUERZO, f' c = 4200 Kg/cm²				
ESPECIFICACIONES :		: Suministro, habilitación y colocación.				
RENDIMIENTO :		0.3 Capataz + 1.0 Operario + 1.0 Oficial + 1.0 Peón = 300.00 Kg/día				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					0.663
1.1	Capataz	H-H	0.008	9.68	0.077	
1.2	Operario	H-H	0.027	8.07	0.218	
1.3	Oficial	H-H	0.027	7.22	0.195	
1.4	Peón	H-H	0.027	6.41	0.173	
1.5						
2.0	MATERIALES :					2.090
2.1	Clavos y alambres	Kg	0.05	4.00	0.200	
2.2	Fierro de construcción	Kg	1.05	1.80	1.890	
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					0.033
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	0.663	0.033	
3.2						
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		KG	COSTO TOTAL :		SI.	2.79

CODIGO : 4.1		PARTIDA : PIEDRAS PARA GAVIONES				
ESPECIFICACIONES :		Extracción de piedras in situ, transporte y colocación manual.				
RENDIMIENTO :		0.1 Capataz + 1.0 Oficial + 6.0 Peones = 9.00 m ³ /día				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					41.466
1.1	Capataz	H-H	0.089	9.68	0.862	
1.2	Oficial	H-H	0.889	7.22	6.419	
1.3	Peón	H-H	5.333	6.41	34.185	
1.4						
1.5						
2.0	MATERIALES :					0.000
2.1						
2.2						
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					2.073
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	41.466	2.073	
3.2						
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		M ³	COSTO TOTAL :		SI.	43.54

CODIGO : 4.2		PARTIDA : GAVION TIPO CAJA 2.0 x 1.0 x 1.0				
ESPECIFICACIONES :		Colocación de piedras y armado de gavión.				
RENDIMIENTO :		0.3 Capataz + 1.0 Oficial + 6.0 Peones = 9.00 m3/día				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					43.189
1.1	Capataz	H-H	0.267	9.68	2.585	
1.2	Oficial	H-H	0.889	7.22	6.419	
1.3	Peón	H-H	5.333	6.41	34.185	
1.4						
1.5						
2.0	MATERIALES :					152.973
2.1	Gavión Tipo Caja	Und.	1.00	152.97	152.973	
2.2	2.0 x 1.0 x 1.0 m (Triple zinc + PVC)					
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					2.159
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	43.189	2.159	
3.2						
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		UNIDAD	COSTO TOTAL :		SI.	198.32

CODIGO : 4.3		PARTIDA : GAVION TIPO COLCHON 5.0 x 2.0 x 0.30				
ESPECIFICACIONES :		Colocación de piedras y armado de gavión.				
RENDIMIENTO :		0.3 Capataz + 1.0 Oficial + 6.0 Peones = 9.00 m3/día				
Nº	CONCEPTO	UNIDAD	INSUMO	COSTO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	MANO DE OBRA :					43.189
1.1	Capataz	H-H	0.267	9.68	2.585	
1.2	Oficial	H-H	0.889	7.22	6.419	
1.3	Peón	H-H	5.333	6.41	34.185	
1.4						
1.5						
2.0	MATERIALES :					357.041
2.1	Gavión Tipo Colchón	Und.	1.00	357.04	357.041	
2.2	5.0 x 2.0 x 0.30 m (Triple zinc + PVC)					
2.3						
2.4						
2.5						
3.0	EQUIPO Y/O HERRAMIENTA :					2.159
3.1	Desgaste de herramientas	% m.o	0.05	43.189	2.159	
3.2						
3.3						
UNIDAD ANALIZADA :		UNIDAD	COSTO TOTAL :		SI.	402.39

RELACION DE INSUMOS
ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS

Proyecto Monitoreo de la Calidad de Aguas a Distancia/Tiempo Real/Automático

			A Julio 2004
	DESCRIPCION	UNIDAD	P. Unitario
			\$/.
A.	MATERIALES		
	- Agua	m3	12
	- Arena	m ³	20.50
	- Cemento Portland tipo I	bls	25.00
	- Clavos y alambres	Kg	4.00
	- Curador de Concreto	Kg	2.00
	- Cordel	Kg	30.00
	- Desmoldante	Kg	8.50
	- Estacas de madera	Unidad	0.20
	- Fierro de construcción	Kg	1.80
	- Gavión 2.0 x 1.0 x 1.0 m (Triple Zinc + PVC)	Unidad	152.97
	- Gavión 5.0 x 2.0 x 0.30 m (Triple Zinc + PVC)	Unidad	357.04
	- Madera tornillo en bruto	p2	2.50
	- Materiales sanitarios	Est.	330.00
	- Materiales eléctricos	Est.	220.00
	- Piedra de 1/2" a 1"	m3	40.00
	- Pintura latex económica	gl	25.00
	- Triplay lupuma, 4' x 8' x 15 mm	pza.	55.50
	- Tubería de acero galvanizado y perforado Ø 200 mm	Global	500.00
	- Yeso	bls	8.00
B.	EQUIPOS ELECTRONICOS Y OTROS		
	- Plataforma de Colección de Datos "Xlite".	Global	23791.20
	- Multisensor de Conductividad, pH, Caudal y TDS.	Global	32254.05
	- Telemetría Satelital	Global	18253.95
	- Mastil tubular de 3.0 m de altura y 114 mm de diámetro incluye montaje, instalación y charla de inducción.	Global	10350.00
	- Caseta	Global	3450.00
C.	MANO DE OBRA		
	1. Mano de Obra Calificada :		
	- Capataz	h-h	9.68
	- Operario	h-h	8.07
	- Oficial	h-h	7.22
	- Topógrafo	h-h	10.00
	2. Mano de Obra No Calificada :		
	- Peón	h-h	6.41
D.	MAQUINARIAS Y EQUIPOS		
	- Teodolito y accesorios	h-e	12.50
	- Nivel y accesorios	h-e	7.50
	- Camión baranda 180-210 HP	h-m	68.60
	- Camión Plataforma Baja, 6x2	h-m	109.55
	- Mezcladora de 11 p3, 18 Hp	h-m	12.00
	- Tractor sobre Orugas, 190-240 Hp	h-m	229.95
	- Vibradora de Gasolina, 1 1/2", 4 Hp	h-m	3.00

METRADOS Y PRESUPUESTO
ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS
 Proyecto Monitoreo de la Calidad de aguas a Distancia en Tiempo Real

UBICACION : QUEBRADA ARURI

Distrito : San Mateo

FECHA MARZO DEL 2005

Provincia : Huarochiri

Departamento : Lima

PAR-TIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CAN-TIDAD	COSTO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.	COSTO TOTAL S/.	COSTO TOTAL \$
1.0	TRABAJOS PRELIMINARES					4630.34	\$ 1,403.13
1.1	Movilización y Desmovilización	Global	1.00	2305.49	2305.49		
1.2	Campamento Provisional y Guardianía	Global	1.00	1349.83	1349.83		
1.3	Desbrose y Limpieza	Global	1.00	239.77	239.77		
1.4	Trazo y Replanteo	Global	1.00	735.25	735.25		
2.0	MOVIMIENTO DE TIERRA					729.60	\$ 221.09
2.1	Excavación en Cauce de río, material saturado	m ³	132.00	2.71	357.72		
2.2	Excavación Manual para Estructura	m ³	12.00	30.99	371.88		
2.3	Excavación Manual para Zanjas y Tubería	m ³		30.99	0.00		
3.0	OBRAS DE CONCRETO					8613.39	\$ 2,610.12
3.1	Concreto f'c = 210 Kg/cm ² , para Estructura	m ³	14.46	365.32	5280.70		
3.3	Encofrado Plano para Estructura	m ²	47.31	35.65	1686.60		
3.5	Acero de Refuerzo, f'c = 4200 Kg/cm ²	Kg	590.00	2.79	1646.09		
4.0	INSTALACION DE GAVIONES					22605.26	\$ 6,850.08
4.1	Piedras para Gaviones	m ³	154.00	43.54	6705.16		
4.2	Gavión Tipo Caja 2.0 x 1.0 x 1.0	Unidad	68.00	198.32	13485.76		
4.3	Gavión Tipo Colchón 5.0 x 2.0 x 0.30	Unidad	6.00	402.39	2414.34		
5.0	PLATAFORMA DE COLECCIÓN DE DATOS	Global	1	23791.20	23791.20	23791.20	\$ 6,896.00
6.0	SENSORES	Global	1	32254.05	32254.05	32254.05	\$ 9,349.00
7.0	TELEMETRIA SATELITAL	Global	1	18253.95	18253.95	18253.95	\$ 5,291.00
8.0	MASTIL	Global	1	10350.00	10350.00	10350.00	\$ 3,000.00
9.0	CASETA	Global	1	3450.00	3450.00	3450.00	\$ 1,045.45
10.0	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO PERFORADO	Global	1	500.00	500.00	500.00	\$ 151.52

COSTO DIRECTO TOTAL	:	S/.	125,177.79	\$	36,817.39
GASTOS GENERALES (10%)	:	S/.	12,517.78	\$	3,681.74
COSTO TOTAL	:	S/.	137,695.57	\$	40,499.13
IGV (19%)	:	S/.	26,162.16	\$	7,694.83

PRESUPUESTO TOTAL	:	S/.	163,857.73	\$	48,193.97
--------------------------	---	------------	-------------------	-----------	------------------

Tipo de Cambio: 3.3

**METRADOS Y PRESUPUESTO
ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS**

Proyecto Monitoreo de la Calidad de aguas en Tiempo Real (sin telemetría)

UBICACION : QUEBRADA ARURI

Distrito : San Mateo

Provincia : Huarochiri

Departamento : Lima

FECHA MARZO DEL 2005

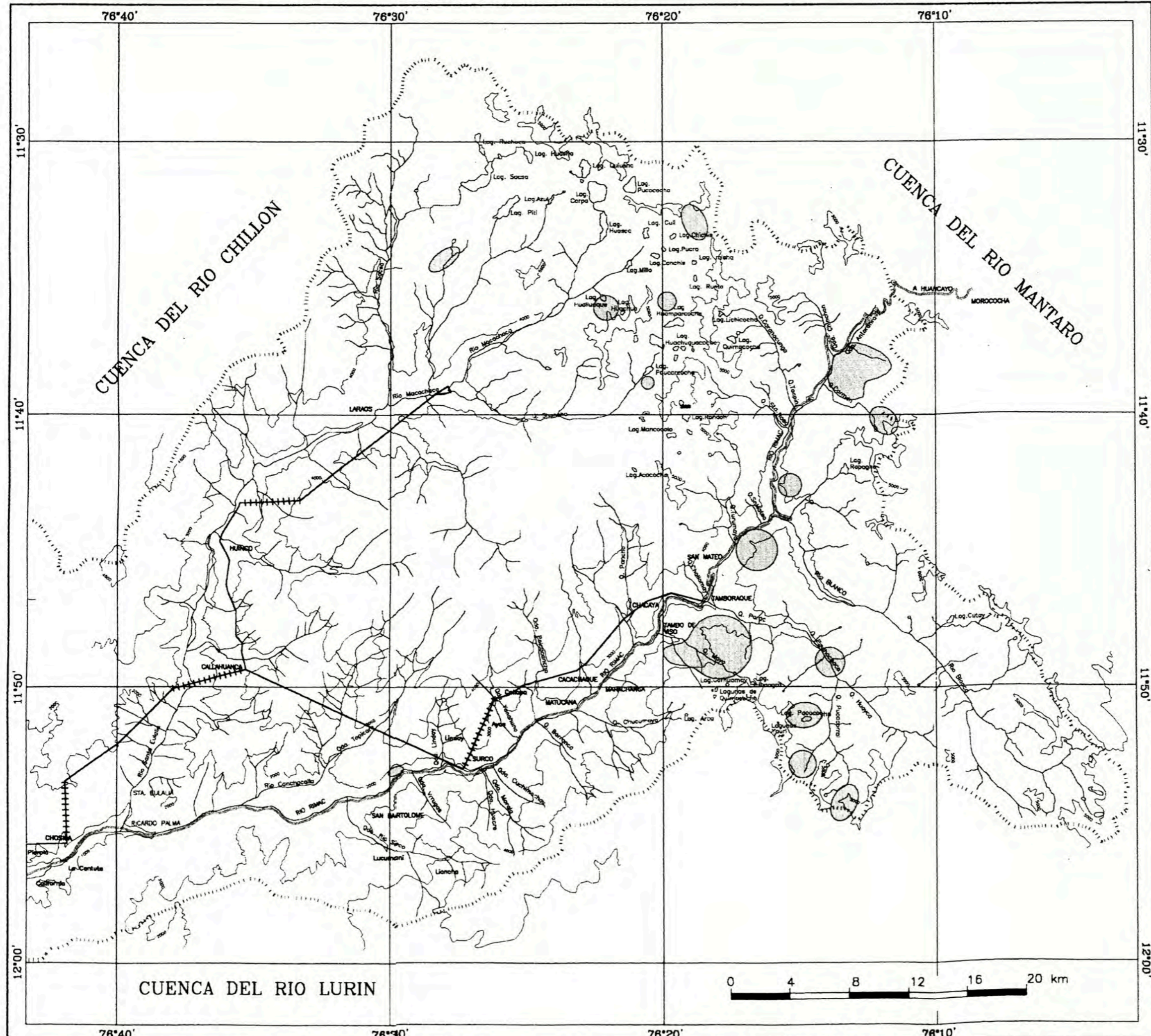
PAR-TIDA	DESCRIPCION	UNIDAD	CAN-TIDAD	COSTO UNITARIO S/.	COSTO PARCIAL S/.	COSTO TOTAL S/.	COSTO TOTAL \$
1.0	TRABAJOS PRELIMINARES					4630.34	1,403.13
1.1	Movilización y Desmovilización	Global	1.00	2305.49	2305.49		
1.2	Campamento Provisional y Guardiania	Global	1.00	1349.83	1349.83		
1.3	Desbrose y Limpieza	Global	1.00	239.77	239.77		
1.4	Trazo y Replanteo	Global	1.00	735.25	735.25		
2.0	MOVIMIENTO DE TIERRA					729.60	221.09
2.1	Excavación en Cauce de río, material saturado	m ³	132.00	2.71	357.72		
2.2	Excavación Manual para Estructura	m ³	12.00	30.99	371.88		
2.3	Excavación Manual para Zanjas y Tubería	m ³		30.99	0.00		
3.0	OBRAS DE CONCRETO					8613.39	2,610.12
3.1	Concreto f'c = 210 Kg/cm ² , para Estructura	m ³	14.46	365.32	5280.70		
3.3	Encofrado Plano para Estructura	m ²	47.31	35.65	1686.60		
3.5	Acero de Refuerzo, f'c = 4200 Kg/cm ²	Kg	590.00	2.79	1646.09		
4.0	INSTALACION DE GAVIONES					22605.26	6,850.08
4.1	Piedras para Gaviones	m ³	154.00	43.54	6705.16		
4.2	Gavión Tipo Caja 2.0 x 1.0 x 1.0	Unidad	68.00	198.32	13485.76		
4.3	Gavión Tipo Colchón 5.0 x 2.0 x 0.30	Unidad	6.00	402.39	2414.34		
5.0	PLATAFORMA DE COLECCIÓN DE DATOS	Global	1	23791.20	23791.20	23791.20	6,896.00
6.0	SENSORES	Global	1	32254.05	32254.05	32254.05	9,349.00
7.0	MASTIL	Global	1	10350.00	10350.00	10350.00	3,000.00
8.0	CASETA	Global	1	3450.00	3450.00	3450.00	1,045.45
9.0	TUBO DE FIERRO GALVANIZADO PERFORADO	Global	1	500.00	500.00	500.00	151.52

COSTO DIRECTO TOTAL	:	S/.	106,923.84	\$	31,526.39
GASTOS GENERALES (10%)	:	S/.	10,692.38	\$	3,152.64
COSTO TOTAL	:	S/.	117,616.23	\$	34,679.03
IGV (19%)	:	S/.	22,347.08	\$	6,589.02
PRESUPUESTO TOTAL	:	S/.	139,963.31	\$	41,268.05

Tipo de Cambio: 3.3

ANEXO B
PLANOS

PLANO 1

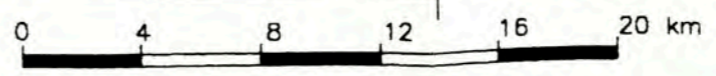


LEYENDA

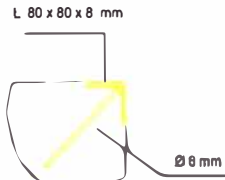
- Zonas Mineras
- Ducto de Edegel
- Vías Principales
- Hidrografía
- Límite de Cuenca



**UBICACION DE LAS ZONAS MINERAS
DE LA CUENCA DEL RIO RIMAC**

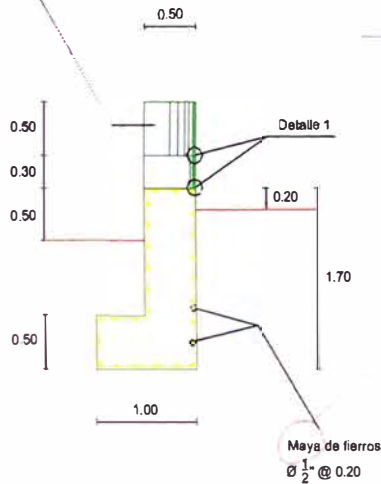


Diseño de las estructuras de Gaviones con 3.50 mm y recubrimiento de Triple Zinc + PVC.
 El tipo de malla es cocada Hexagonal de doble torsión.
 Roca de relleno de diámetro 0.10 - 0.20 m.



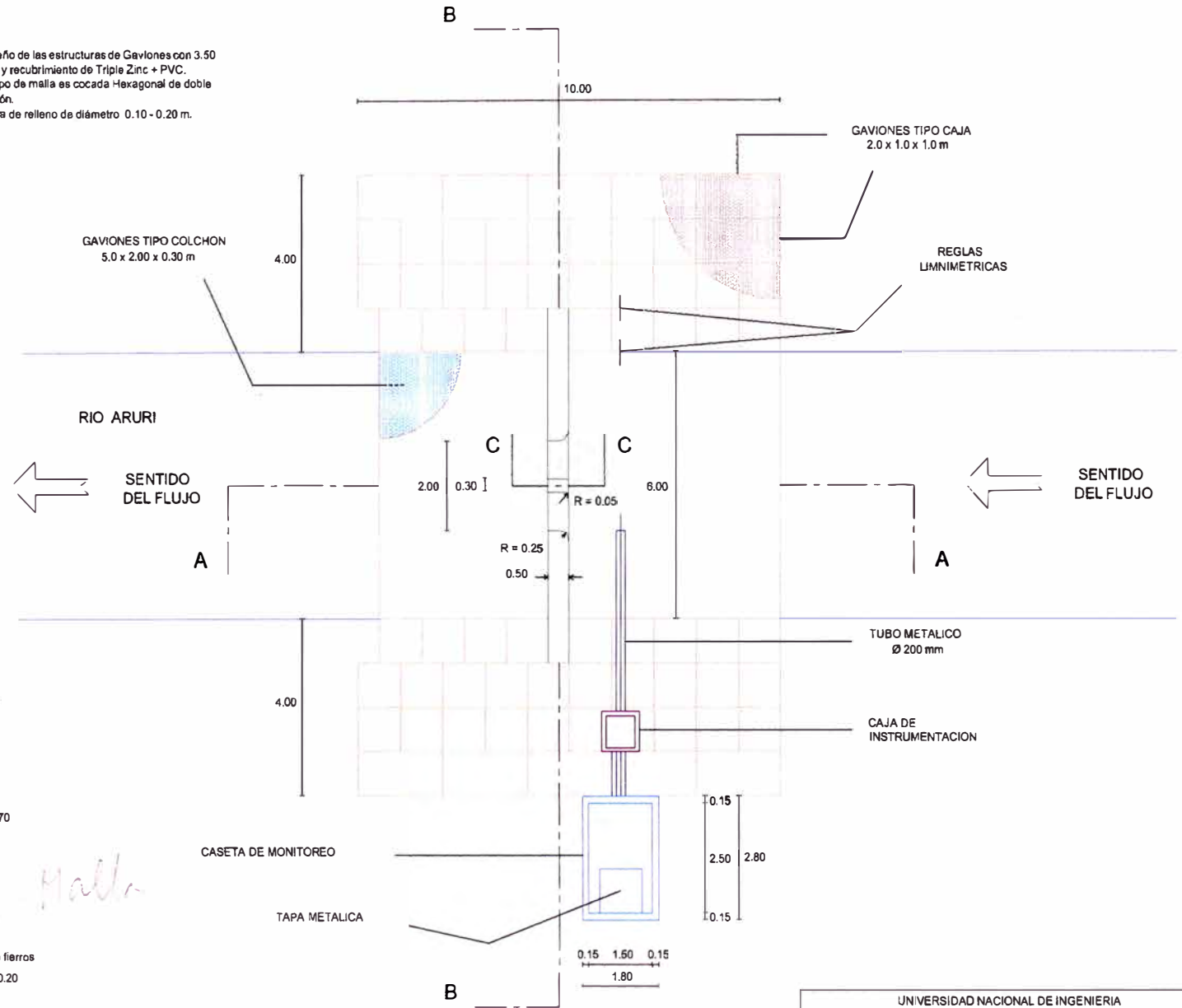
DETALLE 1

Concreto Armado:
 $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 30 \% \text{ PM}$
 con fierros $\varnothing \frac{1}{2} @ 0.20$



CORTE C - C

ESCALA 1:50



PLANTA

ESCALA 1:100

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ESPECIALIDAD MECATRONICA

DISEÑO DE LA ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS DEL RIO ARURI - PLANTA

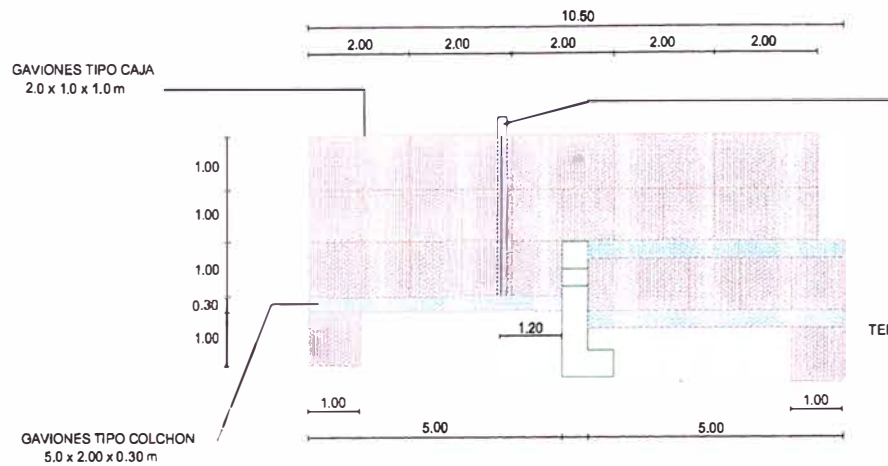
INFORME DE SUFICIENCIA "SISTEMA REMOTO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUAS"

PLANO 2

MARIA ANDREA VASQUEZ CASTILLO

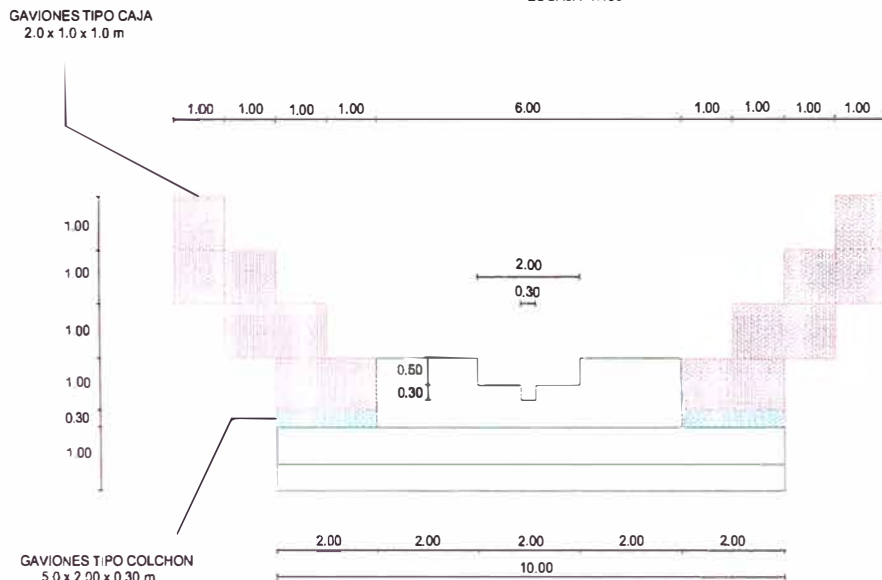
Fecha: SETIEMBRE 2004

Escala: INDICADA



CORTE A - A

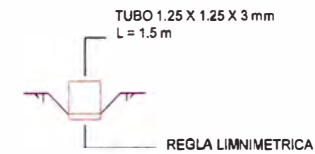
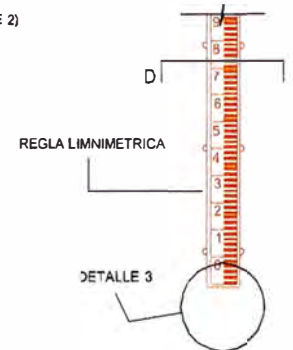
ESCALA 1:100



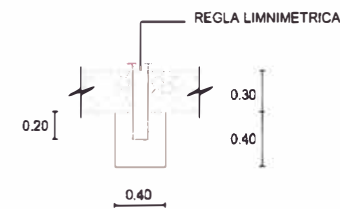
CORTE B - B

ESCALA 1:100

TUBO DE ACERO GALVANIZADO
Ø 200 mm
(VER DETALLE 2)



CORTE D - D



DETALLE 3

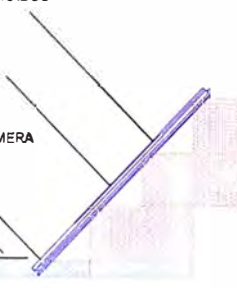
TUBO DE ACERO GALVANIZADO Ø 200 mm
PERFORADO Y EMPOTRADO A TRAVÉS DE LOS GAVIONES.
AMARRADO ANTES QUE LOS GAVIONES SEAN LLENADOS

TUBO PVC Ø 100 mm CLASE 10 PERFORADO

PERFORACION Ø 10 mm SOBRE TUBERIA PRIMERA
0.05 m SOBRE FONDO DE CANAL
CONTINUAR PERFORANDO 0.20 m

FONDO DE CANAL

0.05

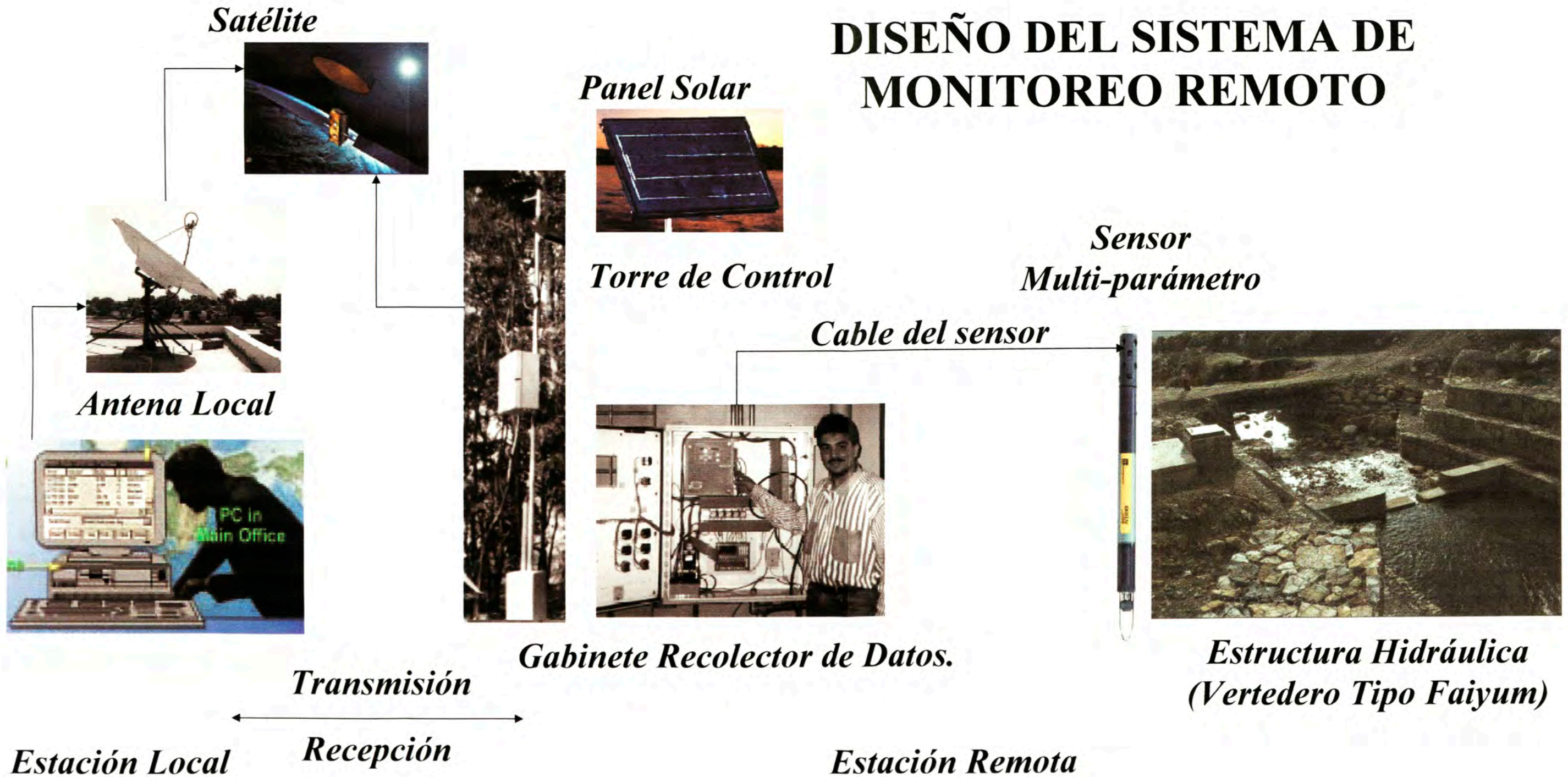


DETALLE 2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA - ESPECIALIDAD MECATRONICA		
DISEÑO DE LA ESTACION DE MONITOREO DE AGUAS DEL RIO ARURI - CORTES		
INFORME DE SUFICIENCIA "SISTEMA REMOTO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUAS"		PLANO 3
MARIA ANDREA VASQUEZ CASTILLO	Fecha: SETIEMBRE 2004	Escala: INDICADA

PLANO 4

DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO REMOTO



Leyenda Plano 4

Estación Local

Componentes:

- Una computadora personal en la estación local.
- Una antena local.
- Permiso para utilizar el satélite GOES.

Estación Remota

Componentes:

- Un gabinete recolector de datos
 - Un controlador / datalogger
 - Transmisor Satelital (para enlace mediante satélite GOES)
 - Cables de conexión con el sensor
- Un sensor multi-parámetros
 - Altura de nivel de agua
 - Conductividad Eléctrica
 - pH
 - Caudal
 - Total de Sólidos Disueltos
 - Total de Sólidos en Suspensión
- Antena remota
- Panel solar (o batería de 2 años de duración)
- Mástil o torreta
 - 3m de longitud para anclaje en el piso
 - Sistema de pozo a tierra con $R_{\text{máx}}$ de 5 Ohmios.

Estructura hidráulica para la instalación de la Estación Remota.

Nota: En caso que se presentasen interferencias en la transmisión y recepción de datos en las estaciones local y remota, el sistema almacena hasta un año de data recolectada. Esta data puede ser extraída por una PC portátil o un procesador manual

ANEXO C

Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental

ANEXO C

Procedimiento de Evaluación de Impactos

1.0 Procedimiento de Evaluación

Una evaluación de impacto ambiental es un análisis cuantitativo y cualitativo de los cambios en el medio ambiente provocados por el ser humano y la importancia de aquellos cambios.

A través del análisis interrelacionado entre las potenciales fuentes de impacto ambiental y las condiciones basales del ambiente, se identifican las componentes ambientales susceptibles de recibir impacto en las áreas de influencia del proyecto.

Las fuentes de impacto ambiental corresponden a todas aquellas características de una obra o actividad del proyecto y a las situaciones que de ellas se derivan, que de alguna manera pueden alterar las condiciones basales de las diferentes componentes ambientales.

Las componentes ambientales para las que se ha realizado una evaluación de importancia son: topografía, clima, calidad del aire, suelos, agua superficial, agua subterránea, vegetación, fauna silvestre y ambientes acuáticos en cuanto al aspecto medio ambiental ; así como calidad de vida en cuanto al aspecto socioeconómico.

Los efectos ambientales acumulativos están compuestos por los impactos ambientales actuales, anteriores y futuros provenientes de múltiples fuentes. Los impactos acumulativos se originan por la interacción sinérgico de impactos individuales . Para evaluar los impactos acumulativos, se debe considerar los efectos ambientales del proyecto. Los impactos acumulativos se discuten en esta sección cada vez que se juzga necesario.

La caracterización de los impactos ambientales corresponde a la calificación de un conjunto de criterios que permiten conocer el carácter del impacto, su importancia y contexto. La metodología utilizada en esta sección corresponde a la siguiente:

2.0 Metodología Matricial de Evaluación

Esta metodología ha utilizado como base una modificación de la matriz de Leopold, la cual consiste básicamente en series de columnas y filas, las que contienen las fuentes de impacto ambiental y las componentes susceptibles de ser impactadas, de tal manera que el cruce entre ambos identifica el impacto. Una vez aplicada la metodología anterior se determina el impacto total de acuerdo a los siguientes criterios:

Carácter (Ca)

En primer termino, a la magnitud se le antepone un signo que indica si el impacto mejora o deteriora la condición basal del ambiente. Este criterio, denominado "carácter" , se califica en:

Positivo (+) impacto que implica un mejoramiento o recuperación de la condición basal.

Negativo(-) impacto que implica un deterioro de la condición basal.

Probabilidad de Ocurrencia (Pro)

Criterio que indica la probabilidad que se manifieste un efecto en el ambiente a causa de una acción o fuente de impacto. Se califica en:

Muy poco Probable (0.1 – 0.2) Cuando existe muy bajas expectativas de que se manifieste un impacto.

Poco Probable (0.21 – 0.4)

Impacto cuya ocurrencia esta condicionada a la convergencia de diversos factores desencadenantes.

Probable o posible (0.41 – 0.6)

Cuando existen expectativas que se manifieste un impacto o la información existente no es suficiente para descartar la posibilidad de ocurrencia.

Muy Probable (0.61 – 0.8)

Cuando existen muy altas expectativas de que se manifieste un impacto.

Cierto (0.8 – 1.0)

Impacto con %100 de probabilidad de ocurrencia.

Magnitud (Mg)

La magnitud se califica basándose en un conjunto de criterios (características y cualidades) que permiten conocer la extensión geográfica del impacto, su duración y frecuencia y su reversibilidad.

Extensión Geográfica

Se refiere a las dimensiones o cobertura espacial del efecto sobre un area geográfica determinada . Los efectos localizados no son importantes, mas no asi los efectos esparcidos que si podrían serlo.

Reducida (1)

cuando el impacto se manifiesta en el sector físico donde se ubica la fuente.

Media (2)

cuando el impacto se manifiesta en el entorno inmediato de la fuente.

Amplia (3)

cuando el impacto se manifiesta fuera del entorno inmediato de la fuente o en diferentes sectores del área de influencia.

Duración y Frecuencia

Refiérase al tiempo que dura el efecto y con que frecuencia se presenta. Los efectos a corto plazo o poco frecuentes no son importantes, mientras que los efectos a largo plazo o frecuentes si lo pueden ser.

Temporal (1) impacto que se manifiesta solo mientras dura la acción que lo genera, y esta es de corta duración.

Permanente en el mediano plazo (2) impacto que se manifiesta mientras dura la acción y luego de un tiempo de finalizada esta.

Permanente en el largo plazo (3) impacto que se manifiesta permanentemente luego de finalizada la acción que lo genera.

Reversibilidad

Criterio que indica la posibilidad que la componente ambiental afectada recupere su condición basal. Se califica en:

Reversible (1) cuando al cabo de un cierto tiempo el impacto se revierte en forma natural después de terminada la acción de la fuente que lo genera.

Recuperable (2) cuando el impacto no se revierte en forma natural después de terminada la acción de la fuente que lo genera, pero que puede ser revertido mediante acciones correctoras.

Irreversible (3) impacto que no se revierte en forma natural después de terminada la acción que lo genera, y que tampoco puede ser revertido mediante acciones correctoras extremas.

Contexto Ecológicos (CE)

Es el marco ambiental dentro del cual se presenta el impacto y la capacidad que tiene el ambiente de absorber los cambios. Los efectos ambientales de un proyecto pueden ser de importancia si se presentan en áreas que ya se han visto modificadas por la actividad humana, son ecológicamente sensibles o tienen poca resistencia a la perturbación.

Debido a que el resultado general del impacto depende del Contexto Ecológico / Social de área, este elemento es utilizado para darle un peso al impacto general. Al Contexto Ecológico se le asigna un valor entre 0 y 1 y luego se multiplica por la suma de las clasificaciones de importancia de los elementos: magnitud, probabilidad de ocurrencia, de extensión geográfica, duración / frecuencia y reversibilidad, los cuales se han normalizado previamente a una escala entre -1 y 1, para obtener finalmente un valor representativo de la Importancia Ambiental Neta.

El valor asignado al Contexto ecológico se deriva a través de una evaluación subjetiva que considera el valor ecológico del área (diversidad, productividad, singularidad, grado de impacto actual, etc.) y la importancia del elemento ambiental para la ecología general del área. A cada uno de estos temas se les asigna un valor entre 0 y 0.5 y son sumados para proporcionar la clasificación global al Contexto Ecológico con relación al impacto que está siendo evaluado. El máximo valor del C.E. es 1.

La importancia ambiental neta es una herramienta para comparar el grado de impacto. Es muy relativa y de ninguna manera debe ser considerada como un

valor cuantitativo. Sirve para identificar los recursos del medio ambiente que tienen mayor probabilidad de ser afectados por las operaciones del proyecto. Entonces, se puede poner especial atención al monitoreo de dichos recursos y diseñar investigaciones para dar mayor efectividad a las actividades de migración de los mismos.

3.0 Impacto Total

El Impacto Total se calcula como el producto entre el Carácter, la Probabilidad, la Magnitud y el Contexto Ecológico de la componente ambiental afectada, es decir:

$$\text{ImpactoTotal} = \text{Ca} * \text{Pro} * \text{Mg} * \text{C.E.}$$

Donde:

Ca: Carácter

Pro: Probabilidad de Ocurrencia

Mg: Magnitud (Extensión + Duración / frecuencia + Reversibilidad)

C.E.: Contexto Ecológico (Valor Ecológico + Importancia al Ecosistema)

La escala numérica de valores ha sido sub-dividida en 3 categorías , con las siguientes divisiones:

- 1 a 3 - bajo o puntual valor de extensión / consecuencia.
- 4 a 7 - moderado o medio valor de extensión / consecuencia.
- 8 a 10- alto o extenso valor de extensión / consecuencia.

El rango de valores esta en línea con el método de Leopold, es decir del 1 al 10 sin considerar el carácter.

TABLA 1
MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

Aspecto Ambiental	Etapa del Proyecto	Carácter	Probabilidad de Ocurrencia	Magnitud			Contexto Ecológico		Impacto Total
				Extension Geográfica	Duracion y Frecuencia	Reversibilidad	Valor Ecológico	Importancia al Ecosistema	
Impactos Medios Ambientales									
Impactos al Ambiente Físico									
Topografía	Construcción	-1	1.0	1	3	3	0.1	0.3	-2.80
Topografía	Operación	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Topografía	Cierre	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Topografía	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Clima	Construcción	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Clima	Operación	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Clima	Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Clima	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Calidad del Aire	Construcción	0	0.0	1	1	1	0.1	0.3	0.00
Calidad del Aire	Operación	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Calidad del Aire	Cierre	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Calidad del Aire	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Suelos	Construcción	0	0.0	0	0	0	0	0	0.00
Suelos	Operación	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Suelos	Cierre	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Suelos	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Agua Superficial	Construcción	-1	0.8	1	1	1	0.1	0.3	-0.96
Agua Superficial	Operación	1	0.8	3	2	1	0.1	0.3	1.92
Agua Superficial	Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Agua Superficial	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Agua Subterránea	Construcción	0	0.0	0	0	0	0	0	0.00
Agua Subterránea	Operación	1	0.8	3	2	1	0.1	0.3	1.92
Agua Subterránea	Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Agua Subterránea	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Impactos al Ambiente Biológico									
Vegetación	Construcción	-1	1.0	1	3	2	0.1	0.3	-2.40
Vegetación	Operación	1	1.0	3	2	2	0.1	0.3	2.80
Vegetación	Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Vegetación	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Fauna Silvestre	Construcción	-1	0.3	1	3	2	0.1	0.3	-0.72
Fauna Silvestre	Operación	1	1.0	3	2	2	0.1	0.3	2.80
Fauna Silvestre	Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Fauna Silvestre	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Ambiente Acuático	Construcción	0	0.0	0	0	0	0	0	0.00
Ambiente Acuático	Operación	1	1.0	3	2	1	0.1	0.3	2.40
Ambiente Acuático	Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Ambiente Acuático	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Impactos Socio Económicos									
Calidad de Vida	Construcción	1	1.0	3	1	2	0.1	0.1	1.20
Calidad de Vida	Operación	1	1.0	3	2	2	0.1	0.1	1.40
Calidad de Vida	Cierre	0	0.0	0	0	0	0	0	0.00
Calidad de Vida	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Impactos Arqueológicos									
Restos Arqueológicos	Construcción	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Restos Arqueológicos	Operación	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Restos Arqueológicos	Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00
Restos Arqueológicos	Post Cierre	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.00

ANEXO D

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 353-2000-EM/VMM - APRUEBA ESCALA DE MULTAS Y PENALIDADES A APLICARSE POR INCUMPLIMIENTO DE DISPOSICIONES DEL TUO DE LA LEY GENERAL DE MINERÍA Y SUS NORMAS REGLAMENTARIAS. (02.09.2000)

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 353-2000-EM/VMM - APRUEBA ESCALA DE MULTAS Y PENALIDADES A APLICARSE POR INCUMPLIMIENTO DE DISPOSICIONES DEL TUO DE LA LEY GENERAL DE MINERÍA Y SUS NORMAS REGLAMENTARIAS. (02.09.2000)

Lima, 1 de setiembre de 2000

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución Ministerial N° 310-99-EM/VMM, de fecha 1 de julio de 1999, se aprobó la escala de multas y penalidades a aplicarse en caso de incumplimiento de las disposiciones contenidas en el Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería y sus respectivas reglamentarias.

Que, es necesario aprobar una nueva escala de multas y penalidades que deben aplicarse al sub sector minero y dejar sin efecto la Resolución Ministerial N° 310-99-EM/VMM;

Con la opinión favorable del Viceministro de Minas y del Director General de Minería;

De conformidad con el inciso f) del Artículo 8° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas aprobado por Decreto Supremo N° 027-93-EM;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar la escala de multas y penalidades que se aplicarán en caso de incumplimiento de las disposiciones contenidas en el Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería y sus respectivas normas reglamentarias, de acuerdo al detalle que se indica en el Anexo que forma parte integrante de la presente Resolución.

Artículo 2º.- La imposición de la multa, se efectuará mediante Resolución Directoral de la Dirección General de Minería, previa constatación de las irregularidades detectadas.

Artículo 3º.- Las multas impuestas deberán ser canceladas en un plazo no mayor de treinta (30) días calendario.

Artículo 4º.- El importe de la multa será depositado en la cuenta corriente que para tal efecto aperturará el Ministerio de Energía y Minas en el Banco de la Nación.

Artículo 5º.- Dentro del plazo establecido en el Artículo 3º, la persona natural o jurídica multada deberá hacer llegar al Ministerio de Energía y Minas, copia de la boleta de pago de la multa correspondiente, haciéndose posible de las acciones legales pertinentes en caso de incumplimiento.

Artículo 6º.- Dejar sin efecto la Resolución Ministerial N° 310-99-EM/VMM, de fecha 1 de julio de 1999.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JORGE CHAMOT

Ministro de Energía y Minas

**APROBADO POR LA RESOLUCION
MINISTERIAL N° 353-2000-EM/VMM
ANEXO
ESCALA DE MULTAS SUBSECTOR MINERO**

I. OBLIGACIONES

1.1. Incumplimiento de obligaciones formales, entendiéndose como tales a las obligaciones de presentar reportes informativos, estadísticos y similares, establecidas en el **Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería**, aprobado por D.S. N° 014-92-EM (en adelante TUO); **Reglamento de Seguridad e Higiene Minera**, aprobado por D.S. N°023-92-EM; **Reglamento de Diversos Títulos del Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería**, aprobado por D.S. N° 03-94-EM; **Reglamento de Medio Ambiente**, aprobado por D.S. N° 016-93-EM y su **modificatoria** D.S. N° 059-93-EM; D.S. N° 038-98-EM, **Reglamento Ambiental para**

Exploraciones; Decreto Ley N° 25763 sobre Fiscalización por Terceros y su Reglamento aprobado por D.S. N° 012-93-EM; **Obligaciones de reportes de monitoreos referidas en las Resoluciones Ministeriales N°s. 011-96-EM/VMM y 315-96 EM/VMM, Resoluciones Directorales N°s. 036-97 EMI/DGAA y 113-2000 EM/DGM, Resoluciones de la Dirección General de Minería y otras normas modificatorias y complementarias.** Por cada obligación incumplida la multa es de 6 UIT. En los casos de Pequeño Productor Minero (PPM) la multa será de 2 UIT por cada obligación incumplida.

1.2. Por no facilitar a la autoridad minera el libre acceso a sus unidades de producción de acuerdo a lo señalado en el Art. 49° del TUO, o cuando no se brinde las facilidades necesarias para la fiscalización y exámenes especiales, así como para las inspecciones o peritajes en procedimientos a cargo de la Dirección General de Minería, la multa será de 10 UIT. En los casos de PPM la multa será de 5 UIT.

2. SEGURIDAD MINERA

2.1. Infracciones de las disposiciones establecidas en el TUO, Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, aprobado por D.S. N° 023-92-EM; Reglamento de Diversos Títulos del Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por D.S. N° 03-94-EM; D. Ley N° 25763, Ley de Fiscalización por Terceros y su Reglamento aprobado por D.S. N° 012- 93-EM y otras normas modificatorias y complementarias, que sean detectadas como consecuencia de la fiscalización, exámenes especiales, inspecciones o peritajes; el monto de la multa será de 10 por cada infracción, hasta un máximo de 100 UIT. En los casos de PPM la multa será de 2 UIT por infracción.

El incumplimiento de las recomendaciones formuladas como consecuencia de la fiscalización y de las investigaciones de los accidentes fatales y catástrofes, serán sancionadas adicionalmente con 2 UIT por cada recomendación incumplida, las que se adicionarán a la multa que se imponga por infracciones detectadas en los diferentes procesos de fiscalización. Para el caso de PPM la multa adicional será de 0.5 UIT por cada recomendación incumplida.

2.2. En las infracciones referidas en el numeral 2.1. de la presente escala, y que hayan sido determinadas durante la investigación de los accidentes fatales como causas del mismo, el monto de la multa será 30 UIT por cada infracción hasta un máximo de 100 UIT Para el caso de PPM la multa será de 6 UIT por infracción.

2.3. En las Infracciones referidas en el numeral 2.1. de la presente escala, determinadas en la investigación correspondiente como causas de una catástrofe, el monto de la multa será de 300 UIT por cada infracción, hasta un máximo de mil (1000) UIT. Para el caso de PPM la multa será de 60 UIT por cada infracción

3. MEDIO AMBIENTE

3.1. Infracciones de las disposiciones referidas a medio ambiente contenidas en el TUO, Código del Medio Ambiente o Reglamento de Medio Ambiente, aprobado por D.S. N° 016- 93-EM y su modificatoria aprobado por D.S. N° 059-93-EM; D.S. N° 038-98-EM, Reglamento Ambiental para Exploraciones; D. Ley N° 25763 Ley de Fiscalización por Terceros y su Reglamento aprobado por D.S. N° 012-93-EM, Resoluciones Ministeriales N°s. 011-96-EM/VMM, 315-96-EM/VMM y otras normas modificatorias y complementarias, que sean detectadas como consecuencia de la fiscalización o de los exámenes especiales el monto de la multa será de 10 UIT por cada infracción, hasta un máximo de 600 UIT. En los casos de pequeño productor minero la multa será de 2 UIT por infracción. En estas infracciones, se comprende también a aquellos titulares que hayan iniciado operaciones sin tener aprobado el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental o que teniéndolo aprobado incumplan los compromisos asumidos en dicho estudio.

El incumplimiento de las recomendaciones formuladas como consecuencia de la fiscalización y de las investigaciones de los casos de daño al medio ambiente y catástrofes ambientales, serán sancionadas adicionalmente con 2 UIT por cada recomendación incumplida, las que se adicionarán a la multa que se le imponga por infracciones detectadas en los diferentes procesos de fiscalización. Para el caso de PPM la multa adicional será de 0.5 UIT por cada recomendación incumplida.

3.2. Si las infracciones referidas en el numeral 3.1 de la presente escala, son determinadas, en la investigación correspondiente, como causa de un daño al medio ambiente, se considerarán como infracciones graves y el monto de la multa será de 50 UIT por: cada infracción hasta un monto máximo de 600 UIT, independientemente de las obras de restauración que está obligada a ejecutar la empresa. Para el caso de PPM, la multa será de 10 UIT por cada infracción.

La autoridad minera podrá disponer además la paralización temporal de la actividad minero-metalúrgica o parte de ella, si el caso lo amerita. Dicha medida tendrá vigencia hasta la eliminación de las condiciones que dieron lugar a la ocurrencia o hasta que, a criterio de la autoridad esté asegurada la no ocurrencia de hechos similares.

En concordancia con lo establecido en el Decreto Supremo N° 058-99-EM el incumplimiento de los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) será sancionado con 50 UIT siguiéndose el procedimiento establecido en dicha norma.

Se comprende en dicho incumplimiento a quienes encontrándose dentro del plazo de ejecución del PAMA, presentan incumplimiento del cronograma de ejecución física de inversiones de los proyectos aprobados y a quienes habiendo culminado el cronograma del PAMA, no han

cumplido con adecuar el impacto ambiental de sus operaciones conforme a lo establecido en las Resoluciones Ministeriales N°s. 011-96-EM/VMM, 315-96-EM/VMM y otras normas ambientales.

3.3. Si las infracciones referidas en los numerales 3,1 y 3.2 son determinadas en la investigación correspondiente como causa de una catástrofe ambiental la multa será de hasta 600 UIT. La autoridad minera podrá además ordenar la paralización de las actividades del titular de la actividad minera. Para la imposición de la multa se tendrá en cuenta lo dispuesto por el Artículo 116° del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales aprobado por Decreto Legislativo N° 613. Para el caso de PPM la multa será de hasta 120 UIT .

3.4. La descarga de relaves y desechos, así como la emisión de gases o polvos al ambiente en general, sin contar con la autorización correspondiente será sancionada de acuerdo a la tabla siguiente:

	SANCION POR OCURRENCIA		
	1° Vez	2° Vez	3° Vez
Productores Mineros en general	Multa de 50 UIT	Multa de 600 UIT	Paralización de actividades
Pequeño Productor Minero	Multa de 5 UIT	Multa de 60 UIT	Paralización de actividades

4. De la Fiscalización por Terceros

4.1. Cuando dentro del proceso de evaluación del informe resultante de la fiscalización, exámenes especiales, inspecciones o peritajes, se determine que las diligencias respectivas no han sido realizadas de acuerdo a las normas vigentes o disposiciones específicas de la autoridad minera, resultando deficientes o el contenido del informe proporcione sólo información parcial o incompleta, no acorde con las condiciones de las operaciones desarrolladas en la unidad minera materia de dicho informe, la multa será de 2 UIT.

4.2. Cuando los informes de fiscalización no sean entregados en la fecha establecida por la autoridad minera, la multa será de 1 UIT por cada informe extemporáneo.

4.3. Cuando no se cumple con conservar los informes y documentos de fiscalización, que sirvieron de sustento a las conclusiones de la fiscalización, exámenes especiales, inspecciones o peritajes, la multa será de 2 UIT.

4.4. Cuando no se cumpla con guardar la respectiva confidencialidad respecto de los diversos aspectos de la fiscalización, exámenes especiales, inspecciones o peritajes, la multa será de 5 UIT.

ANEXO E

EFFECTOS TÓXICOS PARA LA SALUD

EFECTOS TÓXICOS EN LA SALUD

La actividad minera por lo general arroja al ambiente algunos metales muy tóxicos para la salud humana y la mayoría de formas de vida, entre ellos tenemos: el plomo, arsénico, cobre, mercurio, cadmio, cianuros, entre otros.

El término metal pesado refiere a cualquier elemento químico que tenga una relativa alta densidad y sea venenoso o tóxico en concentraciones bajas(Hg, Cd, As, Cr, Pb). Estos metales pueden ingresar a nuestro organismo con los alimentos, el agua potable y el aire. En forma de trazas algunos metales pesados (Cu, Se, Zn) son esenciales para mantener el metabolismo del cuerpo humano; sin embargo en concentraciones más altas pueden conducir al envenenamiento.

Las aguas residuales no tratadas, provenientes de las minas y fábricas llegan a los ríos y de aquí hacia los campos de cultivo, en donde se acumulan los metales pesados para luego pasar a las plantas y animales. Cabe mencionar que los metales pesados no son degradables ni química ni biológicamente, ellos tienden a bioacumularse, es decir que la concentración se incrementa paulatinamente en un organismo biológico y puede provocar alteraciones (ATSDR – 2003).

Estudios recientes se han ocupado del efecto negativo de los metales pesados en el ecosistema y la salud del ser humano. A través de ellos se sabe por ejemplo que una exposición prolongada a metales pesados provoca retrasos en el desarrollo de los niños, varios tipos de cáncer, daños en los riñones e incluso la muerte (Needleman HL y Gatsonis CA, 1990).

Algunos metales pesados en pequeñas dosis pueden ser beneficiosos para los organismos vivos por que son utilizados como micronutrientes; pero pasado un umbral se convierten en elementos nocivos para la salud.

Para una mejor comprensión se hará una descripción de cada uno de los elementos por separado, comenzando por el elemento mas abundante en las plantas.

a. COBRE.

La concentración de cobre en plantas varía entre 5 y 20 ppm. Las plantas jóvenes contienen la mayor concentración de cobre y disminuye paulatinamente a medida que la planta avanza hacia la madurez. Cabe mencionar que el cobre se comporta como un elemento móvil en las plantas que tienen suficiente cobre y como un elemento inmóvil en las plantas que tienen carencia de cobre.

(Robson y Reuter 1981).

El cobre en niveles mayores a 20 ppm se torna tóxico para algunas plantas y para los animales que se alimentan de ellas, que puede ocasionar serios daños al hígado.

Se ha determinado que la dosis tóxica para la oveja es de 20mg/Kg (20ppm) de peso vivo y para las vacas 200 mg/Kg (200ppm) (Meseldzic 1977), es decir que cuando el

cobre está presente en los alimentos en cantidades superiores a las indicadas comienza a afectar el organismo de los animales. La dosis crónica para la oveja, según el mismo autor es 25mg de cobre al día. Los casos de intoxicación aguda son raros por ingestión de alimentos (forrajes o bebidas contaminadas); sin embargo cabe mencionar que el cobre en el organismo tiene un efecto acumulativo, por pequeñas dosis sucesivas; y cuando alcanza o sobrepasa la dosis mínima permisible se presentan los síntomas de envenenamiento. Entre los pastos el trébol es una especie que absorbe en mayores cantidades el cobre del suelo y presenta peligro para los animales.

b. PLOMO.

El plomo en el ambiente se presenta de fuentes naturales y antropogénicas. La exposición del hombre puede ocurrir a través del agua potable, del aire, del suelo y del polvo de la vieja pintura que contiene plomo.

El plomo tiene múltiples usos, básicamente como producto del desarrollo industrial; sin embargo debe llevarse a cabo bajo estrictas medidas de seguridad. La exposición de los seres humanos al plomo puede dar lugar a una amplia gama de efectos biológicos, dependiendo del nivel y duración de la exposición. Los altos niveles de exposición pueden dar lugar a efectos bioquímicos tóxicos en los seres humanos, que pueden causar problemas en síntesis de la hemoglobina, efectos en los riñones, aparato gastrointestinal, sistema reproductivo y daños agudos o crónicos al sistema nervioso. En concentraciones pequeñas presenta efectos sutiles, particularmente en progresos neuropsicológicos en niños. Algunos estudios sugieren que puede haber una pérdida de hasta 2 puntos del índice de inteligencia para una subida del nivel de plomo en la sangre de 10 a 20 ug/dl en niños jóvenes (US-EPA 2003).

Los efectos son los mismos si el plomo es ingerido o inhalado, el límite que propone el EPA para el contenido de plomo en aguas es de 15ug/l (0.015ppm) y el contenido máximo de plomo en sangre es de 10ug/dl. El plomo impide que los niños aprendan a leer con facilidad, disminuye su desarrollo cognoscitivo y altera su comportamiento; también se asocia con el menor crecimiento de estatura, dolores de cabeza, agudeza visual y auditiva, alteraciones en el desarrollo neurológico, defectos en la síntesis de la hemoglobina y mayor susceptibilidad a la anemia. (Agency for Toxic substances and disease Registry www.atsdr.cdc.gov).

c. ARSENICO.

Este metal se encuentra como impureza en los metales y se libera a la atmósfera con los trabajos metalúrgicos, así mismo pasa a la atmósfera con sus diferentes productos como pesticidas y desinfectantes. Se ha encontrado arsénico en las cuencas cuando los agricultores emplean este elemento como pesticida (Mezeldzic, 1977).

El arsénico es un elemento que puede formar compuestos inorgánicos muy tóxicos para las personas. Es muy frecuente encontrarlo como contaminante en algunas fundiciones mineras. El arsénico en el ambiente no se destruye, solo cambia de forma cuando es liberado al aire se deposita en el suelo o puede ser arrastrado por la lluvia; muchos compuestos de arsénico pueden disolverse en agua.

El arsénico es un tóxico fuerte para todos los animales de sangre caliente y fría. Las aguas superficiales de las proximidades de las actividades mineras constituyen un peligro por la posibilidad de intoxicación por arsénico.

La intoxicación de los animales se produce de los residuos de los baños arseniacales, por consumo de pastos contaminados con pesticidas arseniacales o con residuos provenientes de las minas, ya que se le encuentra en polvos y residuos. Puede ingresar al organismo ingiriendo, bebiendo agua o respirando aire contaminado con arsénico. La intoxicación puede ser aguda o crónica y depende del tipo de animal y de su adaptabilidad a este veneno; sin embargo la toxicidad varía de acuerdo con su composición química. La intoxicación con este elemento es muy frecuente, ocupando el segundo lugar después del plomo. El arsénico se acumula en el hígado de donde se distribuye lentamente hacia otros tejidos; parte del arsénico se degrada en el hígado y los subproductos son eliminados en la orina (Meseldzic, 1977).

Numerosos estudios han demostrado que el arsénico produce cáncer en personas expuestas a la inhalación e ingestión y, por esta razón algunos compuestos de arsénico han sido catalogados, por instituciones de diversos países, como compuestos cancerígenos; se asocia al cáncer de piel como al de la vesícula, riñones y pulmones (ASTDR – EEUU 2000).

La ingestión de altos niveles de arsénico inorgánico puede causar la muerte. Niveles menores puede provocar salvación, vómitos, náuseas, cólicos violentos, parálisis del tercio posterior, temblores, convulsiones, reducción de los glóbulos rojos y blancos de la sangre y la sensación de “aguas” en las manos y pies (ASTDR – EEUU).

Los niveles máximos permisibles de arsénico en las plantas se encuentra en el orden de 50 ppm.

d. CIANUROS.

A parte de los metales pesados, la actividad minera puede contaminar con cianuros, especialmente aquellas que extraen o purifican oro. Para estos fines generalmente se emplean sales de cianuro (cianuro de sodio y cianuro de potasio). Se considera que en mínima proporción los cianuros no son peligrosos para el hombre, que se desintoxica por el hígado, pero en el caso de repetidas ingestiones se convierte en fuerte veneno. El límite máximo permisible (LMP) en planta es de 50 ppm.

Según la Doctora Beatriz Prada (Servicio de toxicología Cianuro www.sertox.com.ar/cianuro), los efectos dependen de la forma en que se encuentre el cianuro como gas o como sal, incluso existen algunos compuestos que contienen cianuro que son inocuos para la salud (carozo de ciruela, damasco durazno).

Los primeros indicios de un envenenamiento por cianuro son una rápida y profunda respiración y falta de aire, seguido por convulsiones y pérdida de conciencia. Las concentraciones de 40 a 200 ppm en aguas es tóxico para los mamíferos y humanos.

e. MERCURIO.

El mercurio constituye un metal pesado importante empleado en la purificación de oro de las minas; pero también se le encuentra en algunos funguicidas, herbicidas y desinfectantes y con frecuencia se libera como resultado de la quema de combustibles fósiles y por tanto se puede encontrar en la atmósfera de las grandes ciudades en forma de tetra cloro mercurato de sodio, encontrándose en las ciudades 0.001 – 0.05 mg/m³ de aire (Meseldzic Zivana, 1977).

El mercurio es veneno para todos los animales ; todos los compuestos mercuriales son tóxicos . Al ser absorbidos se depositan principalmente en el hígado o riñones y la excreción se produce lentamente a través de la orina, heces, saliva, sudor (en la leche puede presentar peligro para los consumidores). El envenenamiento esta asociado con temblores , gingivitis y/o cambios psicológicos de menor importancia, junto con el aborto espontáneo y malformación congénita (ATSDR – 2001). La dosis letal media para los cerdos es de 4gr.

Los niveles de contaminación han subido en algunos mares hasta el punto que el pescado ya no puede ser comestible por el hombre, el LMP del mercurio en el agua es de 0.5 ppm. La utilización de mercurio como pesticida aumenta su peligrosidad como contaminante.

Como aporte adicional a este anexo, la siguiente tabla es la de límites permisibles de los metales contaminantes en el agua.

Tabla de límites permisibles de contaminación.

Parámetro	Unidad	Efluente de mina	Beneficio	
			MEM (Prom. An.)	DIGESA Clase III
PH		6.0-9.0	5.0-9.0	
TSS	mg/l	50		
CN, Total	mg/l	1	0.005**	
CN, WAD	mg/l	0.2		
CN, Free	mg/l	0.1	0.05	0.2
SO4	mg/l			250
NO3	mg/l			10
Oil and Grease	mg/l			
Sb	mg/l			0.006
As	mg/l	1	0.2	0.05
Ba	mg/l			2
Be	mg/l			0.004
Cd	mg/l		0.05	0.005
Cr Total	mg/l		1	0.1
Cr (VI)	mg/l			

Cu	mg/l	1	0.5	
F	mg/l			4
Fe	mg/l	2		
Pb	mg/l	0.5	0.1	
Hg	mg/l		0.01	0.002
Ni	mg/l		0.002	
Se	mg/l		0.05	0.05
Tl	mg/l			0.002
Zn	mg/l	3	25	

NOTA: ** Valor en revisión por DIGESA

MEM : Ministerio de Energía y Minas

DIGESA : Dirección General Salud Ambiental

US-EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica

Pero, ¿cómo se puede evaluar la cantidad de contaminante que el receptor recibe?

Según evaluaciones de riesgo para la salud humana, existe la llamada dosis externa, la cual es la cantidad de contaminante con la que los receptores entran en contacto por unidad de tiempo y de peso corporal. Se expresa en miligramos del compuesto en el punto de exposición, por kilogramo de peso corporal y día (mg / Kg. . día).

La dosis externa suele denominarse ingesta, ingreso o incorporación. La dosis absorbida es la parte de la dosis externa que penetra en el torrente sanguíneo y queda disponible para su distribución en los distintos órganos.

El calculo de la dosis externa, o ingesta, se basa en los datos de concentración de contaminante en el punto de contacto, frecuencia y duración del contacto. La ecuación genérica para el cálculo de la dosis externa es la siguiente:

$$I = C * E = C * \frac{CR * EF * ED}{BW * AT}$$

donde:

- I = ingesta o dosis externa del contaminante (mg / Kg. . día).
- C = concentración media del compuesto químico durante el período de exposición (mg / l o mg / kg).
- CR = tasa de contacto con el medio contaminado l/día (líquido), mg/día (sólido) o m3/día (gases).
- E = tasa de exposición. Su unidad es la de CR por unidad de peso corporal.
- EF = frecuencia de exposición (días / año)
- ED = duración de la exposición (años)
- BW = peso medio corporal del receptor durante el período de exposición (Kg.)
- AT = período de tiempo sobre el que la exposición se promedia, días.

La siguiente tabla presenta los factores de exposición estándar utilizados en el proceso de evaluación de la exposición de compuestos cancerígenos y no cancerígenos.

Factores de exposición estándar

Vía de exposición		Tasa de contacto (CR)	Frecuencia de exposición (EF)	Duración de exposición (ED)	Peso corporal (BW)	Tasa de exposición (E)
Uso residencial del terreno						
Ingestión agua potable	MLE	1.4 l/día	350 días / año	8 años	70 Kg.	$(CR*EF*ED)/(BW*AT)$
	RME	2 l/día	350 días / año	30 años	70 Kg.	
Ingestión de partículas de suelo y polvo	MLE	25 mg/día	350 días / año	8 años	70 Kg.	$(CR*EF*ED)/(BW*AT)$
	RME	100 mg/día	350 días / año	30 años	70 Kg.	
Inhalación de compuestos volátiles.	MLE	–	350 días / año	8 años	–	$(EF*ED)/(BW*AT)$
	RME	–	350 días / año	30 años	–	
Contacto cutáneo con suelos.	MLE	–	40 días / año	9 años	70 Kg.	$(EF*ED*SA*AF*DA)/(BW*AT)$
	RME	–	350 días / año	30 años	70 Kg.	
Uso comercial / industrial del terreno						
Ingestión agua potable	MLE	1 l/día	250 días / año	4 años	70 Kg.	$(CR*EF*ED)/(BW*AT)$
	RME	1 l/día	250 días / año	25 años	70 Kg.	
Ingestión de partículas de suelo y polvo	MLE	50 mg/día	250 días / año	4 años	70 Kg.	$(CR*EF*ED)/(BW*AT)$
	RME	50 mg/día	250 días / año	25 años	70 Kg.	
Inhalación de compuestos volátiles.	MLE	–	250 días / año	4 años	–	$(EF*ED)/(BW*AT)$
	RME	–	250 días / año	25 años	–	
Contacto cutáneo con suelos.	MLE	–	40 días / año	4 años	70 Kg.	$(EF*ED*SA*AF*DA)/(BW*AT)$
	RME	–	250 días / año	25 años	70 Kg.	

Fuente: Toxicología Ambiental M^a Dolores Moreno Grau

- compuestos cancerígenos, 70 años; compuestos no cancerígenos, ED años
- AT = (expresado en días en los dos casos)
- SA = área de contacto cutáneo, cm²
- AF = factor de adherencia, mg/cm²*día
- DA = factor de absorción cutánea
- MLE = Exposición más probable
- RME = Exposición máxima razonable