



MINISTERIO DE ENERGIA
Y MINAS



PROYECTO DESARROLLO
SUSTENTABLE



Sonajero Mochica

ESTUDIO DE EVALUACION AMBIENTAL TERRITORIAL Y DE PLANTEAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE ORIGEN MINERO EN LA CUENCA DEL RÍO CHICAMA.

REALIZADO POR:
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica
INSTITUTO DE MINERÍA Y MEDIO AMBIENTE

Lima, Octubre del 2000

ESTUDIO DE EVALUACION AMBIENTAL TERRITORIAL Y DE PLANTEAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE ORIGEN MINERO EN LA CUENCA DEL RÍO CHICAMA

I N D I C E

1. Resumen Ejecutivo
2. Generalidades
3. Ubicación y Extensión
4. Reseña Histórica.
5. Información Meteorológica.
6. Análisis de los elementos Meteorológicas.
 - 6.1. Precipitación Pluvial.
 - 6.2. Temperatura.
 - 6.3. Humedad Relativa.
 - 6.4. Evaporación.
 - 6.5. Horas de Sol.
 - 6.6. Presión Atmosférica
 - 6.7. Nubosidad.
7. Información de Campo
 - 7.1 Identificación y descripción de las formaciones Ecológicas.
 - 7.1.1. Sistema de Clasificación
8. Minería.
 - 8.1. La minería no Metálica
 - 8.2. Depósitos Metálicos
 - 8.2.1. Mina Sayapulllo.
 - 8.2.2. Prospecto Cambray.
 - 8.2.3. Mina San Ignacio

- 8.2.4. Prospecto San Agustín
 - 8.2.5. Mina Pan de Azúcar
 - 8.2.6. Prospecto Pollo
 - 8.2.7. Prospecto Teodorito.
 - 8.2.8. Prospecto Julia.
 - 8.2.9. Mina de Hierro de Cascas
 - 8.2.10. Prospecto Mala Alma y Cerro Minas
 - 8.2.11. Prospecto Ollucos.
 - 8.2.12. Prospecto Jahuay.
9. Depósitos no metálicos
- 9.1 Carbón
10. Geología General.
- 10.1. Formación Chicama.
 - 10.2. Grupo Goyllarisquizga
 - 10.3. Formación Chimú
 - 10.4. Formación Yumagual.
 - 10.5. Formación Cajamarca.
 - 10.6. Grupo Calipuy.
 - 10.7. Depósitos Recientes
 - 10.8. Rocas Intrusivas.
11. Ubicación y Descripción de las Estaciones de Monitoreo.
12. Descripción de Estaciones de Monitoreo.
13. Parámetros de Campo en aguas
14. Resultados de Análisis de aguas
15. Resultado del Análisis de Metales en Sedimentos

1.- RESUMEN EJECUTIVO

El monitoreo de la Cuenca del río Chicama se realizó los días 19, 20, 21, 22, 23 de Octubre del 2000, en 15 estaciones; siguiendo la ruta Chicama – Victoria - Hda. Jahuay – Los Molinos –Mina Chimú –Campoden – Cepo a continuación se cubrió el tramo Los Molinos –Hda. Huancay–Carmot hasta el poblado de Compín. El monitoreo se inició en la estación No. 13 que corresponde a la desembocadura del Río Chicama, a la altura del puente Victoria. La toma de las muestras de aguas se realizó en forma sistemática para análisis de metales disueltos, pH, temperatura, conductividad, en cada estación, además de mediciones de posiciones con GPS, caudal, altura y descripción del contexto ambiental.

En esta época del monitoreo se ha podido apreciar que el río Chicama y sus afluentes están con caudales disminuidos por corresponder a una época de máximo estiaje notándose que algunos de los tributarios se encuentran sin drenaje, destacando la Qda. Machasen que se halla totalmente sin escorrentía superficial.

Los resultados de los análisis de las muestras de aguas realizados en el Instituto de Minería y Medio Ambiente y los de controles de las muestras 1, 12 y 14 permiten establecer que para el presente monitoreo la estación 15 es la única que sobrepasa los LMP de la Ley General de Aguas, clase III; especialmente por tener valores altos de Mn que indicaría su relación con la actividad geotermal en la zona.

Respecto a las aguas que son captadas por bocatomas a lo largo de las subcuencas de los ríos Chuquillanqui y Huancay por los agricultores de la zona que desarrollan una intensa actividad agrícola orientada esencialmente al cultivo de arroz, vid y caña de azúcar quedando como vestigios del procesamiento de la caña de azúcar las instalaciones como trapiches para el prensado de la caña y los complejos que según los lugareños servían para producir chancaca, azúcar, aguardiente.

Podemos acotar que la actividad volcánica de la zona esta evidenciada por la existencia de baños termales (margen izquierda del río San Jorge); del mismo modo la

actividad minera no metálica de carbón es amplia, caso especial se desarrolla la mina de carbón Chimú explotada por Cementos Pacasmayo.

En la subcuenca del Río Huancay – Río Grande (Alto Chicama) es importante resaltar la existencia de importantes reservas de carbón estudiadas por el INGEMMET.

Los resultados de esta evaluación destacan la existencia de una flora singular de bosques de cactus de gran tamaño.

Podemos notar que los sedimentos colectados en las estaciones 14, 5 y la 7 en el río Chuquillanqui aguas abajo de la Mina Sayapullo muestran valores sobre el LMP en suelos de Cu y Cd; sin embargo esto no sucede en las aguas.

Además observamos que las aguas del río Chicama y sus afluentes no erosionan directamente las secuencias metamórficas de cuarcitas, pizarras y carbón antracítico de manera que las aguas no superan los 100 mg/L de SST.

En la cuenca observamos ocurrencias de yacimientos polimetálicos limitados en operación y mayormente paralizados en la parte alta de la cuenca, también depósitos de hierro y principalmente carbón antracítico en la zona de cuenca media y alta; por lo cual los drenajes de las operaciones de minería y metalurgia son muy restringidas y con poco efecto sobre las características de las aguas y sedimentos.

ESTUDIO DE EVALUACION AMBIENTAL TERRITORIAL Y DE PLANTEAMIENTOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE ORIGEN MINERO EN LA CUENCA DEL RÍO CHICAMA

2. GENERALIDADES

La zona que ha sido objeto del presente estudio corresponde a la cuenca hidrográfica del río Chicama, la cual ha sido investigada íntegramente aunque con diferentes grados de intensidad de acuerdo a la importancia económica de cada uno de sus sectores.

La denominación de “valle” en la Costa peruana se aplica, por razones de costumbre, al área relativamente plana y de escasa variación de altura sobre el nivel del mar, situada en la planicie costanera y cultivada únicamente por irrigación. Igualmente, es usual referirse con el nombre de “cuenca alta” a la parte superior de la cuenca hidrográfica, generalmente situada sobre los 2,000 m.s.n.m. La dualidad valle-cuenca alta equivale, dentro de nuestra realidad geográfica, al binomio Costa - sierra. Por tanto, el uso de estos términos en el presente informe responde a las interpretaciones señaladas.

3. UBICACION Y EXTENSIÓN

La cuenca del río Chicama se emplaza en la zona Norte del Perú y pertenece en la hoya hidrográfica del Océano Pacífico.

Sus nacientes se ubican en la vertiente occidental de los Andes occidentales.

El río Chicama es uno de los ríos importantes en la zona norte del país, es determinante por irrigar grandes áreas, en la parte inferior existen haciendas históricas como Casagrande, Cartavio, Chacope.

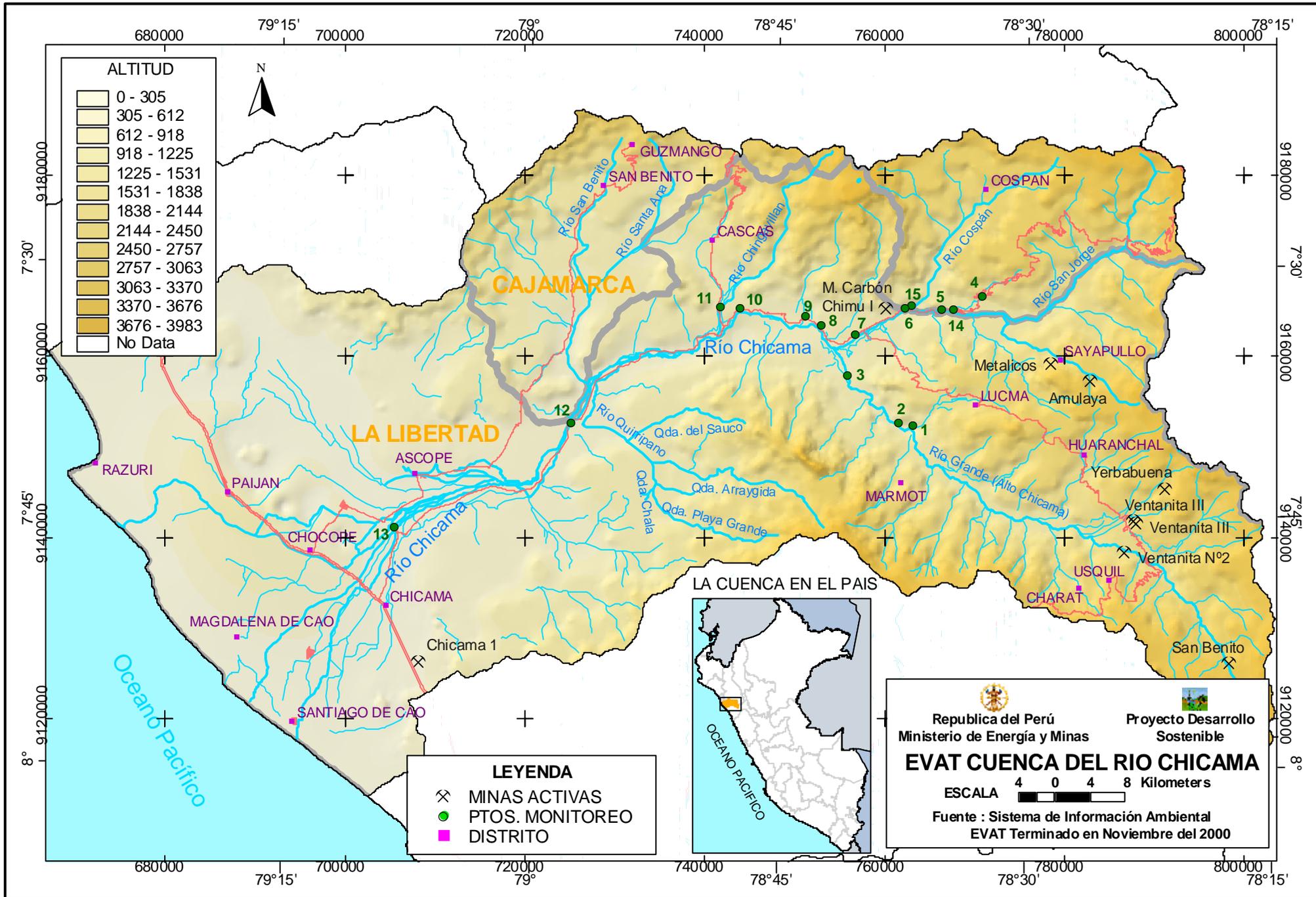
Políticamente, el área estudiada forma parte de las provincias de Pacasmayo, Trujillo y Otuzco del departamento de La Libertad y de las provincias de Contumazá y Cotabambas del departamento de Cajamarca.

Geográficamente, la cuenca estudiada Limita, por el Norte, con la cuenca del río Jequetepeque; por el Sur, con las cuencas del río Moche y de la Quebrada del río Seco; por el Sudeste, con la cuenca del río Santa; por el Oeste, con el Océano Pacífico y, por el Este, con la cuenca del río Marañón. Sus puntos extremos se encuentran comprendidos aproximadamente entre los paralelos 7°21' y 8°01' de Latitud Sur y los meridianos 78°16' y 79°27' de Longitud Oeste de Greenwich.

Hidrográficamente, la cuenca del río Chicama cubre una extensión total de 5,822 Km², de la cual corresponde aproximadamente 2,472 Km², a la cuenca húmeda o imbrifera.

Altitudinalmente, se extiende desde el nivel del mar hasta la línea de cumbres que constituye la divisoria de aguas entre esta cuenca y la del río Marañón y cuyo punto más alto corresponde a la Señal Cerro Tuanga (4,297 m.s.n.m..

El valle del río Chicama, con 45, 950 Ha. De área agrícola física y 82,150 Ha. De área total global, se halla ubicado en la Costa Septentrional del Perú, abarcando el sector central del departamento de La Libertad.



4.- RESEÑA HISTÓRICA

La Costa Norte es uno de los lugares privilegiados para el estudio de la arqueología; el clima desértico y los suelos arcillosos, de una parte, y las prácticas funerarias, de otra, han permitido la conservación de innumerables vestigios, de los cuales algunos son verdaderos mensajes no solamente del grado cultural de las civilizaciones, sino de su economía, irrigación y de los sistemas y técnicas agrícolas.

En el valle de Chicama se han desarrollado, en forma general o local, las culturas de Paiján, Huaca Prieta, Cupisnique, Salinar—Gallinazo, Moche, Huari, Chimú e Inca. Paiján corresponde a la primera oleada (5,000-6, 000 a.C.) de pobladores de esta región. Los descubrimientos de depósitos de desperdicios (basurales) paleolíticos al Norte de este centro poblado, que son contemporáneos de aquellos de Ancón y Chilca, han establecido que los primeros habitantes vivirán de la pesca (recolección principalmente de crustáceos y moluscos de las riberas del Pacífico)

Huaca Prieta (edad media: 2,500 a.C.) Corresponde a un horizonte precerámico ubicado en las cercanías de la desembocadura del valle de Chicama y está formada por basurales en forma de montículos; Sus pobladores parecen formar una transición entre los primitivos pescadores y los agricultores. Como plantas cultivadas tuvieron: algodón, calabazas, ají, frijoles (Canavalia), variedades de frijol de guaba y lo que puede ser la “lenteja bocona”; como frutas: lúcumas, ciruela del fraile y guayaba; las plantas silvestres principales fueron: tubérculos de junco y raíces de espadaña. Sus alimentos marinos fueron: pescado, erizos, moluscos, león marino, tortugas y pájaros. La cocción de los alimentos se hacía con piedras calientes y no trabajaban la piedra.

Las culturas Cupisnique y Salinar—Gallinazo corresponden a las primeras muestras de cerámica y son contemporáneas con las de Chavín. Se caracterizan por aportar el cultivo del maíz —el único capaz de permitir un poblamiento importante, el pacay y el algodón marrón. Se observa también nuevas técnicas en textilería, trabajos rudimentarios.

5. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

En la cuenca del río Chicama, han sido inventariados 24 observatorios meteorológicos, de los cuales 16 se hallan en funcionamiento y 8 paralizados con fechas que oscilan entre los años 1946 a 1970.

De este total de observatorios, 6 son de tipo climatológico y 18 pluviométricos. Las estaciones climatológicas se hallan distribuidas de la siguiente manera: cuatro en el sector del valle agrícola de Costa (Cartavio, Chiclin y Casa Grande en funcionamiento y Puerto Chicama, paralizada); una, en el sector de Sierra Baja (Cascas) y otra en el sector de Sierra Alta (Kanzel Y. Esta última recién ha sido reinstalada en el mes de Junio del año 1971, presentando una etapa de paralización (sin datos) entre los meses de Junio de 1969 a Mayo de 1971. Es importante resaltar que la referida estación de Kanzel (ubicada en la misma divisoria de la cuenca del río Chicama, a 3,670 m.s.n.m constituyó la estación “Climatológica Sinóptica Piloto”, en base a la cual estudio operando la Ex—Compañía Peruana de Servicios Meteorológicos, cuyo propósito era efectuar experimentos de “estimulación de lluvia artificial”, con la finalidad de incrementar el caudal del río Chicama. Se tiene referencias de que esta estación funcionó desde el año 1952 pero, sin embargo, sólo ha podido obtenerse información de los datos pluviométricos entre los años 1960 a Mayo de 1969.

Las estaciones pluviométricas se hallan distribuidas de la siguiente manera: 2 en el sector de Sierra Baja (Tambo y San Benito), 3 en el sector andino, comprendido entre 1,200 y 2,100 m.s.n.m. (Simbrón, Callancas y Coina, hoy paralizadas en el sector andino, comprendido entre 2,000 y 2,800 m.s.n.m. (Cascas, Succhubamba, Campodén, Chícden y Cosan, en funcionamiento, y Sayapullo, paralizada); finalmente existen 7 pluviométricas más en el sector de Sierra Alta, comprendida entre 2,700 y 3,800 m.s.n.m. de las cuales 4 están en funcionamiento (Salagual, Huaycot, Turbina y Capachíque) y 3 están paralizadas (La Rosa, Usquil y Santa Rosa).

. Cabe aclarar que los datos de la estación pluviométrica de Simbrón, perteneciente a la Ex—Compañía Peruana de Servicios Meteorológicos, no han podido ser utilizados en el presente estudio debido a que los registros no han sido hallados.

En resumen, se ha dispuesto de la información meteorológica registrada en 23 estaciones, de las cuales se han utilizado en forma directa los datos provenientes de 20 de ellas; los correspondientes a las otras estaciones restantes sólo han sido consideradas con carácter de referenciales.

6. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS METEOROLÓGICOS

6.1 Precipitación Pluvial

La cuenca del río Chicama, de acuerdo a la información estadística disponible y complementada con las observaciones ecológicas de campo, presenta una distribución pluvial que varía de un promedio de 5.5 mm. A nivel del litoral a 1,100 mm. en el sector de Sierra por encima de los 2,800 m.s.n.m. Se ha observado, asimismo, que, en general, la intensidad de la precipitación pluvial va en aumento en relación directa con el nivel altitudinal.

Sin embargo, es conveniente hacer resaltar que en las áreas donde se encuentran ubicadas las estaciones meteorológicas de Salagual (2,600 m.s.n.m.), Hacienda La Rosa (2,750 m.s.n.m.) y Capachique (2,800 m.s.n.m.), se cuenta con precipitaciones del orden de los 1,130 mm., 1,016-mm. y 1,235 mm. , Respectivamente. Quizás influya en este hecho, la alta densidad de vegetación que presenta el área, además de su ubicación frente a las depresiones topográficas del frente Norte de la divisoria de la cuenca.

El sector de menor precipitación pluvial de la cuenca (2,950 Km².) Está comprendido entre el litoral marino y el nivel altitudinal que oscila entre 1,200 y 1,300 m.s.n.m. Los promedios anuales registrados en las estaciones ubicadas en este sector son: 5.5 mm, en Puerto Chicama; 13.1 mm. en Cartavio; 16.4 mm. en Casa Grande; 116.4 mm. en Tambo y 180.8 mm, en Cascas. Estos datos determinan para el sector en mención un promedio de 66.4 mm anuales de lluvia.

Entre este sector y el nivel altitudinal que varía entre los 2,000 y 2,100 m.s.n.m. (950 Km²), las lluvias son más abundantes y marcadamente estacionales. Los promedios anuales registrados en las estaciones ubicadas en este sector, oscilan entre 229 mm, en San Benito a 1,350 m.s.n.m y 892 mm. en Coina, al

1925 m.s.n.m., lo cual permite estimar para este sector un promedio de 560 mm. Anuales.

En el sector altitudinal inmediato, comprendido entre el límite anteriormente descrito y la cota altitudinal que oscila entre 2,700 y 2,800 m.s.n.m. (946 Km²), las precipitaciones varían entre 556 mm, en Campodén; 666 mm, en Chicdén; 463 mm. en Sayapullo; 773.8 mm. en Casais; 794 mm. en Sunchubamba; 534 mm, en Cospán; 1,130 mm. en Salagual; 1,016 mm, en Hacienda La Rosa y 880 mm, en Turbina, datos éstos que arrojan un promedio de 757 mm, caracterizando a la zona como de lluvias intensas. Las áreas de Sayapullo y Cospán presentan una configuración topográfica especial rodeada de altas montañas, lo que al parecer influye en la disminución de la precipitación en relación con las otras localidades.

Finalmente, entre el sector anteriormente descrito y la divisoria misma de la cuenca, que oscilo aproximadamente entre 3,600 y 4,200 m.s.n.m., se presenta el área más lluviosa de la cuenca (996 Km²), con registros de 1,235 mm. en Capachique; 1,078.8 mm, en Usquil; 1,388.7 mm. en Huaycot y 909.3 mm en Kanzel, datos que arrojan para el sector un promedio de 1,153 mm, de precipitación pluvial anual.

De acuerdo a la distribución general de las lluvias, la cuenca estudiada puede dividirse desde el punto de vista hidrológico en dos sectores. Uno de ellos, denominado “cuenca seca”, estaría comprendido entre el litoral marino y una cota variable entre 1,200 a 1,300 m.s.n.m. (2,950 Km²), Siendo sus precipitaciones menores de 200 mm. Anuales, por lo que casi no contaría con escorrentía superficial y, por lo tanto, no aporta positivamente caudal al río. El otro sector, denominado “cuenca húmeda”, estaría ubicado entre el límite superior de la cuenca seca y la divisoria de aguas de la cuenca (2,872 Km².); el promedio de precipitación anual oscilaría entre los 200 mm. y los 1,153 mm., constituyéndose de esta manera en el área de aporte de escorrentía superficial y subterránea efectiva hacia el caudal del río.

En lo que respecta a las estaciones del sector del valle y ceja de Costa (Puerto Chicama, Cartavio, Casa Grande, Tambo y Cascas), las lluvias son muy escasas con un ligero incremento en el mes de Febrero, por lo que se puede decir que su régimen es de verano.

En las estaciones correspondientes al sector andino, se aprecia que las lluvias son más abundantes y tienen su inicio en los meses primaverales para ir cobrando mayor intensidad a medida que se acerca el verano, época en la cual alcanzan su máxima intensidad (especialmente en el mes de Marzo), decreciendo a partir de Mayo hasta Agosto, meses en los cuales llegan a alcanzar un promedio variable entre 2.2 mm. (San Benito), a 29.7 mm. (Capachique).

En lo que respecta a los valores máximo y mínimo extremo, se aprecian fuertes oscilaciones, del orden de los 149 mm. Promedio, en Campodén, Chiclin, Casais, Sunchubamba, Salagual, La Rosa, Turbino y Capachique, principalmente. Las cuales son producto de la intensa pluviosidad que se registra en éstas áreas. Las otras localidades presentan un promedio de oscilación extrema de 98 mm.

Es interesante resaltar que en la cuenca del río Chicama se iniciaron en el año 1951, por parte de la Ex Compañía Peruana de Servicios Meteorológicos S.A. (CPSM), trabajos experimentales sobre “estimulación de lluvia artificial” tratando las nubes con partículas de yoduro de plata (**I Ag**). El objetivo de estos experimentos era lograr un incremento en el caudal del río Chicama para mejorar el riego de las áreas en cultivo. Sobre el particular, existe un informe elaborado por ONERN en el mes de Junio de 1965, cuyas principales conclusiones se expone a continuación.

Los resultados del análisis señalan un incremento de la precipitación pluvial para el periodo de años con estimulación (1952—63), el mismo que fue muy favorable, inclusive para aquellas estaciones que durante este periodo mostraron una fuerte variabilidad a nivel de sus totales anuales de lluvia. Estos

resultados pueden ser apreciados en la línea horizontal correspondiente a “% de Incremento Promedio por Año” .

El Dr. Howell, en su referido informe, indica que en el período con estimulación se ha registrado un incremento en las lluvias del orden del 16% para la cuenca del río Chicama y de 12.9% para toda el área motivo del experimento, la que comprenden de las cuencas de los ríos Jequetepeque, Chicama y Moche, Este porcentaje de incremento, según Howell, “ parece deberse únicamente a la estimulación, por lo que podría decirse que esta última tiene un efecto benéfico sobre la humedad atmosférica aumentando la precipitación

6.2. Temperatura

La temperatura es el elemento más ligado en sus variaciones al factor altitudinal. En la presente cuenca, ha podido apreciarse que varía en general desde el tipo semi-cálido (20.8°C), en el sector del valle agrícola de Costa, al tipo frío (6°C aproximadamente), en el sector andino por encima de los 4,000 m.s.n.m., quedando comprendidos entre estos dos extremos otros tipos de variaciones térmicas que caracterizan a cada uno de los diversos pisos altitudinales de la cuenca:

De la red meteorológica existente, sólo 4 estaciones cuentan con datos de temperatura estadísticamente confiables; de estas, 3 están en el sector del valle de Costa (Puerto Chicama, Cartavío y Casa Grande) y la restante (Cascas) está ubicada en el sector del área agrícola de quebrada, a una altura de 1,300 m.s.n.m.

Se puede notar que las temperaturas medias es muy similar para las estaciones e Puerto Chicama y Casa Grande, presentando una etapa con temperaturas elevadas en los meses de verano, cuyo valor más alto ocurre en el mes de febrero (24.6°C), y otra con temperaturas menores en invierno, cuyo valor más bajo se registra en el mes de Agosto (17.87°C); a su vez, el promedio anual de estas tres estaciones alrededor de 20.8°C entre 20.3°C (Cartavio) y 21.4°C (Puerto Chicama). En

Cuanto a Cascas, se observa un promedio anual del orden de 20.5°C, con una oscilación mensual muy estrecha, siendo su máxima promedio de 21.3°C, que corresponde a los meses de Febrero y Marzo, y su mínima, de 19.6 °C. que corresponde al mes de Junio. Esta escasa oscilación (1.7°C, en promedio) es indicativa de una alta estabilidad de las temperaturas en esta localidad.

En lo que respecta a los valores mensuales máximos y mínimos extremos, el amplio campo de oscilación observado, especialmente en Puerto Chicama y Casa Grande (alrededor de 24°C y 22°C, respectivamente), se debe a la ocurrencia de días de fuerte insolación aún en invierno, siendo esto motivado principalmente por la posición latitudinal, (próxima al Ecuador) de estas localidades.

El sector andino de la cuenca, comprendido entre el área descrita y los 4,200 m.s.n.m., no cuenta con información térmica, par lo que estadísticamente no se puede dar ningún valor. Sin embargo, a través de las observaciones ecológicas de campo, se ha estimado que los promedios de temperatura en este sector oscilan entre 18 °C y 15 °C, en el nivel altitudinal comprendido entre 1300 y 2000 m.s.n.m; entre 15°C y entre 12°C en el comprendido entre 2,000 m y 2,800 m.s.n.m. y entre 12°C y 10°C en el sector limitado por las cotas de los 2,800 y 3,800 m.s.n.m, A mayores alturas (sector de puna), se estima que la temperatura promedio debe estar alrededor de 10 °C a 2 C, con un promedio de 6°C, el cual estaría motivado principalmente por la latitud baja de la cuenca.

Sobre la base de esta información térmica, se puede estimar que la actividad agrícola no confronta mayormente problemas de heladas. Por lo menos, en el área andina comprendida entre los 2,500 y los 3,200, este tipo de fenómeno meteorológico no ha sido detectado n en frecuencia ni en intensidad nociva.

6.3. Humedad Relativa

Este elemento meteorológico ha sido registrado por tres estaciones: dos, en el sector de valle agrícola de costa (Cartavio y Cosa Grande), y una, en el sector de cejo de Costa (Cascas. Los promedios anuales de humedad relativa, calculados para cada una de estas estaciones son de 81 % para Cartavio, 78 % para Casa Grande y 73% para Cascas.

En Cartavio y Casa Grande, la oscilación del promedio mensual es apenas del orden del 2 y 3%, respectivamente, lo cual es excesivamente bajo, mientras que, en Cascas, el valor de la oscilación se ha incrementado a 8 % pero sin que por este motivo pueda decirse que la variación es fuerte. Existe tendencia a ser ligeramente mayor la humedad relativa en los meses de Junio, Julio y Agosto (estación de invierno), dentro de las estaciones de Cartavio y Casa Grande, mientras que en Cascas, la situación se presenta inversa, pues en estos meses fríos la humedad relativa acusa sus menores valores. En lo que respecta a los valores máximos y mínimos extremos, éstos son del orden de 99 % y 53 % en Cartavío, 100 % y 28 % en Casa Grande y 88 % y 60 % en Cascas. De estos datos, se deduce que la mayor oscilación (entre la máxima y la mínima) corresponde a la estación de Casa Grande, con un valor de oscilación del orden de 72 %, el cual, sin embargo, puede considerarse como eventual por el hecho de derivarse de valores extremos.

De la parte alta no se tiene información sobre este elemento, pero se asume, de manera general, que la humedad está ligada al régimen de las precipitaciones pluviales, entendiéndose que a mayores precipitaciones es mayor el contenido de humedad relativa en la atmósfera y que, durante la estación de estiaje o ausencia de lluvias, el porcentaje de humedad relativa es menor.

6.4 Evaporación

Este elemento meteorológico es registrado por tres estaciones: Cartavio, Casa Grande y Cascas.

Cabe resaltar que los datos correspondientes a la estación de Casa Grande provienen de lecturas en tanque evaporimetro, mientras que los de Cartavio y Cascas han sido registrados en evaporimetro tipo "Piché" que da valores muy relativos de la evaporación.

De acuerdo a los datos obtenidos en la estación de Casa Grande, el promedio anual de evaporación en dicha localidad es del orden de los 1,665 mm. (16,650 m³/Ha.). Tomando como referencia este dato, se puede estimar que la cantidad de evaporación en Cartavio, debe estar alrededor de los 1,400 mm. , Es decir, unos 272 mm. Más que la cifra registrada de 1,128 mm. En evaporimetro Piché. Igualmente, en Cascas, ubicada en el sector de cejo de Costa, la evaporación debe estar alrededor de los 1,500 mm, en vez de los 1,238 mm. que se ha registrado con el mismo tipo de evaporimetro usado en Cartavio.

Otra de las características notables observadas de evaporación es la inversión del régimen de evaporación al nivel de Cascas, en comparación con los regímenes observados en las estaciones del valle agrícolas de Costa. Mientras que en estas últimas estaciones el régimen acusa su mayor intensidad en los meses de verano y primavera, en Cascas la mayor intensidad se alcanza más bien en los meses invernales. Una explicación de este hecho podría estar en la presencia de un techo de nubes más frecuente en Cascas durante los meses de primavera y verano; como consecuencia propia de la estación de lluvias del que: mayor intensidad ocurre precisamente en estos meses.

A nivel de la Costa, los meses de primavera y verano son despejados siendo mayor a radiación solar y, por el contrario, en invierno, se forman estratos nubosos provenientes del litoral marítimo que alteran notablemente la Intensidad de la evaporación,

La oscilación de los valores máximo y mínimo extremos se presenta relativamente estrecha en Casa Grande, acusando un valor promedio de 20 mm, el que en general se mantiene invariable a lo largo del año, En Cartavio, por el contrario, el campo de oscilación de estos valores extremos es mucho más amplio, pero por provenir de valores relativos registrados en evaporímetro Piché, no ha sido tomado en consideración,

Cabe resaltar que, en Casa Grande, el valor más alto o extremo de evaporación ocurrió en el mes de Enero de 1969, alcanzando la cifra de 209,6 mm., mientras que su valor más bajo se registró en el mes de Julio de 1970 con 64.8 mm. En ambos casos, se trata de valores eventuales.

6.5. Horas de Sol

La información para el análisis de este elemento meteorológico procede dos estaciones. Cartavio y Casa Grande.

El régimen mensual promedio registrado en Cartavio presenta una variación muy regular, con valores altos que oscilan entre 169 y 206 horas en los meses que van de Octubre a Mayo y entre 125 y 141 horas en los meses de Junio a Setiembre. Es decir, el régimen se caracteriza por valores altos en primavera y verano y bajos en invierno. De la misma manera, en Casa Grande se observa el mismo tipo de variación que en Cartavio. Los totales mensuales promedios de Casa Grande oscilan entre 174 y 213 horas de Octubre a Mayo y entre 123 y 143 horas de Junio a Agosto.

Luego al nivel de totales anuales promedio, en Cartavio se registra un total de 2,061 horas de sol, mientras que en Casa Grande este total es de 2,131 horas. En este sentido, Casa Grande está más favorecida por encontrarse más alejada del litoral, donde la persistencia de los estratos nubosos es algo menor.

Estos totales de horas de sol anotados arrojan un promedio diario de 6 horas, tanto para Cartavio como para Casa Grande, oscilando dicho promedio, entre 7 horas diarias (Diciembre — Marzo) y 4 horas diarias (Junio — Agosto. En realidad, esta cifra de 6 horas de sol diarias como promedio es baja, siendo por consiguiente este elemento un posible factor limitante para el buen desarrollo de la vegetación cultivada.

En cuanto a las variaciones de los valores máximos y mínimos extremas, se tiene para Cartavio 289 horas de sol en el mes de Noviembre de 1964 como valor máximo y 26 horas de sol para el mes de Julio de 1970 como valor mínimo. En Casa Grande, el valor máximo es de 292 horas de sol en el mes de Noviembre de 1938 y el mínimo de 38 horas en el mes de Julio de 1956

6.6. Presión Atmosférica

Este elemento meteorológico ha sido registrado por tres estaciones ubicadas en el sector del valle agrícola. Dichas estaciones son: Puerto Chicama, Cartavio y Casa Grande.

El promedio anual en la estación de Puerto Chicama es de 1 012.4 mb. Y su régimen mensual varía en forma regular, presentando valores más bajos en los meses de verano (Enero a Abril), de 1010.8 a 1 011.7 nov., y más altos en los de invierno (Mayo a Diciembre), de 1,012.2 a 1,013.3 nov.

En la estación de Cartavio, el promedio anual es de 1 006.3 mb. y al igual que la estación anterior, presenta el mismo tipo de variación mensual, siendo los valores en este caso: 1,004.3 a 1,005.9 mb. para los meses de Diciembre a Abril

Para la estación de Casa Grande, el promedio anual alcanza la cifra de 992.2 mb. y su variación mensual también es similar a las anteriores descritas,

oscilando sus valores entre 990.0 a 991 .3 mb. para los meses de Enero a Abril y 992.0 a 993.7 mb, para los meses de Mayo a Diciembre.

Es interesante resaltar el hecho de que la variación a nivel anual de las presiones para estas tres estaciones va disminuyendo en forma gradual, conforme las estaciones se alejan del litoral costero. Así, mientras en Puerto Chicama el valor de la presión es 1,012.4 mb., en Cartavio ha descendido a 1006.3 mb y en Casa Grande llega a la cifra de 992.2 mb.

Estas presiones se pueden calificar como normales a nivel de Puerto Chícama y Cartavio y bajas en Casa Grande. En esta última localidad, será conveniente efectuar nuevas observaciones sobre presión a fin de verificar los datos consignados.

6.7 Nubosidad

Para el análisis de este elemento meteorológico, se ha contado con datos estadísticos de las estaciones de Cartavio y Casa Grande.

La nubosidad promedio anual es de 5/8, tanto para Cartavio como para Casa Grande, oscilando dicho promedio entre 4/8 y 5/8 en Cartavio y entre 4/8 y 6/8 en Casa Grande. Estos valores pueden ser calificados como parcialmente nubosos es decir, que en promedio, el cielo nunca está totalmente cubierto,

En cuanto a los valores máximo y mínimo extremos, en Cartavio se han registrado valores máximos de 8/8 'techo totalmente cubierto', entre los meses de Agosto a Febrero y valores mínimos menores de 3/8 'techo descubierto', entre Noviembre a Julio. Esto estaría demostrando que existe una fuerte variabilidad en el régimen de este elemento meteorológico en esta localidad.

En Casa Grande, la máxima registrada es del orden de los 7/8 y ocurre generalmente entre los meses de Enero a Julio, mientras que la mínima es del orden de los 3/8 o

menos y ocurre prácticamente en todos los meses del año. Esto es indicativo de que también en esta localidad la nubosidad es un elemento meteorológico muy variable en sus ocurrencias, pero con la ventaja de que dichas variaciones son a niveles promedios algo más bajos que en Cartavio (7/8 a 3/8).

6.8 vientos

Existen datos de este elemento meteorológico registrados por las estaciones de Puerto Chicama y Cartavío. Cabe resaltar, sin embargo, que la estadística procesada es de nivel muy generalizado.

La información obtenida permite deducir que, tanto en Puerto Chicama como en Cartavio, las direcciones predominantes son S y SE, es decir, que se trata de vientos básicamente provenientes del mar, con velocidades medias del orden de los 8 a 14 Km./hora para los vientos provenientes del Sur y 6 a 14 Km./hora para los del Sudeste; estas velocidades califican a estos vientos como variables entre Brisa muy Débil a “ Brisa Débil “, según la escala de fuerza de Beaufort.

Las velocidades medias extremas varían entre 0 (calma) a S—15 Km./ hora en Puerto Chicama y S-20 Km./hora en Cartavio. En este último caso, la fuerza del viento aumenta a “ Brisa Moderada” según la referida escala.

7. INFORMACIÓN DE CAMPO

La información de campo constituye el aspecto básico de la investigación ecológica y consiste en la observación y descripción de las características más saltantes de los factores medioambientales.

Se ha resumido los resultados de las observaciones efectuadas en diversas áreas de la cuenca estudiada, las mismas que han servido para identificar los sectores de uso agrícola, forestal y pecuario existentes en cada una de las formaciones ecológicas.

7.1. IDENTIFICACION Y DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES ECOLOGICAS

7.1.1. Sistema de Clasificación

El sistema de clasificación ecológica empleado en el presente trabajo es el de Zonas de Vida Ecológica

Este sistema, sin embargo, no ha podido ser aplicado en toda su amplitud, debido principalmente a la insuficiente información Meteorológica, ya que en la mayor parte del área de la cuenca se ha contado sólo con datos de precipitación pluvial y no de temperatura. Se ha tratado de superar esta deficiencia mediante la estimación de datos de temperatura, basándose para el caso en observaciones sobre el tipo de cultivos apreciados a lo largo de la cuenca, así como también en la composición florística y en los rasgos fisonómicos de la vegetación natural. Mediante esta información, ha sido posible obtener una identificación tentativa de las formaciones ecológicas existentes. Es importante resaltar que la nomenclatura usada para la identificación de las formaciones ecológicas es la correspondiente a pisos altitudinales, debido a que la cuenca es un área montañosa que asciende desde el nivel del mar hasta la divisoria continental (aproximadamente 4,200 ms.n.m), presentando diferentes pisos o fajas altitudinales que poseen características propias desde el punto de vista ecológico.

8. MINERIA

La actividad minera está circunscrita a la explotación de depósitos catalogado de pequeña a mediana minería, el cual, sin embargo, contribuye al desarrollo socio—económico de la zona por servir como fuente de trabajo para los pobladores de la cuenca alta y por los insumos que requiere del sector agropecuario. Asimismo, su participación como factor de desarrollo se deja sentir por las divisas que ingresan al país como consecuencia de la exportación de sus productos.

De acuerdo a la información obtenida, se calculó que durante el año 1970, unas 305 personas estuvieron dedicadas a las labores mineras en la cuenca del río Chicama. Esta cifra significó aproximadamente el 0.55% de las 55,000 personas estimadas para dicha actividad en todo el país. El volumen de la producción bruta minera (producción de mina) fue estimada para dicho año en alrededor de 43,149 TM, de las cuales se obtuvo 2748 TM. de concentrados cuyo valor de venta fue del orden de los S/.31'382,000.00. Estas cifras representan aproximadamente el 0.10% del volumen de la producción minera bruta y el 0.18% del valor total estimado para la producción minera nacional.

8.1. La minería no-metálica reviste singular importancia por la existencia de una gran variedad de depósitos destacando, entre ellos, el carbón y las arcillas refractarias. Además, se ha identificado la presencia de arcillas comunes, calizas, epsomita, materiales de ornamentación materiales de construcción y yeso. Hay que señalar que la explotación del carbón y de las arcillas refractarias dan ocupación a aproximadamente 150 personas.

Además, cabe anotar la existencia de fuentes de aguas termominerales, siendo las principales las de **Huaranchal y Los Baños Chimú**.

8.2 Depósitos metálicos

Los depósitos de minerales metálicos se localizan en zonas de fracturamiento desarrolladas principalmente en rocas sedimentarias que afloran entre las partes media y alta de la cuenca. Generalmente, los depósitos son filonianos, originados por soluciones hidrotermales procedentes de magmas intermedios y/o ácidos. El depósito de hierro de Cascas corresponde al tipo de inyección magmática. Las especies minerales que ocurren son: cobre (tetraedrita), plomo-plata (galeno argentífera), antimonio (antimonita), zinc (blenda) y hierro (magnetita, hematita).

Por lo observado durante el reconocimiento de campo, se estima que no existe una área mineralizada definida, debido a que los pocos prospectos existentes no guardan relaciones estructurales ni características genéticas y/o de mineralización similares. A continuación, se describe las minas y/o prospectos más representativos de la cuenca estudiada.

8.2.1. Mina Sayapullo

Es la más importante del área reconocida y pertenece a la Compañía Minera Sayapullo S.A. Se encuentra ubicada a 500 m. aproximadamente al Oeste del pueblo de Sayapullo, distrito del mismo nombre, provincia de Cajatambo, departamento de Cajamarca, a unos 2,400 m.s.n.m. Dista 168.0 Km. por carretera de la ciudad de Trujillo, de los cuales 49.5 Km. están asfaltados y los 118.5 Km. restantes son afirmados.

Las rocas aflorantes son areniscas, cuarcitas y lutitas, pertenecientes a las formaciones Santa y Carhuaz, y calizas de las formaciones Chúlec y Pariatambo. Las rocas de caja son areniscas cuarcitas y, esporádicamente, se observan arcillas algo caolinizadas.

El depósito está constituido por varias vetas de tipo filoniano formando dos sistemas: uno, que cruza la estratificación de las cuarcitas y, el otro, que sigue el rumbo general de los planos de estratificación. La potencia de las vetas varía entre

0.10 y 1 .00 m. teniendo como promedio general 0.40m. La mineralización originada por fluidos hidrotermales esta constituido por especies minerales de cobre(tetraedrita, plomo (galena) y Zinc (Esfalerita), asociados frecuentemente con cuarzo, pirita y rodocrocita.

La mina se encuentra en actual explotación y su producción mensual es de 4800TM. De mineral bruto de mina (1970), con leyes de Cu=0.7%,Ag=6Onz/Tc,Pb=0.9% y Zn=1.5%.La producción es tratada en la planta de beneficio del tipo de flotación con que cuenta la empresa y cuya capacidad es de 180TM/dia

8.2.2 Prospecto Cambray

Se halla situada a 5 km. aproximadamente al sudeste de la localidad de Sayapullo, en el cerro Cambray, paraje de Huancajamba, distrito de Sayapullo, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, estando a 2000.Se llega al área mineralizada por carretera desde la ciudad de Trujillo, recorriendo aproximadamente 170 Km., de los cuales 50km, son asfaltados y el resto es de menor categoría.

Las rocas que conforman el área del prospecto son predominantemente calizas y en menor proporción estratos de lutita además, existen Sills interestratificadas con las calizas y diques que atraviesan a las mismas.

La mineralización es de tipo hidrotermal y esta constituida por diseminaciones de pirita dentro de los diques sills ubicados a lo largo en contacto con las calizas.

Existen 6 labores cuya longitud total es del orden de los 100m, no habiéndose encontrado aun una mineralización económicamente explotable.

8.2.3 Mina San Ignacio.

Se encuentra ubicada sobre la margen derecha del rio Huancay, entre los cerros Malón y Carnadas 900. Pertenece al distrito de Lucma provincia de Otuzco departamento de la Libertad. El acceso se efectúa desde la ciudad de Trujillo

mediante una carretera de 125km de los cuales los 50 primeros kilómetros son asfaltados el resto sin asfaltar. Su ubicación según las coordenadas UTM es E: 17- 758 414 N: 9 155 455 Altitud : 1095 msnm

Las rocas aflorantes son lutitas y areniscas de las formaciones Santa y Carhuaz del cretáceo inferior; parcialmente, han sido silicificadas por acción de un intrusivo tonalítico y por numerosos diques y sills de composición riolítica. La roca encajonante es cuarcita y la mineralización que han sido originadas por fluidos hidrotermales que han rellenado las facturas pre-existentes, consisten de especies minerales de cobre(Chalcopirita), plomo(galena) y cobre(tetraedrita).

Existen muchas labores antiguas, entre las que destaca una galería de 90m. Corrida sobre veta cuyo rumbo general es de 40°E y buzamiento 50°NO. En las condiciones actuales en que se encuentra el depósito, no ha sido posible establecer su potencial; Sin embargo, los determinantes geológicos- mineros identificados permiten recomendar que se efectúen estudios más detallados en el área del depósito.

8.2.4 Prospecto San Agustín.

Pertenece al señor Julio Salada Placencia y se encuentra situado en el paraje Campoden distrito de Cospán, provincia y departamento de Cajamarca, a unos 220. Al depósito se llega empleando la carretera Trujillo hacienda Succhubamba hasta el Km. 164, para luego continuar por un camino de herradura aproximadamente 7 kilómetros.

El área donde se encuentra el prospecto está cubierta por terrenos de cultivo, estando el sub-suelo constituido con calizas y cuarcitas de las formaciones Santa y Carhuaz. El depósito es de tipo filoniano y por lo observado en las canchas, la mineralización está conformada fundamentalmente por especies minerales de cobre. Las tres labores antiguas existentes son inaccesibles, por lo que se desconoce si aun contiene mineral comercial.

8.2.5 Mina Pan de Azúcar

Esta mina es también conocida con el nombre la virgen. Esta ubicado en el distrito de Compín, provincia de Otuzco, departamento de la Libertad. Se llega a la mina directamente por carretera desde la ciudad de Trujillo, cubriendo una distancia de 166km.

Las rocas aflorantes son principalmente lutitas que presentan una aureola de metamorfismo producida por un apófisis tonalítico. El depósito consiste en varias vetas de relleno de fisura. La potencia máxima de la veta más importante es de 0.70m. El rumbo general de las vetas principales es de N33E y su buzamiento es de 50°NO. La mineralización esta formada fundamentalmente por antimonio(estibina) dentro de cuarzo lechoso. Esta mina se encuentra paralizada.

8.2.6 Prospecto Pollo

Se encuentra situado a 500m. aproximadamente al norte de la hacienda Llaguen y a una altura de 2000m sobre el nivel del mar. Pertenece al distrito de Compín provincia de Otuzco departamento de la Libertad el acceso se realiza por carretera desde la ciudad de Trujillo hasta la hacienda de Membrillar, de donde se continúa por un camino de herradura de 5 kilómetros cubriéndose en total, aproximadamente 100km.

El depósito está emplazada en granodioritas. Consiste de varias vetillas muy angostas cuyo escaso contenido mineral esta representado por molibdenita y chalcopirita asociadas con cuarzo como ganga. Este prospecto se halla paralizada.

8.2.7.-Prospecto Teodorito

Pertenece al señor Teodoro Castañeda y esta situado a 800, en el paraje Pallanique, distrito de cascás provincia de Contumaza, departamento de Cajamarca.

El acceso se efectúa por carretera desde Trujillo hasta Pallanque, recorriendo 80 km. y luego continua por camino de herradura de 3 km. la roca que ocurre en el área son cuarcitas y pizarras de la formación Chicama del Jurásico Superior. Se presentan bien estratificadas con un rumbo general de N45E y buzamiento 53°NO. El depósito principal consiste de una fractura rellenada por soluciones hidrotermales, con afloramientos visibles de unos 40m. Se siguen una dirección S72E y con un buzamiento de 60°SO; la potencia de esta fractura varía entre 0.20 y 0.40m. La mineralización se presenta esporádicamente en forma de pequeños y consiste de estibina asociado con limonita, calcita y yeso

8.2.8 Prospecto Julia

Pertenece al señor Víctor López Rodríguez y se halla ubicado sobre los 2,600 el paraje Tillapampa, distrito de Cascas provincia de Contumazá departamento de Cajamarca. Para llegar al prospecto se utiliza la carretera afirmada Trujillo – Cascas recorriéndose una distancia de 103km para luego continuar 15 km. por camino de herradura.

Afloran lutitas y cuarcitas pertenecientes al grupo Goyllarisquizga del cretáceo inferior, instruidas por una pofisis granodiorítico. El depósito es de tipo filoniano originado por fluidos hidrotermales. La mineralización está conformada por especies minerales de plomo plata, con ligeras diseminaciones de cobre(chalcopyrita) dentro de las cuarcitas. El afloramiento tiene 8m de longitud, Con rumbo N60E, buzamiento 80° al SE y una potencia promedio de 0.10m

Las labores mineras se realizan a pequeños cateos por lo que se desconoce su potencial. Los determinantes geológicos-mineros y características estructurales los indican como un depósito sin valor comercial.

8.2.9 Mina de Hierro de Cascas.

Se encuentra ubicado sobre la margen izquierda del río Cascas en el paraje el molino, distrito de cascás provincia de Contumaza, departamento de Cajamarca.

El depósito es fácilmente accesible encontrándose a la altura del km. 6 de la carretera Cascas - Contumazá.

Las rocas aflorantes son principalmente cuarcitas sobre las cuales yacen capas de lutitas y pizarras del grupo Goyllarisquizga del cretáceo inferior en estas rocas se aprecia una marcada aureola de metamorfismo, habiéndose emplazado la mineralización en las cuarcitas como producto de una inyección magmática. El afloramiento es variable en una extensión de 200m y su contenido mineral está constituido principalmente por hematita y magnetita. La mina se encuentra paralizada

8.2.10 Prospecto Mala Alma y Cerro Minas.

Se trata de un conjunto de tres depósitos de hierro dos de ellos ubicados en la margen derecha de la quebrada Mala Alma y el otro al sur del Cerro Las Minas. Pertenece al distrito de Chicama, provincia de Trujillo, departamento la Libertad. Para llegar a los afloramientos se emplea una trocha carrozable de 10 km. que parte de la Hda. Sauzal, Para luego proseguir por un camino de herradura.

Las rocas Aflorantes son lutitas con intercalaciones de calizas y cuarcitas pertenecientes a la formación Chicama del Jurásico Superior. La mineralización consiste de óxidos de hierro emplazados en una aureola metamórfica (Skarn), por lo que se sugiere que se realice estudios geológicos –mineros más detallados a fin de establecer su verdadera magnitud.

8.2.11. Prospecto Ollucos

Se trata de un depósito de hierro ubicado en la pampa de Ollucos, distrito de Cascas, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca. Se llega al prospecto desde Trujillo por carretera, cubriendo un total de 105 km.

En el área, afloran lutitas negras de la formación Chicama del Jurásico superior. El depósito es del tipo filoniano y consta de varias vetas de diferentes potencia, alcanzando la mayor 20m. La mineralización consiste de óxidos de hierro; por la

naturaleza filoniana del depósito, se considera que en el momento actual no es económicamente explotable.

8.2.12. Prospecto Jahuay.

Se encuentra en la ladera septentrional del cerro Jahuay Seco, a 1,500; está ubicado al norte de Ascope, en el distrito del mismo nombre, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. Desde la ciudad de Trujillo, se llega por carretera recorriendo aproximadamente 105km.

En el área, se presentan lutitas y pizarras de la formación Chicama perteneciente al jurásico superior, que han sido disturbadas por una pequeña intrusión de adamelita.

El depósito es de metamorfismo de contacto y su mineralización está representada por especies minerales de cobre (enargita y chalcopirita), asociada con caliza y cuarzo, como ganga.

La mina se encuentra actualmente paralizada.

9. DEPOSITOS NO-METALICOS

Se considera que la cuenca del río Chicama encierra gran variedad de depósitos no metálicos, cuyo aprovechamiento económico está asegurado por sus grandes volúmenes y facilidades de acceso entre estos depósitos destacan el carbón las arcillas refractarias, arcillas comunes, las calizas, los materiales de construcción y de ornamentación la epsomita y el yeso.

9.1. Carbón.

Se presenta en dos sectores específicos: Huancay y Lucma Capachique, los que en conjunto forman la denominada región carbonífera del alto Chicama cuya extensión abarca desde el río Chuquillanqui, en el límite de los departamentos de Cajamarca y La Libertad hasta el extremo sur oriental de la cuenca. Las rocas encajonantes de los mantos de carbón son principalmente cuarcitas, pizarras, lutitas y areniscas muy deformadas, correspondiente al grupo Goyllarisquizga del cretáceo inferior. Así mismo se encuentran intrucionadas por el batolito andino formando diques y Sills que fueron la causa determinante de la destilación de los materiales volátiles originales de los depósitos de carbón, dando como resultado que estos últimos en su mayor parte sean de tipo andracítico y sub-andracítico, cuyos mantos

10. GEOLOGÍA REGIONAL

El río se emplea en formaciones sedimentarias Mesozoicas como Fm. Cajamarca, Fm. Celendín, Grupo Goyllar, los intrusivos en Chepén, en Chicama, Farrat. Volcánicos Calipuy.

Es importante como unidad los depósitos recientes aluviales en la costa y formando las terrazas laterales en el curso del río.

Los elementos estructurales comunes que afectarían a las formaciones sedimentarias, son pliegues y fallas ligados al control estructural del la Deflección de Huancabamba que originado sistemas de plegamiento y fallamiento impresionantes que han originado una topografía singular de la cuenca del río Chicama.

La geología Económica predominante esta definida por la presencia del carbón antracítico depositado entre las formaciones sedimentarias Mesozoicas especialmente en la zona alta del río denominado el río Grande o Alto Chicama donde encierra un gran potencial que espera ser reactivado y puesto en operación.

Otra característica de la cuenca es lo fértil de los valles en la zona.

10.1 Formación Chicama (Js-chic)

La formación Chicama es un conjunto litológico que aflora en la parte baja de Chicama, situado al oeste del área del presente trabajo en la que existe una secuencia con ligeras variantes, como la que se expone, cerca del río Crisnejas donde superficialmente sufre un cambio de coloración.

En la mayoría de los afloramientos de la cuenca se nota predominancia de lutitas negras laminares, delgadas, con delgadas intercalaciones de areniscas grises. Contienen abundantes nódulos negros, piritosos, algunas veces con fósiles algo piritizados, es común observar manchas blancas amarillentas como afloramiento de alumbre.

En los alrededores del puente del río de Crisnejas, la formación Chicama presenta, por intemperismo, una coloración rosada, por lo que fácilmente, puede confundirse con la formación Carhuaz en este sector los sedimentos arenosos de coloración rojiza han

aumentado, y los estratos lutáceos ofrecen colores claros, ligeramente marrones. Numerosos sills andesíticos gris verdosos con mas de un kilómetro de longitud, se exponen a algunos lugares y finalmente venillas de yeso entrecruzan a los estratos de esta formación.

Ocasionalmente las lutitas oscuras con intercalaciones de areniscas pardas tienen horizontes arcillosos ricos en alúmina, por lo que son explotadas como material para la industria de la cerámica.

Las rocas de la formación Chicama son blandas, debido a la cantidad de material limo arcilloso que han favorecido el desarrollo de una topografía suave.

Como en otras partes, en el área estudiada, no se ha visto la base de la formación Chicama, se supone que descansa discordantemente sobre las calizas del grupo Pucará u otras formaciones. Su contacto superior es generalmente de aparente conformidad con la formación Chimú, siendo más probable una discordancia paralela. Por el sector oriental, el intenso disturbamiento sufrido por estas rocas dificulta la exacta estimación de sus grosores sin embargo, en el sector occidental, los estratos están menos deformados excepto donde se presentan algunas intrusiones pequeñas y medianas que distorsionan los estratos, a pesar de lo cual puede estimarse un grosor de 800 a 1,000m.

La presencia de esta formación señala un limite oriental de deposición a pesar de que sus faces de borde rara vez se observa, porque generalmente los continuos sobreescurremientos la cubren, o sencillamente por efectos de la erosión. Las porciones que afloran son netamente sedimentos de cuenca marina.

La litología y el alto contenido de pirita en los sedimentos de la formación Chicama, sugieren que el material se deposita en una cuenca anaeróbica, en donde prevalecía un ambiente de reducción. Los sectores donde la formación muestra una coloración rojiza con mayor contenido de areniscas, pueden presentar el borde de esta cuenca, ya que se tiene la seguridad de que los sedimentos Titonianos no se depositaron hacia el este del flanco occidental del Geoanticlinal del Marañon. Por tal razón, los sobreescurremientos son menos intensos a medida de que se avanza hacia el este del supuesto limite oriental. Es de anotar que el limite de la cunéese marcha paralelo ala gran curvatura que forma las estructuras a la altura de San Marcos, Matara, San Juan,

Magdalena y Valle del Jequetepeque Cajamarca, pasando de una dirección SE-NO a E-O.

La formación Chicama es la unidad más importante en las cuencas por el potencial

La formación Chicama es correlacionable con las formaciones Oyón de la zona de Canta, Puente Piedra de la zona de Lima, y con la parte inferior del Grupo Yura en Arequipa.

10.2. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

Este grupo en su facies de plataforma ha sido estudiado bajo la denominación de grupo Goyllarisquizga y en su facies de cuenca ha sido diferenciado en las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat. En el primer caso, sus afloramientos están limitados al sector noreste del cuadrángulo de San Marcos, pero se sabe que se extiende ampliamente por la región. Inicialmente fue determinado como formación por MC, LAUGHLIN, 1925.

En el área estudiada, aflora el sur de Celendín, en contacto anormal sobre calizas del Cretáceo superior. Su verdadera posición se observa a algunos cientos de metros al este, donde comienzan las calizas del grupo Pucará e Infrayace, a la formación Crisnejas del Albino, aparentemente concordante, pudiendo ser discordancia paralela en otros lugares.

Litológicamente consiste en cuarcitas blancas masivas y areniscas generalmente de grano medio color blanquecino, en la parte inferior, con intercalaciones delgadas de lutitas marrones y grises en la parte superior, Su grosor oscila entre los 200 y 500 m, con tendencia a adelgazarse hacia el oeste.

La ausencia de fósiles en este grupo, no permite determinar su edad con precisión, pero sus relaciones estratigráficas son las mismas a las encontradas en las regiones vecinas y los Andes Centrales del Perú, por lo que se asigna.

10.3 Formación Chimú (Ji-chi)

Se emplaza como una unidad que cubre grandes áreas del río Chicama, forma farallones en la margen de los ríos. Litológicamente está constituido por formaciones

competentes de lutitas, areniscas y cuarcitas en farallones formando bancos muy importantes

En sus niveles inferiores el Chimú presenta bancos de carbón antracítico.

Se le correlaciona con el grupo Yura del sur así como el Hualhuani que son mayormente cuarcitas

10.4 Formación Yumagual. (Ks-yu)

Existen afloramientos de esta formación que cubren áreas pequeñas. La litología consiste en horizontes de calizas y margas en bancos consistentes. Tiene niveles fosilíferos que debe ayudar a definir con cierta precisión la edad de estas formaciones, pero sus niveles masivos no tienen fósiles.

10.5 Formación Cajabamba (Ks-ca)

Son secuencias calcáreas que cubren los flancos de las quebradas llegando espesores de 800 a 700m. Forma paredes escarpadas inaccesibles.

Presenta una homogeneidad litológica en los afloramientos de la zona. Cubre las partes altas de la cuenca.

En el río San Jorge cubre gran parte y las áreas altas principalmente.

Se le correlaciona con la parte superior del Fm. Jumasha de calizas en el centro del Perú.

10.6 Grupo Calipuy (Ti-vca)

Conformada por secuencias de volcánicos sedimentario en posición subhorizontal que cubren áreas importantes de la parte media norte de la secuencia donde se le ha dividido o reconocido hasta tres tipos de volcánicos Chilete. Tembladera, San Pablo.

El Grupo Calipuy es parte de un evento de vulcanismo post-tectónico que ocurrió como evento final al emplazamiento del Batolito de la Costa cubren secuencias sedimentarias Cretácicas en la zona.

10.7 Depósitos Recientes (Qr-al/e)

En discordancia la zona esta cubierta por una gran variedad de depósitos recientes los morrénicos y fluvioglaciares en las zonas altas y en la parte baja de la cuenca predominan los depósitos lacustres aluviales en los valles.

10.8 Rocas Intrusivas (Kti-di/dt)

Estas rocas son afloramientos que ocurren como dioritas, granitoides que algunos están ligados a cuerpos especiales.

Las dioritas son los afloramientos más extensos y están ligados muchas veces a la ocurrencia de mineralización, con sistemas de fracturamiento de alto ángulo cubre grandes áreas y han intruido a la Fm Calipuy.

11. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CUENCA DEL RIO CHICAMA

Cuadro N° 1 : ESTACIONES DE MONITOREO

N°	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM			ALTITUD
		N	E	ZONA	
01	Río Huancay, después de Compín.	9 152 269	763 119	17	1 200
02	Río Huancay, después del poblado de Carmot.	9 152 630	761 544	17	1 155
03	Río Huancay, antes de Hacienda Huancay.	9 157 840	755 888	17	980
04	Quebrada Campoden Cruzado por Puente Cepo.	9 166 549	770 844	17	300
05	Río San Jorge, después de Quebrada Campoden	9 165 115	766 389	17	1 245
06	Río Cospán, altura Checapunta.	9 165 534	762 988	17	1 175
07	Río Chuquillanqui, antes del río Huancay.	9 162 314	756 707	17	995
08	Río Chicama, antes de su confluencia con el río Machasen	9 163 466	752 924	17	910
09	Río Machasen, en el Puente Olluco antes de confluencia con el río Chicama.	9 164 358	751 109	17	930
10	Río Chicama, frente Bao.	9 165 242	743 820	17	795
11	Río Chepino, antes de Cojitambo y antes de su confluencia con el río Chicama.	9 165 412	741 658	17	875
12	Río Chicama, antes de Hacienda Jahuay	9 152 667	725 043	17	565
13	Puente Victoria - Río Chicama	9 141 168	705 501	17	385
14	Río San Jorge que viene del río Sayapullo, antes del poblado Huayobamba y puente San Polo (antes de quebrada Campoden)	9 165 148	767 652	17	128
15	Baños Termales Chimú (Chicama)	9 165 312	762 285	17	1125

12. DESCRIPCIÓN DE ESTACIONES DE MONITOREO

ESTACION N°1: Río HUANCAY después de COMPIN, en esta zona el río forma un valle encañonado, en su lecho existen bloques de rocas volcánicas redondeadas y subredondeadas que llegan a dimensiones considerables (4m), del mismo modo la presencia de algas verdes es por tramos el agua es ligeramente amarillenta el pH de sus aguas es de 8.2 con un caudal de 4 m³/seg a una altitud de 1200; la vegetación es muy densa en ambas márgenes del río.

ESTACION N°2: Río HUANCAY después del poblado de CARMOT, en este tramo ambas márgenes del río están bastante erosionados y se observa que la carretera que conduce al poblado de Carmot por la margen izquierda ha desaparecido en un tramo de 800 m siendo la actual vía improvisada, esto demuestra que en épocas de lluvia (diciembre marzo) el caudal aumenta de 3m³ a por lo menos a 15 m³/seg. El río en su lecho presenta material de gravas, cantos rodados, el pH del agua es 8.1 y su altitud está sobre los 1155.

El río en su lecho presenta algas verdes, en el área adyacente al valle se desarrollan arbustos como el molle, huarango y variedad de árboles frutales como pacay, mango, plátano, guayabo, chirimoya, naranja así como cultivos tales como camote y yuca, coca, ají, maní, frijol.

ESTACION N°3: Río Huancay antes de la Hacienda Huancay, el lecho del río es amplio, con abundantes bloques de cuarcitas oxidadas y fracturadas, gravas; la vegetación lo constituye principalmente un bosque de cactus gigantes en sus márgenes. El agua muestra un color transparente cristalino con pH de 8.1 y 5 m³/seg de caudal

ESTACION N°4: Quebrada Campoden Altura del Puente Cepo, lecho con bloques de gravas, cuarcitas y rocas volcánicas; en su lecho existen algas verdes. En sus flancos se observan frutales además plantas tales como el molle, eucaliptos, aliso, retamas.

El agua presenta un pH de 7.9 y un caudal bajo de 2L/seg a una altitud de 1725. El río Campoden es un tributario del río San Jorge (Río Chuquillanqui que posteriormente originan el río Chicama),

ESTACION N°5: Río san Jorge, después de quebrada Campoden, el río en esta zona tiene una pendiente relativamente suave 7%, su cauce está colmatado de abundante material gravoso y cuarcífero, el valle es angosto, la vegetación es escasa, con predominancia de plantas típicas de la zona tales como el cactus, taya, molle, etc.

El pH del agua ligeramente turbia marca 8.2 con un caudal de 2 m³/seg sobre una altitud de 1245.

ESTACION N°6: Río Cospán, altura Checapunta, viene a ser un tributario del río San Jorge por la margen derecha; presenta en su lecho abundantes gravas de cuarcitas; en los flancos se observa frutales como pacay, mangos y plátanos. Sus aguas son ligeramente turbias a transparentes y su pH se encuentra con 8.3 con un caudal 1 m³/seg a una altitud de 1175.

ESTACION N°7: Río Chuquillanqui antes del Río Huancay, a esta altura el río San Jorge toma el nombre de Río Chuquillanqui, antes de su confluencia con el Río Huancay, el lecho del río es bastante ancho llegando hasta 100m de longitud se encuentra colmatado de material gravoso con óxidos limoníticos. En su margen izquierda presenta áreas con cultivos de arroz, alfalfa y frutales; es relativamente amplio y el punto se ubica frente al poblado de Chuquillanqui.

La presencia de cactus por esta zona es abundante llegando a dimensiones de hasta 10 m de altura, desarrollados sobre materiales de rocas metamórficas de aspecto pizarroso.

Las aguas nos indican un pH de 8.1 con un caudal de 2 m³/seg sobre una altitud de 995 y su temperatura del agua alcanza 26.3°C a las 2:00 p.m. del día 20 de octubre del 2000.

ESTACION N°8: Rio CHICAMA, antes de su confluencia con el rio MACHASEN, éste punto está sobre el rio CHICAMA después que el rio Chuquillanqui y el rio Huancay se unen a la altura del poblado Los Molinos, el rio muestra playas amplias con material gravoso y en la margen izquierda se desarrolla una agricultura dedicada principalmente al arroz en forma de andenes ;las aguas del rio registran un pH de 8.1 con un caudal de 5 m³/seg sobre una altura de 910.

ESTACION N°9: Rio Machasen, en el puente Olluco antes de su confluencia con el Rio Chicama se encuentra sin drenaje por ser la época de estiaje, en su lecho se observó bloques subredondeados de volcánicos y cuarcitas. La vegetación es de arbustos como carrizos, huarangos y otros típicos de la zona cálida.

Se recolecto sedimentos del cauce del rio seco.

Se tomó medida de parámetros de **agua de consumo doméstico** de canal lateral por estar muy próximo a este rio Machasen siendo estos parámetros: T= 27.0°C, Conductividad=308 μ s/cm, pH=7.9, Potential Redox=135mv Altitud=930 y Q= 0.25L/seg

ESTACION N°10: Rio Chicama frente a BAO, las playas del rio muestran abundante arena y gravas. A esta altura el rio Chicama presenta un caudal incrementado con un 6m³/seg, sus aguas son cristalinas con pH de 8.1

En el entorno se desarrolla una abundante actividad agrícola de productos predominantemente de arroz y caña de azúcar y frutales. La vegetación predominante es de eucaliptos, huarangos, molles, carrizales, gramas, etc.

El lecho lo constituyen material aluvionar de gravas de composición cuarcífera (cuarcitas), volcánicos (andesitas). Existen pequeños depósitos de óxido de fierro con manganeso en zonas aledañas.

ESTACION N°11.- Rio Chepino antes de Cojitambo y antes de su confluencia con el rio Chicama: Aguas transparentes con abundante flora acuática, de poco caudal (4 L/seg.) abundante vegetación en sus márgenes. Los cultivos son abundantes y variados destacando el arroz y la vid en escala menor el maíz, trigo, paltos, plátano, tunas, mangos, ají, frijol.

El rio Chepino es un tributario emplazado en un estrecho valle que desemboca al rio Chicama por su margen derecha. Sus aguas muestran alta temperatura (25°C) y un pH 7.3

El material del lecho los constituyen gravas de rocas metamórficas y sedimentarias de formas subredondeadas de dimensiones que alcanzan a 1 m.

ESTACION N°12.- Rio Chicama antes de Hacienda Jahuay: A esta altura el rio Chicama muestra un caudal bajo (1 m³/seg) debido a que sus aguas son captadas mediante canales para el regadío de las áreas de cultivo.

Las aguas son transparentes con fauna y flora acuática con alta temperatura (25.2°C) y un pH 7.4. En la zona se desarrolla una intensa actividad agrícola de caña de azúcar.

ESTACION N°13. - Puente Victoria en el Rio Chicama: El rio muestra un caudal mínimo de 5l/seg. El lecho esta constituido por rodados subredondeadas y matriz arenosa abundante, los clastos mayores no superan los 0.5 m

La vegetación predominante es de cultivos de caña de azúcar y arboles frutales como pacay, plátano, ciruelas, viñedos y otras plantas típicas de la zona tales como variedades de pinos, eucaliptos, huarangos, molles, etc.

ESTACION N°14: RIO SAN JORGE que viene de río Sayapullo antes del poblado Huayobamba y puente San Polo (antes de Qda. Campoden), río con aguas ligeramente turbias y abundante vegetación ribereña. Los clastos del lecho son cuarcitas y volcánicos cubiertos por una patina amarillenta de óxidos.

El entorno del valle presenta intensa actividad agrícola con cultivos frutícolas y productos de pan llevar. En esta zona el río registra un caudal de 2.5 L/seg, y pH de 8.1.

ESTACION N°15 : BAÑOS TERMALES CHIMÚ (Chicama), las aguas registran una temperatura de 35° C y ligeramente amarillentas por la presencia de Fe , afloran en rocas volcánicas .

Estos baños están ubicados en la margen izquierda del río San Jorge que se emplaza en un valle encañonado.

Antes de la zona de Baño Chimú en la margen izquierda del Río Chuquillanqui existe afloramiento agua turbia y lechosa.

Mina Chimú

Esta mina se encuentra emplazada en la margen derecha del río San Jorge. Su geología lo constituyen pizarras y cuarcitas de la Fm. Chimú como roca encajonante. Actualmente la mina carbonífera viene siendo explotada por la Empresa de Cementos Pacasmayo con una producción de carbón antracítico de 80 TM/día actualmente se trabajan en dos niveles 2 y el 5 (túneles). El análisis químico de estos carbones es:

Carbón o fijo = 75-80 %

Ceniza = 10 a 15%

Materia volátil = 6 a 8%

Azufre = 0.1%

Se ubica en las coordenadas UTM:

Zona

E : 17 761 925

N : 9 165 252

Altitud : 1135 msnm

13. PARÁMETROS DE CAMPO EN AGUAS.

Cuadro N° 2 : PARÁMETROS MEDIDOS EN EL CAMPO EN AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO CHICAMA

Estación	Fecha	Caudal m ³ /seg	Temp. Agua °C	pH	Conductividad ? S/cm
01	20 Octubre	4	21.6	8.2	650
02	20 Octubre	3	23.4	8.1	650
03	20 Octubre	5	21.8	8.1	645
04	20 Octubre	2	21.2	7.9	517
05	20 Octubre	2	25.2	8.2	622
06	20 Octubre	1	22.6	8.3	201
07	20 Octubre	2	26.3	8.1	667
08	21 Octubre	5	26.1	8.1	737
09	21 Octubre	0	27.0	7.9	308
10	21 Octubre	6	25.5	8.4	720
11	21 Octubre	4	25.0	7.3	902
12	21 Octubre	1	25.2	7.4	735
13	21 Octubre	5	24.5	7.6	484
14	21 Octubre	2.5	22.8	8.1	618
15	20 Octubre	4	35		
LGA-I				5 – 9	
LGA-III				5 – 9	

14. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS .
Cuadro N° 3 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUAS
DE LA CUENCA DEL RÍO CHICAMA- OCTUBRE 2000

Estación. N°	SDT mg/l	SST Mg/l	Sulfatos mg/l	Metales disueltos (mg/l)							
				Fe	Mn	Cu	Cd	Pb	Zn	As	Hg (? g/L)
1	544	60	44.07	0.0254 0.034	0.0041 0.006	0.003 <0.0006	0.0005 <0.0004	0.0116 <0.002	0.001 <0.0002	0.017 0.012	0.71
2	512	18	28.39	0.0341	0.0059	0.001	0.0004	0.0043	0.001	0.013	0.78
3	556	68	32.87	0.0637	0.0025	0.002	0.0005	0.0046	0.001	0.015	1.20
4	426	12	24.08	0.0230	0.0001	0.001	0.0007	0.0017	0.001	0.010	1.12
5	488	14	35.96	0.0362	0.0142	0.007	0.0008	0.0095	0.004	0.013	0.97
6	146	74	8.75	0.2109	0.0025	0.001	0.0005	0.0037	0.001	0.003	0.69
7	492	16	29.87	0.0312	0.0001	0.003	0.0011	0.0024	0.0024	0.017	0.57
8	574	20	34.41	0.0392	0.0002	0.001	0.0006	0.0001	0.001	0.020	1.16
9	230	14	14.02	0.0305	0.0001	0.001	0.0007	0.0008	0.001	0.006	0.38
10	566	22	39.14	0.0445	0.0001	0.003	0.0006	0.0033	0.001	0.015	1.14
11	654	12	45.76	0.0220	0.0023	0.001	0.0011	0.0098	0.0024	0.013	0.06
12	566	16	42.41	0.0309 0.027	0.0027 0.006	0.001 <0.0006	0.0012 <0.0004	0.0102 <0.002	0.0031 <0.0002	0.017 0.006	1.09
13	636	14	104.72	0.0328	0.0041	0.001	0.0008	0.0094	0.0154	0.020	0.81
14	454	18	37.54	0.0335 0.030	0.0332 0.020	0.006 <0.0006	0.0038 0.002	0.0088 <0.002	0.0263 <0.0002	0.010 0.011	0.94
15			21.08	0.6570	0.5645	0.005	0.0092	0.0270	0.0399	0.066	1.81
LGA-I				0.30	0.10	1.00	0.01	0.05	5.0	0.10	2
LGA-III				1.00	0.50	0.50	0.05	0.10	25.0	0.20	10
Lím. Detec.	1	1	0.1	0.002	0.002	0.0006	0.001	0.005	0.0002	0.01	0.0001

Nota :

Toda las muestras fueron analizadas en la UNI por metales disueltos por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica con dispositivos de hidruros(As) y vapor frío(Hg), que figuran en la primera línea. Los duplicados de las muestras N° 1, 12, y 14 fueron analizados por Fe, Cd, Cu, Mn, Pb y Zn mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica (AAS), y el arsénico por el método colorimétrico del dietil ditiocarbamato de plata, y figuran en la línea inferior correspondiente a cada muestra. Las concentraciones de metales que exceden los LMP de la Ley General de Aguas están en **negrita**

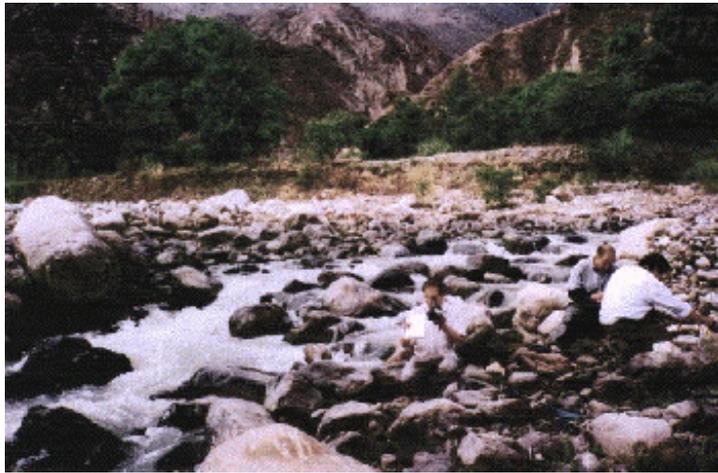
15. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE METALES EN SEDIMENTOS

**Cuadro 4. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE METALES EN SEDIMENTOS
FRACCIÓN MALLA-80 CUENCA DEL RÍO CHICAMA**

Estación	Fe (%)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Hg (ppm)
1	5.06	1281	39	0.10	16	116	0.18
2	4.12	2039	39	0.10	14	142	0.27
3	3.64	1554	51	0.60	14	143	0.21
4	4.20	1070	47	0.10	35	139	0.11
5	4.94	2408	3774	204.26	92	2275	0.33
6	3.47	2322	45	0.83	43	224	0.08
7	3.69	1561	794	50.78	48	1371	0.38
8	3.20	1039	86	5.06	15	207	0.30
9	4.29	1807	53	0.20	33	153	0.17
10	3.85	1320	83	4.57	17	221	0.23
11	4.33	1406	47	0.20	69	216	0.19
12	3.89	1047	59	1.67	10	215	0.42
13	4.06	2254	51	1.05	7	146	0.27
14	4.39	1752	1509	107.71	60	1786	0.32
LMP Tabla Holandesa	10	3000	500	20	600	3000	10



Río Huancay, después de Compín



Río Cospán, altura Checapunta



Río Chiquillanqui, antes del río Huancay