

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



## **TESIS PROFESIONAL**

**EVALUACIÓN GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLÓGICA DEL  
CENTRO POBLADO LA CHORRERA - SOROCHUCO -  
CELENDIN - CAJAMARCA**

Para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO GEÓLOGO**

Presentado Por:

**BACH. SEGUNDO FRANCISCO ALAYA ZABALETA**

Asesor:

**ING. REINALDO RODRÍGUEZ CRUZADO**

**CAJAMARCA PERÚ  
2014**

### DEDICATORIA

A mis padres Claudina, Almanzor en gratitud a su gran esfuerzo y a mi hermano Wilmer por su apoyo incondicional.

A la Universidad Nacional de Cajamarca mi Alma Mater

A mis abuelitos Dolores, Secondina, Francisco y Alberto que me brindaron su apoyo.

A todos los docentes que nos han inculcado su conocimiento, por su apoyo y sobre todo por inculcarnos valores.

A mis compañeros que día a día impartimos conocimientos entre nosotros.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios mi padre todo poderoso por permitirme la vida y la salud a mis padres ellos son mi vida mi fuerza, mi más sincero agradecimiento a todas las personas que colaboraron en la realización de la tesis profesional en especial al Ing. Reinaldo Rodríguez Cruzado, Asesor.

## RESUMEN

En el presente proyecto de investigación está enfocado al área de la geología estructural y su relación con la Hidrogeología en el centro poblado la Chorrera distrito de Sorochocho Provincia de Celendín Departamento de Cajamarca - Perú.

El área de estudio se encuentra formando pequeños valles, controlado por una falla de tipo regional la chorrera (inversa) y seis fallas normales (Tingo, Agua blanca, Picota grande, Perol, Huaylamachay y Peña blanca), en la zona de estudio afloran las Formaciones del Cretáceo inferior, Formación Farrat (Ki-f), Formación Inca (ki-in), Chulec (Ki-chu) ) y Superior Pariatambo ( Ki-pa), Grupo Quilquiñán (Ks-Q), Grupo Pullucana y suprayacen con depósitos fluvio-glaciares del cuaternario.

En nuestro estudio se realizó un análisis de fallas y fracturas para determinar dirección de fallas, fracturas y orientación de los esfuerzos en diferentes zonas mediante el análisis de diagrama de rosas, densidades y polos.

En el Centro Poblado la Chorrera se ha identificado veintisiete manantiales, cuatro acuíferos, ocho lagunas, cinco ríos y además de quebradas, humedales, bofedales, que son vertientes del río Chirimayo.

Se realizó análisis físico químicos y bacteriológico del agua de las Lagunas, Ríos, Manantiales y Reservorios que todos ellos son fuentes de alimentación para los moradores de la Subcuenca media y alta.

Se determinó la dureza total del agua de las Lagunas, ríos y manantiales por lo que decimos las aguas son poco duras (75-150 mL CaCO<sub>3</sub>).

## ABSTRACT

The presented in the research project is focused on the area of structural geology and its relationship to hydrogeology in the Town Center District Sorochocho Resume Celendín Province Department of Cajamarca - Peru.

The study area is forming small valleys, controlled by a regional fault type CV (reverse) and five normal faults (tingo, white water, big cherry, a copper, huaylamachay white rock) in the outcrop study area formations of the lower Cretaceous Farrat (Ki-f), inca training (ki-in), chulec (Ki-chu)) and Superior pariatambo (Ki-pa), Quilquiñán group (Ks-Q) and pullucana group training, ending with deposits quaternary fluvio-glacial.

In our study, analysis of faults and fractures to determine direction of faults, fractures and stress orientation in different areas by analyzing diagram roses, densities and poles are made

In the Town Centre has been identified Resume springs, aquifers, lakes, rivers, streams, creeks, wetlands, marshes, which are aspects of the river Chirimayo.

Physicochemical analysis of the lagoons, rivers, springs and reservoirs that they are all power supplies to the inhabitants of the middle and upper watershed was conducted.

## CONTENIDO

|  | Pág. |
|--|------|
| DEDICATORIA  |      |
| AGRADECIMIENTO   |      |
| RESUMEN  |      |
| ABSTRACT   |      |
| <br>   |      |
| CAPITULO I. INTRODUCCION.....  | 2    |
| 1.1. Planteamiento del Problema .....  | 3    |
| 1.1.1. Definición del Problema. ....   | 3    |
| 1.2. Formulación del Problema. ....  | 3    |
| 1.3. Objetivos .....   | 3    |
| 1.3.1. General .....   | 3    |
| 1.3.2. Específicos .....   | 3    |
| 1.4. Hipótesis .....   | 4    |
| 1.5. Alcances.....   | 4    |
| 1.6. Delimitación del Problema.....  | 4    |
| 1.7. Justificación de la Investigación .....   | 5    |
| CAPITULO II. MARCO TEORICO.....  | 6    |
| 2.1. Antecedentes Teóricos de la Investigación .....   | 6    |
| 2.2. Teorías referentes al Tema de Investigación .....   | 6    |
| 2.2.1. Breve Recuento Histórico de la Hidrogeología.....   | 6    |
| 2.2.2. La Geología y su Relación con la Ocurrencia y Movimiento de las<br>Aguas Subterráneas ..... | 8    |
| 2.2.3. Controles Geológicos .....  | 8    |
| 2.2.4. Conductividad y Porosidad.....  | 9    |
| 2.2.5. Efectos de la Estratigrafía y la Sedimentación .....  | 9    |
| 2.2.6. Controles Estructurales .....   | 11   |
| 2.2.6.1. Plegamientos.....   | 11   |
| 2.2.6.2. Fisuras y Fracturas.....  | 11   |

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado la Chorrera-  
Sorochnco-Celendín-Cajamarca

---

|  | Pág. |
|--|------|
| 2.2.6.3. Fallas.....   | 12   |
| 2.2.7. Las Aguas Subterráneas en las Rocas Ígneas y Metamórficas ..... | 16   |
| 2.2.8. Las Aguas Subterráneas en Rocas Sedimentarias .....             | 18   |
| 2.2.9. Depósitos Aluviales.....  | 19   |
| 2.2.10. Aluviones en Valles Tectónicos.....                            | 20   |
| 2.2.11. Rocas Carbonatadas.....  | 20   |
| 2.2.12. Los Acuíferos .....  | 22   |
| 2.2.13. Parámetros Hidrogeológicos .....                               | 22   |
| 2.2.13.1. Porosidad .....  | 23   |
| 2.2.13.2. Permeabilidad .....  | 23   |
| 2.2.13.3. Transitividad .....  | 24   |
| 2.2.14. Clasificación de los Acuíferos.....                            | 24   |
| 2.2.14. Corredor Estructural Chicama – Yanacocha .....                 | 27   |
| 2.3. Definición de Términos Básicos .....                              | 28   |
| 2.3.1. Acuífero .....  | 28   |
| 2.3.2. Afluente .....  | 28   |
| 2.3.3. Aforo.....  | 28   |
| 2.3.4. Aluvial.....  | 28   |
| 2.3.5. Análisis de Esfuerzos .....                                     | 28   |
| 2.3.6. Anticlinal .....  | 29   |
| 2.3.7. Cascada .....   | 29   |
| 2.3.8. Clima .....   | 29   |
| 2.3.9. Colina .....  | 29   |
| 2.3.10. Contactos y Edad Relativa de Fallas y Fracturas.....           | 29   |
| 2.3.11. Cuenca Hidrográfica.....                                       | 30   |
| 2.3.12. Cuenca .....   | 30   |
| 2.3.13. Diaclasas.....   | 30   |
| 2.3.14. Esfuerzo en un punto .....                                     | 30   |
| 2.3.15. Esfuerzo y deformación.....                                    | 31   |

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado la Chorrera-  
Sorochnco-Celendín-Cajamarca

---

|  | Pág.      |
|--|-----------|
| 2.3.16. Fallas.....  | 32        |
| 2.3.17. Humedales .....                                      | 32        |
| 2.3.18. Infiltración .....                                   | 33        |
| 2.3.19. Karst.....   | 33        |
| 2.3.20. Lagunas .....  | 33        |
| 2.3.21. Manantiales.....                                     | 34        |
| 2.3.22. Metales Pesados.....                                 | 34        |
| 2.3.23. Ph.....  | 34        |
| 2.3.24. Plegamientos.....                                    | 35        |
| 2.3.25. Procesos Tectónicos .....                            | 35        |
| 2.3.26. Quebradas:.....                                      | 35        |
| 2.3.27. Red Hidrográfica .....                               | 36        |
| 2.3.28. Riachuelos.....                                      | 36        |
| 2.3.29. Ríos.....  | 36        |
| 2.3.30. Sistema Hídrico .....                                | 36        |
| <b>CAPITULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>   | <b>37</b> |
| 3.1. Metodología y Procedimiento .....                       | 37        |
| 3.1.1. Etapa de Gabinete I .....                             | 37        |
| 3.1.2. Etapa de Campo .....                                  | 37        |
| 3.1.3. Etapa de Gabinete II .....                            | 38        |
| 3.1.4. Software Utilizados.....                              | 38        |
| 3.1.5. Control de Calidad de los Datos.....                  | 38        |
| 3.1.6. Recursos Materiales.....                              | 39        |
| 3.1.7. Recursos de Campo.....                                | 39        |
| <b>CAPITULO IV. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO.....</b> | <b>40</b> |
| 4.1. Ubicación .....   | 40        |
| 4.1. Accesibilidad .....                                     | 41        |
| 4.3. Clima .....   | 41        |
| 4.4. Vegetación .....  | 43        |



Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado la Chorrera-  
Sorochuco-Celendín-Cajamarca

---

|  | Pág. |
|--|------|
| CAPITULO V.- MODELO DIGITAL .....              | 44   |
| 5.1. Modelo Digital del Terreno .....          | 44   |
| 5.2. Modelo Digital de Elevaciones .....       | 46   |
| CAPITULO VI. GEOMORFOLOGIA.....                | 48   |
| 6.1. Valles .....                              | 48   |
| 6.2. Superficies de Erosión .....              | 48   |
| 6.3. Relieve Montañoso.....                    | 48   |
| 6.4. Colinas de Pendientes medias y bajas..... | 49   |
| 6.5. Drenaje.....                              | 50   |
| 6.6. Fisiografía .....                         | 50   |
| CAPITULO VII. GEOLOGÍA REGIONAL.....           | 51   |
| 7.1. Formación Celendín .....                  | 51   |
| 7.2. Formación Cajamarca .....                 | 51   |
| 7.3. Grupo Quilquiñán .....                    | 51   |
| 7.4. Grupo Pulluicana.....                     | 52   |
| 7.5. Formación Pariatambo .....                | 52   |
| 7.6. Formación Chulec .....                    | 53   |
| 7.7. Formación Inca.....                       | 53   |
| 7.8. Formación Farrat.....                     | 53   |
| 7.9. Formación Carhuaz.....                    | 54   |
| 7.10. Formación Santa .....                    | 55   |
| 7.11. Formación Chimu .....                    | 55   |
| CAPITULO VIII. GEOLOGIA LOCAL .....            | 56   |
| 8.1. Formación Inca (ki-in).....               | 58   |
| 8.2. Formación Chulec (ki-chu) .....           | 58   |
| 8.3. Formación Pariatambo (ki-pa).....         | 59   |
| 8.4. Grupo Pulluicana (ks-yu).....             | 60   |
| 8.5. Grupo Quilquiñán (ks-q) .....             | 61   |
| 8.6. Depósitos Coluviales.....                 | 62   |

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado la Chorrera-  
Sorochocho-Celendín-Cajamarca

---

|  | Pág. |
|--|------|
| 8.7. Depósitos Aluviales .....   | 63   |
| 8.8. Rocas intrusivas .....  | 64   |
| CAPITULO IX. GEOLOGIA ESTRUCTURAL .....                                | 65   |
| 9.1. Falla la Chorrera.....  | 67   |
| 9.2. Falla Lipiac.....   | 69   |
| 9.3. Falla el Tingo:.....  | 70   |
| 9.3. Anticlinal Alforjacochoa: .....                                   | 71   |
| 9.4. Analisis de las Fallas de la Zona 1 .....                         | 73   |
| 9.5. Analisis de las Fallas del Zona 2.....                            | 76   |
| 9.6. Analisis de las Fallas del Zona 3.....                            | 79   |
| 9.7. Analisis de las Fallas del Zona 4.....                            | 81   |
| CAPITULO X. HIDROGEOLOGIA.....   | 84   |
| 10.1. El Ciclo Hidrologico .....                                       | 84   |
| 10.2. Descripción del Movimiento del Agua .....                        | 85   |
| 10.3. Balance de agua para una Cuenca Hidrológica .....                | 87   |
| 10.4. Relación entre Aguas Subterráneas y Superficiales .....          | 87   |
| 10.4.1. Los Manantiales .....  | 87   |
| 10.4.2. Clasificación de los Manantiales .....                         | 87   |
| 10.5. Relaciones entre las Escorrentías Superficial y Subterránea..... | 88   |
| 10.6. Inventario de Manantiales y Acuíferos.....                       | 90   |
| CAPITULO XI. DISCUSION DE RESULTADOS .....                             | 118  |
| 11.1. Geología Estructural.....  | 118  |
| 11.1.1. Desarrollo y colección de datos.....                           | 118  |
| 11.1.2. Evaluación de la zona 1-zona 2 .....                           | 118  |
| 11.2. Evaluacion de Resultados Hidrogeologicos .....                   | 132  |
| 11.2.1. Parametros de Campo del Manantial el Galgo.....                | 132  |
| 11.2.5. Parametros de Campo de la Laguna Alforjacochoa .....           | 135  |
| 11.2.9. Parametros de Campo del Manantial Ojo de Agua .....            | 137  |
| 11.2.13. Parametros de Campo del manantial Chaquicochoa .....          | 139  |
| 11.2.17. Parametros de Campo de la Laguna Lucmacocha .....             | 141  |

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado la Chorrera-  
Sorochuco-Celendín-Cajamarca

---

|   | Pág. |
|---|------|
| 11.2.21. Parametros de Campo del Manantial Hijadero.....  | 143  |
| 11.2.25. Parametros de Campo del Manantial Tragadero..... | 145  |
| 11.2.29. Parametros de Campo del Manantial Culqui.....    | 147  |
| 11.2.33. Parametros de Campo del Manantial Totora.....    | 149  |
| 11.2.37. Parametros de Campo Rio Chorrera.....            | 151  |
| CONCLUSIONES.....   | 155  |
| RECOMENDACIONES .....                                     | 157  |
| BIBLIOGRAFIA .....  | 158  |
| ANEXOS .....  | 160  |

## ILUSTRACIONES

### LISTA DE TABLAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Tabla 01. Coordenadas en UTM WGS 84 del área de estudio .....             | 4    |
| Tabla 02. Coordenadas en UTM WGS 84 Ubicación de la zona de estudio ..... | 40   |
| Tabla 03. Datos de Fallas y Fracturas Zona 1.....                         | 74   |
| Tabla 04. Datos de Fallas y Fracturas Zona 2.....                         | 77   |
| Tabla 05. Datos de Fallas y Fracturas Zona 3.....                         | 79   |
| Tabla 06. Datos de Fallas y Fracturas Zona 4.....                         | 82   |
| Tabla 07. Manantial Tragadero.....  | 91   |
| Tabla 08. Manantial Villanueva.....                                       | 92   |
| Tabla 09. Manantial Sebastian.....  | 93   |
| Tabla10. Manantial Cesar.....   | 94   |
| Tabla11. Manantial Elena.....   | 95   |
| Tabla12. Manantial Natividad.....   | 96   |
| Tabla13. Manantial Matilde.....   | 97   |
| Tabla14. Manantial Andrés.....  | 98   |
| Tabla15. Manantial Briones.....   | 99   |
| Tabla16. Manantial Luis.....  | 100  |
| Tabla17. Manantial Saúl.....  | 101  |
| Tabla18. Manantial Jorge.....   | 102  |
| Tabla19. Manantial Hijadero el Chanche.....                               | 103  |
| Tabla 20. Laguna Chaquicocha.....   | 104  |
| Tabla 21. Manantial Chaquicocha.....                                      | 105  |

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado la Chorrera-  
Sorochuco-Celendín-Cajamarca

---

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 22. Manantial Ojo de agua.....                                     | 106  |
| Tabla 23. Manantial Raul.....  | 107  |
| Tabla 24. Manantial Jose.....  | 108  |
| Tabla 25. Laguna Alforjacochoa.....                                      | 109  |
| Tabla 26. Manantial Migel.....   | 110  |
| Tabla 27. Laguna Chica.....  | 111  |
| Tabla 28. Karst Vera.....  | 112  |
| Tabla 29. Laguna Lipiac.....   | 113  |
| Tabla 30. Manantial Hueco Fondo.....                                     | 114  |
| Tabla 31. Manantial Picota.....  | 115  |
| Tabla 32. Laguna Lucmacocha.....   | 116  |
| Tabla 33. Manantial Bolaños.....   | 117  |
| Tabla 34. Análisis Físico Químico del Manantial el Galgo.....            | 134  |
| Tabla 35. Análisis Físico Químico de la Laguna Alforjacochoa.....        | 136  |
| Tabla 36. Análisis Físico Químico del Manantial Ojo de agua.....         | 138  |
| Tabla 37. Análisis Físico Químico del Manantial Chaquicochoa.....        | 140  |
| Tabla 38. Análisis Físico Químico de la Laguna Lucmacocha.....           | 142  |
| Tabla 39. Análisis Físico Químico del Manantial Hijadero el Chanche..... | 144  |
| Tabla 40. Análisis Físico Químico del Manantial el Tragadero.....        | 146  |
| Tabla 41. Análisis Físico Químico del Manantial Culqui.....              | 148  |
| Tabla 42. Análisis Físico Químico del Manantial Totorá.....              | 150  |
| Tabla 43. Análisis Físico Químico del Río la Chorrera.....               | 152  |
| Tabla 44. Dureza total de las aguas.....                                 | 153  |
| Tabla 45. Clasificación de la dureza de los Manantiales muestreados..... | 154  |

## LISTA DE FIGURAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Figura 01. Estratificación de una roca.....  | 10   |
| Figura 02. Sinclinal.....  | 11   |
| Figura 03. Anticlinal.....   | 12   |
| Figura 04. Tipos de falla: a) Falla normal. b) Falla inversa.....  | 13   |
| Figura 05. Posibles efectos de una falla sobre la posición de los Acuíferos.....   | 14   |
| Figura 06. Acuíferos formados por la erosión de las escarpas (Meinzer, 1923)....   | 15   |
| Figura 07. Pozos productivos y su relación con la topografía<br>.....  | 18   |
| Figura 08. Naturaleza de los depósitos formados en a) ríosTrenzados;b) Llanuras<br>de inundación de ríos meándricos.....   | 21   |
| Figura 09. Funcionamiento de un sistema cárstico (Herrera 2003).....   | 22   |
| Figura 10. tipos de acuíferos según el funcionamiento hidráulico. Si la capa<br>confinante que se encuentra en el techo del acuífero inferior fuese un acuitardo<br>(en lugar de un acuicludo o acuífugo), entonces dicho acuífero sería<br>semiconfinado. (Custodio, E. y Llamas, M.R. 1983)..... | 25   |
| Figura 11. Acuífero Libre.....   | 25   |
| Figura 12. Acuífero Confinado.....   | 26   |
| Figura 13. Acuíferos en Medios Kársticos.....  | 27   |
| Figura 14. Precipitación anual para el año 2013 en Celendín.....   | 42   |
| Figura 15. Temperatura Media Máxima Mensual (°C) 2008- 2013.....   | 42   |
| Figura 16. El Ciclo Hidrológico.....   | 86   |
| Figura 17. Situación próxima de las formaciones geológicas permeables en<br>relación con el cauce del río.....   | 99   |
| Figura 18. Situación del nivel del agua del río y del nivel freático profundo en la<br>zona del acuífero contigua al río .....   | 99   |

## LISTA DE FOTOS

|   | Pág. |
|---|------|
| Foto 01. Vegetación de área de estudio.....   | 43   |
| Foto 02. Vegetación tipo cultivo.....   | 43   |
| Foto 03. Foto de la izquierda Falla Agua Blanca, Y La Foto De La Derecha Falla el<br>Tingo.....   | 48   |
| Foto 04. Foto Cerros empinados y agrestes que forman los relieves montañosos.<br>En estas geoformas abundan las pendientes altas 65 a 70 grados.....  | 49   |
| Foto 05. Geoformas suaves labradas sobre rocas calcáreas cretáceas.....   | 49   |
| Foto 06. Imagen de la izquierda Vista panorámica de la laguna Lipiac, Imagen de<br>la derecha Vista panorámica de la laguna Alforjacochoa.....        | 50   |
| Foto 07. Contacto entre la Formación Chulec y La Formación Pariatambo (Norte :<br>9231273, Este : 796524).....  | 59   |
| Foto 08. Contacto entre la Formación Chulec y La Formación Pariatambo (Norte:<br>9230876, Este: 796389).....  | 60   |
| Foto 09. Vista Panorámica de Calizas de la Formación Yumagual, tomada en la<br>parte alta del Anticlinal Alforjacochoa.....                           | 61   |
| Foto 10. Vista Panorámica de Calizas de la Formación Quilquiñan, Plano de Falla<br>la Chorrera.....   | 62   |
| Foto 11. Flanco Derecho del Anticlinal Alforjacochoa, Presencia de Depósitos<br>Coluviales.....   | 63   |
| Foto 12. Falla La Chorrera, Presencia de Depósitos Aluviales.....   | 63   |
| Foto 13. Afloramiento dique andesítico donde se observa calizas del grupo<br>Pulluicana. Ligeramente alteradas. (Norte : 9230922, Este : 796848)..... | 64   |
| Foto 14. vista panorámico de la Falla la Chorrera.....  | 65   |

|  | Pág. |
|--|------|
| Foto 15. Ubicación Falla la chorrera de tipo regional.....   | 67   |
| Foto 16. Falla Perpendicular a la Falla regional la Chorrera (Este: 796705, Norte: 9231757) Rbo: N35° Buz: 70° SE.....                                       | 68   |
| Foto 17. Fractura en roca caliza rellena con panizo Perpendicular a la Falla regional la Chorrera (Este: 796875, Norte: 9231299) Rbo: N190° Buz: 80° SE....  | 68   |
| Foto 18. Fractura en roca caliza rellena con Cuarzo Perpendicular a la Falla regional la Chorrera (Este: 796591, Norte: 9231849) Rbo : N5° Buz : 55° SE..... | 68   |
| Foto 19. Falla normal Lipiac.....  | 69   |
| Foto 20. Brecha de la falla Lipiac rellena de material anguloso a subanguloso (Este: 795999, Norte: 9229601).....  | 69   |
| Foto 21. Brecha de la falla Lipiac (Este: 795879, Norte: 9229624), DIP: 51°, DD:13°.....   | 69   |
| Foto 22. Falla Regional El Tingo.....  | 70   |
| Foto 23. Fractura Perpendicular a la Falla regional El Tingo Rellena Con Carbonato de calcio (Este: 797132, Norte: 9230754) Rbo: N275 Buz: 87 NE.....        | 71   |
| Foto 24. Lenares en Calizas, Falla el Tingo (Este: 797302, Norte: 9231119).....  | 71   |
| Foto 25. Anticlinal Alforjacochoa.....   | 72   |
| Foto 26. Fracturas perpendiculares al eje del Anticlinal Alforjacochoa (Norte : 9231093, Este : 795871).....   | 72   |
| Foto 27. Sills paralelo a los estratos de caliza en el anticlinal Alforjacochoa (Norte: 9231163, Este: 796038).....  | 73   |



**LISTA DE IMÁGENES**

|  | Pag. |
|--|------|
| Imagen 01. Equipo utilizado en campo.....  | 39   |
| Imagen 02. Ubicación política del distrito de sorochuco.....                           | 40   |
| Imagen 03. Mapa de Modelo Digital del Terreno .....                                    | 45   |
| Imagen 04. Mapa de Modelo Digital de Elevaciones .....                                 | 45   |
| Imagen 05. Columna estratigráfica generalizada del Centro Poblado La Chorrera<br>..... | 49   |
| Imagen 06. Principales estructuras geológicas del Centro Poblado La<br>Chorrera.....   | 66   |
| Imagen 07. Diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 1.....                         | 76   |
| Imagen 08. Diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 2.....                         | 78   |
| Imagen 09. Diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 3.....                         | 81   |
| Imagen 10. Diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 4.....                         | 83   |
| Imagen 11. Plano de Resultados - Zona 1-2.....   | 129  |
| Imagen 12. Plano de Resultados - Zona 2-3.....   | 130  |
| Imagen 13. Plano de Resultados - Zona 4.....   | 131  |

**LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS**

|           |  |
|-----------|--|
| CC.       | Control de Calidad   |
| CT.       | Coliformes Totales   |
| ESD.      | Escorrentía superficial directa  |
| Ki – Chu. | Cretáceo Inferior Chúlec.  |
| Ki – Fa.  | Cretáceo Inferior Farrat.  |
| Ki – In.  | Cretáceo Inferior Inca.  |
| Ks – Ca.  | Cretáceo Superior Cajamarca  |
| Ks – Pa.  | Cretáceo Superior Pariatambo   |
| Ks – Qm.  | Cretáceo Superior Quilquiñán.  |
| Ks – Yu.  | Cretáceo Superior Yumagual.  |
| L.        | Litro  |
| Lag.      | Laguna   |
| ECAs.     | Estándares Nacionales de Calidad Ambiental   |
| LMP.      | Limites Máximo Permisibles,  |
| ND.       | No Definido  |
| MINAM.    | Ministerio del Ambiente  |
| mg.       | miligramo  |
| mL        | mililitro  |
| PF.       | Perfil   |
| pH        | Potencial de Hidrogeno   |
| RAP.      | Reservorio de Agua Potable   |
| SEDACAJ.  | Empresa prestadora de servicios de saneamiento para<br>Cajamarca                   |
| SIG.      | Sistemas de información geográfica   |
| UFC.      | Unidades Formadoras De Colonias.   |
| UNESCO.   | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la<br>Ciencia y la Cultura. |
| UNT.      | Unidades Nefelometricas de Turbiedad.  |
| UTM.      | Universal Transverse Mercator.   |

## **CAPITULO I.**

### **INTRODUCCIÓN**

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Cordillera de los Andes del Norte del Perú, dentro de la intersección de los lineamientos NE-SW del Corredor Estructural Chicama - Yanacocha Quiroz A. (1997) y los lineamientos tienen orientación Andina NW- SE, los cuales inciden en la presencia de los manantiales de la Sub Cuenca Chirimayo, dentro de la zona donde se ubica el Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca.

Mediante la Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica podemos conocer y evaluar sus características físicas y geomorfológicas las vertientes de la subcuenca Chirimayo, analizar y tratar la información recopilada existente de la subcuenca, analizar y evaluar la escorrentía mediante registros históricos y obtener caudales sintéticos, encontrar el funcionamiento de las líneas de flujo, hallar la demanda de agua para las áreas productivas, encontrar el balance hídrico de los afluentes de la subcuenca Chirimayo.

Con el Inventario de Fuentes de Agua Superficial, se delimitará y codificará hidrográficamente a la subcuenca, utilizando para ello el apoyo logístico del Sistema de Información Geográfica SIG, el mismo que permitirá contar con una base de datos de información básica georeferenciados de las diferentes fuentes de aguas superficiales (ríos, riachuelos, quebradas, lagunas, manantiales, etc.) dentro del ámbito de la subcuenca del río Chirimayo, permitiéndonos conocer además su uso y volumen de sus aguas.

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.**

En el Centro Poblado la Chorrera se encuentran Lagunas, Ríos, Riachuelos, Quebradas y Manantiales, que estarían relacionados con la hidrogeología de la zona; el cual se evaluará el comportamiento de las Geoestructuras y su relación con los acuíferos y manantiales para poder determinar la calidad de las aguas.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Existe relación entre las Geoestructuras, Acuíferos, y los Manantiales que se encuentran en el Centro Poblado la Chorrera?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. GENERAL**

- ✓ Realizar la Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado la Chorrera, en el Dto. De Sorochuco, Provincia de Celendín y sus relaciones con los manantiales.

### **1.3.2. ESPECÍFICOS**

- ✓ Definir la ubicación de los manantiales en la Subcuenca del río Chirimayo.
- ✓ Evaluar el comportamiento de las Geoestructuras y su relación con los acuíferos y manantiales que se encuentran en las vertientes de la Subcuenca del Río Chirimayo.
- ✓ Determinar la calidad de las aguas de lagunas, ríos y manantiales.

#### 1.4. HIPÓTESIS

Las Geoestructuras están relacionadas con los acuíferos y los manantiales que se encuentran en el Centro Poblado la Chorrera en las vertientes del río Chirimayo, los cuales están relacionados con los cambios que se producirán en la calidad del agua.

#### 1.5. ALCANCES

El Proyecto de Tesis se fundamenta en la Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del área de manantiales que se encuentran en el Centro Poblado la Chorrera, con la intención de asegurar el suministro del recurso hídrico para el consumo humano y para el desarrollo de las actividades productivas desde la perspectiva de un uso Racional y Ambientalmente Sostenible de este recurso disponible en la zona de estudio. Por lo cual el alcance de la tesis será exploratorio, descriptivo y correlacional dentro del tipo de investigación transversal.

#### 1.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El Proyecto de investigación comprende la evaluación de las Geoestructuras y la Hidrogeología de la zona y su influencia en la formación de acuíferos en el Centro Poblado la Chorrera, hacia las vertientes de la Subcuenca Chirimayo.

**Tabla 01.** -Coordenadas en UTM WGS 84 del área de estudio

| VERTICE | LATITUD  | LONGITUD |
|---------|----------|----------|
| A       | 9237000. | 789000.0 |
| B       | 9237000  | 800000.0 |
| C       | 9228000. | 800000.  |
| D       | 9228000. | 789000.  |

Estas coordenadas pertenecen a la hoja 14-G del Cuadrángulo de Celendín.

### **1.7. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El Centro Poblado la Chorrera presenta condiciones geoestructurales e hidrogeológicas aptas para la formación de acuíferos y manantiales, los cuales se encuentran ubicados en las vertientes de la Subcuenca del Río Chirimayo.

La tesis propuesta se justifica porque servirá para conocer la ubicación de los manantiales, el comportamiento Geoestructural, la cantidad de manantiales y sus calidades de agua, y además definirá el comportamiento de los usuarios de la Sub Cuenca media y alta que usufructúan el agua del Río Chirimayo frente a los posibles conflictos con las actividades extractivas.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

- ✓ INGEMMET Boletín N 38. (1980), Cuadrángulo de Celendín. Analizan regionalmente el área de estudio. Considerando la existencia del cartografiado a escala 1:100,000 realizado por geólogos de Instituto Geológico Minero y Metalúrgico de Perú.
- ✓ Knight Piésold Consultores (2010). En el Resumen Ejecutivo del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Conga, muestran que han realizado la evaluación de manantiales en la Subcuenca Chirimayo.
- ✓ MINAM. (2011). Informe N° 001-2011. Comentarios al Estudio de Impacto Ambiental del proyecto CONGA aprobado en octubre de 2010. Lima: MINAM.
- ✓ Informe de resultados del monitoreo trimestral de calidad de agua junio 2011, en la Microcuenca de la Quebrada Chirimayo- Proyecto Minero el Galeno, preparado por MWH PERÚ S.A.

#### **2.2. TEORÍAS REFERENTES AL TEMA DE INVESTIGACIÓN**

##### **2.2.1. BREVE RECUENTO HISTÓRICO DE LA HIDROGEOLOGÍA**

Aunque teorías oscuras y míticas prevalecieron por miles de años, acerca del origen de fuentes y manantiales de aguas subterráneas, su utilización es conocida desde tiempos antiquísimos. En efecto, muchos siglos antes de nuestra era los pueblos del Oriente Medio construían obras de captación de dichas aguas y el uso de los pozos excavados desde la superficie estaba bastante generalizado.

Tolman (1933) reportó que los chinos construyeron pozos entubados en bambú, con profundidades de más de 1500 m, con diámetros de 2 a 10 m, que tomaban hasta tres generaciones para construirse. Se usaron muchos

mecanismos para extraer agua de estos primitivos pozos, empleando la fuerza humana o la animal. Sin embargo, el sistema más notable de extraer agua subterránea, no requería ningún tipo de mecanismo: Los persas, 800 A.C., desarrollaron un sistema de extracción por medio de túneles y canales que drenaban por gravedad, llamados Kanats. Hay gran número de Kanats, aún funcionando que cubren regiones áridas del suroeste de Asia y Afganistán. En Irán hay hoy en día aproximadamente 22000 kanats que suplen las 3/4 partes del total del agua usada en el país. P. Beaumont, en 1971, se refería al más largo de ellos, cerca de Zarand. Este tiene 29 km. de longitud y no menos de 966 pozos a lo largo de su recorrido; generalmente éstos son poco profundos, sin embargo se han encontrado algunos cuyas profundidades exceden los 250 m. Los caudales de estos pozos no sobrepasan los 100 m<sup>3</sup>/h.

Como ciencia puede considerarse que la hidrología comienza propiamente a partir del siglo XVII. Investigadores como los franceses Pierre Perrault (1608-1680) y Edmé Mariotte (1620-1684) y el inglés Edmund Halley hicieron ver el papel de la infiltración, del agua subterránea y de la evaporación en el ciclo hidrológico. Sin embargo, el inicio de la hidrogeología sólo puede ubicarse a partir del surgimiento y desarrollo de la geología a partir del siglo XVIII y de la consiguiente aplicación de ciertos principios geológicos al tratamiento de algunos problemas hidrológicos, en particular por William Smith. En 1839- 1840 Hazen y Pouiseuille desarrollan la ecuación del flujo capilar y en 1856 el francés Henri Darcy estableció la ley matemática que rige el flujo subterráneo y publicó su obra "Les fontaines publiques de la Ville de Dijon".

En 1863 otro francés, Jules Dupuit, desarrolla la fórmula para calcular el flujo del agua en los pozos en régimen permanente, a partir de la aplicación de la ley de Darcy.



### **2.2.2. LA GEOLOGÍA Y SU RELACIÓN CON LA OCURRENCIA Y MOVIMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Según Maxey C. (1964), la hidrogeología puede definirse como el estudio de las interacciones entre el agua y la disposición geológica del suelo. El agua subterránea involucra el estudio de aquella parte del agua del ciclo hidrológico en los primeros miles de metros de la corteza terrestre. En este Proyecto de tesis se discutirán los factores geológicos básicos relacionados con el estudio de las aguas subterráneas.

### **2.2.3. CONTROLES GEOLÓGICOS**

Se considera como agua subterránea aquella parte del agua del ciclo hidrológico que está bajo la superficie del terreno, a presiones mayores que la atmosférica. Esta agua sub superficial satura el medio a través del cual se mueve y en el cual es almacenada. No se incluye como agua en el medio saturado, aquellos pequeños cuerpos de agua transitorios que pueden ser el resultado de infiltraciones muy altas durante períodos muy lluviosos. Su ocurrencia se da en varios tipos de espacios abiertos en las rocas, tales como fisuras, intersticios entre los granos, fracturas y diaclasas; debido a las diferencias de presión hidrostática esta agua, está en continuo movimiento. Se puede decir entonces que la existencia, movimiento y almacenamiento del agua subterránea están controlados por la secuencia, litología, espesores y estructura de los materiales que forman la tierra.

Se puede definir, entonces, un acuífero como una unidad litológica que contiene agua en cantidades apreciables y que además la deja circular.

Los acuíferos pueden presentarse en cuatro distintas formaciones geológicas:

a) Depósitos de gravas y arenas no consolidadas, intercalados frecuentemente con estratos de limos y arcillas, con pocas unidades de carbonatos.

b) Formaciones consolidadas y semiconsolidadas de conglomerados y areniscas, que tienen permeabilidad y porosidades primarias (intergranulares) y secundarias (fracturas y diaclasas).

c) Formaciones carbonatadas que tienen fisuras y fracturas, que pueden ensancharse por disolución. Tienen porosidades y permeabilidades primarias muy pequeñas.

d) Rocas ígneas y metamórficas con fisuras y fracturas que permiten el almacenamiento y circulación del agua, Davist D. (1966).

#### **2.2.4. CONDUCTIVIDAD Y POROSIDAD.**

Los espacios abiertos, vacíos o intersticios en las rocas son los receptáculos para almacenamiento y circulación del agua subterránea.

Son de dos tipos:

a) Poros intergranulares (primarios): se encuentran en rocas sedimentarias clásticas consolidadas o no.

b) Poros que resultan de fisuras y fracturas, formando dos grupos:

- Rocas estratificadas fisuradas que pueden sufrir disolución, formando canales a lo largo de las fracturas y planos de estratificación (evaporitas, calizas, carbonatos).

- Rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, que son capaces de almacenar y transmitir agua por medio de las fisuras y fracturas.

La manera como esos poros están intercomunicados entre sí define lo que se denomina permeabilidad o conductividad hidráulica, que mide la "habilidad" del agua para circular por las diferentes formaciones geológicas. Lo anterior significa que un material puede tener porosidad muy alta (Arcillas) y sin embargo su permeabilidad ser nula, ya que los poros no están intercomunicados, Davist D. (1966).

#### **2.2.5. EFECTOS DE LA ESTRATIGRAFÍA Y LA SEDIMENTACIÓN**

En una región dada las formaciones sedimentarias se disponen unas sobre otras como una pila de libros. Ellas mismas son estratificadas y

consisten en una sucesión de capas o lechos, que yacen unos sobre otros. Ver Figura 01

Estas capas pueden diferir en composición textura y grado de consolidación.

La estratificación refleja los cambios en las condiciones físicas y químicas que ocurren durante la depositación, Davist D. (1966).

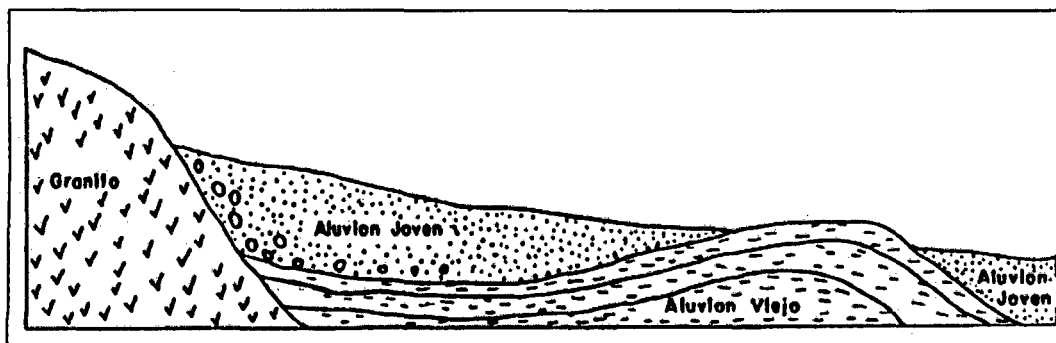


Figura 01 Estratificación de una roca.

Según, Davist D. (1966). Muchas unidades sedimentarias persisten a través de áreas grandes, sin embargo cambian gradualmente de un lugar a otro, reflejando diferencias locales en el ambiente geológico. Por ejemplo un río deposita material grueso en las partes altas de la cuenca y materiales finos en las partes bajas.

La inclinación o buzamiento de los estratos puede deberse a depositación en pendiente o a deformaciones posteriores. Los depósitos aluviales tienen ligeros buzamientos con dirección aguas abajo de las corrientes y los depósitos lacustres o costeros, y se vuelven casi horizontales a medida que se alejan de la costa.

Lo anterior implica la necesidad de conocer la disposición de los estratos para determinar las zonas de permeabilidades altas con sus respectivos espesores.

## 2.2.6. CONTROLES ESTRUCTURALES

### 2.2.6.1. PLEGAMIENTOS.

En muchas regiones los estratos han sido deformados, por efecto de movimientos de la tierra, quedando plegamientos irregulares. Los principales tipos son:

- **Sinclinales:** Pliegues cóncavos hacia abajo, con las rocas más jóvenes hacia el centro de la curvatura. Ver Figura 2.
- **Anticlinales:** Pliegues convexos hacia arriba con las rocas más antiguas hacia el centro de la curvatura. Ver Figura 3.

Siendo necesario obtener datos de campo en muchos puntos de un área dada, para obtener un mapa que muestre las unidades más permeables y la posición de los niveles piezométricos, Custodio E. (1983).

### 2.2.6.2. FISURAS Y FRACTURAS.

Las fisuras ocurren generalmente en rocas duras y masivas como resultado de esfuerzos de tracción y compresión producidos por los movimientos de la tierra.

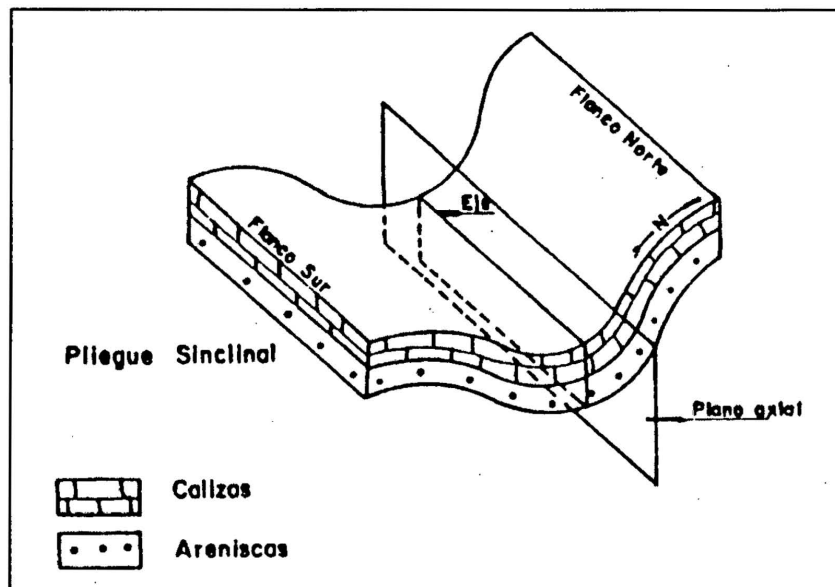


Figura 02 Sinclinal.

Fuente: Custodio E. (1983).

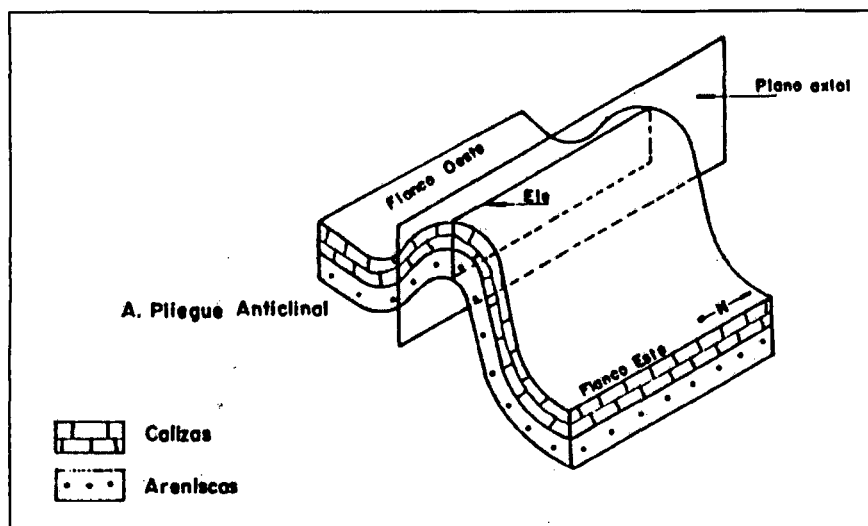


Figura 03 Anticlinal.

Fuente: Custodio et al, (1983).

El espaciamiento y continuidad de las fisuras y fracturas es muy variable. Las fisuras verticales son importantes "ductos" conductores de agua. Donde hay un estado de fisuración bien desarrollado, el espaciamiento de este tipo de fisuras según datos de campo puede variar entre tres y siete pies, y puede alcanzar profundidades hasta 50 pies. Las fisuras horizontales son más espaciadas que las verticales, decreciendo en número con la profundidad. Su continuidad rara vez excede los 150 pies. Se desarrollan más en las pendientes que en los valles, Meinzer, (1923).

### 2.2.6.3. FALLAS.

Una falla es una zona de fractura a lo largo de la cual hay desplazamientos diferenciales. Las fallas son de tres tipos: normal, inversa y de rumbo. Ver Figura 04.

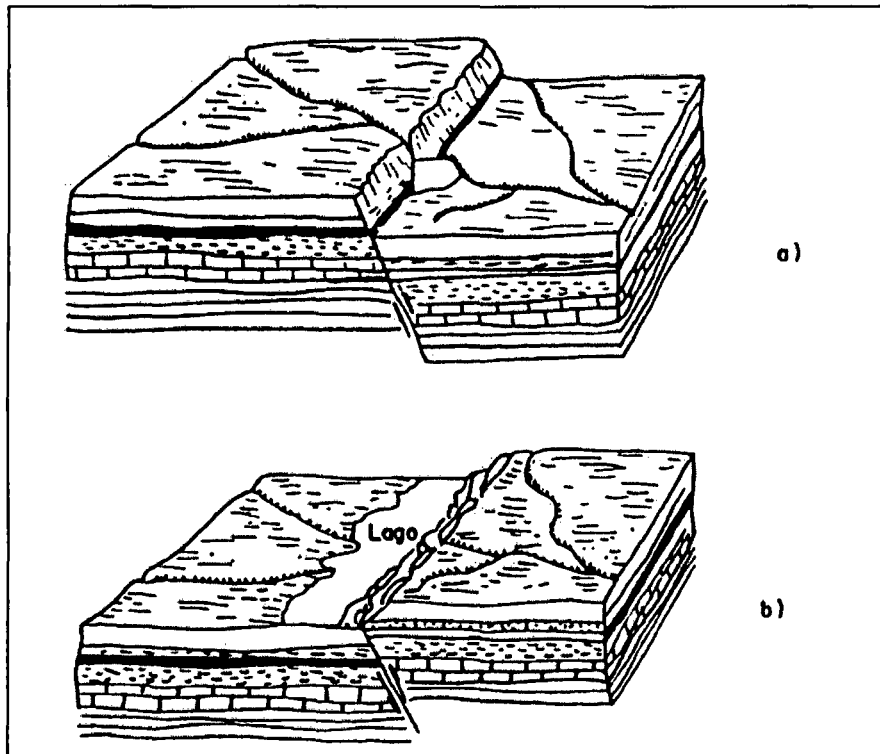
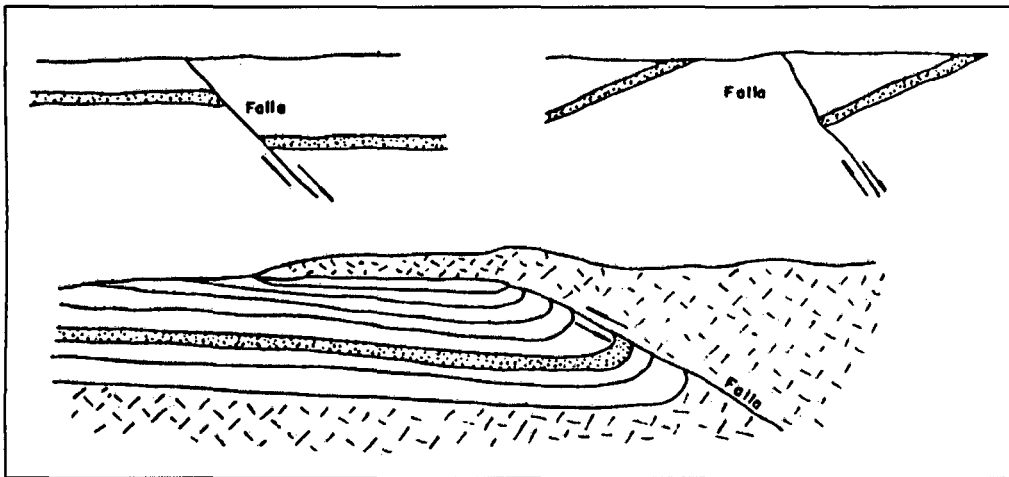


Figura 04. Tipos de falla: a) Falla normal. b) Falla inversa.

Fuente: Meinzer, (1923).

Las fallas pequeñas afectan muy poco el agua subterránea a menos que como las fracturas, sirvan de pequeños lugares de almacenamiento. Las fallas de extensión, desplazamiento y profundidades considerables, afectan la distribución y posición de los acuíferos. Pueden actuar, ya sea como barreras o como conductos de agua, Figura 05. Meinzer, (1923).



**Figura 05. Posibles efectos de una falla sobre la posición de los Acuíferos.**

En vez de una falla simple y bien definida, puede haber una zona de falla con numerosas fallas paralelas y masas de rocas fracturadas y pulverizadas, llamada brecha de falla. Tales zonas pueden también servir como conductos o barreras para el agua Tolman, (1937).

Las fallas afectan las condiciones del agua subterránea, no solamente desplazando unidades de alta permeabilidad, sino también modificando la altitud y topografía de la superficie en los lados opuestos de la falla. Por ejemplo, el lado elevado de una falla, puede producir una escarpa. También puede haber cambios que se traducen en la depositación de material altamente permeable en el lado bajo de la falla, causado por erosión de las rocas expuestas en el lado superior, tal como se observa en la Figura 06.

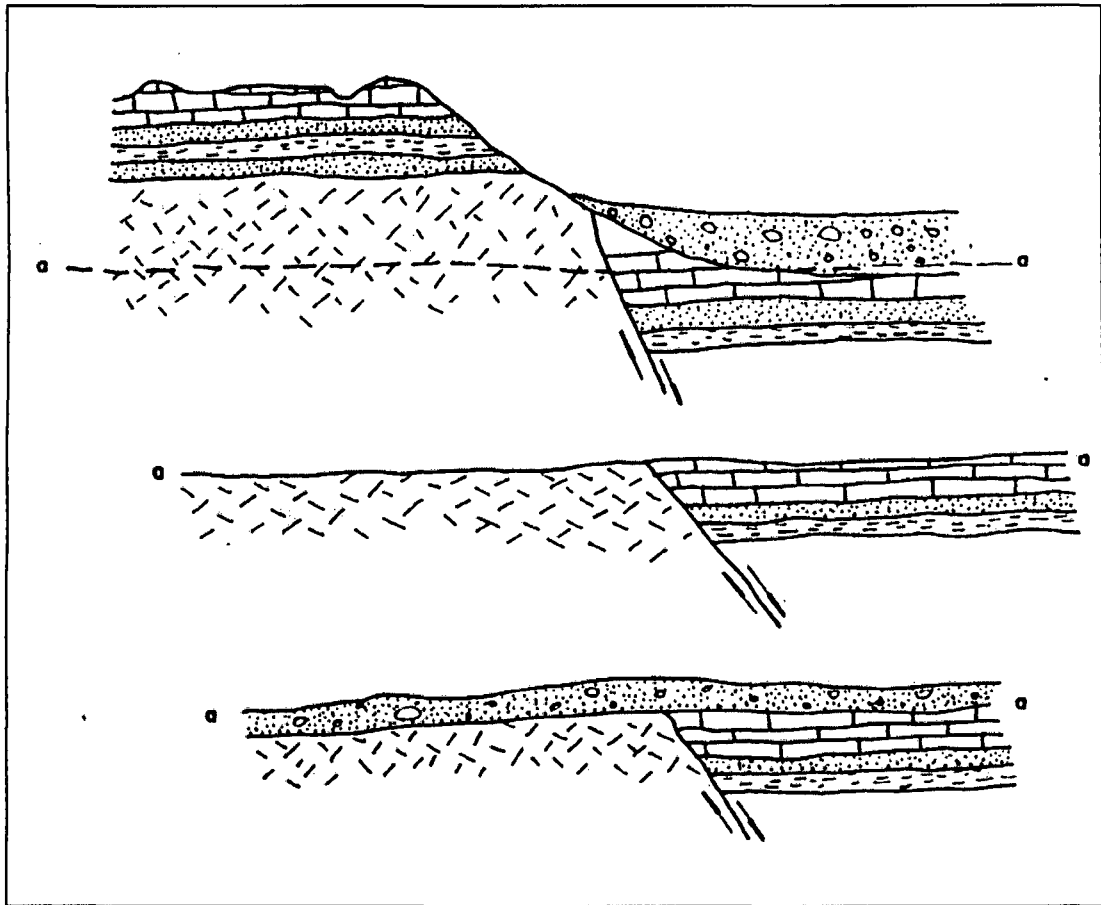


Figura 06. Acuíferos formados por la erosión de las escarpas

Fuente: Meinzer, (1923).

Según Meinzer, (1923). Con el tiempo, la erosión de la escarpa puede remover cualquier evidencia topográfica de su existencia. Eventualmente puede ser cubierta por depositación de sedimentos jóvenes sobre el área.

La depositación de material a lo largo de la falla reduce la permeabilidad. Sin embargo las fallas también pueden actuar como conductos para el flujo. En regiones donde éstas tienen profundidades considerables, las fisuras y fracturas asociadas a ellas permiten el ascenso del agua, dando origen a las llamadas aguas termales.



## **2.2.7. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LAS ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS**

Las muestras de rocas metamórficas y plutónicas no alteradas presentan siempre una porosidad total inferior al 3% y casi siempre inferior al 1%. Las permeabilidades son tan pequeñas que pueden considerarse como nulas desde el punto de vista práctico. Sin embargo a través de fracturas y zonas descompuestas pueden desarrollarse considerables porosidades y permeabilidades. La permeabilidad de campo en este tipo de rocas puede ser del orden de 1000 veces la permeabilidad medida en el laboratorio.

Las permeabilidades debidas al fracturamiento de rocas no alteradas oscilan a partir de una cierta profundidad, entre 0.001 y 10 m/día.

Muchas rocas metamórficas y un número reducido de rocas plutónicas, contienen minerales carbonatados, que son susceptibles de ser rápidamente disueltos por el agua circulante.

La permeabilidad media de las rocas plutónicas y metamórficas disminuye a medida que la profundidad aumenta, fundamentalmente por dos razones:

- El peso de las capas superiores.
- Efectos menores de la meteorización.

Las diaclasas, fallas, y demás fracturas tienden a cerrarse en profundidad por efecto del peso de materiales suprayacentes.

Entre los agentes de alteración y descomposición superficial que originan permeabilidad en rocas plutónicas y metamórficas se encuentran los deslizamientos, los asentamientos y la erosión superficial la cual produce un efecto de recarga en las rocas infrayacentes, la descomposición química, las raíces de las plantas, la acción del hombre. Los deslizamientos y asentamientos afectan sólo zonas poco profundas y pueden dar lugar a la aparición de zonas de material detrítico suelto, que actúan a modo de área de recarga y pueden llegar a constituir excelentes acuíferos. La descomposición química actúa generalmente a

profundidades menores de 100 m. La acción del hielo y las raíces es efectiva sólo a pocos metros de profundidad.

En general en casi todos los pozos excavados en rocas plutónicas y metamórficas, los caudales de explotación son bajos. Están comprendidos entre 0.5 - 1.5 l/s.

En una misma región puede haber diferencias de caudales de un sitio al otro, que suelen ser debidas más al grado de alteración y fracturación que a las diferencias de composición mineralógica y textura. Los mayores caudales corresponden a rocas carbonatadas, donde la circulación del agua tiende a ensanchar las fracturas por disolución de los cristales de calcita y dolomita.

Un mismo tipo de roca puede proporcionar caudales diferentes aún en la misma unidad geológica. Se obtienen por lo general mayores caudales en climas húmedos que en climas secos por razones obvias de recarga. Se ha comprobado que la topografía en las regiones de rocas metamórficas y plutónicas es un factor importante por considerar en los trabajos de prospección, Figura 6. La ausencia de aguas subterráneas en las pendientes escarpadas o cerca de ellas se explica por el hecho de que en estas zonas la erosión ha barrido gran parte de la superficie de alteración, desposeyéndolas así de sus niveles porosos y permeables.

En general la calidad del agua subterránea suele ser excelente. Se encuentran excepciones en el caso de regiones áridas donde puede haber concentración de sales, por efecto de la evaporación y en lugares donde el agua salada ha emigrado hacia el interior de las fracturas.

Las aguas procedentes de las rocas ricas en dolomita y de los mármoles suelen poseer durezas entre moderadas y elevadas.

Las rocas volcánicas que se cristalizan en la superficie producen altas porosidades asociados con flujos de lava y piroclastos. Las cenizas volcánicas tiene porosidades altas, lo que las convierte en zonas importantes para la recarga de los acuíferos.

## 2.2.8. LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN ROCAS SEDIMENTARIAS

Las arcillas, limolitas, argilitas y otra serie de rocas detríticas de grano fino, representan aproximadamente el 50% de todas las rocas sedimentarias. Le siguen en importancia las areniscas, luego los conglomerados, los yesos, los chert, tilitas las diatomitas. Estas rocas también tienen porosidades y permeabilidades de las formaciones.

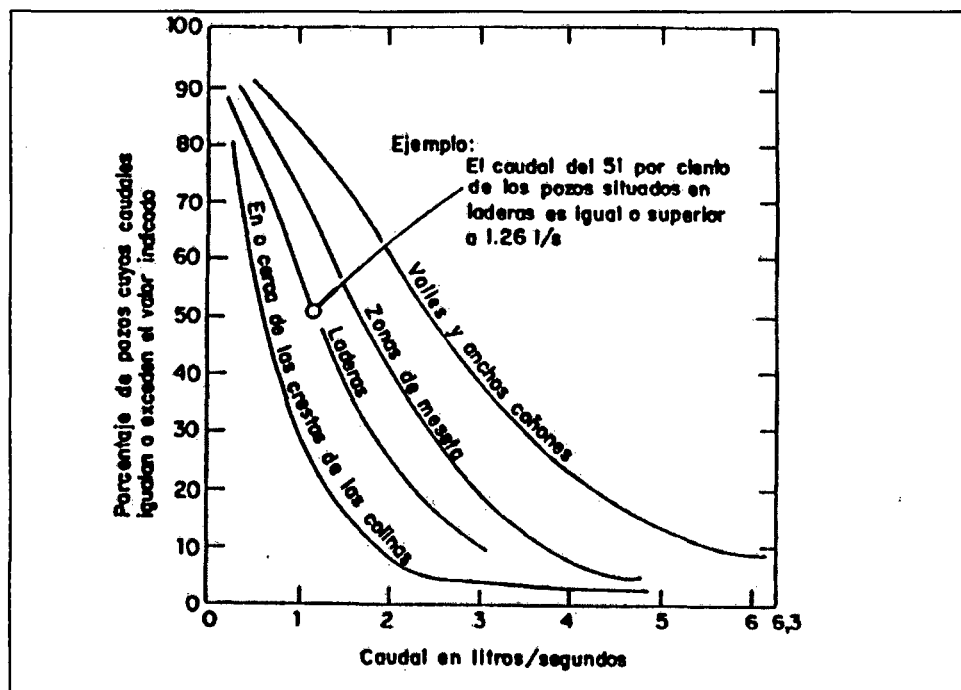


Figura 07. Pozos productivos y su relación con la topografía (Citado en Davis et al, 1971).

Según Davis et al, (1971). El espesor medio de los estratos de las formaciones sedimentarias suele estar comprendido entre unos pocos centímetros y algunos metros. Aunque la alternación de capas de arcilla, caliza y arenisca, suele ser la secuencia estratigráfica más frecuente, puede ocurrir que cada estrato individual sea tan potente, que los pozos no lleguen a atravesar más que un solo tipo de roca, a pesar de que pueden tener profundidades mayores de 100 m.

La mayor parte de las rocas detríticas de grano fino poseen porosidades altas, pero bajas permeabilidades. Frecuentemente, este tipo de rocas

constituye barreras para el movimiento del agua; sin embargo es un error común creer que a través de estos lechos confinantes no hay ningún desplazamiento de agua. El gran volumen que ocupa los espacios porosos de las rocas de grano fino permite el almacenamiento de grandes cantidades de agua. Por esta razón el agua almacenada en arcillas y rocas afines debe ser tomada en cuenta, particularmente en los casos en que haya diferencias piezométricas importantes entre los acuíferos y las formaciones confinantes, permitiendo un drenaje vertical de estas últimas. En las areniscas la porosidad total varía entre un 5 y un 33%. Las más comunes son la arcilla, la calcita, la dolomita y el cuarzo.

La permeabilidad de las areniscas suele ser de una a tres veces menor que la permeabilidad de los correspondientes sedimentos no consolidados. Mientras que la arena media tiene una permeabilidad entre 1 – 30 m/día, los valores para las areniscas correspondientes de grano medio varían entre 1 mm - 0.5 m/día. La permeabilidad en las rocas carbonatadas puede variar desde menos de un mm/día en el caso de las calizas ricas en minerales de arcilla, hasta varios miles de metros por día en el caso de brechas. Posiblemente la mayor transmisibilidad de casi todas las calizas es debida a la presencia de grietas y fracturas ensanchadas por efecto de disolución del agua.

La mayor parte de los pozos abiertos en rocas sedimentarias moderadamente compactadas posee caudales entre 0.05 - 30 l/s. Las rocas de grano fino proporcionan caudales del orden de 0.5 l/s. Las areniscas entre 0.5 - 15 l/s y las calizas entre 0.5 -1.5 l/s. En rocas sedimentarias compactadas, las zonas más favorables para la explotación de aguas subterráneas se sitúan a lo largo de zonas de falla y en regiones profundamente fracturadas.

#### **2.2.9. DEPÓSITOS ALUVIALES.**

Son formados por los materiales transportados por los ríos. Los acuíferos ubicados en este tipo de depósitos son una fuente importante de agua

potable. La figura 8, ilustra la morfología y variación en depósitos formados por ríos trezados y meándricos. Estos depósitos tienen gran variabilidad en sus propiedades hidráulicas. Los ríos trezados se forman en topografías donde los sedimentos tienen gran cantidad de gravas y arenas y las velocidades son significativas debido a pendientes grandes. El alineamiento variable de los canales y barras puede crear depósitos extensos de arena y gravas y depósitos más pequeños de limos y arcillas que llenan canales abandonados. Los ríos meándricos y sus correspondientes llanuras de inundación también forman depósitos de gravas y arenas, sin embargo, los depósitos de limos y arcillas son mucho más abundantes que en ríos trezados. La prospección de aguas subterráneas en este tipo de ambientes es difícil debido a la alta variabilidad de los caudales y fuentes de sedimentos Freeze, (1979).

#### **2.2.10. ALUVIONES EN VALLES TECTÓNICOS.**

Muchos valles son producto más de la actividad tectónica que de la erosión fluvial o glacial. El levantamiento de los macizos montañosos forma cuencas. La erosión de las montañas produce sedimentos que son transportados a los valles formando laderas y abanicos aluviales. Los valles también se pueden formar por caídas de grandes cantidades de corteza producidas por fallas de bloque. Los sedimentos de este tipo de ambientes son gruesos, con conductividades hidráulicas altas que dan lugar a buenos acuíferos. Freeze, (1979).

#### **2.2.11. ROCAS CARBONATADAS.**

Rocas carbonatadas como la limolita y la dolomita están formadas principalmente por minerales como la calcita con pequeñas cantidades de arcilla. Estas rocas son solubles en agua.

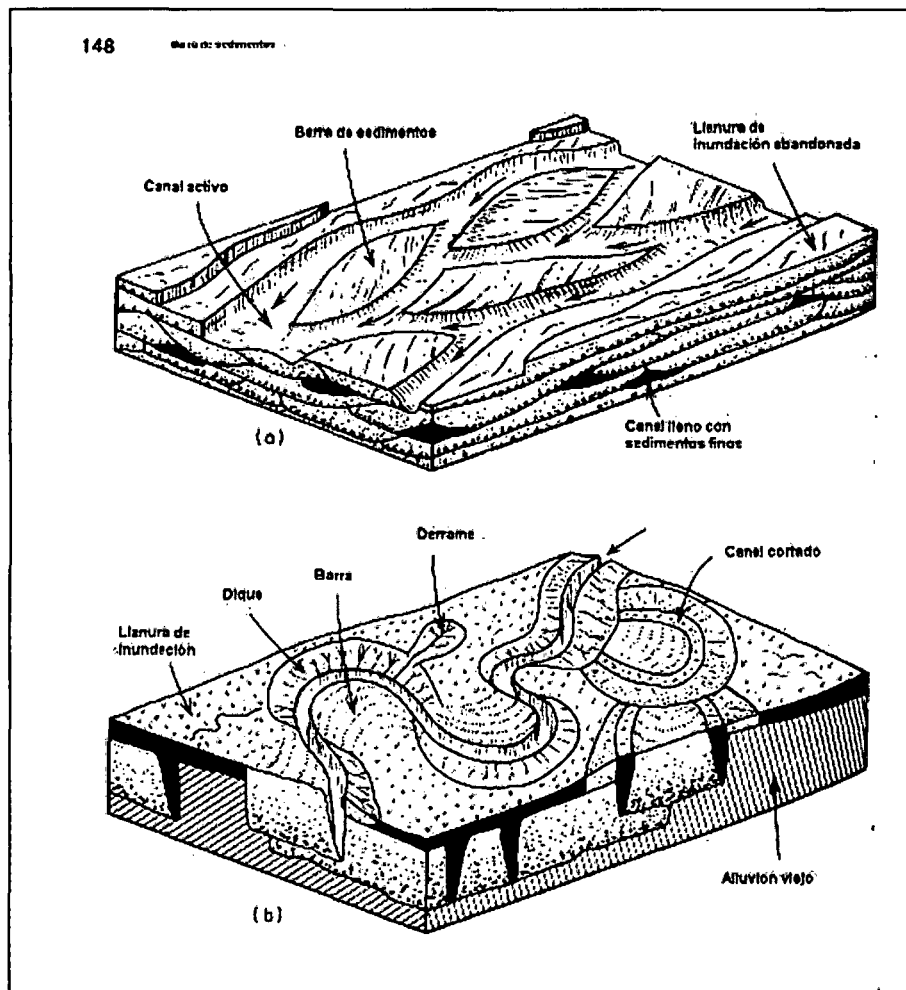


Figura 08. Naturaleza de los depósitos formados en a) ríos  
Trenzados; b) Llanuras de inundación de ríos meándricos  
Fuente: Allen, (1970)

Y su disolución causa ensanchamientos de planos de contacto, fracturas, fisuras y fallas. Este tipo de rocas puede dar lugar a lo que se conoce como topografía cárstica, que debe su nombre a la llanura de Kras en Eslovenia (antigua Yugoslavia). Como resultado de esta solubilidad y de varios procesos geológicos a través del tiempo se forman paisajes propios de este tipo de terrenos, caracterizados por depresiones (llamadas dolinas), cárcavas, corrientes intermitentes y ríos subterráneos. Las superficies freáticas en muchas zonas cársticas son casi planas debido las altas conductividades hidráulicas. Para la formación de Karst se requieren

las siguiente condiciones: a) existencia de un ambiente adecuado para el desarrollo de los procesos y fenómenos cársticos, b) movimientos tectónicos y descomposición y meteorización de la superficie del terreno, c) presencia del agua como agente meteorizante Milanovic, (1981)

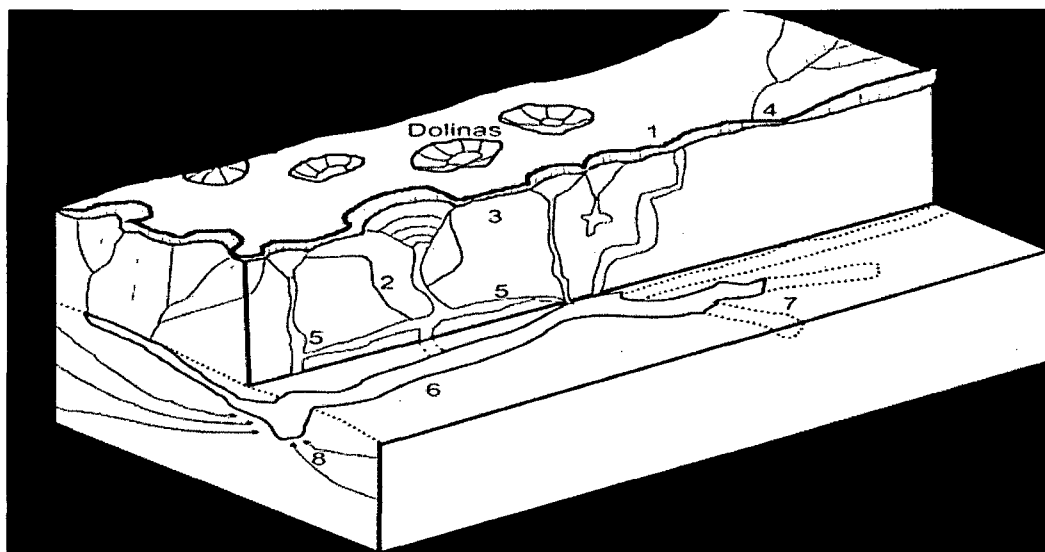


Figura 09. Funcionamiento de un sistema cárstico

Fuente: Herrera (2003)

## 2.2.12. LOS ACUÍFEROS

Se denomina acuífero a aquellas formaciones geológicas que almacenan y liberan agua, con la particularidad, del carácter móvil y renovable de las aguas que llegan y saturan el medio permeable, permitiendo que el hombre pueda extraerla y aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para sus necesidades.

## 2.2.13. PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS

Considerando los acuíferos como sistemas que poseen un cierto funcionamiento, regulado por la recarga y las extracciones, se comprende que deben poseer unas ciertas características fundamentales de las cuales dependen. Estas características o parámetros permiten definir el funcionamiento de un acuífero frente a unas determinadas acciones

exteriores. Estos parámetros son: La porosidad, la permeabilidad y la transmisividad, Gil J. (2007).

#### **2.2.13.1. POROSIDAD.**

La porosidad de un terreno se define como la relación (%) entre el volumen de huecos y el volumen total del terreno que los contiene:  $P = V_h/V_t \times 100$

La porosidad depende de un gran número de factores entre los que cabe destacar:

- Naturaleza del terreno
- La uniformidad granulométrica de sus componentes
- La disposición y forma de las partículas
- Grado de cementación o compactación
- Efectos de la fisuración, disolución, meteorización, etc

Los huecos o intersticios del terreno se clasifican en dos grandes grupos:

- Primarios, originados al mismo tiempo que se formaron las rocas que los contienen: Ej. Las rocas detríticas.
- Secundarios, producidos posteriormente por fracturación o por disolución: Ej. Las rocas metamórficas y las calizas.

De lo anterior se deduce que hay dos tipos de porosidades:

- Porosidad primaria u originaria
- Porosidad adquirida o secundaria, producida por fracturación o por disolución, Gil J. (2007).

#### **2.2.13.2. PERMEABILIDAD.**

Es la capacidad de un terreno de permitir el paso del agua a su través.

La permeabilidad es el factor más importante de las rocas en relación con la explotación de sus aguas subterráneas. Depende de:

- Tamaño de los huecos interconectados (poros, fracturas, etc.)
- La granulometría de las partículas rocosas



- Naturaleza y rugosidad de la superficie de estas partículas
- La dirección dentro del terreno (anisotropía).

Puesto que el agua subterránea es contenida y conducida por los huecos que presenta el terreno, la forma y las características de ellos influirán de un modo fundamental en el comportamiento de la permeabilidad: Los materiales granulares bien clasificados (gravas y arenas) tienen una elevada porosidad y permeabilidad; en cambio, en las arcillas y los limos el agua se adosa a los diminutos poros por atracción iónica y queda retenida, es decir, son rocas muy porosas pero resultan impermeables, Gil J. (2007).

### **2.2.13.3. TRANSMISIVIDAD.**

El concepto de transmisividad se define como “el caudal que se filtra a través de una franja vertical de terreno, de ancho la unidad y de altura igual a la del manto permeable saturado de agua, bajo un gradiente hidráulico unidad y a una temperatura fija determinada”.

Si  $E$  es el espesor saturado de la formación permeable, la transmisividad es igual al producto de la permeabilidad por dicho espesor:  $T = P \times E$ .

Desde el punto de vista hidrogeológico, la transmisividad tiene más importancia que la permeabilidad, porque así como ésta ( $P$ ) es una característica constante del terreno que deja pasar el agua, lo que no implica que la contenga, aquella ( $T$ ) depende de la altura o espesor del manto acuífero saturado, Gil J. (2007).

### **2.2.14. CLASIFICACIÓN DE LOS ACUÍFEROS.**

#### **2.2.14.1. SEGÚN LA PRESIÓN HIDROSTÁTICA DEL AGUA**

Atendiendo al comportamiento de las formaciones geológicas así como a su posición estructural en el terreno, se distinguen dos tipos principales de acuíferos, a) Acuíferos libres, b) acuíferos confinados.

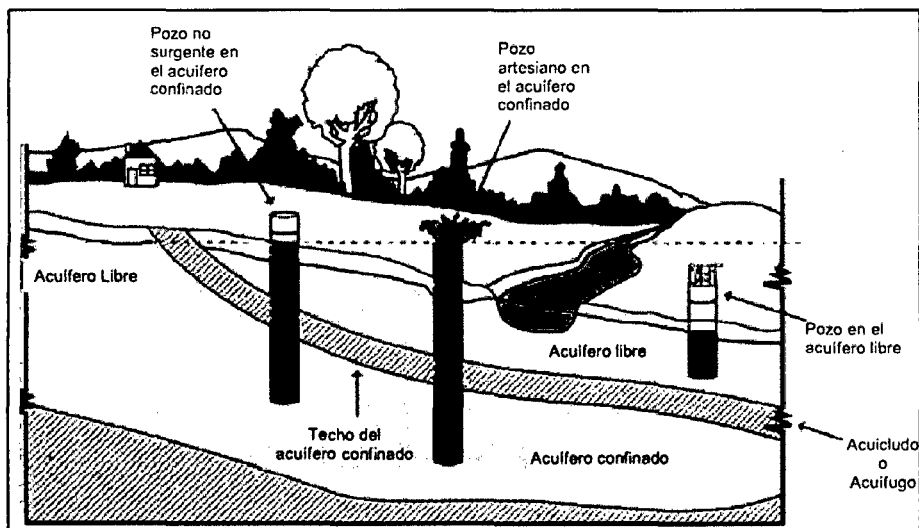


Figura 10.- tipos de acuíferos según el funcionamiento hidráulico.

Fuente: Custodio, E. y Llamas, M.R. (1983).

## 2.2.14.2. LOS ACUÍFEROS LIBRES

Son aquellos en los que el nivel superior de saturación se encuentra a presión atmosférica. A la superficie piezométrica de un acuífero libre se denomina superficie freática. Por esta razón, los acuíferos libres son también conocidos como "Acuíferos Freáticos". Por lo tanto, la superficie freática es una superficie real que delimita el acuífero libre (por debajo) de la zona vadosa (por encima). Custodio, E. y Llamas, M.

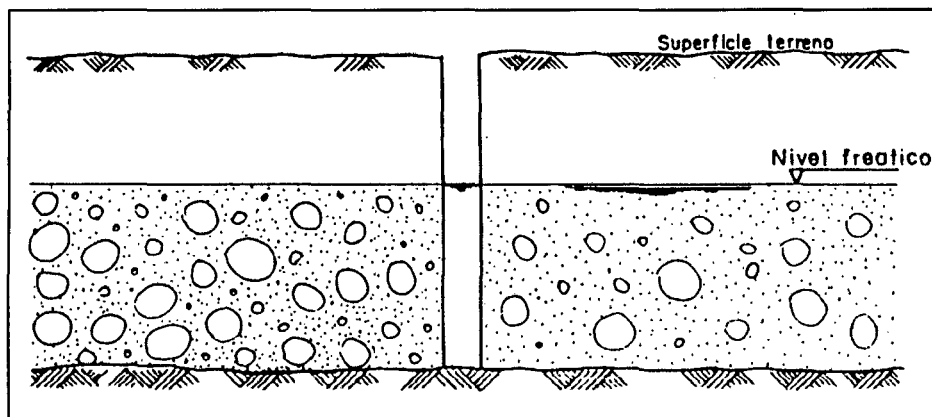


Figura 11. Acuífero libre.

Fuente. Custodio, et al, (1983)

### 2.2.14.3. ACUÍFEROS CONFINADOS.- (O acuíferos cautivos)

Corresponden a formaciones geológicas permeables, completamente saturadas de agua, confinadas entre dos capas o estratos que podemos asumir como impermeables, ya sean acuífugos o acuicludos (figura 12) Custodio, E. y Llamas, M. (1983).

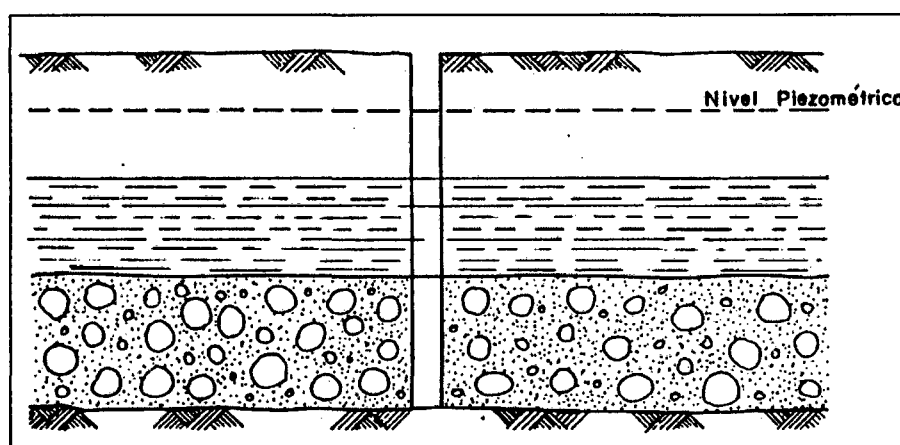


Figura 12. Acuífero confinado.

Fuente. Custodio, E. y Llamas, M. (1983)

### 2.2.14.2. SEGÚN EL TIPO DE PERMEABILIDAD

#### 2.2.14.2. 1. ACUÍFEROS DE MEDIOS POROSOS

Se encuentran en los sedimentos detríticos (gravas, conglomerados, arenas y areniscas), presentan unas excelentes condiciones para almacenar y transmitir el agua, aunque las velocidades de esta son, por lo general, bajas, Gil J. (2007).

#### 2.2.14.2. 2. ACUÍFEROS DE MEDIOS FISURADOS:

Se localizan en las fracturas de las rocas metamórficas precámbricas y paleozoicas (pizarras, esquistos, cuarcitas, etc...), las cuales han sido consideradas como impermeables, pero actualmente con el avance de las técnicas de perforación en rocas duras se ha

demostrado la existencia de un complejo medio acuífero fisurado muy anisótropo. Gil J. (2007).

### 2.2.14.2. 3. ACUÍFEROS DE MEDIOS KÁRSTICOS.

Se trata de grandes embalses subterráneos cuyas aguas circulan y se almacenan dentro de las cavidades de las formaciones rocosas calcáreas (calizas y dolomías), las cuales tienen una porosidad secundaria originada por disolución, presentando canales y cavernas de gran tamaño que cuando se saturan de agua constituyen acuíferos muy importantes, Gil J. (2007).

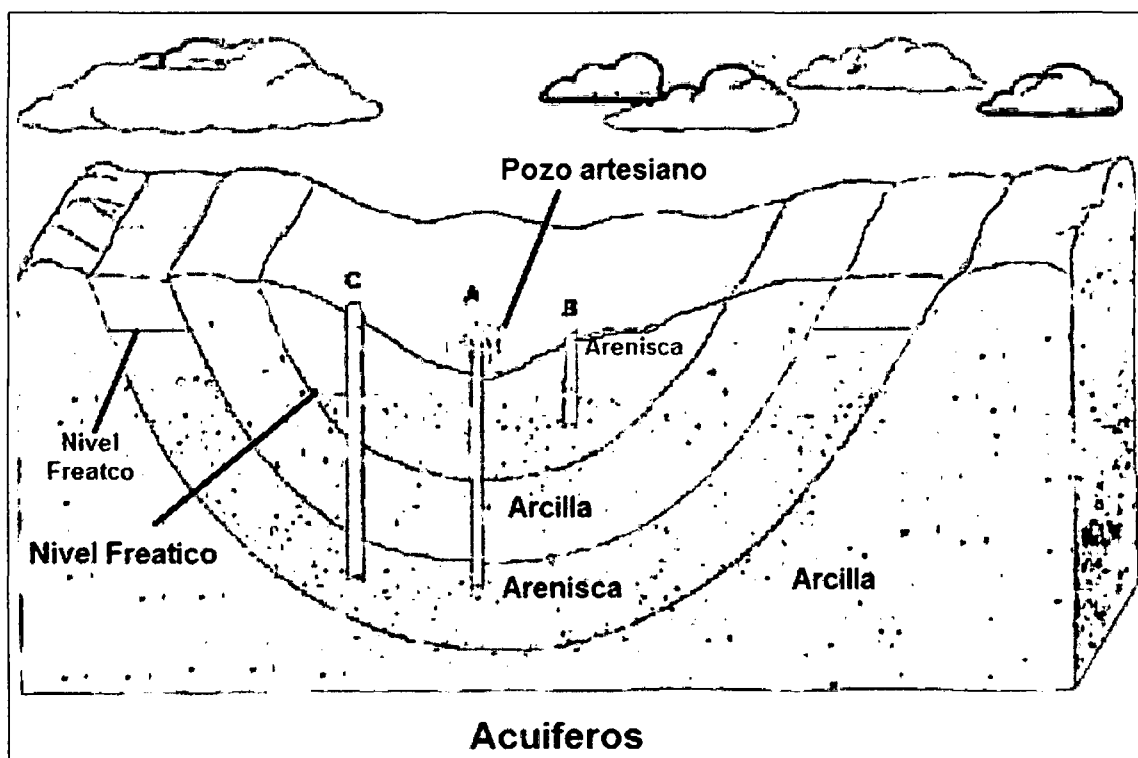


Fig. 13 acuíferos en medios kársticos

Fuente: Gil J. (2007).

### 2.2.15. CORREDOR ESTRUCTURAL CHICAMA – YANACOCHA

El Corredor Estructural Chicama – Yanacochoa, corresponde a una franja de 30 a 40 Km de ancho, Y por lo menos 200 Km de largo, que se inicia en el Rio y Puerto de Chicama y se extiende en dirección N40°E, pasando por Guzmango, Contumaza, Cajamarca, La Encañada, Yanacochoa y

Hualgayoc, extendiéndose aún más hacia el oeste. En él se presentan fallas transversales al rumbo andino (Transandinas), eventos magnéticos alineados en la misma dirección, lo mismo que fenómenos de alteración hidrotermal y mineralización metálica, como en el caso del distrito aurífero de Yanacocha.

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **2.3.1. ACUÍFERO**

Es una roca porosa y permeable que permite la retención del agua en cantidades suficientes para su posterior extracción en beneficio del hombre. Los acuíferos se clasifican en acuíferos confinados, acuíferos artesianos, acuíferos semiartesianos, acuíferos termales. Dávila J. (1995),

### **2.3.2. AFLUENTE**

Es un curso de agua cuyo volumen o descarga contribuye a aumentar el caudal del río, en el cual desemboca, puede tratarse también de un lago, laguna o mar. Dávila J. (1995),

### **2.3.3. AFORO**

Medición de la cantidad de agua que pasa por un determinado canal, que puede tratarse de un curso fluvial, o de un lago, laguna, vaso o presa, Dávila J. (1995).

### **2.3.4. ALUVIAL**

Usado para referirse a todo tipo de proceso o material relacionado con los procesos fluviales. Ejemplo los depósitos aluviales. Dávila, J. (1995).

### **2.3.5. ANÁLISIS DE ESFUERZOS**

Consideremos un pequeño cubo de roca dentro de un gran volumen rocoso que está sufriendo deformación. Las seis caras de este cubo

estarán presionadas hacia adentro por las partes adyacentes de la roca y habrá las correspondientes reacciones por parte del material del cubo. Además en cada partícula del cubo actúa la gravedad. Por lo tanto en todo el cubo existe un sistema de fuerzas, Billings M. (1974).

### **2.3.6. ANTICLINAL**

Los elementos de un anticlinal son flancos, cresta y plano axial, eje (bisagra o charnela), rumbo, buzamiento del anticlinal, buzamiento de los flancos y núcleo, Dávila J. (1995).

### **2.3.7. CASCADA**

Sucesión de saltos pequeños en el curso de un río. Una cascada representa la presencia de una roca más dura, es decir, más resistente a la erosión. Esta erosión se inicia en la base y se propaga a la parte superior por acción de la erosión remontante, Dávila J. (1995),

### **2.3.8. CLIMA**

Conjunto de condiciones atmosféricas propias de una región, país o comarca, Dávila J. (1995).

### **2.3.9. COLINA**

Término usado para señalar pequeñas elevaciones de terreno con pendientes suaves, Dávila J. (1995).

### **2.3.10. CONTACTOS Y EDAD RELATIVA DE FALLAS Y FRACTURAS**

Los contactos son lugares favorecidos por los depositados minerales, no solo porque representan superficies de debilidad, si no por las posibles reacciones que pueda haber entre las soluciones hidrotermales y la roca encajonante.

La edad relativa de las fracturas con respecto al plegamiento es también importante, ya que si las fracturas anteceden al plegamiento, son

deformadas por este y a veces cicatrizadas por cristalización si son contemporáneas al plegamiento ocupan características en los pliegues, y si son posteriores al plegamiento, pero con diferente orientación que este, adoptan posiciones especiales. Alvares M. (1955)

### **2.3.11. CUENCA HIDROGRÁFICA**

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. Este es un ámbito tridimensional que integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisoria de las aguas, Dávila J. (1995).

### **2.3.12. CUENCA**

Área de drenaje en un curso de agua, río o lago, Dávila J. (1995).

### **2.3.13. DIACLASAS**

Son planos divisorios o superficies que dividen las rocas y a lo largo de los cuales no hubo movimiento visible paralelo o plano a superficie. Aunque la mayoría de las diaclasas son planos algunas son superficies curvas. No hubo un movimiento visible paralela a la superficie de la diaclasa; de otro modo seria clasificado como una falla, Billings M. (1974).

### **2.3.14. ESFUERZO EN UN PUNTO**

Las fuerzas sobre cada una de las caras del cubo se pueden resolver en tres componentes ortogonales, una perpendicular a la cara y dos paralelas a estas. Si las magnitudes de cada una de estas tres componentes se dividen por el área de la cara del cubo, se obtiene las magnitudes de las tres componentes de esfuerzos, Billings M. (1974).

### 2.3.15. ESFUERZO Y DEFORMACIÓN

Consideremos un elemento de roca en una región estática de la corteza terrestre. Se mantendrá en su lugar por fuerzas iguales y opuestas que actúan en todas las direcciones y que son en todos los caso litostáticas. Tal distribución de fuerzas puede definirse por un sistema de tres pares de esfuerzos iguales y opuestos que actúan sobre el elemento considerado según tres direcciones perpendiculares; son denominados “esfuerzos principales”

En el caso de un elemento de roca situado a profundidad en la corteza terrestre, los esfuerzos principales son todos de compresión. Sus orientaciones también se modificaran según las nuevas condiciones. Los tres esfuerzos principales, dado que ya no son de la misma magnitud pueden representarse por P máxima, P intermedia y P mínima. El efecto de los tres esfuerzos desiguales sobre una roca puede comprenderse perfectamente si consideramos el comportamiento de un elemento inicialmente esférico que habiendo estado sometido a esfuerzos se deforma en un elipsoide triaxico.

Si las fuerzas son lo suficientemente grandes las rocas sobre las que actúan se deformaran y si la magnitud es excesiva se romperán. El comportamiento de la roca que ha estado sometida a tales condiciones depende de varios factores:

1. De la diferencia en magnitud entre los esfuerzos principales máximo y mínimo denominada “diferencia de esfuerzos” (stress difference)
2. De la resistencia de la roca que a su vez depende:
  - De su litología. Por ejemplo, la arenisca es más resistente a la deformación que la arcilla.



- De la presión litostática, que depende de la profundidad de soterramiento. A profundidades someras la caliza posee una gran rigidez pero a profundidad se vuelve dúctil e incluso plástica.
- De la presencia de fluidos dentro de la roca. Los fluidos contenidos en los poros de las rocas suelen tener una elevada presión hidrostática que colabora en el desarrollo de fisuras. Estos fluidos también favorecen la recristalización y el metamorfismo, reduciendo por tanto la resistencia de la roca a la deformación.
- La velocidad y duración con que han de actuar los esfuerzos sobre las rocas, Billings M. (1974).

#### **2.3.16. FALLAS**

Las fallas son roturas a lo largo de las cuales las paredes opuestas se han movido la una con relación a la otra. Las características esenciales el movimiento diferencial paralelo a la superficie de la fractura. Algunas fallas tienen unos pocos centímetros de largos y el desplazamiento total se mide en fracciones de centímetros. En el otro extremo hay fallas que tienen centenares de kilómetros de longitud y cuyo desplazamiento mide kilómetros o aun decenas de kilómetros.

El rumbo y buzamiento en una falla se miden de la misma forma que en la estratificación o en las diaclasas. El rumbo es la dirección de una línea horizontal en el plano de la falla. La inclinación es el ángulo entre una superficie horizontal y el plano de la falla; se mide en un plano vertical cuyo rumbo es perpendicular a la falla, Billings M. (1974).

#### **2.3.17. HUMEDALES**

Los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Los humedales se dan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas.

Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

En general, se reconocen cinco tipos de humedales principales:

- ✓ Marinos (humedales costeros, inclusive lagunas costeras, costas rocosas y arrecifes de coral);
  - ✓ Estuarios (incluidos deltas, marismas de marea y manglares);
  - ✓ Lacustres (humedales asociados con Lagos);
  - ✓ Ribereños (humedales adyacentes ríos y arroyos); y
  - ✓ Palustres (es decir, "pantanosos" - marismas, pantanos y ciénagas).
- Convención Ramsar. (1971.)

### **2.3.18. INFILTRACIÓN**

Son las aguas que se percolan desde los estratos superficiales del suelo hasta el subsuelo. Este fenómeno esta determinado por las características topográficas del territorio, la velocidad del escurrimiento y la permeabilidad del subsuelo, Ferrer V. (1971).

### **2.3.19. KARST**

Un acuífero cárstico puede ser conceptualizado como un sistema hidrológico abierto que cuenta con una variedad de flujos de entrada, salida y a través de la capa superficial y sub superficial. Las fronteras del sistema están definidas por los límites de captación y la geometría de los conductos. Ford, W. (1989).

### **2.3.20. LAGUNAS**

Deposito natural de agua de menores dimensiones que un lago, Según Dávila J. (1995).

### **2.3.21. MANANTIALES**

Agua que aflora en un lugar de la corteza terrestre, también se les conoce como manantes, Dávila J. (1995).

### **2.3.22. METALES PESADOS**

Las prácticas de uso de la tierra podrían contribuir directa o indirectamente a un incremento en la concentración de metales pesados en los recursos hídricos. Un aporte directo es la aplicación de estiércol procedente de la actividad ganadera y de los lodos procedentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, que podrían tener altas concentraciones de metales pesados.

Por ejemplo, el estiércol de porcino contiene a menudo altas concentraciones de cobre FAO, (1996).

### **2.3.23. pH**

El pH Es igual al logaritmo negativo de la concentración del ion hidrógeno. La actividad del ion hidrógeno de una soluciones la medida de su acidez o alcalinidad en una escala que varía de 0(acidez), hasta 14 (alcalino), siendo el valor pH 7 para las soluciones neutras. Es el factor primordial en la sedimentación. El pH en aguas naturales varía entre 4.5 y 8.5. El agua de lluvia tiene reacción acida 5.0 por efecto del CO<sub>2</sub> atmosférico. Mayor acidez se produce por la descomposición de la pirita en ácido sulfúrico, por las acidas húmicos en suelos ricos en materia orgánica. En las salmueras muy salinas 9.0-10.0.

El pH es muy importante en la solubilidad de muchos cationes: Ca (2+) y Mg (2+) son prácticamente insolubles en ambientes alcalinos, pero son acarreados en medio acido, propio de meteorización, Hugo R. (2007).

#### **2.3.24. PLEGAMIENTOS**

Los pliegues son ondulaciones en las rocas de la tierra. Alcanzan su mayor desarrollo en formaciones estratificadas tales como rocas sedimentarias y volcánicas o sus equivalentes metamorizados. Pero cualquier roca estratificada o foliada, tal como un gabra bandeado o un gneis granítico, puede mostrar pliegues.

Un pliegue es una distorsión de un volumen de material que se manifiesta como un encorvamiento o conjunto de encorvamiento en elementos lineales o planos en el interior de un material. Hansen, (1971). En la mayoría de los pliegues están involucrados elementos que en principio definían un plano. La estratificación es el ejemplo corriente. Esta constituye un caso importante por que el pliegue representa un buen indicador de la distorsión y sus caracteres geométricos se pueden correlacionar con diferentes aspectos de deformación, rotación, traslación, etc., de carácter local, Ragan D. (1987).

Algunos de estos tienen una extensión transversal de unos pocos kilómetros; el ancho de otros se mide en metros o centímetros, o aun en fracciones de centímetros. Los pliegues de proporciones continentales tienen centenares de kilómetros de ancho, Billings M. (1974).

#### **2.3.25. PROCESOS TECTÓNICOS**

Los movimientos que afectan las rocas solidas resultan de fuerzas dentro de la tierra y causan pliegues, fracturas, fallas, etc., El movimiento del magma debido a que con frecuencia está íntimamente asociado con el desplazamiento de rocas solidas es también parte de los procesos tectónicos. Billings M. (1974).

#### **2.3.26 QUEBRADAS:**

Abertura estrecha entre dos montañas causada por el agua, llamado también riachuelo o arroyo, Dávila J. (1995).

### **2.3.27. RED HIDROGRÁFICA**

Conjunto de ríos y otros cursos de agua permanentes o temporales, incluyendo lagos, lagunas, embalses en una zona determinada, Dávila J. (1995).

### **2.3.28. RIACHUELOS**

Cursos naturales de agua normalmente pequeño y tributario de un río, Dávila J. (1995).

### **2.3.29. RÍOS**

Corriente de agua que sirve de canal natural de drenaje de una cuenca, Dávila J. (1995).

### **2.3.30. SISTEMA HÍDRICO**

También a la cuenca hidrográfica se le reconoce como un área de terreno conformada por un sistema hídrico, el cual tiene un río principal, sus afluentes secundarios, terciarios, de cuarto orden o más.

Por el sistema drenaje y su conducción final, las cuencas hidrográficas se denominan arréicas, exorreicas, criptorréicas y endorreicas:

- a) Son arréicas cuando no logran drenar a un río mar o lago, sus aguas se pierden por evaporación o infiltración sin llegar a formar escurrimiento subterráneo.
- b) Son criptorréicas cuando sus redes de drenaje superficial no tienen un sistema organizado o aparente y corren como ríos subterráneos (caso de zonas cársticas).
- c) Son endorreicas cuando sus aguas drenan a un embalse o lago sin llegar al mar.
- d) Son exorreicas cuando las vertientes conducen las aguas a un sistema mayor de drenaje como un gran río o mar. (World Visión)

### **CAPITULO III.**

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO**

La metodología utilizada en el proyecto de investigación fue primaria y secundaria que consistió en la observación, descripción, exploratorio y análisis de datos obtenidos en campo mediante el cartografiado geológico de unidades lito estratigráficas, unidades hidrogeológicas, geoestructuras. Se tomó datos como: rumbo y buzamiento de estratos, fallas, diaclasas, pliegues, con los que se generaron las rosas estructurales.

- El trabajo de campo permitió la ubicación de manantiales en el Modelo Digital del terreno a escala 1/15000. (UTM WGS 84).
- Se trabajó con planos base a escalas 1/ 100 000.

#### **3.1.1. ETAPA DE GABINETE I**

##### **3.1.1.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Revisión de información existente de trabajos realizados sobre el área de estudio.

##### **3.1.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

- ✓ Reconocimiento Geoestructural e Hidrogeológico, así como la determinación de la calidad físico - química del agua de los manantiales.
- ✓ Cartografía Geoestructural e Hidrogeológico.
- ✓ Inventario de Cuerpos de Agua.

#### **3.1.2. ETAPA DE CAMPO**

Esta etapa es la más importante en una investigación:

- ✓ Las salidas se dieron en múltiples ocasiones.

- ✓ Reconocimiento general del área de estudio, con toma de datos de las direcciones de las formaciones geológicas y estructuras, con cartografiado a escala 1/15000.
- ✓ Recolección de muestras de rocas: sedimentarias, volcánicas, intrusivas
- ✓ Toma de datos de coordenadas con GPS en el sistema WGS84.
- ✓ Datos hidrogeológicos: Niveles de agua, manantiales, caudales, litología.
- ✓ Datos físico-químicos: Análisis de muestras de agua.

### **3.1.3. ETAPA DE GABINETE II**

- ✓ Los datos de las mediciones de azimut de los estratos, fallas, fracturas, sinclinales, anticlinales serán transferidos al programa Excel 2010, para que puedan ser trabajadas con el software ARCGIS v 10.1, cuyo resultado serán los mapas temáticos.
- ✓ Concluir con la elaboración del informe.

### **3.1.4. SOFTWARE UTILIZADOS**

- ✓ ArcGis 10.1
- ✓ Dips
- ✓ Excel 2010
- ✓ Word 2010

### **3.1.5. CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS**

Las mediciones de los azimut y buzamientos de los estratos, fallas y fracturas fueron controlados por la toma de la dirección de buzamiento "dip direction" para realizar el control de calidad de los datos.

Los análisis físicoquímicos y bacteriológicos que se realizaron a las muestras de agua de los manantiales, lagunas y ríos fueron hechos en el laboratorio de la EPS SEDACAJ S.A. (2013).

### 3.1.6. RECURSOS MATERIALES

#### 3.1.6.1. RECURSOS DE GABINETE

- ✓ Laptop Core i5.
- ✓ Impresora a colores.
- ✓ Software ArcGIS v.10.1, ENVI 4.8 y Software Libre.
- ✓ Materiales de Oficina.

#### 3.1.7. RECURSOS DE CAMPO

- ✓ Equipo Fundamental de geología.
- ✓ Carta Topográfica a escala 1/10,000.
- ✓ Carta Geológica del INGEMMET. Escala 1/100 000.
- ✓ Imagen satelital Landsat 7, de alta resolución Esc: 1/15000
- ✓ Picota.
- ✓ Brújula tipo Brunton.
- ✓ G.P.S Navegador.
- ✓ Lupas (10x y 20x), Rayador (dureza 7).
- ✓ Ácido clorhídrico 20%.
- ✓ Libreta de Campo, Lápiz, Colores. Protactor.
- ✓ Cámara Digital.
- ✓ Movilidad.



PICOTA



GPS



WINCHA



BRUJULA

Imagen 01: Equipo utilizado en campo



## CAPITULO IV

### GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### 4.1. UBICACIÓN

La zona del proyecto de tesis profesional está ubicada en la Cordillera Occidental de los Andes, en la parte Sur del Cuadrángulo de Celendín (14g). Distrito de Sorochnuco, Centro Poblado la Chorrera. La posición geográfica se encuentra dentro de las siguientes coordenadas (Foto1):

| VERTICE | LATITUD  | LONGITUD |
|---------|----------|----------|
| A       | 9237000. | 789000.0 |
| B       | 9237000  | 800000.0 |
| C       | 9228000. | 800000.  |
| D       | 9228000. | 789000.  |

Tabla 02: Coordenadas en UTM WGS 84 Ubicación de la zona.

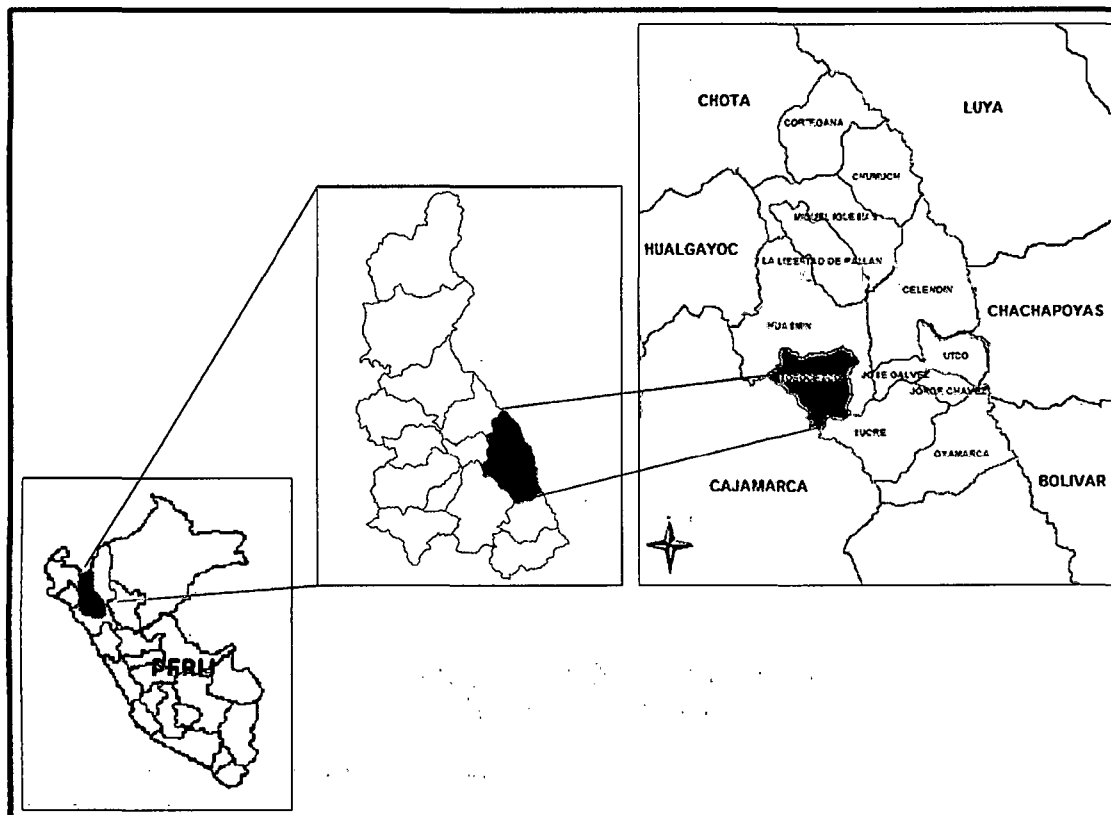


Imagen 02. Ubicación política del distrito de sorochnuco.

#### 4.1.1. ACCESIBILIDAD

El acceso inicia en la carretera Cajamarca – Encañada la cual esta asfaltada (45 min. Aprox.) Luego se sigue por el desvío a Michiquillay (15 min. Aprox.) Para luego pasar por el Proyecto Galeno e Hilo Rico (1hora. Aprox.) Terminado la ruta en Centro Poblado la Chorrera (20 min. Aprox.) Viajando en una unidad móvil hace un tiempo aproximado de 2:20 horas el tramo desde el cruce de Michiquillay – La Chorrera es tipo trocha carrosable

Caminos de herradura.- Finalmente podemos citar los diferentes caminos de herradura y pequeños caminos que son utilizados por los lugareños, siendo de mucha ayuda para el desplazamiento en el estudio del proyecto.

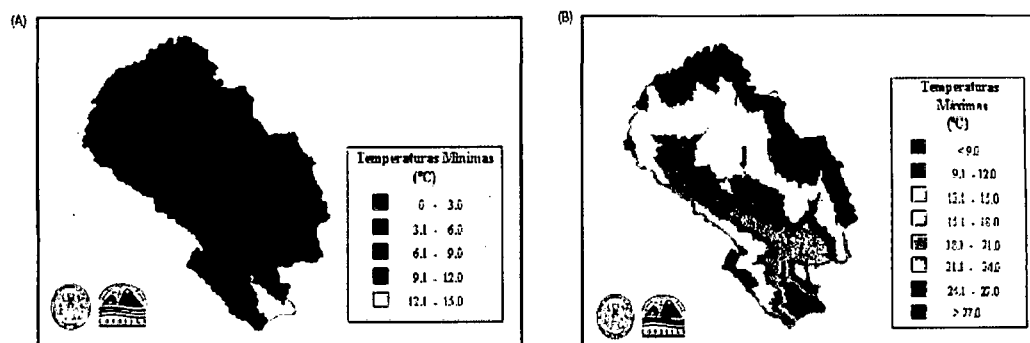
#### 4.1.3. CLIMA

Los climas del área son húmedos a templados. A y B representan las temperaturas mínima anual, máxima anual y la precipitación mensual respectivamente

Las precipitaciones son todas las aguas meteóricas que caen a la superficie de la tierra, tanto en forma líquida como sólida (nieve, granizos, escarcha). Por su intensidad se identifica en:

Clima húmedo – templado, presentando una temperatura media anual de 14 a 22°C. Esta zona se caracteriza por presentar 3 periodos de precipitaciones los cuales son: Uno lluvioso en los meses de diciembre-marzo, otro período intermedio entre los meses de abril, septiembre, octubre y noviembre y un período seco en los meses de mayo-agosto.

- Ligera.....menor a 2.5 mm.<sup>3</sup>/hora.
- Moderada..... de 2.5 a 7.6 mm.<sup>3</sup>/hora.
- Fuerte.....mayor a 7.6 mm.<sup>3</sup>/hora.



Fuente SENAMHI

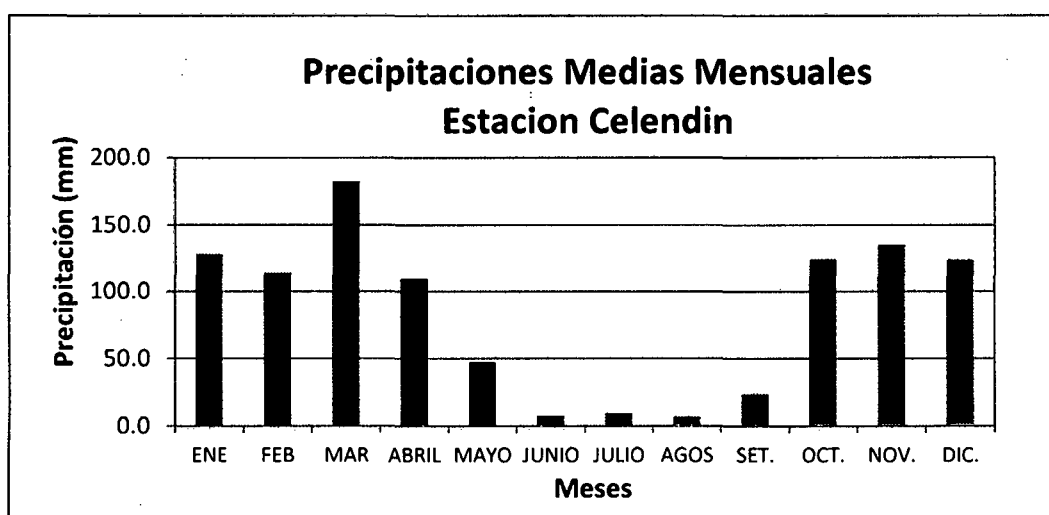


Fig. 14: Precipitación anual para el año 2013 en Celendin (Weberbauer).

FUENTE (SENAMHI)

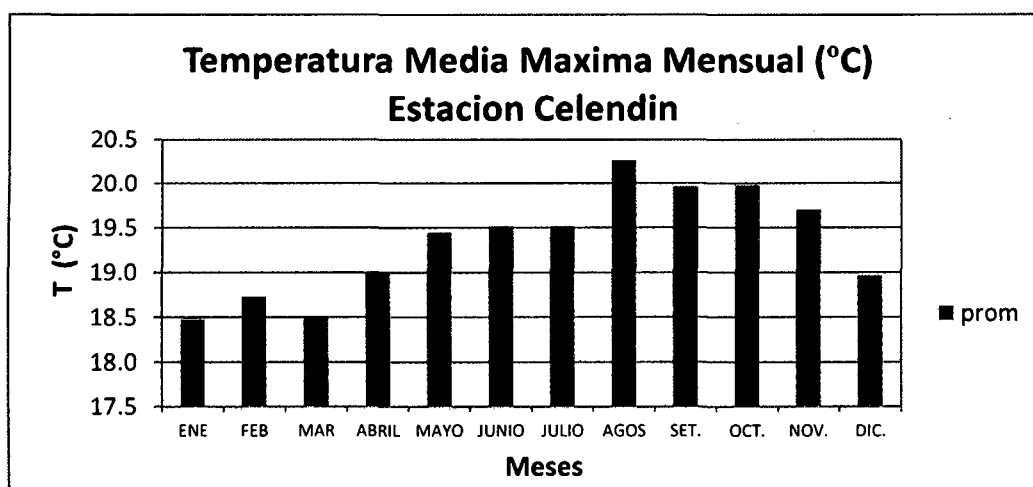


Figura N° 15: Temperatura Media Máxima Mensual (°C) 2008- 2013

Estación Celendin

#### 4.1.4. VEGETACIÓN

La zona de estudio presenta una típica vegetación de altura como son árboles de Pino, Quinales, pastizales propios de la zona como los llamados ichus, además de vegetación de cultivo como son el chocho, papa, ocas.



Foto N°01: Vegetación de área de estudio.

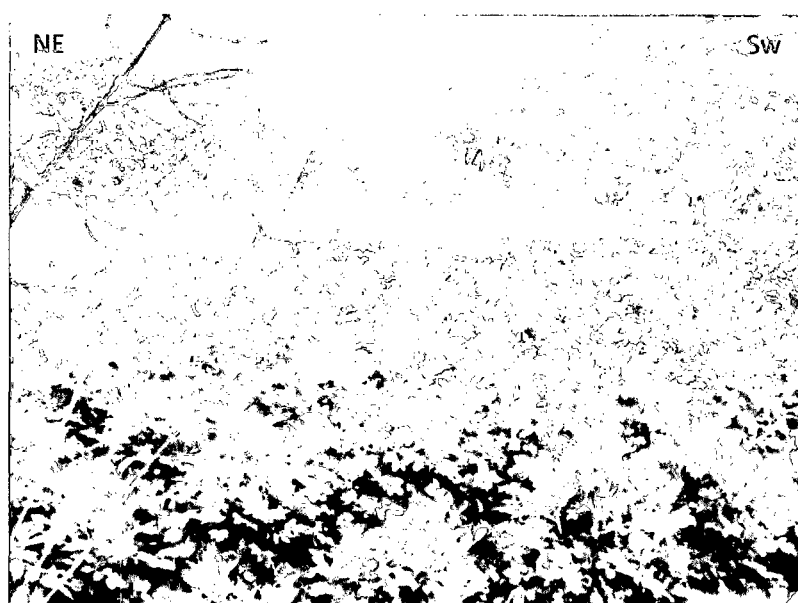


Foto N°02: Vegetación de cultivo

## CAPITULO V

### MODELO DIGITAL

#### 5.1. MODELO DIGITAL DEL TERRENO

Uno de los elementos básicos de cualquier representación digital de la superficie terrestre son los Modelos Digitales de Terreno (MDT). Constituyen la base para un gran número de aplicaciones en ciencias de la Tierra, ambientales e ingenierías de diverso tipo.

Se denomina **MDT** al conjunto de capas (generalmente raster) que representan distintas características de la superficie terrestre derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Aunque algunas definiciones incluyen dentro de los MDT prácticamente cualquier variable cuantitativa regionalizada, aquí se prefiere limitar el MDT al conjunto de capas derivadas del MDE.

El trabajo con un MDT incluye las siguientes fases que no son necesariamente consecutivas en el tiempo:

Generación del MDE

- Manipulación del MDE para obtener otras capas del MDT (pendiente, orientación, curvatura, etc.)

Visualización en dos dimensiones o mediante levantamientos 3D de todas las capas para localizar errores

Análisis del MDT (estadístico, morfométrico, etc.)

Aplicación, por ejemplo como variable independiente en un modelo de regresión que haga una estimación de la temperatura a partir de la altitud

# Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado la Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

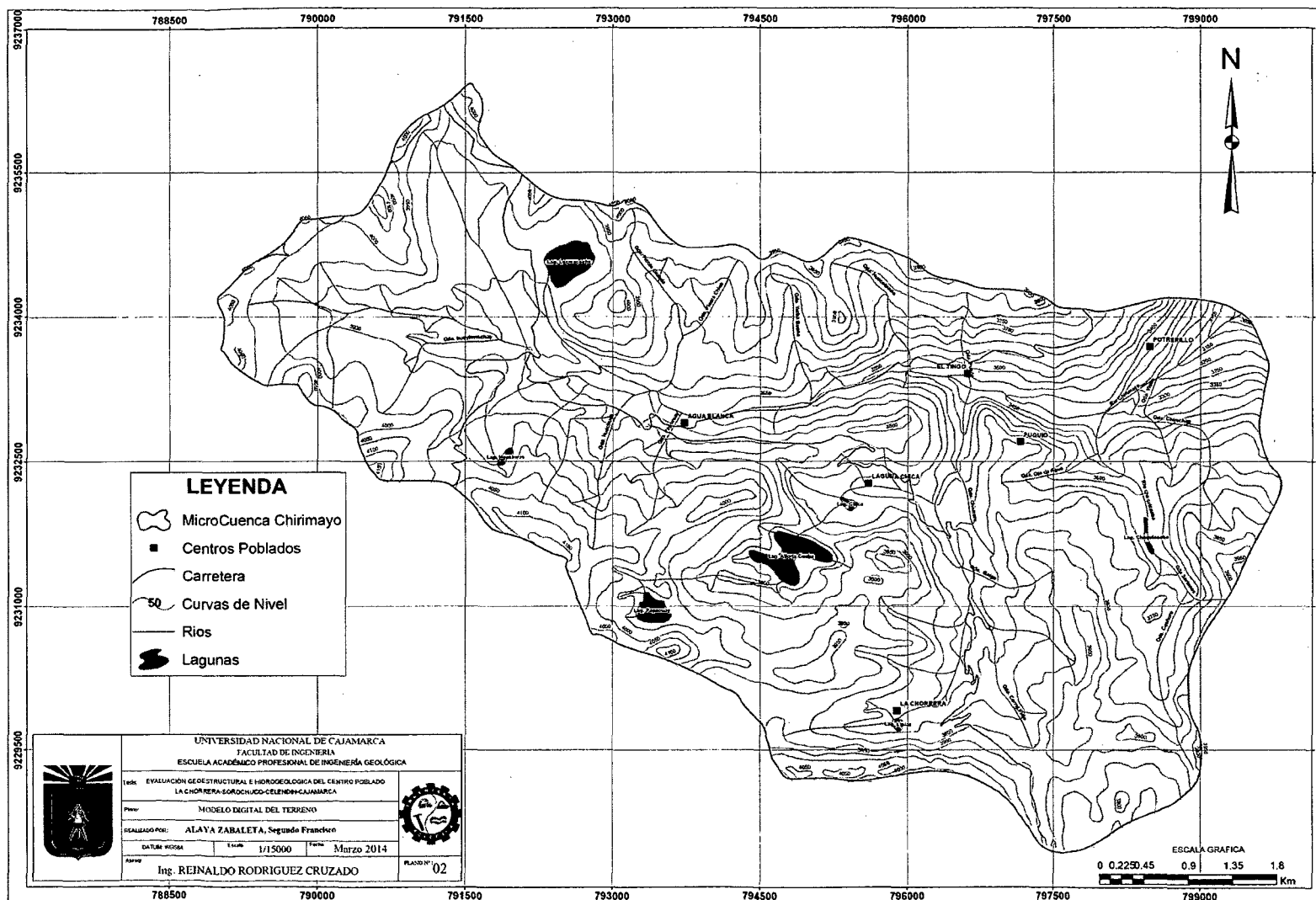


Imagen N°03. Mapa de modelo Digital del Terreno.

## 5.2. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES

Según (Band.1986:16), la existencia de una concavidad responde a una forma real del terreno pero más frecuentemente se debe a artefactos derivados de la construcción del MDE., atribuye también a los procesos de restitución fotogramétrica e indica que, salvo en zonas afectadas recientemente por procesos kársticos y glaciario, las depresiones pueden considerarse errores de los datos, la presencia de concavidades tiene importancia en el caso de los MDE destinados a la simulación de procesos hidrológicos ya que interrumpen las líneas de flujo.

La corrección de concavidades de los MDE ya existentes es posible mediante algoritmos que simulan la inundación y relleno de los pozos, el proceso modifica el modelo de elevaciones original por lo que en algunos casos zonas kársticas, por ejemplo debe ser aplicado con precaución y los resultados deben interpretarse teniendo en cuenta el contexto en el que se obtienen. Jenson y Domingue, (1988:1594),

La generación del MDE mediante métodos que tengan en cuenta el problema y lo solucionen en origen. Una forma de conseguirlo es introducir la red hidrológica como líneas de rotura en la generación del MDE. De esta forma, la triangulación utilizara estas líneas como lados de los triángulos, asignándoles las altitudes correspondientes y trazando correctamente las líneas de flujo.

Hutchinson, (1989:213). Propone un método específico para la creación de un MDE libre de pozos que impone restricciones al proceso de interpolación forzando su ajuste a la red hidrológica. El trazado fluvial debe ser introducido como información auxiliar.

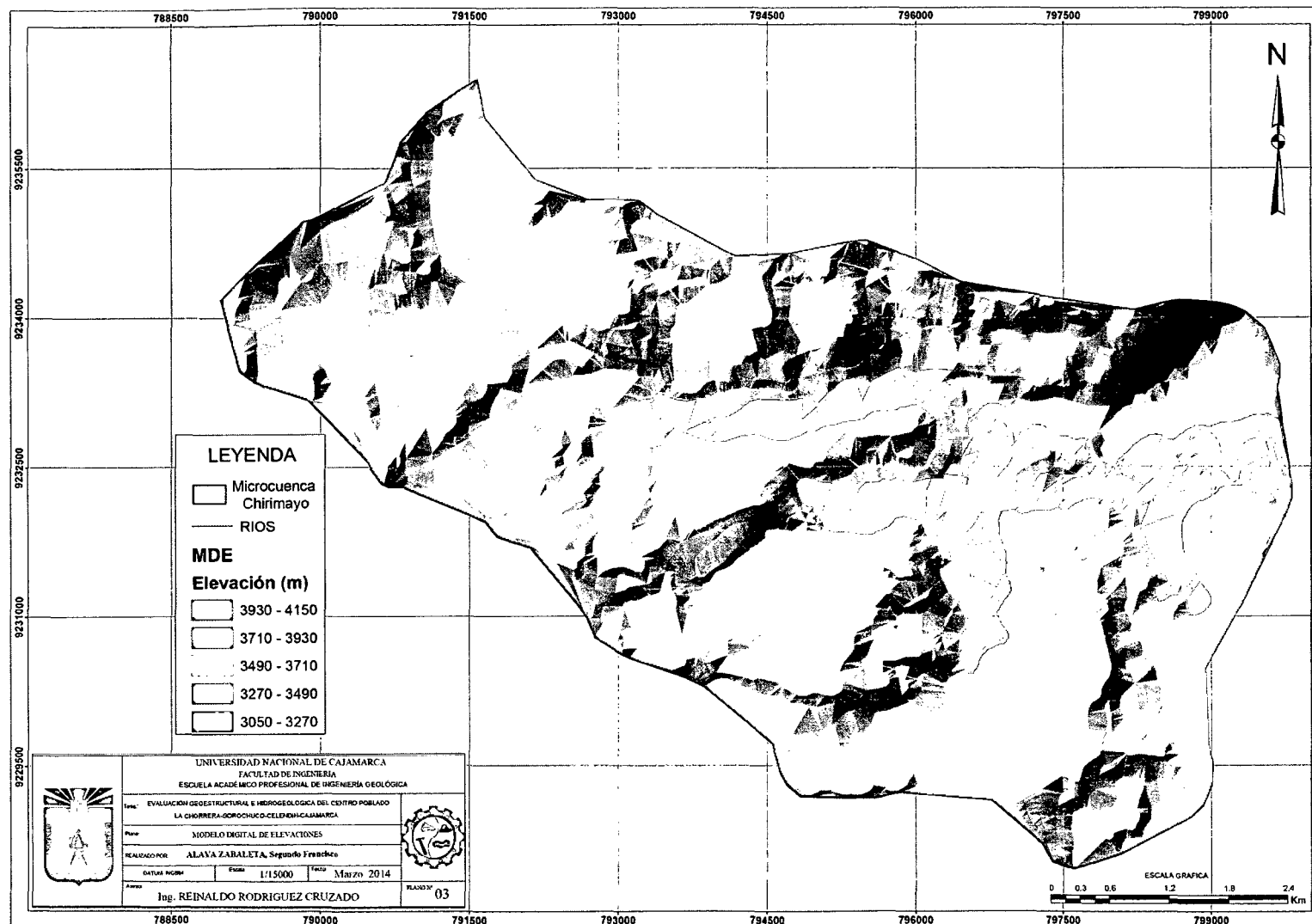


Imagen N°04. Mapa de modelo Digital de Elevaciones.



## CAPITULO VI

### GEOMORFOLOGÍA

#### 6.1. VALLES

El área de estudio se encuentra formando un pequeño valle. El cual está controlada por dos fallas longitudinal La chorrera y El Tingo. El centro poblado está asentado entre estas dos unidades.

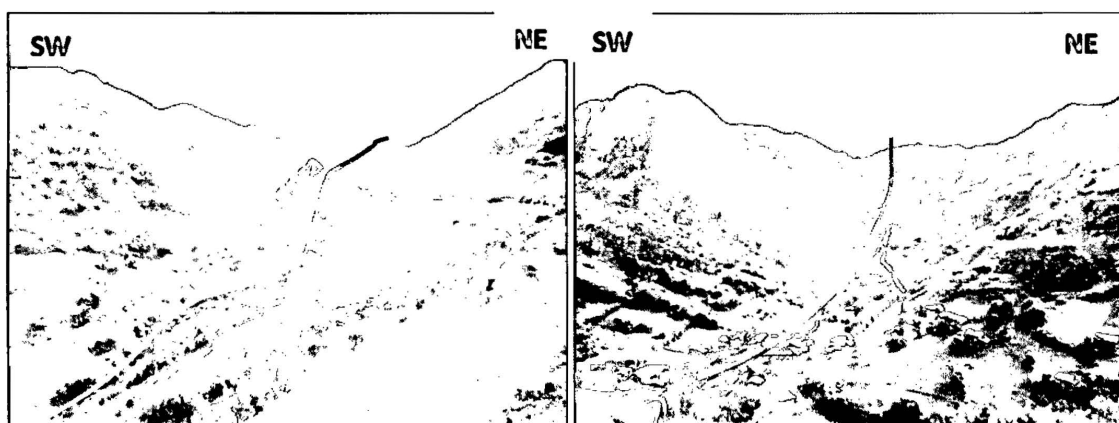


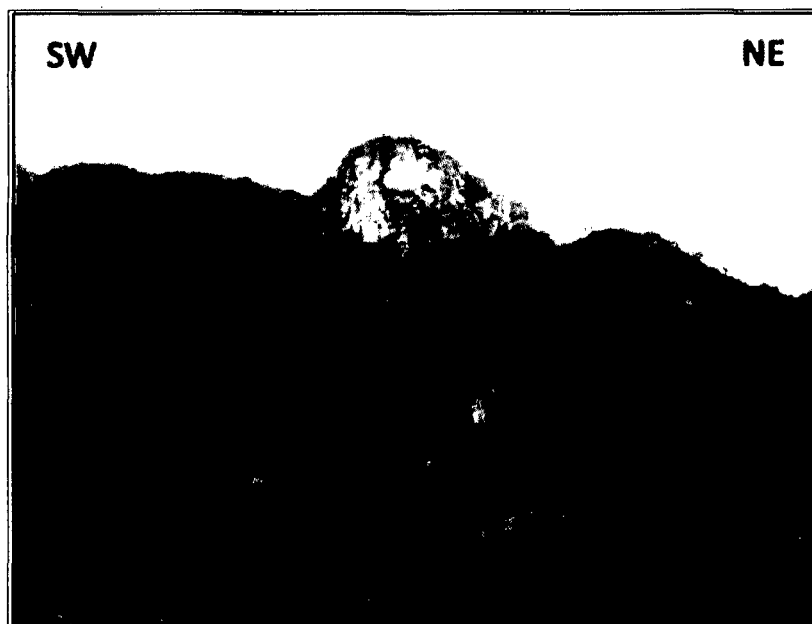
Foto N°03: Foto de la izquierda falla agua blanca, y la foto de la derecha falla el tingo

#### 6.2. SUPERFICIES DE EROSIÓN

En el área de estudio se han observado tres tipos de superficies de erosión básicamente diferenciado por el grado de erosión:

#### 6.3. RELIEVE MONTAÑOSO

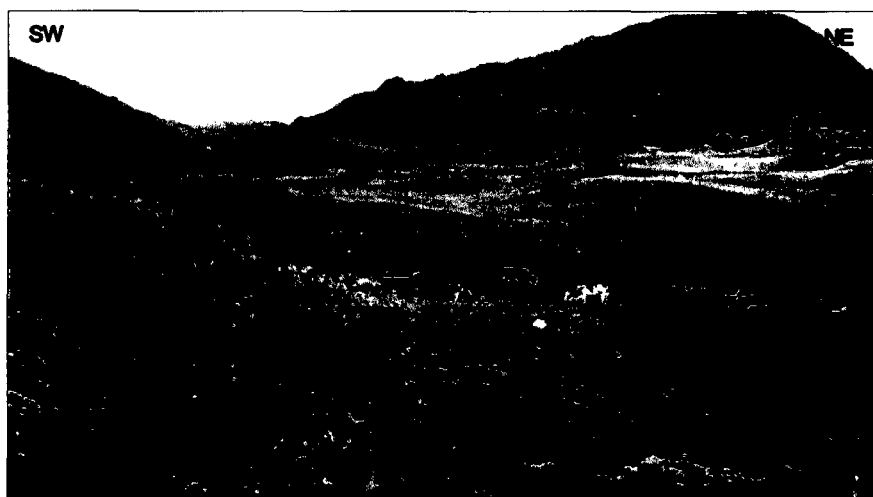
Esta superficie de erosión se ha formado sobre rocas del grupo Pulluicana, compuesta por Calizas con venillas de calcita altamente resistentes a la erosión. Formada por colinas escarpadas y agrestes.



**Foto N°04:** Foto Cerros empinados y agrestes que forman los relieves montañosos. En estas geoformas abundan las pendientes altas 65 a 70 grados.

#### 6.4. COLINAS DE PENDIENTES MEDIAS Y BAJAS

Esta superficie de erosión se ha formado sobre rocas calcáreas producto de la erosión. Poseen formas bastante suaves, abarcando casi la totalidad del área de estudio.



**Foto N°05:** Geoformas suaves labradas sobre rocas calcáreas cretáceas.

## 6.5. DRENAJE

En esta área predomina el drenaje de tipo dendrítico especialmente en el material sedimentario. Estos drenajes cuentan con agua en la mayoría de los casos aumentan, en épocas de lluvia.

En la zona es común encontrar zonas de recarga evidenciado por la presencia de lagunas.

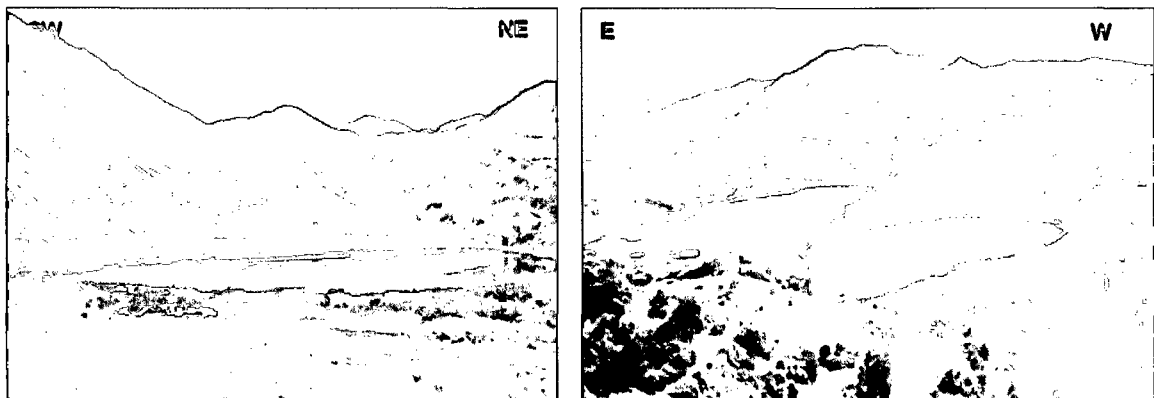


Foto N°06.- Imagen de la izquierda Vista panorámica de la laguna Lipiac, Imagen de la derecha Vista panorámica de la laguna Alforjacocho

## 6.6. FISIOGRAFÍA

Las formas geográficas del área de estudio corresponden a la Cordillera Occidental cuya topografía esta disectada por la presencia de valles y quebradas. Posee alturas que oscilan entre los 3500 y 3800msnm y que correspondería a la región natural denominada "Región Quechua".

La fisiografía está controlada por la falla La Chorrera y La Falla el Tingo cuya orientación regional es NW- SE

## **CAPITULO VII**

### **GEOLOGÍA REGIONAL**

A nivel regional se presentan unidades litológicas del Cretáceo inferior hasta el Cretáceo superior. También encontramos rocas intrusivas.

#### **7.1. FORMACIÓN CELENDÍN**

La Formación Celendín aflora solamente en los cuadrángulos de Cutervo, Chota y Celendín, generando un relieve de hondonadas y terrenos bajos caracterizados por tonos amarillentos y marrones producidos por intemperismo, Benavides B. (1956).

#### **7.2. FORMACIÓN CAJAMARCA**

La Formación Cajamarca esta compuesta por 100 a 400m aprox. de caliza cuyos afloramientos principales se ubican en los cuadrángulos de Cutervo, Chota y Celendín. La presencia de afloramientos menores en los cuadrángulos de Chongoyape y Chepen indican que la Formación se deposito sobre casi toda la región.

La Formación Cajamarca forma escarpas o lomos prominentes que comúnmente carecen de vegetación y presentan colores blanquecinos a gris claros de intemperismo que contrastan con el terreno bajo, marrón y generalmente cultivado que esta asociado con el Grupo Quilquiñán, Benavides V. (1956).

#### **7.3. GRUPO QUILQUIÑAN**

El Grupo Quilquiñán está compuesto por las Formaciones Romiron y Coñor que en conjunto están representados por 100 a 200m. De lutitas y margas con algunas intercalaciones calcáreas. No se ha separado las dos Formaciones en el mapeo porque en muchas áreas el Grupo se presenta como una sola Unidad litológica.

Relaciones estratigráficas.- el Grupo Quilquiñán suprayace al Grupo Pulluicana e infrayace a la Formación Cajamarca. Ambos contactos son concordantes. El contacto inferior esta sobre el último banco de calizas nodular o arenisca calcárea del Grupo Pulluicana. El contacto superior es reconocible por la aparición de la primera capa de caliza fina y pura de la Formación Cajamarca. En ambos casos existe un contraste nítido con el material arcilloso del Grupo Quilquiñán, Benavides B. (1956).

#### **7.4. GRUPO PULLUICANA**

El Grupo Pulluicana está compuesta de caliza, marga, lutita y areniscas; aflora en muchos lugares de la región, en algunas partes del norte del Perú el Grupo es claramente divisible en las Formaciones Yumagual y Mujarrun esta separación no es muy evidente en la mayor parte de la región de estudio, y por lo tanto la unidad a sido tratado como un Grupo Indiviso.

La manera de aflorar del grupo depende mucho de la litología local y por lo tanto es bastante variable. Generalmente se presenta en escarpas más o menos pronunciada, pero también se pueden presentar en terrenos ondulados, Benavides V. (1956).

#### **7.5. FORMACIÓN PARIATAMBO**

En la zona de estudio la Formación Pariatambo está representada por 100 a 300 m. de caliza, lutita y toba que aflora en esta parte de la región. A pesar de las variaciones en su litología, siempre se presenta en capas delgadas. Uniformemente estratificadas. La formación es generalmente resistente a la erosión y forma escarpas prominentes que resaltan del material blando de la Formación Chulec, Baldock, J. (1971).

## **7.6. FORMACIÓN CHULEC**

La Formación Chulec consiste en lagunas decenas y centenas de metros de lutitas, margas y calizas nodulares. Aflora en casi toda la región, materia del presente estudio y se caracteriza por presentar un color de intemperismo crema o gris amarillento. Como los sedimentos de la formación Chulec son mayormente blandos, la topografía que se desarrollo es de lomadas de pendientes suaves, Benavides V. (1956).

## **7.7. FORMACIÓN INCA**

La formación Inca consiste en algunos metros o decenas de metros de arenisca y lutita con intercalaciones calcáreas. Aflora prácticamente a través de toda la región en estudio, y se caracteriza por la naturaleza ferruginosa de sus sedimentos, lo cual facilita su reconocimiento en el campo, Benavides, V. (1956).

## **7.8. FORMACIÓN FARRAT**

La Formación Farrat aflora en le extremo sur de los cuadrángulos de Chota y Celendín.

Esta unidad consta de cuarcitas y areniscas blancas de grano medio a grueso en la que se observa estratificación cruzada y marcas de oleaje. La Formación Farrat por su constitución litológica, en afloramiento presenta escarpas conspicuas, lo que facilita su cartografiado.

La base de esta Formación yace concordantemente sobre la Formación Carhuaz y el techo es cubierto, en discordancia paralela, por la Formación Inca.

La edad de esta Formación es determinada en base a la edad de las unidades infra. Y suprayacentes, razón por la cual se le considera del Aptiano, Benavides, (1956).

## 7.9. FORMACIÓN CARHUAZ

.La Formación Carhuaz aflora en los sectores Central y Meridional del cuadrángulo de Chota y en la esquina Suroccidental de Celendín.

La Formación Carhuaz tiene un grosor variable y consiste en lutitas, areniscas y cuarcitas marrones y grisáceas bien estratificadas en capas delgadas y medianas. No se conocen secciones completas de la Formación en esta región y los afloramientos observados muestran grosores solamente hasta de 200 metros. El grosor verdadero es probablemente mucho mayor que esta cifra, ya que, Benavides V. (1956), midió una sección también incompleta, de 500m. En el área de Cajamarca, cerca del límite meridional de la región en estudio.

La Formación Carhuaz suprayace a las Formaciones Santa y Chimú en el área de Cajamarca. Estas últimas desaparecen hacia el norte, porque no llegan al valle del río Huancabamba. El techo de la Formación Carhuaz es concordante con las areniscas y cuarcitas de la Formación Farrat.

La Formación Carhuaz aflora en el sector central de la región de estudio pero desaparece lateralmente hacia el norte, este y oeste, por adelgazamiento y también por cambio de facies a la cuarcita Goyllarisquizga. Hacia el noroeste la Formación probablemente se intercala con las tobas y cuarcitas de la Formación tinajones.

La Formación Carhuaz representa un depósito mayormente continental, acumulado en el Miogeosinclinal peruano durante el Neocomiano y Aptiano. Se correlaciona con depósitos clásticos de edad similar, del resto de los andes peruanos (parte del Grupo Goyllarisquizga). Y con parte del grupo oriente de la selva, Benavides V. (1956); Wilson j. J. (1963); Wilson et. Al. (1964), etc.

### **7.10. FORMACIÓN SANTA**

La Formación Santa solo aflora en el límite de los cuadrángulos de Celendín y San Marcos.

Litológicamente consta de lutitas grises, con intercalaciones de calizas margosas y areniscas gris oscuras. Las relaciones estratigráficas de esta unidad son concordantes tanto en la base como en el techo, Benavides, (1956).

### **7.11. FORMACIÓN CHIMU**

La Formación Chimú solo aflora en el extremo meridional del cuadrángulo de Celendín en el límite con el cuadrángulo de San Marcos.

Esta unidad está constituida por una alternancia de areniscas, cuarcitas y lutitas, en la secuencia se observa estructuras sedimentarias como estratificación cruzada y marcas de oleaje, en el área de estudio se estima un grosor de 600 metros.

La base de esta Formación no se observa en la zona de estudio y al techo le yace concordantemente la Formación Santa, Benavides, (1956).



## **CAPITULO VIII**

### **GEOLOGIA LOCAL**

En la zona de estudio existen rocas que poseen edades del Cretáceo inferior y superior, las más antiguas están representadas por areniscas calcáreas de la Formación Farrat, Formación Inca, y las más recientes por Calizas del Grupo Pulluicana, y del Grupo Quilquiñán. Se observan las unidades geológicas Inca y Chulec pertenecientes al Grupo Goyllarisquizga del Cretáceo inferior así mismo también encontramos rasgos de la Formación Pariatambo infra yaciendo a la misma, la Calizas de la del Grupo Pulluicana y Quilquiñán pertenecientes al Cretáceo superior, todas en aparente concordancia, pero ligadas a estructuras geológicas lo que sugiere una actividad tectónica durante la depositación de dichos sedimentos.

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochnuco-Celendín-Cajamarca

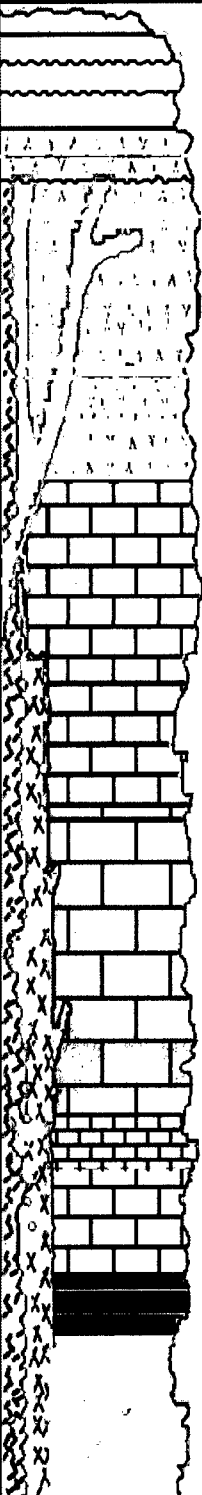
| Erat.            | SIST.      | GRUPOS FORMACIONALES | POTENCIA (m)       | UNIDAD LITOLÓGICA  | DESCRIPCION   |     |
|------------------|------------|----------------------|--------------------|--|---|-----|
| <b>CENOZOICO</b> | CUAT       | Reciente             |                    |  | <p>Depositos fluvioglaciares.</p> <p>Depositos lagunares y glaciares.</p> <p>Tobas blanco amarillentas intercaladas con areniscas rojizas, conglomerados y piroclastos.</p> <p>Intercalacion de derames andesíticos, tobas blanquecinas areniscas tobáceas y conglomerados lenticulares</p> |     |
|                  |            | Pleistoceno          |                    |  |   |     |
|                  | TERCIARIO  | Sup.                 |                    |  |   | 150 |
|                  |            |                      |                    |  |   | 200 |
|                  |            |                      | Vol. Huambo        |  |   | 300 |
|                  |            | Inferior             | Volcanico Porculla |  |   | 900 |
|                  |            |                      |                    |  |   |     |
| <b>MESOZOICO</b> | CRETACEO   | Superior             | Fm. Mujarrun       | 500  | Calizas nodulares macizas, margas y lutitas pardo amarillentas fosilíferas.   |     |
|                  |            |                      | Grupo Pulluicana   | 700  | Calizas gris parduscas, fosilíferas, margas y escasos niveles de lutitas.   |     |
|                  |            | Inferior             | Fm. Pariatambo     | 150-200  | Lutitas grises a negras, calizas bituminosas nodulares.   |     |
|                  |            |                      | Fm. Chulec         | 200-250  | Calizas arenosas, lutitas calcareas y margas.   |     |
|                  | Fm. Inca   |                      | 150                | Areniscas calcáreas y lutitas ferruginosas   |   |     |
|                  | Fm. Farrat |                      | 500                | Cuarcitas y areniscas blancas.   |   |     |

Imagen 05.- Columna estratigráfica generalizada del Centro Poblado La Chorrera.

### **8.1. FORMACIÓN INCA (ki-in)**

Antecedentes: Esta Formación llamada inicialmente capas rojas del Barremiano por Tafur (1950), fue definida posteriormente por Benavides (1956) como Formación Inca, refiriéndose a los afloramientos al este de los Baños del Inca en Cajamarca.

Distribución y Litología: Infrayace concordantemente a la Formación Chúlec y Suprayace con la misma relación a la Formación Farrat. Gradualmente se intercalan areniscas calcáreas, lutitas ferruginosas y lechos de cuarcitas. En los alrededores de Cajamarca es de coloración rojiza, pero algunas áreas presentan una coloración amarillo-anaranjado, con limonitización.

### **8.2. FORMACIÓN CHULEC (Ki-chu)**

Esta unidad fue determinada por Laughlin M, (1925) y que al igual que en los Andes Centrales, se extiende en la zona norte del Perú sobreyaciendo concordantemente a la Formación Inca e infrayaciendo con la misma relación a la Formación Pariatambo. Esta unidad es incompetente estructuralmente, plegándose junto con las otras unidades calcáreas y mostrando una esquistosidad de fractura.

Observación de campo: En nuestro recorrido hemos encontrado la presencia de rocas calizas arenosas ligeramente Alteradas en las cuales se puede observar presencia pirita diseminada, aflora en una potencia de unos 10 metros aproximadamente.



Foto 07.- Contacto entre la Formación Chulec y La Formación Pariatambo (Norte: 9231273, Este: 796524)

### 8.3. FORMACIÓN PARIATAMBO (Ki-Pa)

La Formación Pariatambo tiene su localidad típica en Pariatambo (cerca de la Oroya). Fue determinada por, Laughlin M. (1925). Como miembro superior de las calizas, Machay, posteriormente, Benavides, lo eleva la categoría de Formación.

Su naturaleza bituminosa y su fauna pelágica evidencia un ambiente Euxínico (reductor), siendo de aguas moderadamente profundas en la parte central de la cuenca.

Observación de campo: En nuestro recorrido hemos encontrado a dicha Formación pero tiende a desaparecer producto de la erosión y de la poca potencia presente en el área la cual es de 1 metro aproximadamente.

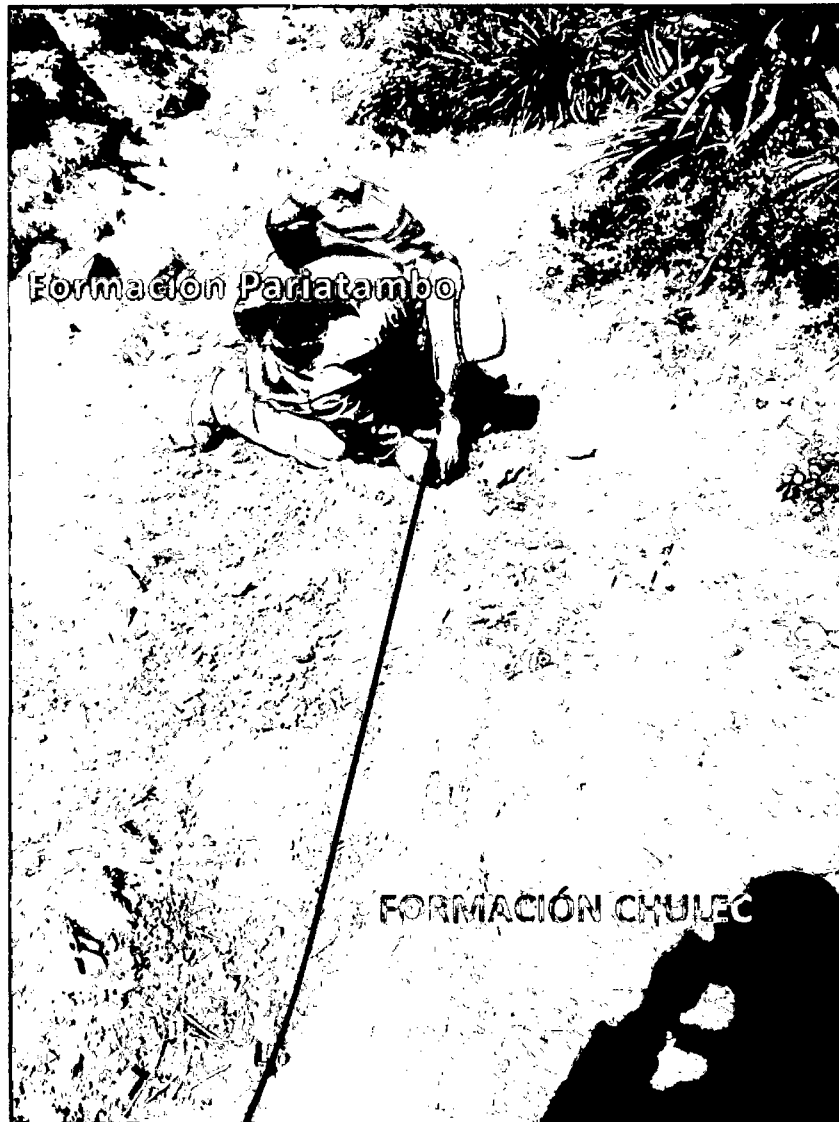


Foto N° 08.- Contacto entre la Formación Chulec y La Formación Pariatambo (Norte: 9230876,  
Este: 796389)

#### 8.4. GRUPO PULLUICANA (Ks-P)

El Grupo Pulluicana generalmente consiste en algunas cientos de metros de caliza, marga, lutita; aflora en muchos lugares de la región mapeada, en algunas partes del norte del Perú el Grupo es claramente divisible en las Formaciones Yumagual y Mujarrun esta separación no es muy evidente en la mayor parte de la región bajo a estudio, y por lo tanto la unidad a sido tratado como un Grupo Indiviso.

La manera de aflorar del Grupo depende mucho de la litología local y por lo tanto es bastante variable. Generalmente se presenta en escarpas más o menos pronunciada, pero también se pueden presentar en terrenos ondulados.

La Formación Yumagual consiste en una secuencia de margas y calizas gris parduzcas en estratos gruesos. Una de las características diagnosticas de esta unidad es la presencia de estratos gruesos macizos calcáreos compuesto en su mayor parte por restos de fósiles y microfósiles.



Foto N° 09.- Vista Panorámica de Calizas del Grupo Pulluicana, tomada en la parte alta del Anticlinal Alforjacochoa

### 8.5. GRUPO QUILQUIÑÁN (Ks-Q)

Este Grupo está conformado litológicamente por margas lutitas con intercalaciones calcáreas. Hacia la parte superior continúan delgados

lechos de calizas nodulares con marga parda- amarillentas muy fosilíferas (Formación Romirón). Hacia la parte superior se observan calizas gris blanquecinas intercaladas con lutitas areniscosas y margas delgadas con abundantes fósiles (Formación Coñor). Este Grupo descansa en aparente concordancia debajo de la Formación Cajamarca.



Foto N° 10.- Vista Panorámica de Calizas de la Formación Quilquiñan, Plano de Falla la Chorrera

### 8.6. DEPÓSITOS COLUVIALES

Son generados por la alteración, principalmente, de las rocas calcáreas, compuesta por material fino arcillo calcáreo, areno arcilloso, a veces suelen tener hasta 30 metros de espesor. Están ubicados mayormente en las partes altas de los cerros. En épocas de intensas lluvias.

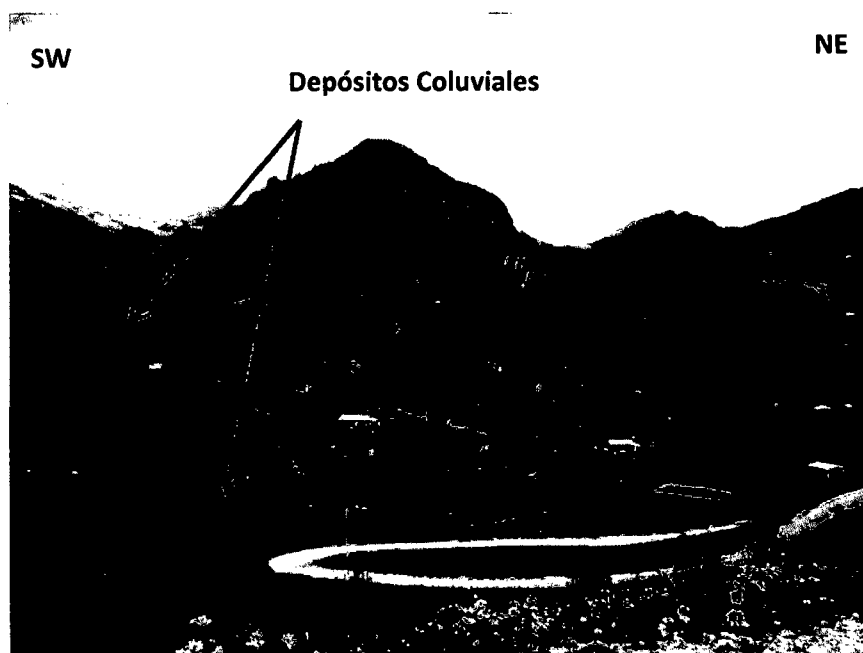


Foto N° 11.- Flanco Derecho del Anticlinal Alforjacochoa, Presencia de Depósitos Coluviales

### 8.7. DEPÓSITOS ALUVIALES

Materiales con poco transporte, conformando bancos subhorizontales en forma de terrazas y que están depósitos de los ríos. Los clastos son redondeados a subredondeados heterometricos y oligogomicticos.

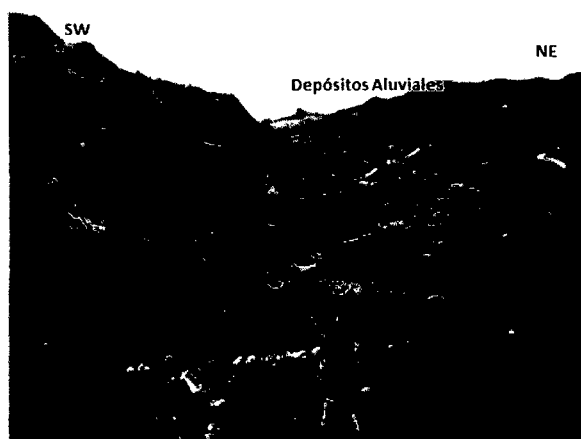
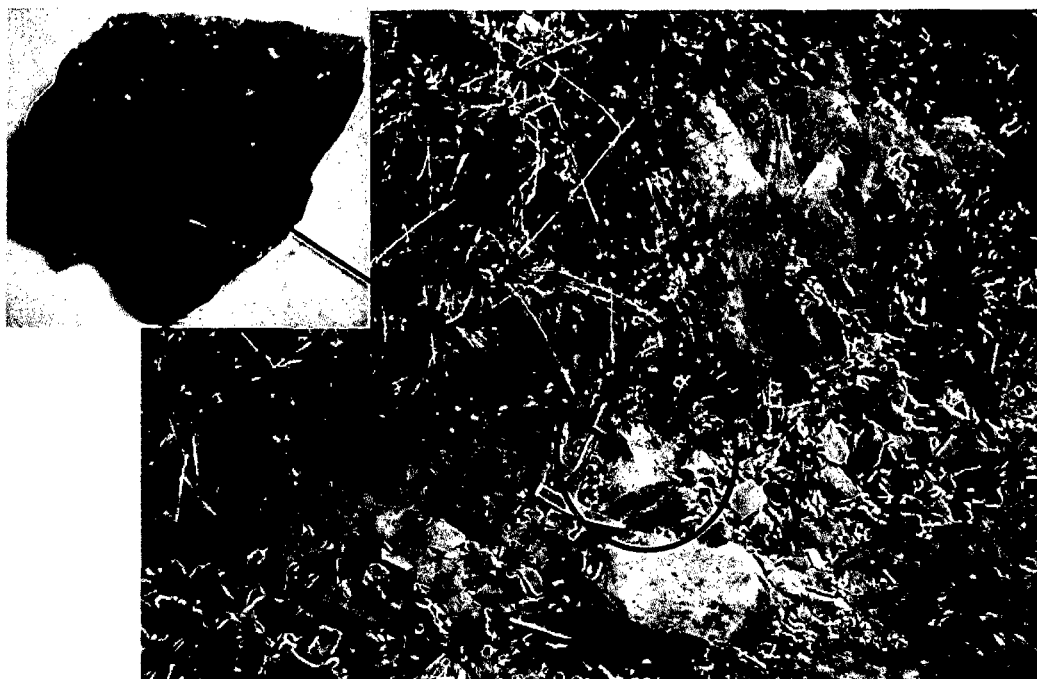


Foto N°12.- Falla La Chorrera, Presencia de Depósitos Aluviales



## 8.8. ROCAS INTRUSIVAS



**Foto N°13.-** Afloramiento dique andesítico donde se observa calizas del Grupo Pullucana. Ligeramente alteradas. (Norte : 9230922, Este : 796848)

## CAPITULO IX

### GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El Centro Poblado La Chorrera está ubicado entre dos grandes fallas de tipo regional las cuales son: Falla La Chorrera (tipo inversa con orientación SW- NE) y Falla El Tingo; así mismo hacia el SW del centro poblado se encuentra el Anticlinal Alforjacocho, Anticlinal Hilo rico de suma importancia para nuestro estudio.

También se logro identificar fallas normales e inferidas al Noroeste del centro poblado la chorrera (falla peña blanca, Falla Picota Grande, Falla Perol, falla agua blanca, Falla huaswash).

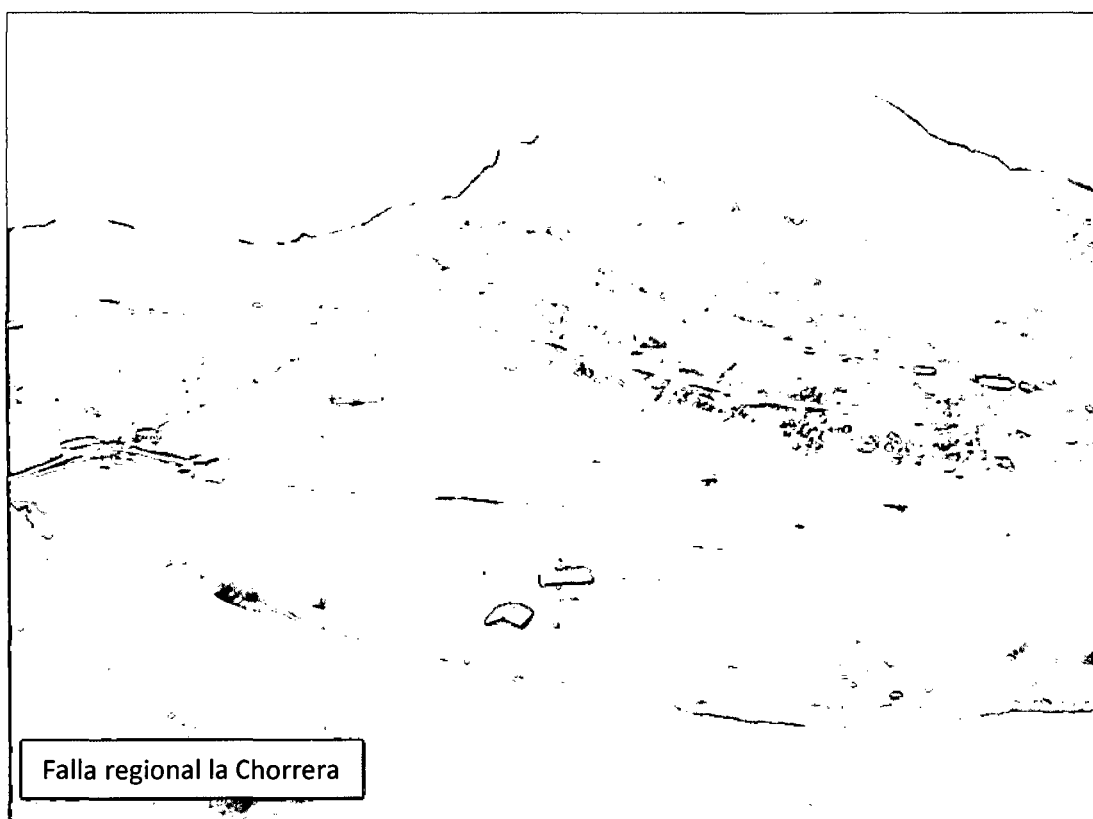


Foto N° 14.- vista panorámico de la Falla la Chorrera

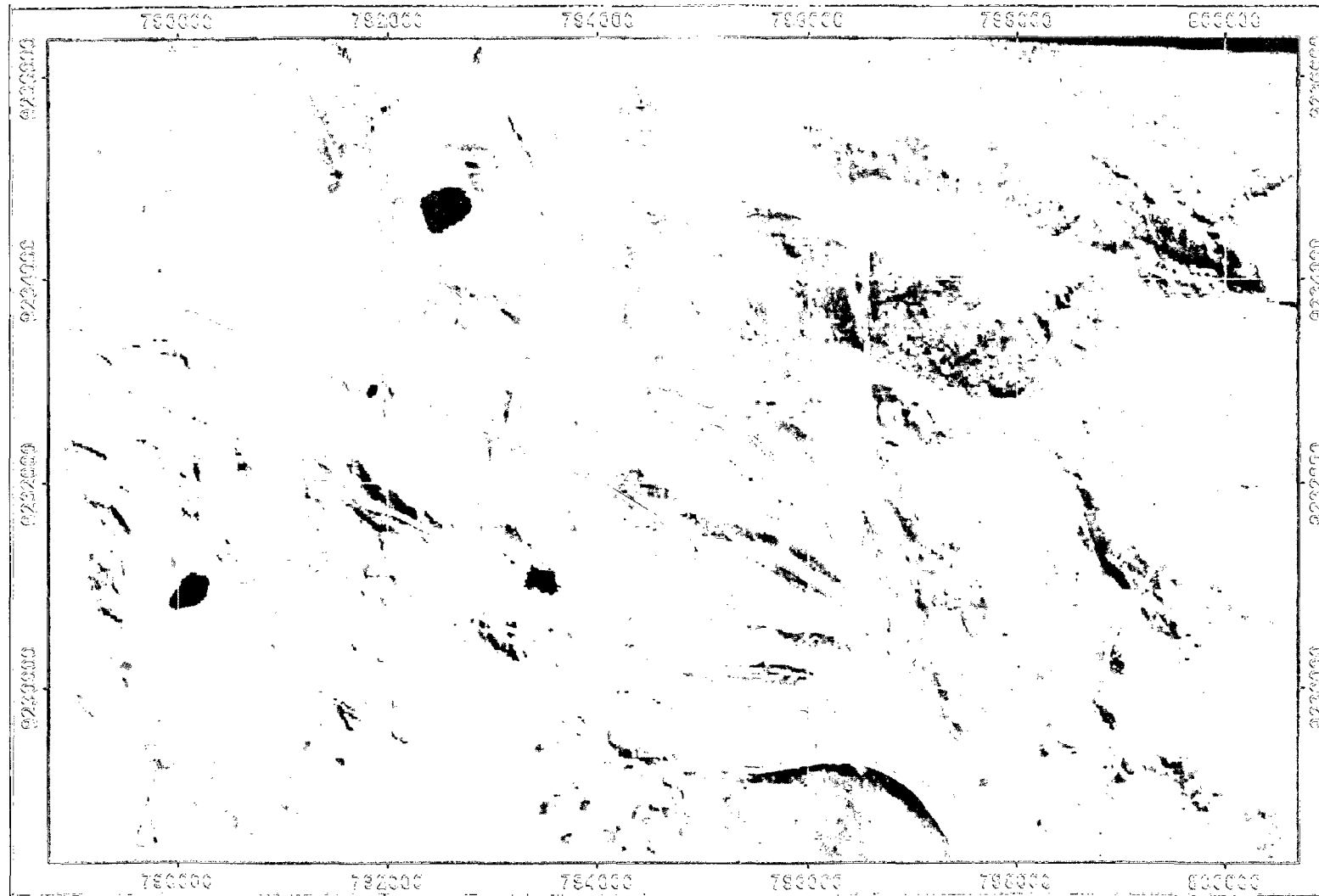


Imagen 06.- Principales estructuras geológicas del Centro Poblado La Chorrera.

### 9.1. FALLA LA CHORRERA

Ubicada al Oeste del Centro Poblado la cual posee una orientación general NW- SE ( Rbo : N300° Buz : 60° NE, Este : 796705, Norte : 9231757) con una longitud de 4 km aprox., A la cual se le denomina falla La Chorrera (foto 6) presentando los mismos buzamientos altos que van desde los 60° a 70°, Esta falla ha sido ubicada en campo por la presencia de estrías y alteraciones de falla, huellas irrefutables de la acción de cabalgamientos y por interpretación en imagen satelital.



Foto N°15.- Ubicación Falla la chorrera de tipo regional

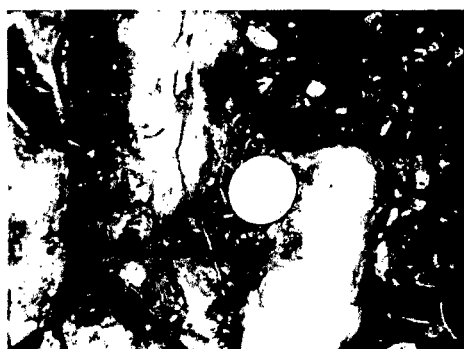
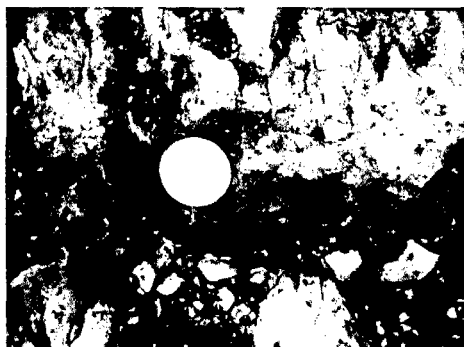
En cuanto a las fracturas y fallas locales presentes en el área circundante a la falla la Chorrera, estas presentan una disposición perpendicular a la misma, la gran mayoría en contacto con el fallamiento regional poseen aberturas de 50 cm, encontrándose algunas rellenas con cuarzo y/o panizo procedente de la erosión de las calizas.



**Foto N°16.-** Falla Perpendicular a la Falla regional la Chorrera (Este: 796705, Norte: 9231757) Rbo: N35° Buz: 70° SE



**Foto N°17.-** Fractura en roca caliza rellena con panizo Perpendicular a la Falla regional la Chorrera (Este: 796875, Norte: 9231299) Rbo: N190° Buz: 80° SE



**Foto N°18.-** Fractura en roca caliza rellena con Cuarzo Perpendicular a la Falla regional la Chorrera (Este: 796591, Norte: 9231849) Rbo : N5° Buz : 55° SE

El área de estudio ha sido dividida en dos zonas estructurales para un mejor análisis, denominado: Zona 1 y Zona 2. Ambos separados por la Falla La Chorrera.

## 9.2. FALLA LIPIAC.

Ubicada al SW del centro poblado la chorrera la cual posee una orientación general SW-NE (DIP: 76°, DD: 23°, Este 796026, Norte 9229587), esta falla a sido ubicada en campo por la presencia de brechas en las areniscas del Farrat y por interpretación en imagen satelital.



Foto19. Falla normal Lipiac

En cuanto a las fracturas y fallas locales presentes en el área circúndate a la falla Lipiac, estas se presentan perpendiculares a dicha falla con aberturas de hasta de hasta 60 cm encontrándose brechas en las areniscas del Farrat.

En la Falla Lipiac se evidencian de gran manera brechas angulosas a sub angulosas.

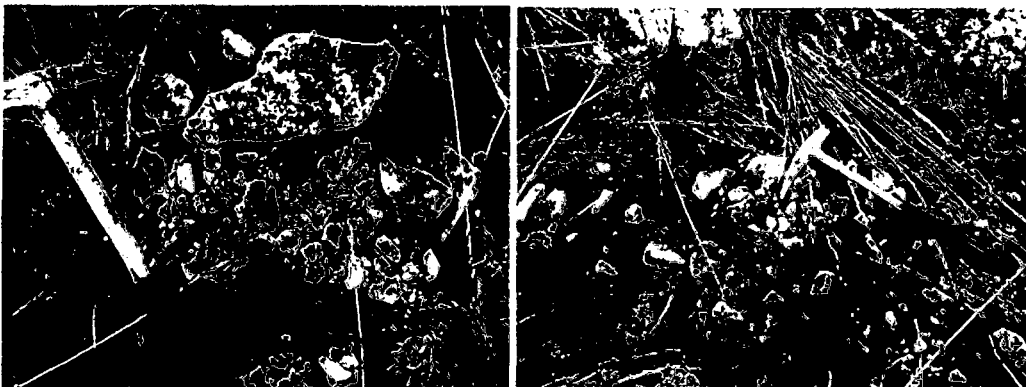


Foto 20. Brecha de la falla Lipiac rellena de material anguloso a subanguloso (Este: Norte: 9229601)  
Foto 21. Brecha de la falla Lipiac (Este: 795879, Norte: 9229624), DIP: 51°, DD:13°  
795999, Norte: 9229601)

### 9.3. FALLA EL TINGO:

Ubicada al Este del Centro Poblado la cual posee una orientación general NW- SE (Rbo : N339° Buz : 58° NE, Este : 797102, Norte : 9230672) Cambiando de orientación NE – SW Entre el Centro poblado la Chorrera y El Tingo con una longitud de 5 km aprox., presentando los mismos buzamientos moderados que van desde los 30° a 60°, Esta falla ha sido ubicada en campo por la presencia de estrías, huellas irrefutables de la acción de desplazamiento y por interpretación en imagen satelital.

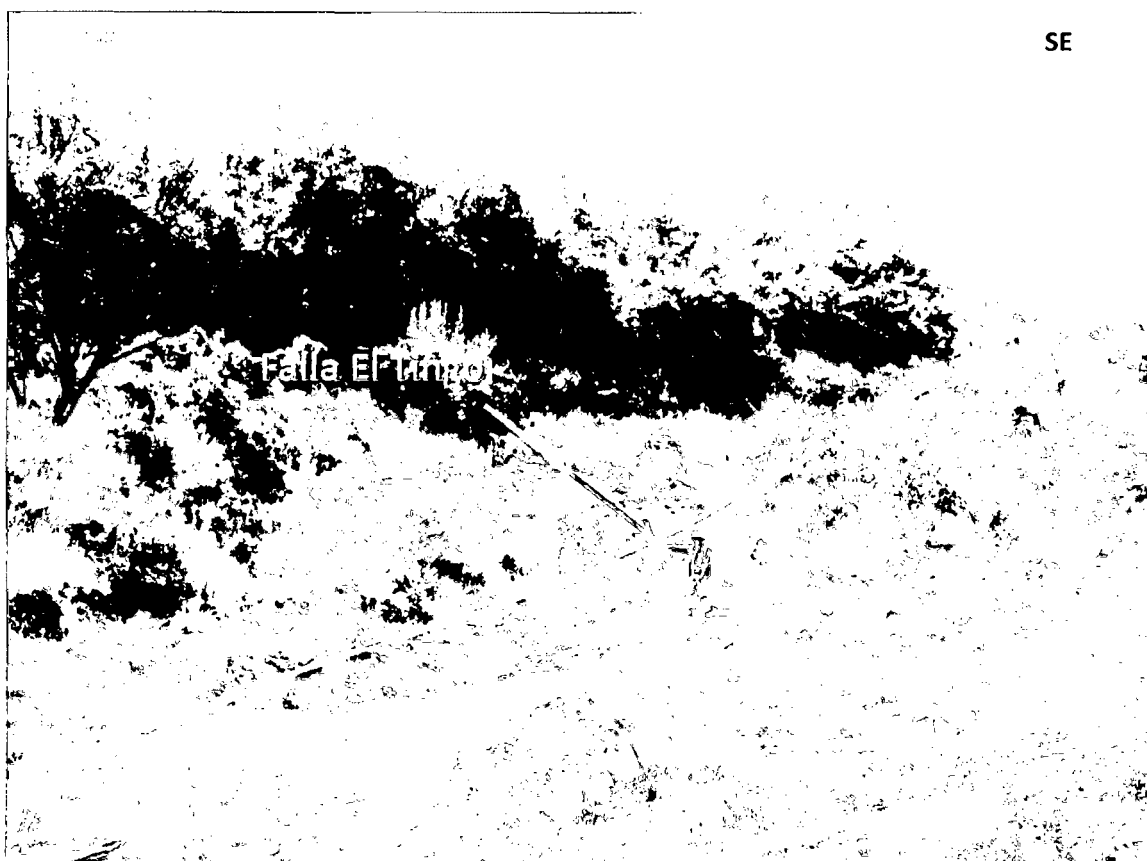
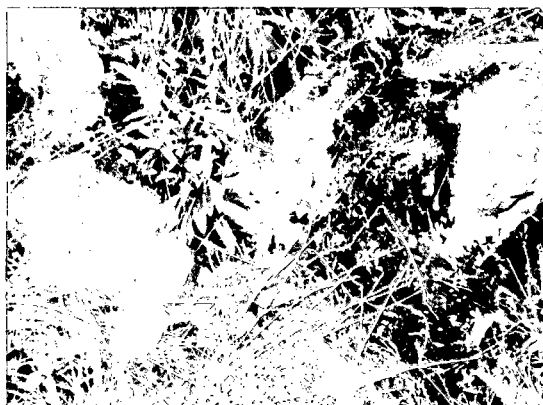


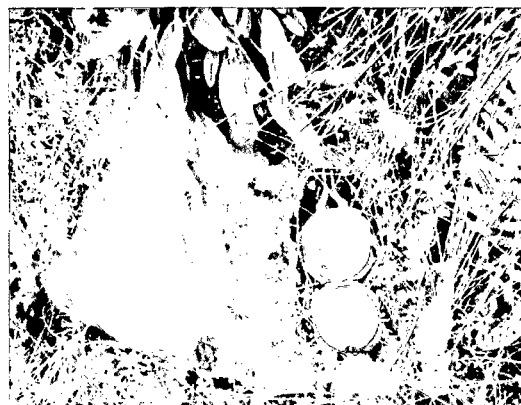
Foto N°22.- Falla Regional El Tingo

En cuanto a las fracturas y fallas locales presentes en el área circúndate a la falla la El Tingo, estas se presentan perpendiculares a dicha falla con aberturas de hasta de hasta 40 cm encontrándose algunas rellenas con carbonato de calcio producto de la lixiviación de las calizas.

En la Falla El Tingo se evidencia de gran actividad erosión glaciár por presentar la gran mayoría de la roca caliza presencia de lenares



**Foto N°23:** Fractura Perpendicular a la Falla regional El Tingo Rellena Con Carbonato de calcio (Este: 797132, Norte: 9230754) Rbo: N275 Buz: 87 NE



**Foto N°24:** Lenares en Calizas, Falla el Tingo (Este: 797302, Norte: 9231119)

### 9.3. ANTICLINAL ALFORJACOCHA:

Se ha localizado el eje de un anticlinal el cual ha sido erosionado en gran parte por agentes meteóricos pero claramente se puede distinguir la disposición de los estratos plegados al costado de la laguna Alforjacochoa, por lo que se presume de la existencia de esfuerzos distensivos. Asociado a esta deformación se observan fracturas perpendiculares al eje del pliegue en roca caliza.





Foto N°25.- Anticlinal Alforjacocho



Foto 26.- fracturas perpendiculares al eje del Anticlinal Alforjacocho (Norte : 9231093, Este :  
795871)

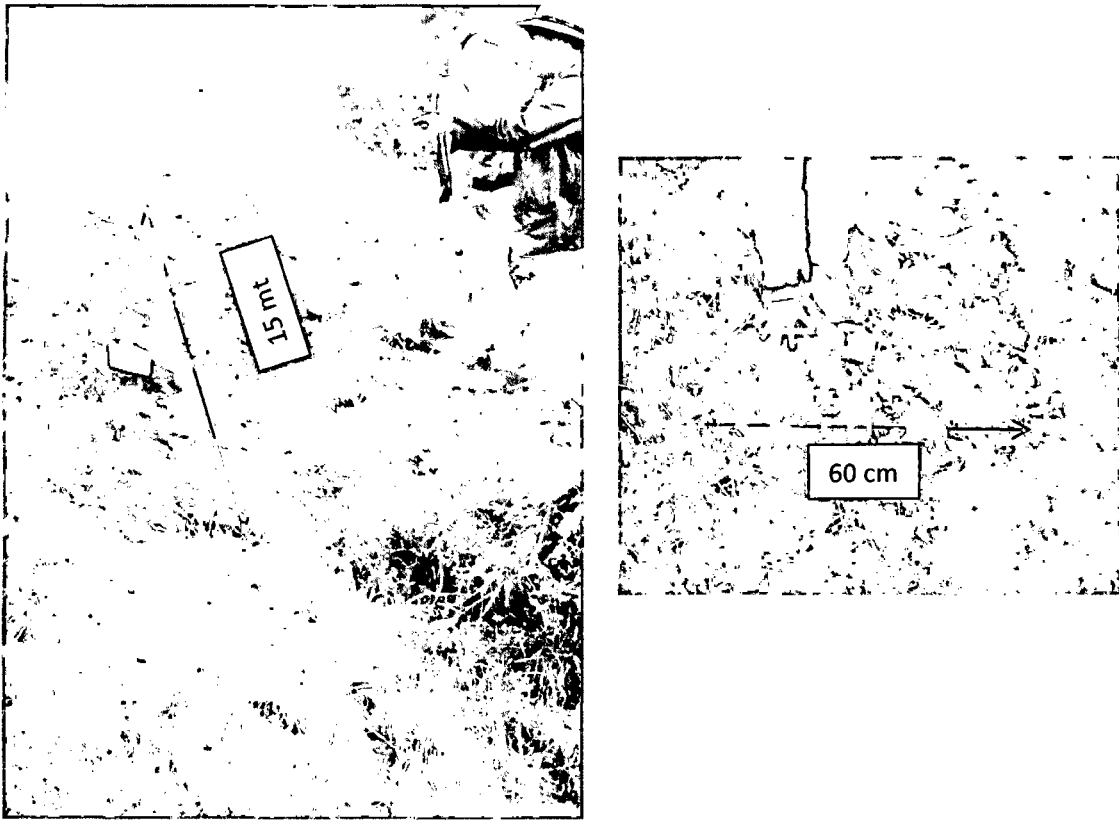


Foto 27.- Sills paralelo a los estratos de caliza en el anticlinal Alforjacochoa (Norte: 9231163, Este: 796038)

El área de estudio ha sido dividida en cinco zonas estructurales para un mejor análisis, denominado: Zona 1, Zona 2, Zona 3, Zona 4. Zona 5

#### 9.4. ANALISIS DE LAS FALLAS DEL ZONA 1

Se ubica entre la falla La Chorrera y el anticlinal Alforjacochoa, caracterizada por presentar roca altamente fracturada y por poseer fallas. En esta zona se ubica al costado de carretera.

COORDENADAS:

Norte: 9231299

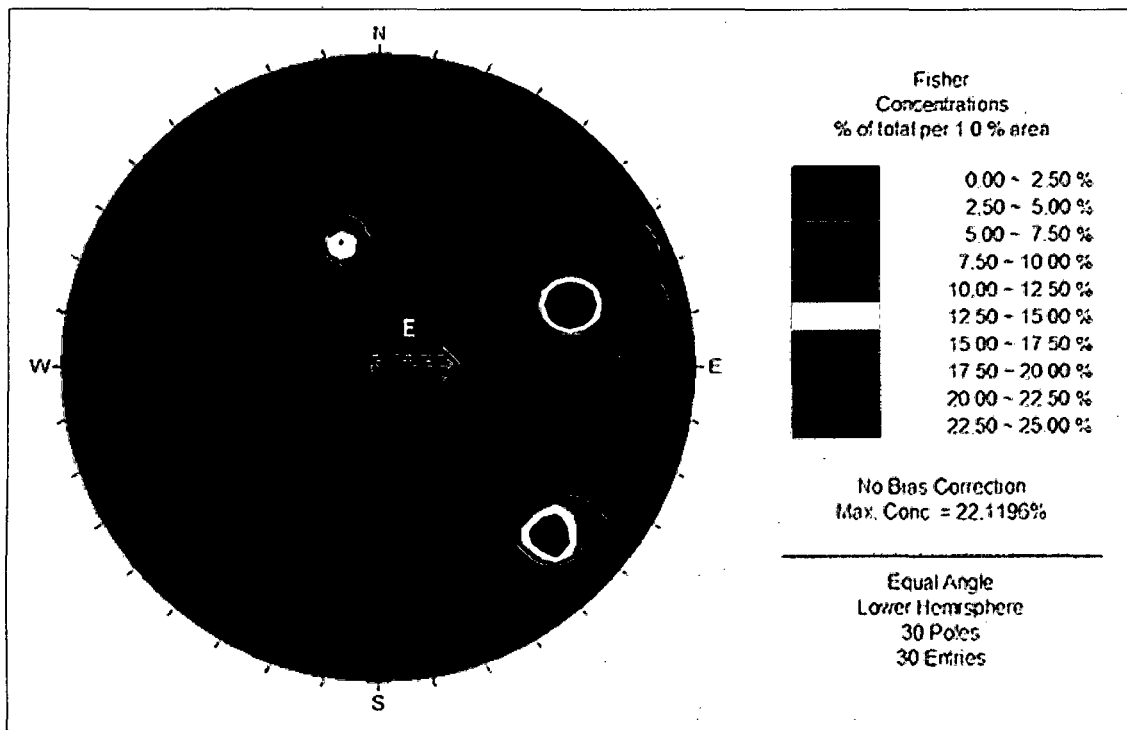
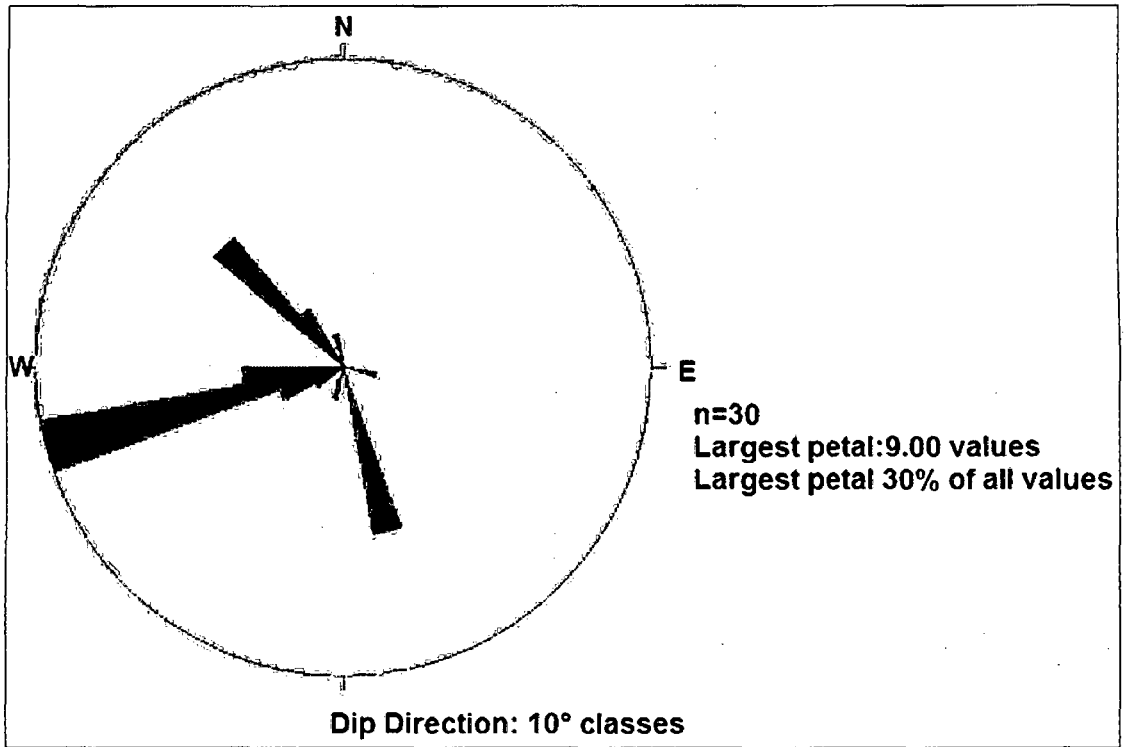
Este: 796875

Del análisis del diagrama de rosas de las distintas fallas y fracturas, se observa que la orientación predominante en el Sector 1 es SW con un máximo de 30.0% . Hay algunas fallas de orientación NW- SE. Los ángulos de buzamientos de los planos de fallas están comprendidos entre 42° y 81°. El gráfico de diagrama de polos y densidades indica dirección de esfuerzos E

| ID   | Dip | Dip Direction |
|------|-----|---------------|
| 1    | 72  | 314           |
| 2    | 68  | 315           |
| 3    | 75  | 312           |
| 4    | 78  | 310           |
| 5    | 65  | 250           |
| 6    | 45  | 268           |
| 7    | 81  | 262           |
| 8    | 78  | 259           |
| 9    | 70  | 255           |
| 10   | 65  | 251           |
| 11   | 65  | 250           |
| 12   | 46  | 168           |
| 13   | 61  | 253           |
| 14   | 65  | 255           |
| 15   | 62  | 250           |
| 16   | 49  | 161           |
| 17   | 42  | 163           |
| 18   | 42  | 165           |
| 19   | 40  | 160           |
| 20   | 78  | 310           |
| 21   | 75  | 321           |
| 22   | 75  | 320           |
| 23   | 85  | 250           |
| 24   | 60  | 230           |
| 25   | 80  | 240           |
| 26   | 50  | 100           |
| 27   | 60  | 340           |
| 28   | 75  | 195           |
| 29   | 50  | 260           |
| 30 * | 80  | 245           |

**Tabla 03:** Datos de fallas y fracturas Zona 1

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochouco-Celendín-Cajamarca



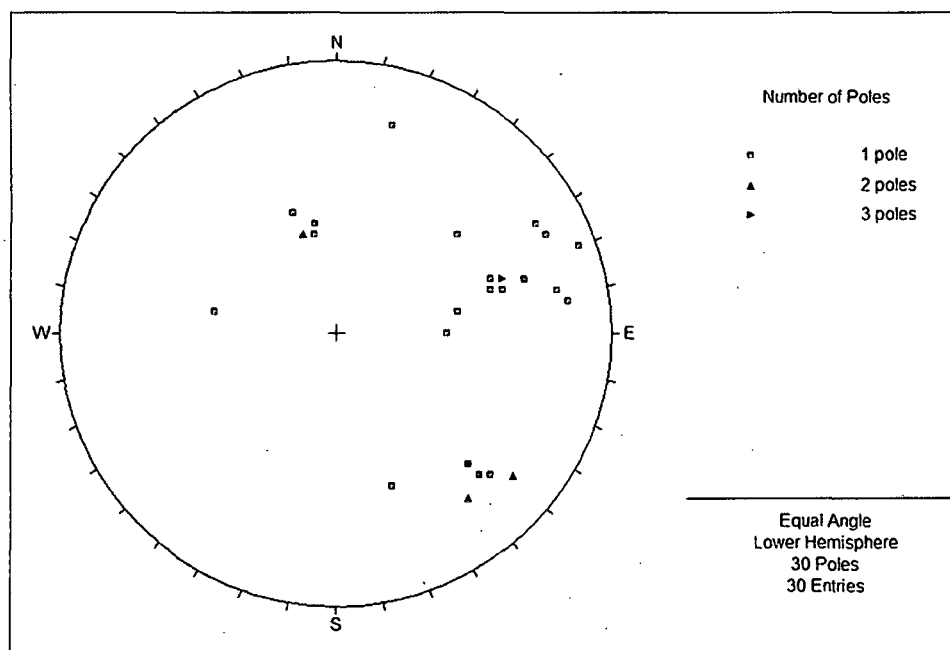


Imagen 07.- diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 1

## 9.5. ANALISIS DE LAS FALLAS DEL ZONA 2

Se ubica entre la Falla La Chorrera y la Falla el Tingo, caracterizada por presentar en gran mayoría fracturas en roca caliza perpendiculares a los rumbos de dichas fallas.

### COORDENADAS:

Norte: 9230754

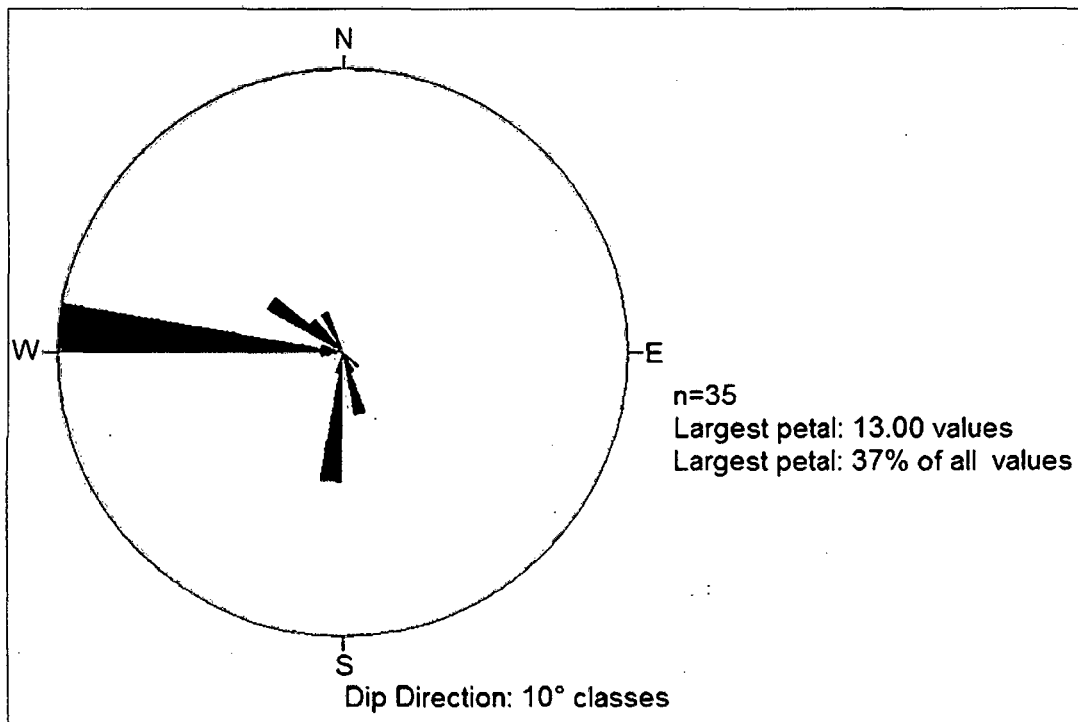
Este : 797132

Del análisis del diagrama de rosas de las distintas fallas y fracturas, se observa que la orientación predominante en el Sector 2 es NW con un máximo de 37.0%. Hay algunas fallas de orientación SW. Los ángulos de buzamientos de los planos de fallas están comprendidos entre 15° y 88°. El grafico de diagrama de polos indica dirección de esfuerzos NW- SE

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochouco-Celendín-Cajamarca

| ID   | Dip | Dip Direction |
|------|-----|---------------|
| 1    | 35  | 160           |
| 2    | 75  | 130           |
| 3    | 25  | 157           |
| 4    | 45  | 190           |
| 5    | 48  | 165           |
| 6    | 55  | 330           |
| 7    | 45  | 185           |
| 8    | 85  | 273           |
| 9    | 75  | 279           |
| 10   | 87  | 275           |
| 11   | 80  | 279           |
| 12   | 85  | 270           |
| 13   | 15  | 183           |
| 14   | 30  | 181           |
| 15   | 34  | 189           |
| 16   | 42  | 185           |
| 17   | 35  | 180           |
| 18   | 79  | 302           |
| 19   | 76  | 301           |
| 20   | 75  | 304           |
| 21   | 65  | 312           |
| 22   | 75  | 335           |
| 23   | 77  | 300           |
| 24   | 83  | 279           |
| 25   | 88  | 277           |
| 26   | 73  | 281           |
| 27   | 85  | 275           |
| 28   | 60  | 276           |
| 29   | 79  | 272           |
| 30   | 81  | 268           |
| 31   | 85  | 270           |
| 32   | 87  | 275           |
| 33   | 52  | 274           |
| 34   | 36  | 313           |
| 35 * | 67  | 165           |

Tabla 04: Datos de fallas y fracturas Zona 2



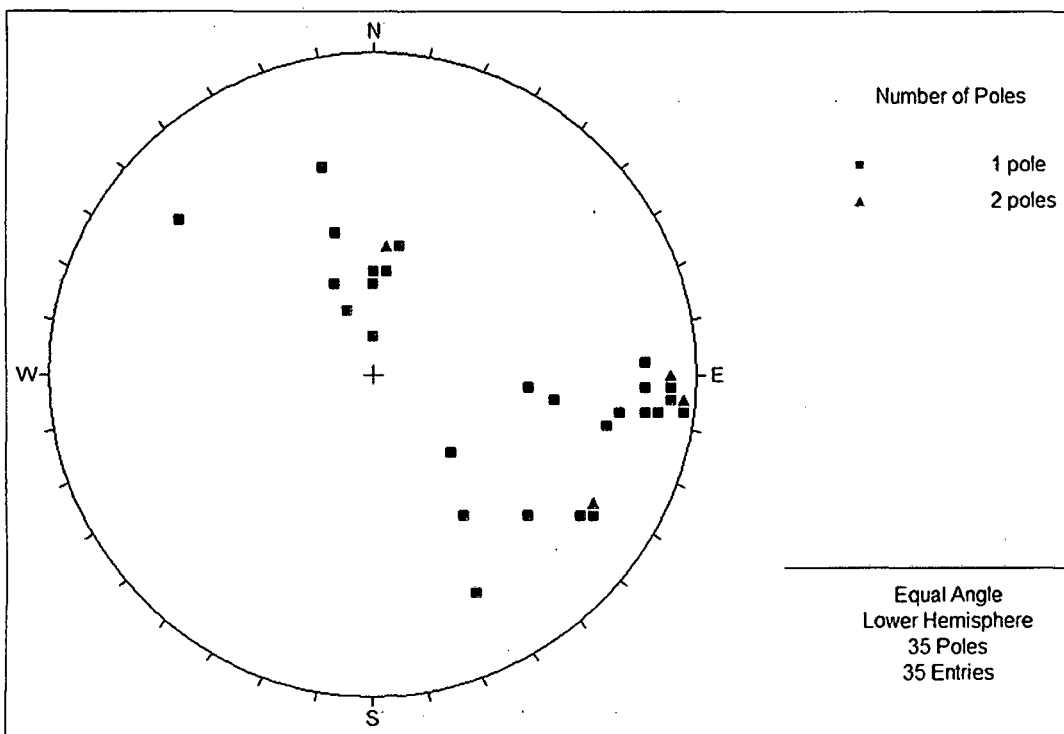
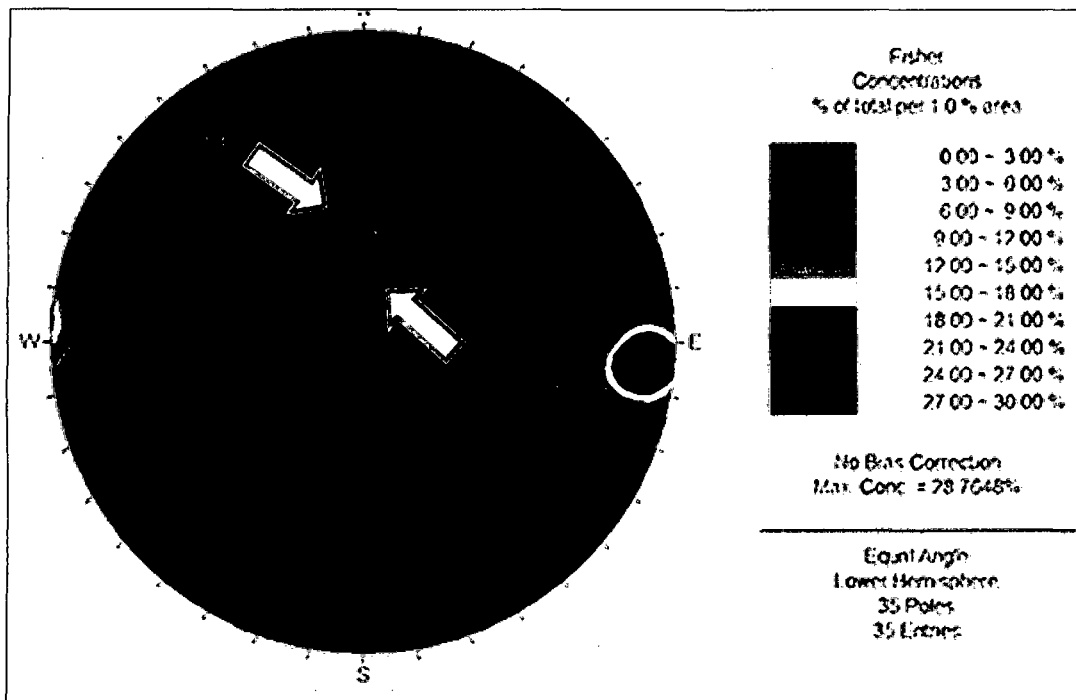


Imagen 08.- diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 2

### 9.6. ANALISIS DE LAS FALLAS DEL ZONA 3

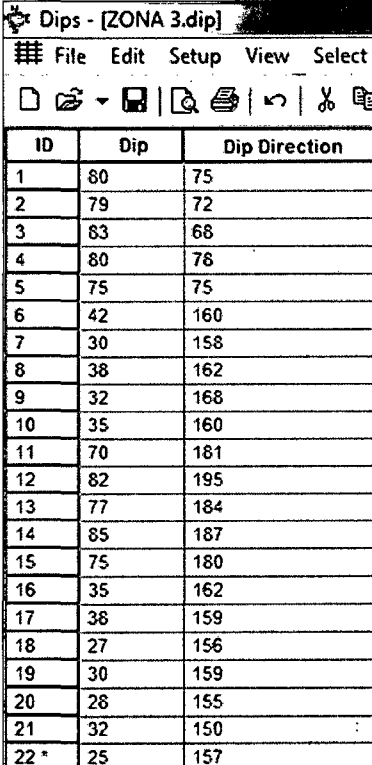
Se ubica al E de la falla el Tingo, caracterizada por presentar roca Caliza altamente fracturada perpendiculares a dicha falla.

#### COORDENADAS:

Norte : 9231596

Este : 797292

Del análisis del diagrama de rosas de las distintas fallas y fracturas, se observa que la orientación predominante en el Sector 3 es SE con un máximo de 31.0% . Hay algunas fallas de orientación NE. Los ángulos de buzamientos de los planos de fallas están comprendidos entre 25° y 85°. El grafico de diagrama de polos y densidades indica dirección de esfuerzos SE

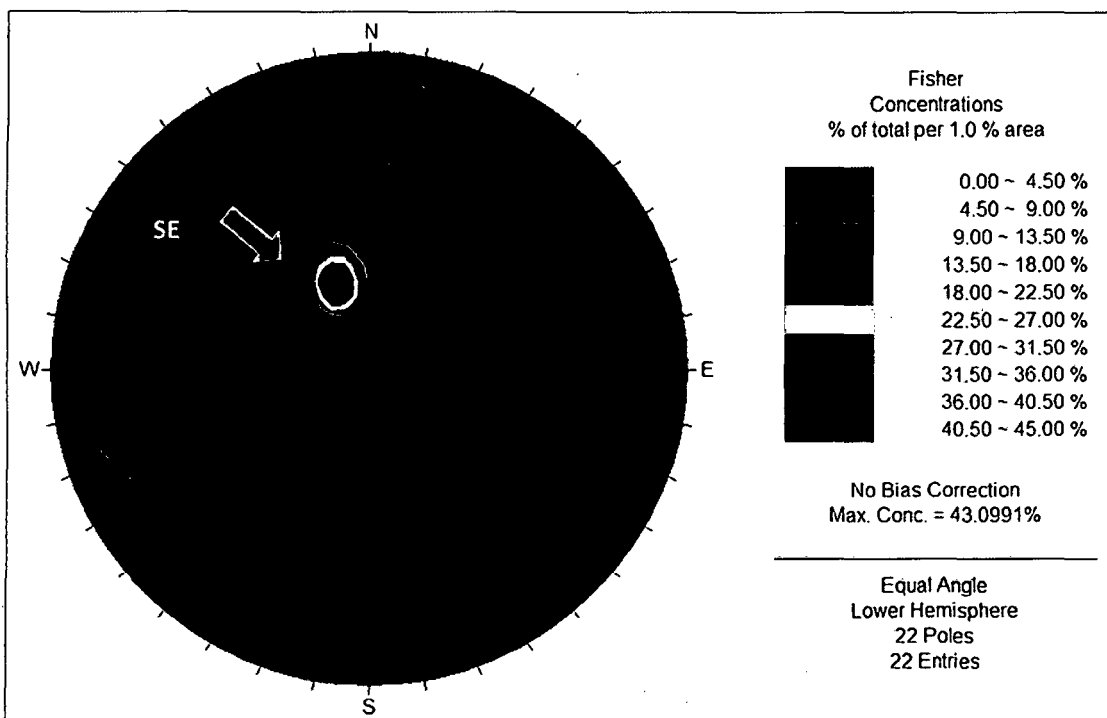
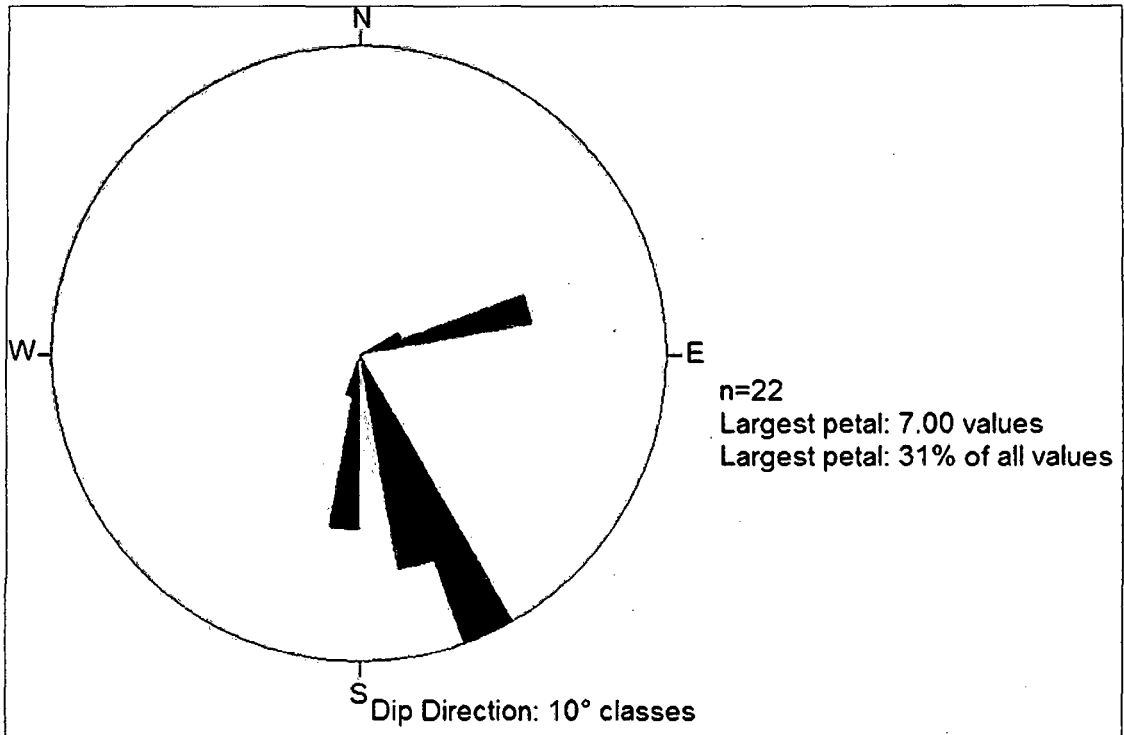


| ID   | Dip | Dip Direction |
|------|-----|---------------|
| 1    | 80  | 75            |
| 2    | 79  | 72            |
| 3    | 63  | 68            |
| 4    | 80  | 76            |
| 5    | 75  | 75            |
| 6    | 42  | 160           |
| 7    | 30  | 158           |
| 8    | 38  | 162           |
| 9    | 32  | 168           |
| 10   | 35  | 160           |
| 11   | 70  | 181           |
| 12   | 82  | 195           |
| 13   | 77  | 184           |
| 14   | 85  | 187           |
| 15   | 75  | 180           |
| 16   | 35  | 162           |
| 17   | 38  | 159           |
| 18   | 27  | 156           |
| 19   | 30  | 159           |
| 20   | 28  | 155           |
| 21   | 32  | 150           |
| 22 * | 25  | 157           |

**Tabla 05:** Datos de fallas y fracturas Zona 3



Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochouco-Celendín-Cajamarca



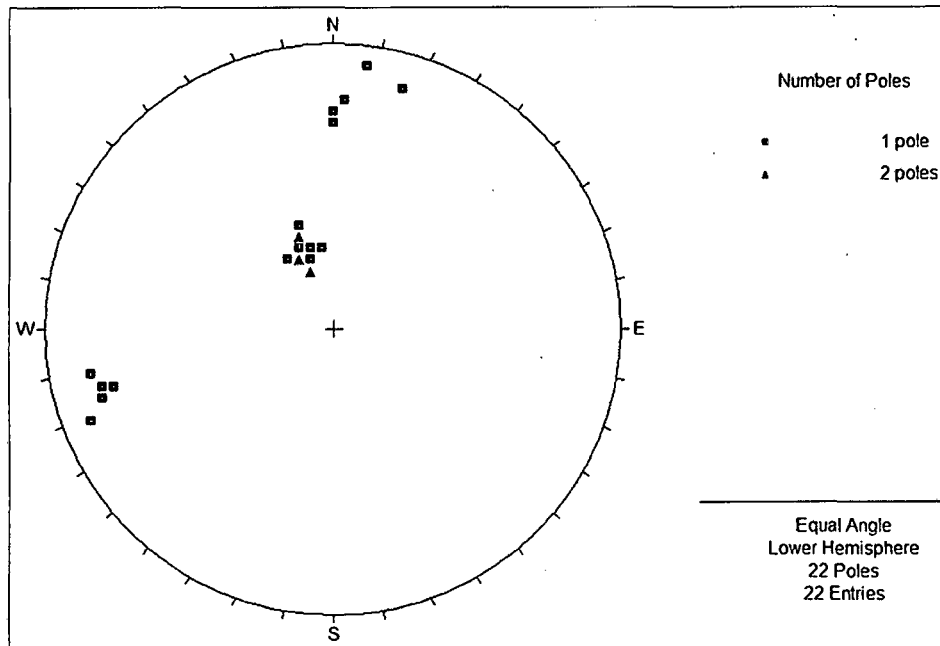


Imagen 09.- diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 3

### 9.7. ANALISIS DE LAS FALLAS DEL ZONA 4

Se ubica en estratos que afloran cerca al eje del anticlinal Alforjacochoa, en donde se presenta roca Caliza la cual ha sufrido una fracturación violenta.

#### COORDENADAS:

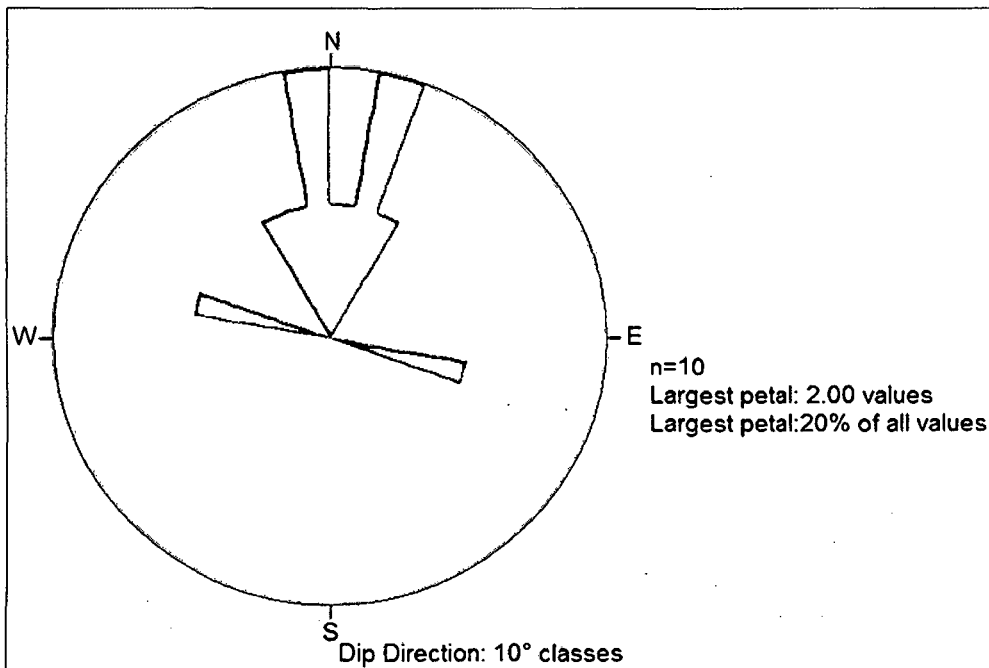
Norte: 9231273

Este: 796524

Del análisis del diagrama de rosas de las distintas fallas y fracturas, se observa que la orientación predominante en el Sector 4 es NW con un máximo de 20.0%. Hay algunas fallas de orientación NE. Los ángulos de buzamientos en la mayoría son elevados los cuales están comprendidos entre 50° y 87°. El grafico de diagrama de polos y densidades indica dirección de esfuerzos es N - S

| Dips - [ZONA 4.dip*]                |    |     |
|-------------------------------------|----|-----|
| File Edit Setup View Select Sets To |    |     |
| 1                                   | 50 | 105 |
| 2                                   | 70 | 336 |
| 3                                   | 70 | 342 |
| 4                                   | 85 | 355 |
| 5                                   | 87 | 357 |
| 6                                   | 79 | 22  |
| 7                                   | 76 | 15  |
| 8                                   | 83 | 12  |
| 9                                   | 75 | 5   |
| 10 *                                | 25 | 285 |

Tabla 06: Datos de fallas y fracturas Zona 4



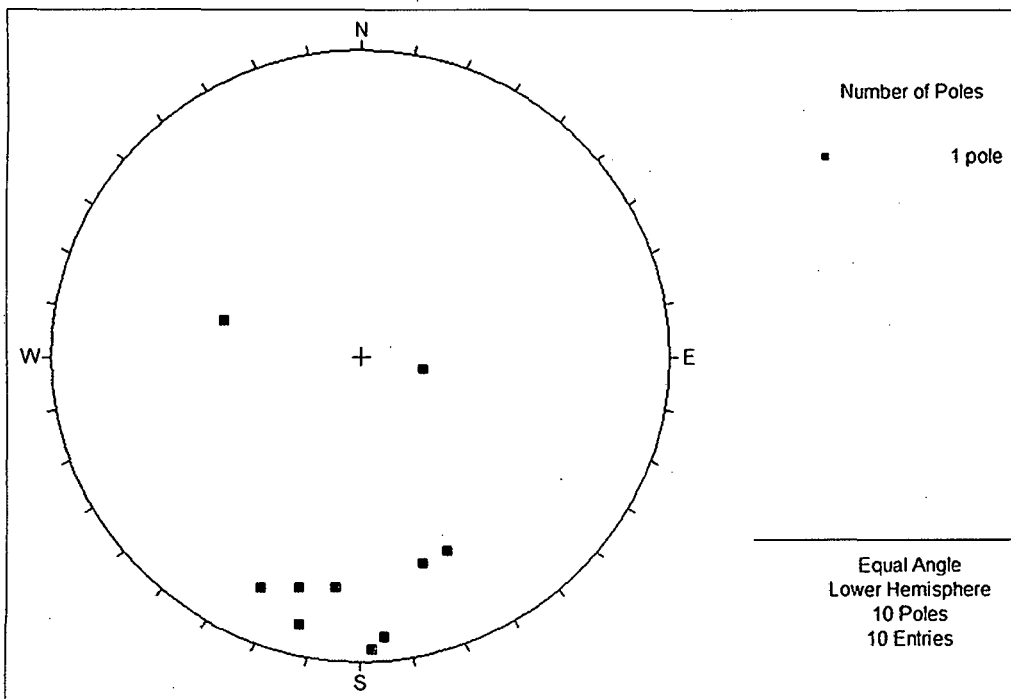
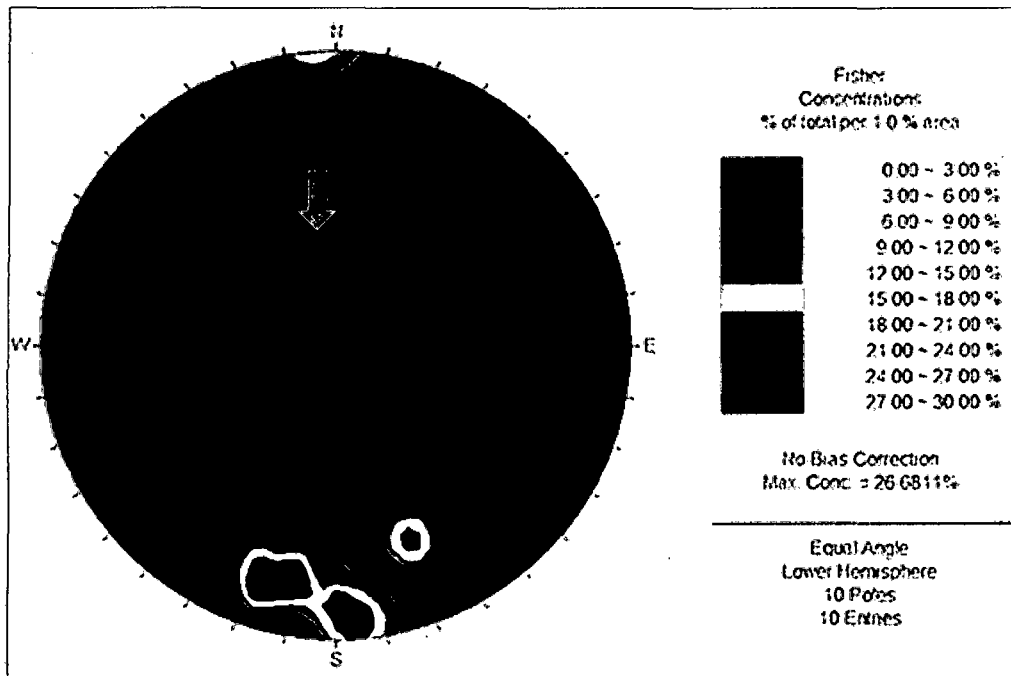


Imagen 10.- diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 4

## CAPITULO X

### HIDROGEOLOGIA

La hidrogeología es una rama del conocimiento que se basa en muchas y muy variadas disciplinas, una de las principales es la geología ya que son precisamente las formaciones geológicas las que constituyen el medio donde se almacena y se mueve el agua subterránea. Sin un conocimiento básico de ciertos aspectos de la geología es imposible un estudio de los recursos en aguas subterráneas y mucho menos su explotación racional.

Otras disciplinas son:

- ✓ **La hidroquímica** que permite el conocimiento de las características químicas del agua que va a ser explotada, aspecto éste esencial tanto desde el punto de vista técnico como en lo que se relaciona con la utilización.
- ✓ **La mecánica de los fluidos** para poder estudiar las leyes que rigen el movimiento de un fluido en un medio poroso.
- ✓ **La hidrología de superficie** ya que los recursos superficiales están íntimamente relacionados con las aguas subterráneas.
- ✓ **La climatología** para evaluar la precipitación y la evapotranspiración, factores esenciales desde el punto de vista cuantitativo, en particular en lo relativo a la recarga de los acuíferos.
- ✓ **La estadística**, en particular con el desarrollo de nuevos métodos basados en variables aleatorias que permiten estimar los recursos en aguas subterráneas de una región dada.

#### 10.1. EL CICLO HIDROLÓGICO

Un hidrogeólogo debe comprender todos los aspectos del ciclo hidrológico, ya que las aguas subterráneas no representan más que una parte del ciclo hidrológico total del agua.

El agua en la naturaleza sigue un movimiento cíclico permanente de un sitio a otro, pasando por diversos estados: sólido, líquido y gaseoso. El agua en

estado líquido se encuentra en la atmósfera, lagos, mares, ríos, lluvia y en el suelo y subsuelo, siendo esta última el objeto de estudio particular desde el punto de vista hidrogeológico. El agua en el suelo se distribuye de la manera siguiente: la zona más cercana a la superficie constituye la zona denominada no-saturada, en la cual el agua se encuentra en los vacíos o poros conjuntamente con aire y está sometida principalmente a fuerzas de capilaridad; a partir de una cierta profundidad el agua llena completamente los vacíos del suelo siendo ésta la llamada zona saturada, donde el agua está sometida principalmente a fuerzas gravitacionales y a resistencias viscosas.

Finalmente, el agua en estado sólido se encuentra bajo las formas de nieve, hielo o granizo y el agua en estado gaseoso la constituye el vapor de agua presente en la atmósfera.

## **10.2. DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO DEL AGUA**

El agua que se encuentra en la atmósfera en forma de vapor se condensa en nubes, las cuales originan las precipitaciones (P) en forma de nieve, lluvia o granizo. Una parte de dichas precipitaciones se evapora nuevamente antes de llegar a la superficie del suelo y la otra cae al suelo por la acción de la gravedad. De esta última, una parte es interceptada por la vegetación o por otras superficies y luego se evapora igualmente y la otra entra en contacto directo con el suelo o con cuerpos de agua (lagos y mares principalmente).

Aquella que cae al suelo puede alimentar la red hidrográfica directamente (escorrentía superficial), almacenarse en algunas partes de la superficie (almacenamiento superficial) o penetrar en el suelo y subsuelo (infiltración) para de esta manera alimentar las reservas de las capas acuíferas. Ver Figura 2.1. La energía calorífica proveniente del sol evapora parte del agua que está en las superficies libres (lagos, mares, etc.), en la red hidrográfica y en la superficie del suelo. De igual manera una parte del agua que está en la zona no-saturada del suelo se evapora directamente o se absorbe por las

plantas las cuales a su vez le devuelven a la atmósfera en forma de vapor mediante el mecanismo de transpiración. Estos fenómenos son generalmente designados con el término de evapotranspiración. En cuanto al agua que se ha infiltrado en las zonas más profundas de la corteza terrestre y que alimenta las capas acuíferas, puede alcanzar más profundidad, o pasar a alimentar el flujo de los ríos, o retornar directamente a los mares a causa de la percolación, donde se inicia nuevamente el ciclo. La Figura 16. Es una representación del ciclo hidrológico.

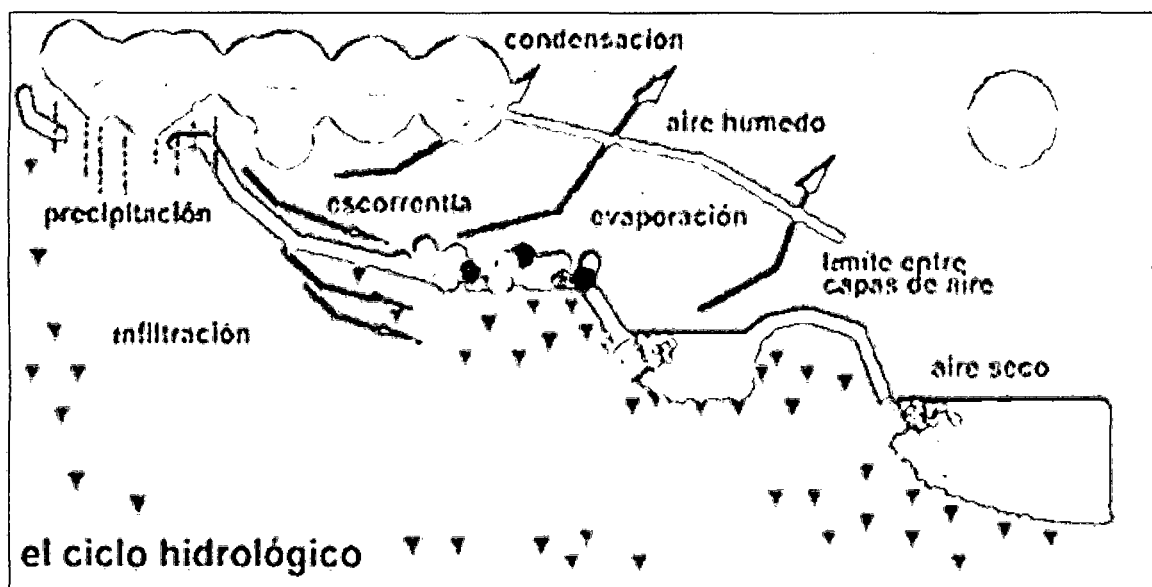


Figura 16. El ciclo hidrológico.

Fuente: Chow et al, (1994).

Las fases del ciclo son las siguientes:

- ✓ Precipitación (P)
- ✓ Evapotranspiración (ET)
- ✓ Escorrentía superficial (ESD)
- ✓ Infiltración (I)

### **10.3. BALANCE DE AGUA PARA UNA CUENCA HIDROLÓGICA**

Un balance hídrico ya sea global, ya sea a nivel de una cuenca o de una zona más reducida (un acuífero por ejemplo) se establece siempre sobre la base de la ecuación de continuidad:

#### **Entradas = Salidas ± Variación de almacenamiento**

Esta ecuación se aplica igualmente para un tiempo cualquiera, considerándose que para tiempos relativamente grandes la variación de almacenamiento es prácticamente despreciable y que por consiguiente las entradas son iguales a las salidas.

### **10.4. RELACIÓN ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES**

#### **10.4.1. LOS MANANTIALES**

Un manantial puede definirse como un punto de la superficie del terreno que de modo natural descarga a la superficie una cantidad determinada de agua, procedente de un acuífero o embalse subterráneo. La descarga de estos acuíferos no se efectúa únicamente mediante los manantiales sino que también puede producirse mediante evaporación al estar en contacto la zona saturada con la superficie del terreno. En ocasiones, la descarga del embalse subterráneo se realiza mediante la evapotranspiración de las plantas cuyas raíces alcanzan la zona saturada.

Los términos fuente y manantial son sinónimos, si bien el primero puede referirse también a las captaciones subterráneas y el uso del segundo se reduce exclusivamente a las surgencias naturales.

#### **10.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS MANANTIALES**

Existen numerosos tipos de clasificaciones según el aspecto que sea considerado: El tipo de materiales geológicos que constituyen el acuífero, la estructura del terreno, el régimen del caudal o según la composición química y la temperatura de sus aguas.



#### **10.5.2.1. MANANTIALES DE LADERA.**

Se producen en el punto donde la superficie inclinada del terreno intercepta o corta una capa permeable. Suelen encontrarse en las proximidades de la zona de contacto entre las formaciones permeables e impermeables. Estos manantiales no proporcionan grandes caudales, dado el reducido tamaño del embalse subterráneo que drenan.

#### **10.5.2.2. MANANTIALES DE VALLE.**

Se producen en las depresiones o en los valles en los que el límite superior de la zona saturada (nivel freático) alcanza la superficie topográfica.

#### **10.5.2.3. MANANTIALES INTERMITENTES.**

Son aquellos en los que su caudal pasa de ser muy escaso o nulo a ser muy importante durante breve tiempo, debido a que la descarga se hace a través de un sifón. Estos manantiales son exclusivos de las formaciones calcáreas karstificadas.

#### **10.5.2.4. MANANTIALES DE FRACTURA.**

En las rocas ígneas y metamórficas la circulación y el almacenamiento de agua se hacen fundamentalmente a través de las zonas fracturadas (fallas y diaclasas). Por lo general estos manantiales son de pequeño caudal y se extinguen en verano cuando se descarga el agua almacenada a lo largo del plano de fractura.

### **10.6. RELACIONES ENTRE LAS ESCORRENTÍAS SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.**

El agua de los manantiales va a parar, directa o indirectamente, a un curso superficial. Los caudales que los ríos llevan proceden en gran medida de la escorrentía de las aguas de lluvia y del deshielo de la nieve, pero también incluyen las aguas que han circulado por el interior de las rocas

del subsuelo sin llegar a alcanzar la zona saturada de los acuíferos subterráneos.

Para estudiar la aportación de agua subterránea que puede realizar un acuífero a un río, o al contrario, la recarga que un embalse subterráneo puede recibir de un curso de agua superficial, es fundamental conocer el tipo de conexión hidráulica que hay entre ambos. Este vendrá dado principalmente por dos factores.

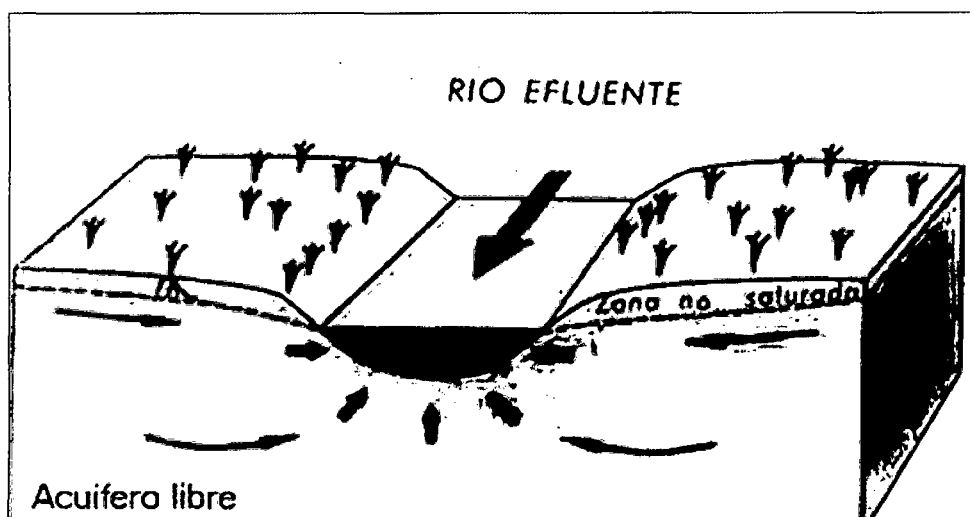


Figura 17. Situación próxima de las formaciones geológicas permeables en relación con el cauce del río.

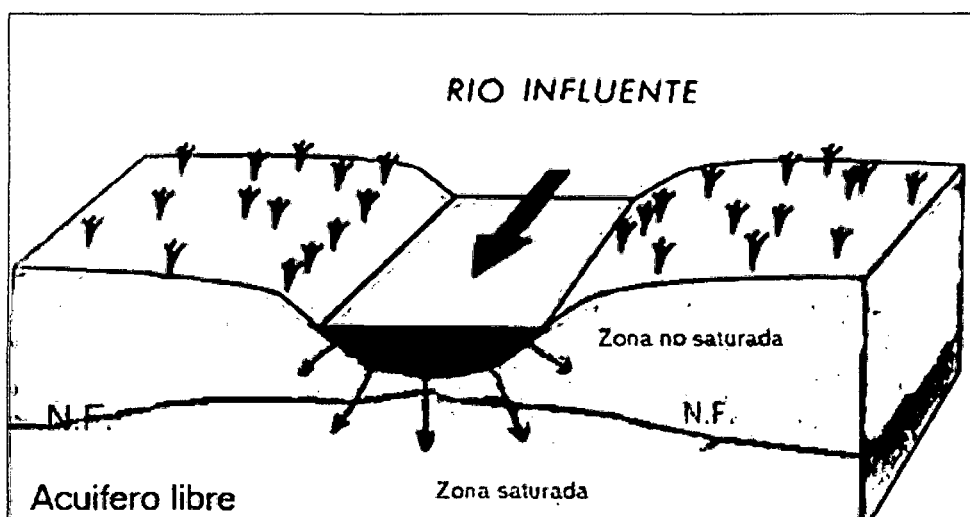


Figura 18. Situación del nivel del agua del río y del nivel freático profundo en la zona del acuífero contigua al río.


En la figura a) se representa el caso de un río drenante o efluente que recoge las aguas de las grandes llanuras aluviales en las zonas con pluviometría abundante o con recarga debida a la infiltración de los excedentes del regadío. En la figura b) se esquematiza el caso de un río infiltrante o influente que, no sólo no recibe ninguna escorrentía subterránea sino que pierde por infiltración parte de su caudal, debido a que el nivel del agua en el cauce es más alto que la superficie saturada de los materiales permeables contiguos. Este esquema es típico de las zonas áridas o semiáridas en las que la infiltración de agua a través de los cauces de los ríos constituye la principal fuente de recarga de los acuíferos. Ej. El río Nilo a su paso por el desierto de arenas permeables.

#### **10.6. INVENTARIO DE MANANTIALES, ACUIFEROS Y LAGUNAS**

Describir, cuantificar, evaluar y monitorear la extensión y el estado de todos los tipos de Manantiales, acuíferos, ríos y lagunas. según la definición de la Convención de Ramsar, y de los recursos de los humedales en la escala pertinente, con el fin de influir en la ejecución de la Convención y de secundarla, en particular con respecto a la puesta en práctica de las disposiciones relativas al uso racional de todos los humedales. Convención Ramsar, (1971)

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

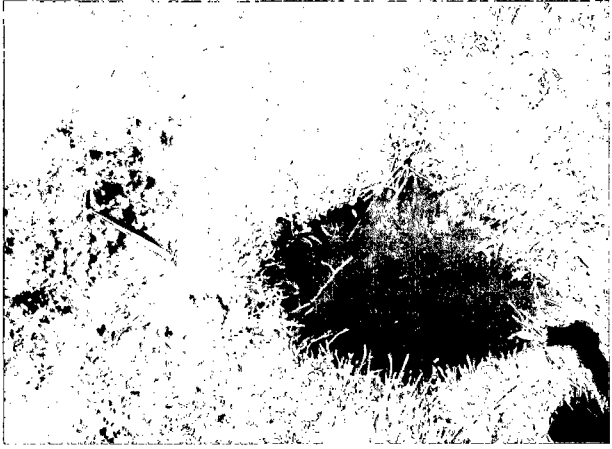
Tabla 07.- Manantial Tragadero

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b>         |                                      |  |  |  |
|--|--------------------------------------|--|--|--|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |  | <b>MANIFESTACION PE-01</b>   |  |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-10</b>                                      |                                      |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231213 N<br>797185 E  |  |
| <b>FECHA</b><br>15/11/2013   | <b>HORA</b><br>13:30                 | <b>OPERADOR</b><br>LL                      | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3773 msnm                             |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Manantial llamado tragadero se encuentra en el centro poblado la chorrera-districto de Sorochuco. |                                      |  | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |  |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |  | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |  |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Emplazado en rocas intrusivas, y además raíces de plantas e ichus.                 |                                      |  | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br>ND                                   |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>16°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b><br><br>pH 7.50 |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg): ND</b><br><br>Eh (mV): ND |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |  |  |  |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 08.- Manantial Villanueva

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b>     |                                      |   |  |                          |
|--|--------------------------------------|---|--|--------------------------|
| <b>FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS</b>  |                                      |   | <b>MANIFESTACION PE-02</b>   |                          |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-02</b>                                  |                                      |   | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231046N<br>797159E  |                          |
| <b>FECHA</b><br>16/11/2013   | <b>HORA</b><br>9.30                  | <b>OPERADOR</b><br>LL                   | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3790 msnm |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Manantial llamado Villanueva se encuentra en el lugar de la totora centro poblado la chorrera |                                      |   | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                          |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |   | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                          |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Esta emplazado en rocas intrusivas, y además raíces de plantas e ichus.        |                                      |   | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br>ND       |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>14.5°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD(m S/cm)</b><br>pH 7.85 | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg)</b><br>Eh (mV)   |                          |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |   |  |                          |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochocho-Celendín-Cajamarca

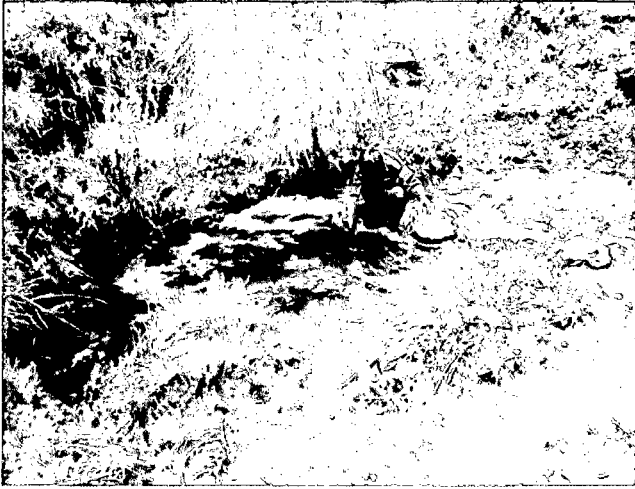
Tabla 09.- Manantial Sebastián

| <b>ESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                              |                              |   |                            |
|---|------------------------------|------------------------------|---|----------------------------|
| <b>FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS</b>   |                              |                              |   | <b>MANIFESTACION PE-04</b> |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION</b>  |                              |                              |   | <b>COORDENADAS UTM</b>     |
| <b>HOJA CELENDIN (14-G)-PE-04</b>   |                              |                              |   | 9230722N<br>797325         |
| <b>FECHA</b>  | <b>HORA</b>                  | <b>OPERADOR</b>              | <b>AREA(DTO)</b>  | <b>COTA</b>                |
| 16/11/2013  | 11.00                        | LL                           | Sorochocho  | 3780 msnm                  |
| <b>LOCALIZACION</b>   |                              |                              | <b>FOTOGRAFIA</b>   |                            |
| Manantial ubicado en el centro poblado la chorrera.   |                              |                              |  |                            |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b>  |                              |                              | <b>REGIMEN</b>  |                            |
| Manantial   |                              |                              | Permanente  |                            |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b>  |                              |                              |   | <b>USO</b>                 |
| Material orgánico, rocas intrusivas, raíces y algas verdesas.   |                              |                              |   | Riego                      |
|   |                              |                              |   | <b>OBRAS</b>               |
|   |                              |                              |   | ND                         |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b>  | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b> | <b>CONDUCTIVIDAD(m S/cm)</b> | <b>CAUDALESTIMADO(L/seg)</b>  |                            |
| 14.3°C  | 14°C                         | pH 7.60                      | Eh (mV)   |                            |
| <b>OBSEVACIONES</b>   |                              |                              |   |                            |
|   |                              |                              |   |                            |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochnuco-Celendín-Cajamarca


Tabla10.- Manantial Cesar

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| <b>FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS</b>  |  |   |  | <b>MANIFESTACION PE-05</b>                         |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-05</b>                              |  |   |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9230842N<br>797356E      |
| <b>FECHA</b><br>16/11/2013   | <b>HORA</b><br>12:50                     | <b>OPERADOR</b><br>LL                             | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochnuco   | <b>COTA</b><br>3798 msnm                           |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Ubicado a 100 metros del cerro Córdoba en el Centro Poblado la Chorrera.                  |  |   | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |  |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |  |   | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |  |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Material orgánico, rocas intrusivas, raíces y algas verdes.                |  |   |  | <b>USO</b><br>Domestic<br>o<br>Riego               |
|  |  |   |  | <b>OBRAS</b><br>ND                                 |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>16°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br><br>14°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b><br><br>pH<br><br>7.75 |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b><br><br>Eh (mV):ND |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |  |   |  |  |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

Tabla11.- Manantial Elena

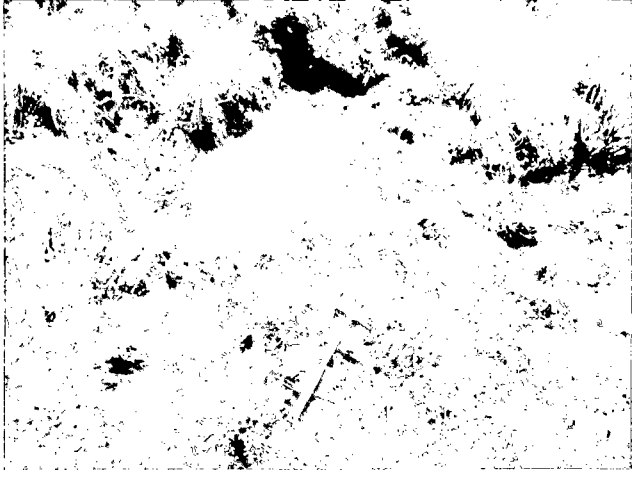
| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SORUCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                             |  |                          |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                             | <b>MANIFESTACION PE-06</b>   |                          |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-06</b>                              |                                      |                             | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9230889N<br>797437E  |                          |
| <b>FECHA</b><br>17/11/2013   | <b>HORA</b><br>9:40                  | <b>OPERADOR</b><br>LL       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3824 msnm |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Cerro Córdoba en el Centro Poblado la Chorrera  |                                      |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                          |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |                             | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                          |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Material oxidado, rocas intrusivas, raíces y algas verdosas.               |                                      |                             | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br>ND       |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>13.8°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b>   |                          |
|  |                                      | <b>pH</b> 7.48              | <b>Eh (mV):ND</b>  |                          |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |                             |  |                          |

Fuente: INGEMMET



Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


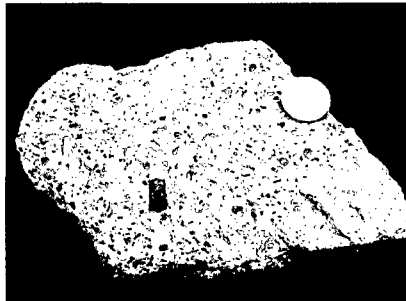
Tabla12.- Manantial Natividad

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                             |  |   |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|---|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                             |  | <b>MANIFESTACION PE-10</b>                    |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-10</b>                              |                                      |                             |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231200N<br>797401E |
| <b>FECHA</b><br>18/11/2013   | <b>HORA</b><br>14:30                 | <b>OPERADOR</b><br>LL       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3843 msnm                      |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Manantial natividad se encuentra en el centro poblado la chorrera                         |                                      |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |   |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |                             | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |   |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Material oxidado, rocas intrusivas, raíces y algas verdosas.               |                                      |                             |  | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego              |
|  |                                      |                             |  | <b>OBRAS</b><br>ND                            |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>13.5°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>14°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b>              |
|  |                                      | <b>pH</b>                   | <b>7.40</b>  | <b>Eh (mV):ND</b>                             |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |                             |  |   |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochnuco-Celendín-Cajamarca

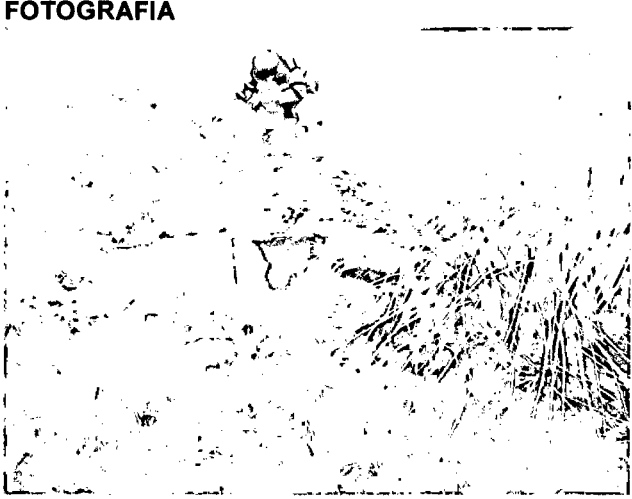

Tabla13.- Manantial Matilde

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |  |  |                          |
|--|--------------------------------------|--|--|--------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |  | <b>MANIFESTACION PE-11</b>   |                          |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-11</b>                              |                                      |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231259N<br>797354E  |                          |
| <b>FECHA</b><br>18/11/2013   | <b>HORA</b><br>16:30                 | <b>OPERADOR</b><br>LL                  | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochnuco   | <b>COTA</b><br>3826 msnm |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Adyacente al cerro el mirador en el Centro Poblado la Chorrera                            |                                      |  | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                          |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |  | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                          |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas intrusivas, raíces, algas verdes, ichu, etc                          |                                      |  | <b>USO</b><br>Riego  | <b>OBRAS</b><br>ND       |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>16.4°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>14°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b><br>pH 7.75 | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b><br>Eh (mV):ND   |                          |
| <b>OBSERVACIONES</b><br>          |                                      |  |  |                          |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochnuco-Celendín-Cajamarca

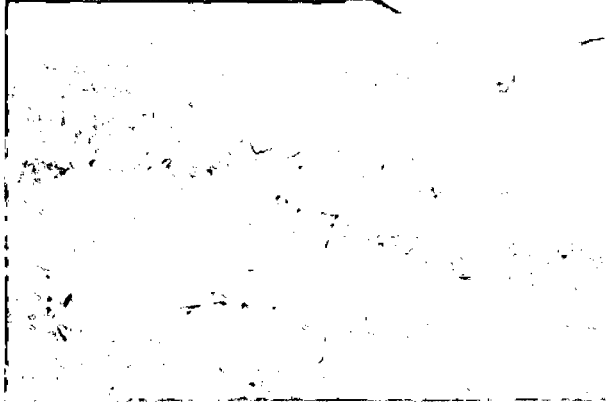
Tabla 14.- Manantial Andrés

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |  |  |  |                    |
|--|--------------------------------------|--|--|--|--------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |  |  | <b>MANIFESTACION PE-12</b>                         |                    |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-12</b>                              |                                      |  |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231278N<br>797356E      |                    |
| <b>FECHA</b><br>19/11/2013   | <b>HORA</b><br>9:40                  | <b>OPERADOR</b><br>LL                      | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochnuco   | <b>COTA</b><br>3828 msnm                           |                    |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>En cerro el mirador del centro poblado la Chorrera  |                                      |  | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |  |                    |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |  | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |  |                    |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas intrusivas, ichu, raíces, algas verdosas                             |                                      |  |  | <b>USO</b><br>Riego                                | <b>OBRAS</b><br>ND |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>15.4°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>14°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b><br><br>pH 7.45 |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b><br><br>Eh (mV):ND |                    |
| <b>OBSERVACIONES</b><br>          |                                      |  |  |  |                    |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochoco-Celendín-Cajamarca


Tabla 15.- Manantial Briones

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |  |  | <b>MANIFESTACION PE-13</b>   |  |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-13</b>                              |  |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231324N<br>797373E  |  |
| <b>FECHA</b><br>19/11/2013   | <b>HORA</b><br>10:30                     | <b>OPERADOR</b><br>LL                      | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochoco  | <b>COTA</b><br>3840 msnm                                   |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Cerro Córdoba ubicada en el Centro Poblado la Chorrera                                    |  |  | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |  |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |  |  | <b>REGIMEN</b><br>Efímero  |  |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas intrusivas, ichu, raíces, algas verdesas                             |  |  | <b>USO</b><br>Riego  | <b>OBRAS</b><br>ND   |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>15.1°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br><br>14°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b><br><br>pH 7.60 |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):</b><br>ND<br><b>Eh (mV):</b> ND |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |  |  |  |  |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

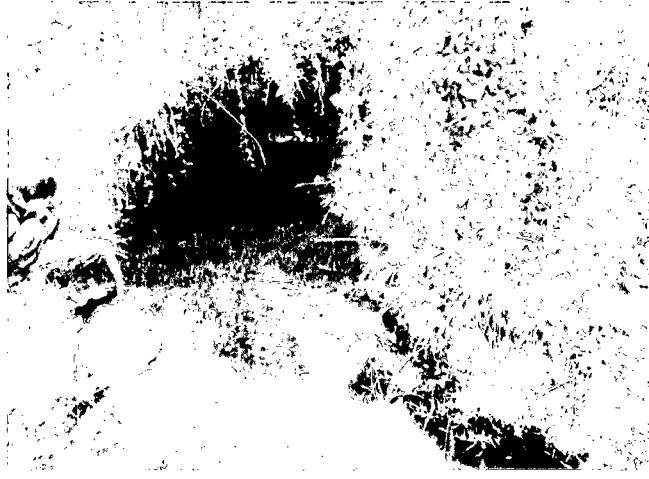
Tabla 16.- Manantial Luis

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |   |   |  |  |                    |
|--|---|---|--|--|--------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |   |   |  | <b>MANIFESTACION PE-14</b>                                 |                    |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-14</b>                               |   |   |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231403N<br>797332E              |                    |
| <b>FECHA</b><br>20/11/2013   | <b>HORA</b><br>12:18                      | <b>OPERADOR</b><br>LL   | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3846 msnm                                   |                    |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Manantial ubicado en el centro poblado la chorrera  |   |   | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |  |                    |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |   |   | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |  |                    |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas intrusivas, raíces, algas verdesas                                   |   |   |  | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego                           | <b>OBRAS</b><br>ND |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>13.4°C   | <b>TEMPERATUR A AMBIENTAL</b><br><br>14°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/c m): ND</b><br><br><b>pH</b> <b>8.00</b> |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg): ND</b><br><br><b>Eh (mV):ND</b> |                    |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |   |   |  |  |                    |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

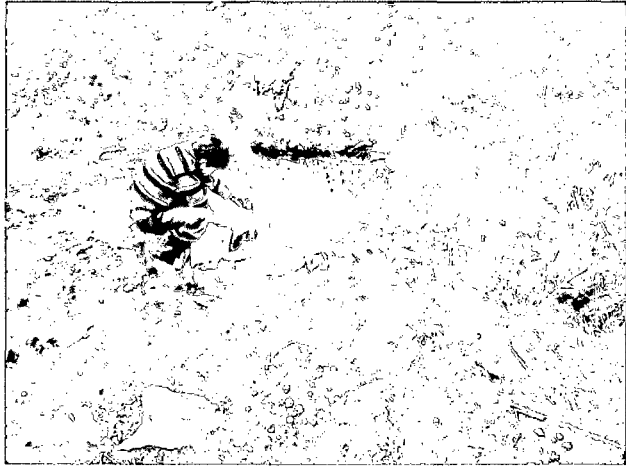
Tabla 17.- Manantial Saúl

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                              |  |   |
|--|--------------------------------------|------------------------------|--|---|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                              |  | <b>MANIFESTACION PE-15</b>                    |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-15</b>                               |                                      |                              |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231402N<br>797332E |
| <b>FECHA</b><br>20/11/2013   | <b>HORA</b><br>11.40                 | <b>OPERADOR</b><br>LL        | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3865 msnm                      |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>En el cerro córdoba   |                                      |                              | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |   |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |                              | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |   |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Material organico, rocas intrusivas, raices y algas verdosas               |                                      |                              |  | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego              |
|  |                                      |                              |  | <b>OBRAS</b><br>ND                            |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>14.6°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>14°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm )</b> |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg): ND</b>             |
|  |                                      | <b>pH</b>                    | <b>7.51</b>  | <b>Eh (mV):ND</b>                             |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |                              |  |   |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorocho-  
Celendín-Cajamarca


Tabla 18.- Manantial Jorge

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                             |  |                          |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                             | <b>MANIFESTACION PE-16</b>   |                          |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-16</b>                              |                                      |                             | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231582N<br>797240E  |                          |
| <b>FECHA</b><br>20/11/2013   | <b>HORA</b><br>12:00                 | <b>OPERADOR</b><br>LL       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorocho  | <b>COTA</b><br>3857 msnm |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Cerro hijadero el chanche<br>ubicado en el centro poblado la<br>chorrera                  |                                      |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                          |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |                             | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                          |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas intrusivas, raíces, algas verdosas y otros                           |                                      |                             | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br>ND       |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>13.3°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>18°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg): ND</b>  |                          |
|  |                                      | <b>pH</b><br>7.88           | <b>Eh (mV):ND</b>  |                          |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |                             |  |                          |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

Tabla 19.- Manantial Hijadero el Chanche


| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                             |  |                          |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                             | <b>MANIFESTACION PE-17</b>   |                          |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-17</b>                              |                                      |                             | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231658N<br>797463E  |                          |
| <b>FECHA</b><br>21/11/2013   | <b>HORA</b><br>9.30                  | <b>OPERADOR</b><br>LL       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3808 msnm |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Reservorio ubicado en el anexo Hijadero el Chanche-centro poblado la Chorrera.            |                                      |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                          |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |                             | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                          |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Contacto entre rocas intrusivas con rocas calizas, raíces, algas verdosas. |                                      |                             | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br>RAP      |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>14.5°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg): ND</b>  |                          |
|  |                                      | <b>pH</b> 8.45              | <b>Eh (mV): ND</b>   |                          |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |                             |  |                          |

Fuente: INGEMMET



Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 20.- Laguna Chaquicocha

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                             |  |                                  |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|----------------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                             | <b>MANIFESTACION PE-18</b>   |                                  |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-18</b>                              |                                      |                             | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231783N<br>798348E  |                                  |
| <b>FECHA</b><br>21/11/2013   | <b>HORA</b><br>10:20                 | <b>OPERADOR</b><br>LL       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3614 msnm         |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Laguna Chaquicocha esta dentro del anexo Chaquicocha.                                     |                                      |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                                  |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Laguna   |                                      |                             | <b>REGIMEN</b><br>Efímera  |                                  |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas intrusivas con calizas en parte superior, raíces, algas verdosas.    |                                      |                             | <b>USO</b><br>Riego  | <b>OBRAS</b><br>ND               |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>14.20°C  | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b> |
|  |                                      | <b>pH</b>                   | 7.51   | <b>Eh (mV):ND</b>                |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |                             |  |                                  |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 21.- Manantial Chaquicocha

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                             |  |                            |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|----------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                             | <b>MANIFESTACION PE-19</b>   |                            |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-19</b>                              |                                      |                             | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231967N<br>798444E  |                            |
| <b>FECHA</b><br>21/11/2013   | <b>HORA</b><br>9:45                  | <b>OPERADOR</b><br>Luis L.  | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3609 msnm   |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Manantial afluente de la laguna chaquicocha   |                                      |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                            |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |                             | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                            |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas intrusivas, raices, algas verdesas.                                  |                                      |                             | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br><b>RAP</b> |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>13.4°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b>   |                            |
|  |                                      | <b>pH</b> 8.31              | <b>Eh (mV):ND</b>  |                            |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |                             |  |                            |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

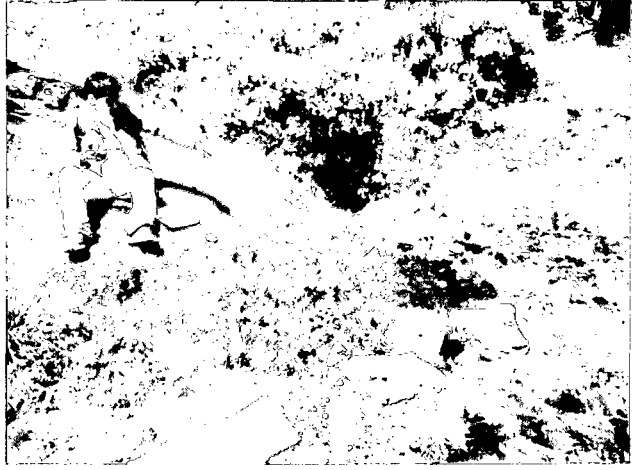
Tabla 22. Manantial Ojo de agua

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                             |  |   |  |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|---|--|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                             |  | <b>MANIFESTACION PE-20</b>                    |  |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-20</b>                              |                                      |                             |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9232339N<br>797559E |  |
| <b>FECHA</b><br>21/11/2013   | <b>HORA</b><br>13:20                 | <b>OPERADOR</b><br>LL       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3571 msnm                      |  |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Manantial Ojo de Agua esta dentro del anexo Hijadero-Centro Poblado la Chorrera           |                                      |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |   |  |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |                             | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |   |  |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas calizas, presencia de un Karst, raices de las plantas                |                                      |                             |  | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego              | <b>OBRAS</b><br>Reservo<br>rio de<br>agua<br>potable |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>12.6°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b>              |  |
|  |                                      | <b>pH</b>                   | <b>8.56</b>  | <b>Eh (mV):ND</b>                             |  |
| <b>OBSERVACIONES. Es un karts</b>  |                                      |                             |  |   |  |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 23. Manantial Raúl

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |  |  |  |                          |
|--|--|--|--|--------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |  |  | <b>MANIFESTACION PE-21</b>   |                          |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-21</b>                              |  |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231670N<br>793626E  |                          |
| <b>FECHA</b><br>13/12/2013   | <b>HORA</b><br>9:25                      | <b>OPERADOR</b><br>MT                      | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3945 msnm |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Manantial cerca de la carretera San Nicolás-Agua Blanca                                   |  |  | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                          |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |  |  | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                          |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas calizas, raíces de las plantas.                                      |  |  | <b>USO</b><br>Riego  | <b>OBRAS</b><br>ND       |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>16.20°C  | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br><br>14°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b><br><br>pH 8.60 | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b><br><br>Eh (mV):ND   |                          |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |  |  |  |                          |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 24. Manantial José.

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA |               |                                   |   |  |
|---|---------------|-----------------------------------|---|--|
| FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES  |               |                                   | MANIFESTACION PE-22   |  |
| MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-22                              |               |                                   | COORDENADAS UTM<br>9231742N<br>793972E  |  |
| FECHA<br>13/12/2013   | HORA<br>10:30 | OPERADOR<br>MT                    | AREA(DTO)<br>Sorochuco  | COTA<br>3900 msnm                        |
| LOCALIZACION<br><br>A 200 metros de la Laguna Alforjacochoa.  |               |                                   | FOTOGRAFIA<br> |  |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Manantial  |               |                                   | REGIMEN<br>Permanente   |  |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Material orgánico, rocas calizas y raíces de las plantas.                  |               |                                   | USO<br>Riego  | OBRAS<br>ND                              |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION<br><br>15.40°C  |               | TEMPERATURA AMBIENTAL<br><br>14°C |   | CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND<br><br>pH 7.40 |
| OBSERVACIONES   |               |                                   |   |  |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 25.Laguna Alforjacochoa

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                      |  |  |   |                    |
|--|----------------------|--|--|---|--------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                      |  |  | <b>MANIFESTACION PE-23</b>                    |                    |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-23</b>                               |                      |  |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231740N<br>794907E |                    |
| <b>FECHA</b><br>13/12/2013   | <b>HORA</b><br>11:40 | <b>OPERADOR</b><br>MT                    | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3786 msnm                      |                    |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Laguna Alforjacochoa en el Centro Poblado la Chorrera                                     |                      |  | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |   |                    |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Laguna   |                      |  | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |   |                    |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Roca caliza, además de raíces, algas verdosas.                             |                      |  |  | <b>USO</b><br>Industrial<br>Riego             | <b>OBRAS</b><br>ND |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>16.9°C   |                      | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br><br>20°C |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND</b>              |                    |
|  |                      |  |  | <b>pH</b>                                     | <b>8.40</b>        |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                      |  |  |   |                    |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochnuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 26.- Manantial Miguel

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |  |   | <b>MANIFESTACION PE-24</b>   |  |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-PE-24</b>                              |  |   | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231823N<br>795427E  |  |
| <b>FECHA</b><br>13/12/2013   | <b>HORA</b><br>12:20                     | <b>OPERADOR</b><br>MT                       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochnuco   | <b>COTA</b><br>3676 msnm                     |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Afluente a la Laguna Chica  |  |   | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |  |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |  |   | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |  |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Roca caliza, algas verdosas  |  |   | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b>                                 |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>12°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD (mS/cm)</b><br><br>pH 8.60 |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg)</b><br><br>Eh (mV) |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |  |   |  |  |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

Tabla 27.- Laguna Chica


| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |  |                             |  |                          |
|--|--|-----------------------------|--|--------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |  |                             | <b>MANIFESTACION LE-25</b>   |                          |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-LE-25</b>                              |  |                             | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231316N<br>796691E  |                          |
| <b>FECHA</b><br>13/12/2013   | <b>HORA</b><br>14:20                     | <b>OPERADOR</b><br>MT       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3693 msnm |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Laguna Chica adyacente a la laguna Alforjacochoa-Centro Poblado la Chorrera               |  |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                          |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Laguna   |  |                             | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                          |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Roca caliza, totoras, además de raíces y algas verdesas                    |  |                             | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br>ND       |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>14.4°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg)</b>  |                          |
|  |  | <b>pH</b> 7.8               | <b>Eh (mV)</b>   |                          |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |  |                             |  |                          |

Fuente: INGEMMET



Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 28. Karst Vera

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                             |  |                               |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                             | <b>MANIFESTACION ME-26</b>   |                               |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-ME-26</b>                               |                                      |                             | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9229155N<br>796325E  |                               |
| <b>FECHA</b><br>13/12/2013   | <b>HORA</b><br>15:15                 | <b>OPERADOR</b><br>MT       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3790 msnm      |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Un karst adyacente a la Laguna Chica-Anexo el Muyjo.                                      |                                      |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                               |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                                      |                             | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                               |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Roca caliza  |                                      |                             | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br>ND            |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>14.7°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>16°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg)</b> |
|  |                                      | <b>pH</b>                   | <b>8.85</b>  | <b>Eh (mV)</b>                |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |                             |  |                               |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 29. Laguna Lipiac

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                                      |                             |  |                          |
|--|--------------------------------------|-----------------------------|--|--------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                                      |                             | <b>MANIFESTACION KE-27</b>   |                          |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-KE-27</b>                               |                                      |                             | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9229601N<br>795999E  |                          |
| <b>FECHA</b><br>13/12/2013   | <b>HORA</b><br>15:45                 | <b>OPERADOR</b><br>MT       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco  | <b>COTA</b><br>3796 msnm |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Laguna Lipiac ubicada en el cerro Hilo rico, anexo Lipiac-Centro Poblado la Chorrera      |                                      |                             | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                          |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Laguna   |                                      |                             | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                          |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Roca arenisca  |                                      |                             | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRA</b><br>S<br>ND   |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br>13.8   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br>20°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b> | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg)</b>  |                          |
|  |                                      | <b>pH</b> 6.78              | <b>Eh (mV)</b>   |                          |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                                      |                             |  |                          |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca


Tabla 30.- Manantial Huevo Fondo

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |  |   |   |   |                        |
|--|--|---|---|---|------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |  |   |   | <b>MANIFESTACION ME-28</b>                    |                        |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-ME-28</b>                              |  |   |   | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9234182N<br>795659E |                        |
| <b>FECHA</b><br>15/02/2014   | <b>HORA</b><br>09:15                     | <b>OPERADOR</b><br>LL                           | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco   | <b>COTA</b><br>3764 msnm                      |                        |
| <b>LOCALIZACION</b>  |  |   | <b>FOTOGRAFIA</b>   |   |                        |
| Manantial Huevo fondo adyacente al cerro Picota Chica- Caserío Agua Blanca   |  |   |  |   |                        |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |  |   | <b>REGIMEN</b><br>Permanente  |   |                        |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Roca intrusiva, Raíces, algas verdosas.                                    |  |   |   | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego              | <b>OBRA</b><br>S<br>ND |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>13.4°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br><br>14°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b><br><br>pH      7.46 |   | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg)</b><br><br>Eh (mV)  |                        |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |  |   |   |   |                        |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorocho-  
Celendín-Cajamarca


Tabla 31. Manantial Picota

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA |                                   |                                      |   |                   |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------|
| FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES  |                                   |                                      | MANIFESTACION ME-30   |                   |
| MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-ME-30                              |                                   |                                      | COORDENADAS UTM<br>9234536N<br>794511E  |                   |
| FECHA<br>15/02/2014   | HORA<br>11:30                     | OPERADOR<br>LL                       | AREA(DTO)<br>Sorocho  | COTA<br>3959 msnm |
| LOCALIZACION<br><br>Manantial Picota Chica en la parte superior del caserio Agua blanca                       |                                   |                                      | FOTOGRAFIA<br> |                   |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Manantial  |                                   |                                      | REGIMEN<br>Permanente   |                   |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Roca intrusivas, raíces, algas verdosas.                                   |                                   |                                      | USO<br>Domestico<br>Riego   | OBRAS<br>ND       |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION<br><br>12.5°C   | TEMPERATURA AMBIENTAL<br><br>14°C | CONDUCTIVIDAD (mS/cm)<br><br>pH 7.56 | CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND<br><br>Eh (mV):ND   |                   |
| OBSERVACIONES   |                                   |                                      |   |                   |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochoco-Celendín-Cajamarca


Tabla 32. Laguna Lucmacocha

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |  |   | <b>MANIFESTACION ME-31</b>   |  |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-ME-31</b>                              |  |   | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9234750N<br>793176E  |  |
| <b>FECHA</b><br>15/02/2014   | <b>HORA</b><br>12:40                     | <b>OPERADOR</b><br>LL                       | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochoco  | <b>COTA</b><br>3960 msnm                     |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Laguna Lucmacocha en el caserio Agua blanca   |  |   | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |  |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |  |   | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |  |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Roca calizas, Raices, algas verdosas                                       |  |   | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br>ND                           |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>16.4°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br><br>20°C | <b>CONDUCTIVIDAD (mS/cm)</b><br><br>pH 7.50 |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg)</b><br><br>Eh (mV) |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |  |   |  |  |

Fuente: INGEMMET

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochnco-Celendín-Cajamarca

Tabla 33. Manantial Bolaños

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                              |                              |  |                                 |
|--|------------------------------|------------------------------|--|---------------------------------|
| <b>FICHA DE INVENTARIO DE MANANTIALES</b>  |                              |                              | <b>MANIFESTACION ME-32</b>   |                                 |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION HOJA CELENDIN (14-G)-ME-32</b>                              |                              |                              | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9234426N<br>795293E  |                                 |
| <b>FECHA</b><br>15/02/2014   | <b>HORA</b><br>13:20         | <b>OPERADOR</b><br>LL        | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochnco  | <b>COTA</b><br>3900 msnm        |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Manantial yerba buena en el caserío Agua blanca al costado del cerro picota chica.        |                              |                              | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |                                 |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |                              |                              | <b>REGIMEN</b><br>Permanente   |                                 |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Roca Intrusivas, Raices, algas verdosas                                    |                              |                              | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego   | <b>OBRAS</b><br>ND              |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b>   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b> | <b>CONDUCTIVIDAD (mS/cm)</b> |  | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg)ND</b> |
| 12.4°C   | 14°C                         | <b>pH</b>                    | 7.20   | <b>Eh (mV)</b>                  |
| <b>OBSERVACIONES</b>   |                              |                              |  |                                 |

Fuente: INGEMMET

## **CAPITULO XI**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

#### **11.1. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

##### **11.1.1. DESARROLLO Y COLECCIÓN DE DATOS**

- Para la realización de la tesis de investigación se optó por seguir los siguientes procedimientos Se dividió el área en cinco (5) zonas, los cuales fueron estudiados sistemáticamente.
- Se utilizó el “método de la mano derecha” para la toma del azimut y buzamiento de las fallas, fracturas, pliegues, contactos geológicos, etc., controlados por la toma de “Dip Direction”
- El cartografiado geológico y estructural fue realizado a escala 1/15000, en el sistema UTM WGS84.

##### **11.1.2. EVALUACIÓN DE LA ZONA 1-ZONA 2**

Según el análisis realizado en la **zona N°1 y N°2**, la orientación predominante de fallas y fracturas es **SW- NW**. Con una dirección de esfuerzos compresivos evidenciados en los diagramas de densidades por lo tanto deducimos que la falla la chorrera es de tipo inversa.

##### **11.1.3. ANALISIS DE LAS FALLAS DEL ZONA 1**

Se ubica entre la falla La Chorrera y el anticlinal Alforjacochoa, caracterizada por presentar roca altamente fracturada y por poseer fallas. En esta zona se ubica al costado de carretera.

##### **COORDENADAS:**

Norte: 9231299

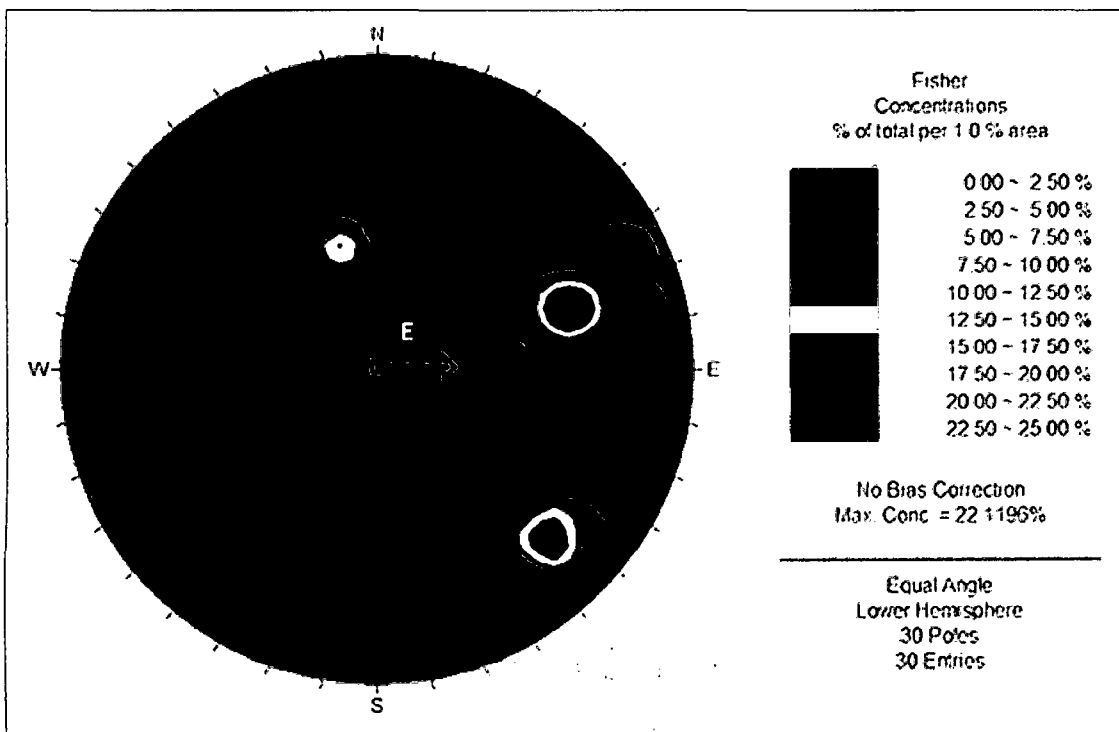
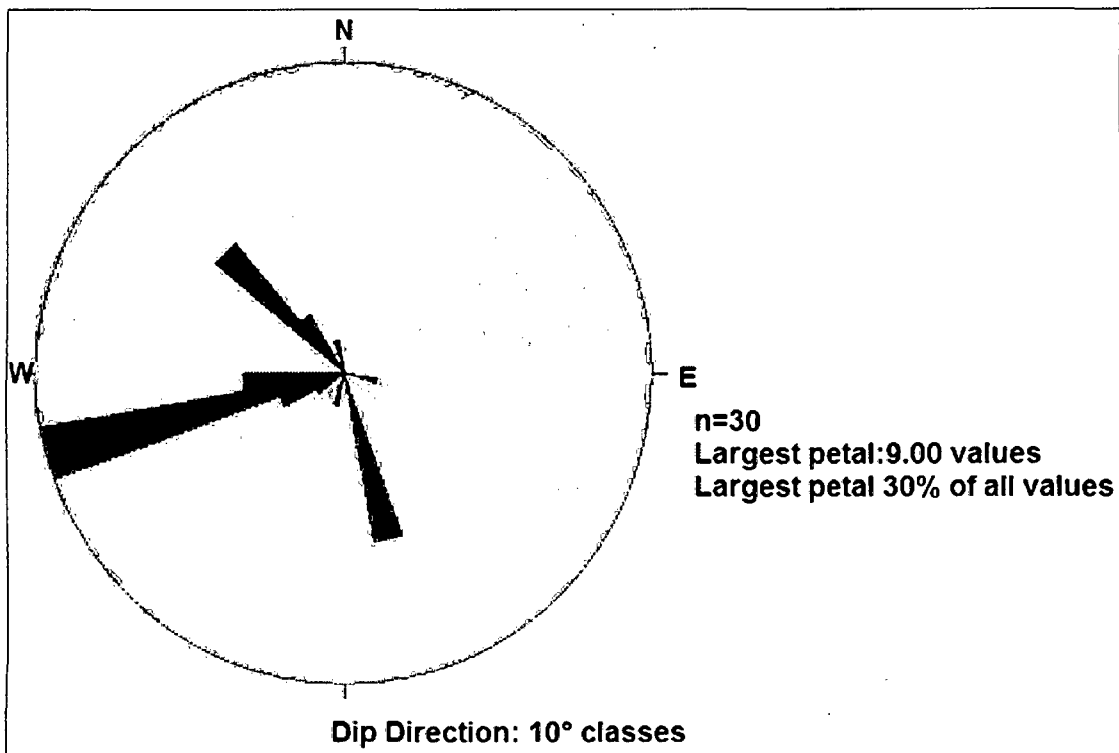
Este: 796875

Del análisis del diagrama de rosas de las distintas fallas y fracturas, se observa que la orientación predominante en el Sector 1 es SW con un máximo de 30.0%. Hay algunas fallas de orientación NW- SE. Los ángulos de buzamientos de los planos de fallas están comprendidos entre 42° y 81°. El grafico de diagrama de polos y densidades indica dirección de esfuerzos E

| ID   | Dip | Dip Direction |
|------|-----|---------------|
| 1    | 72  | 314           |
| 2    | 68  | 315           |
| 3    | 75  | 312           |
| 4    | 78  | 310           |
| 5    | 65  | 250           |
| 6    | 45  | 268           |
| 7    | 81  | 262           |
| 8    | 78  | 259           |
| 9    | 70  | 255           |
| 10   | 65  | 251           |
| 11   | 65  | 250           |
| 12   | 46  | 168           |
| 13   | 61  | 253           |
| 14   | 65  | 255           |
| 15   | 62  | 250           |
| 16   | 49  | 161           |
| 17   | 42  | 163           |
| 18   | 42  | 165           |
| 19   | 40  | 160           |
| 20   | 78  | 310           |
| 21   | 75  | 321           |
| 22   | 75  | 320           |
| 23   | 85  | 250           |
| 24   | 60  | 230           |
| 25   | 80  | 240           |
| 26   | 50  | 100           |
| 27   | 60  | 340           |
| 28   | 75  | 195           |
| 29   | 50  | 260           |
| 30 * | 80  | 245           |

Tabla 04: Datos de fallas y fracturas Zona 1





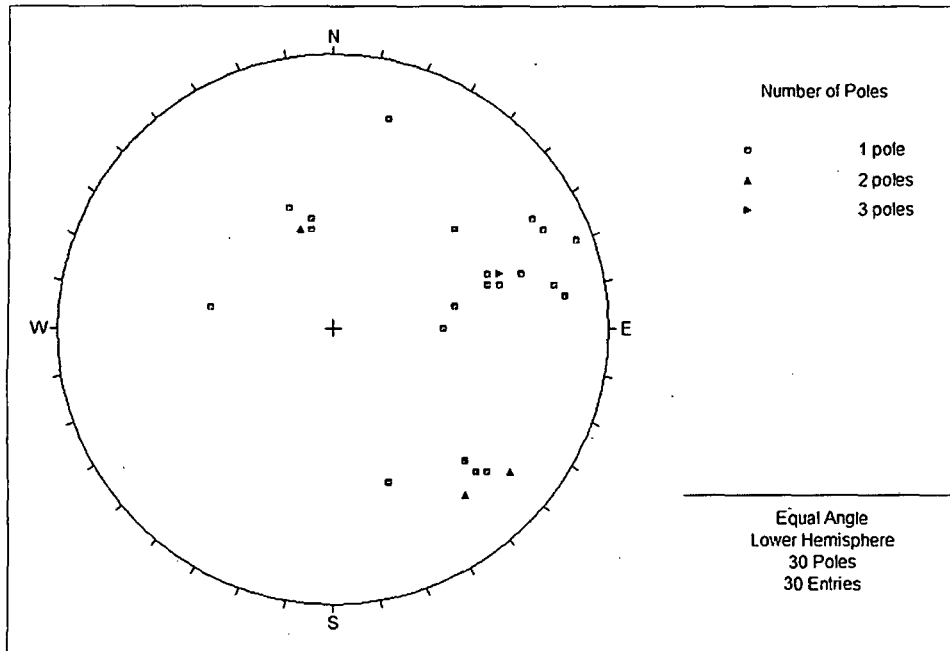


Imagen 09.- diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 1

#### 11.1.4. ANALISIS DE LAS FALLAS DEL ZONA 2

Se ubica entre la Falla La Chorrera y la Falla el Tingo, caracterizada por presentar en gran mayoría fracturas en roca caliza perpendiculares a los rumbos de dichas fallas.

#### COORDENADAS:

Norte: 9230754

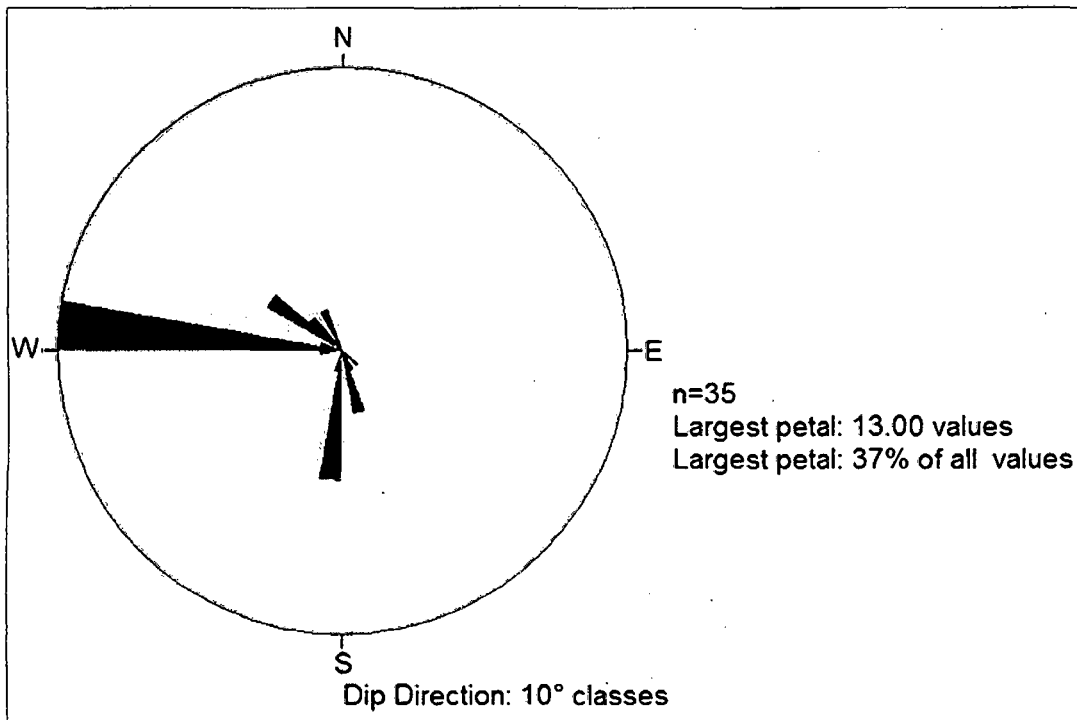
Este: 797132

Del análisis del diagrama de rosas de las distintas fallas y fracturas, se observa que la orientación predominante en el Sector 2 es NW con un máximo de 37.0%. Hay algunas fallas de orientación SW. Los ángulos de buzamientos de los planos de fallas están comprendidos entre 15° y 88°. El grafico de diagrama de polos indica dirección de esfuerzos **NW- SE**

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochoco-Celendín-Cajamarca

| ID   | Dip | Dip Direction |
|------|-----|---------------|
| 1    | 35  | 160           |
| 2    | 75  | 130           |
| 3    | 25  | 157           |
| 4    | 45  | 190           |
| 5    | 48  | 165           |
| 6    | 55  | 330           |
| 7    | 45  | 185           |
| 8    | 85  | 273           |
| 9    | 75  | 279           |
| 10   | 87  | 275           |
| 11   | 80  | 279           |
| 12   | 85  | 270           |
| 13   | 15  | 183           |
| 14   | 30  | 181           |
| 15   | 34  | 189           |
| 16   | 42  | 185           |
| 17   | 35  | 180           |
| 18   | 79  | 302           |
| 19   | 76  | 301           |
| 20   | 75  | 304           |
| 21   | 65  | 312           |
| 22   | 75  | 335           |
| 23   | 77  | 300           |
| 24   | 83  | 279           |
| 25   | 88  | 277           |
| 26   | 73  | 281           |
| 27   | 85  | 275           |
| 28   | 60  | 276           |
| 29   | 79  | 272           |
| 30   | 81  | 268           |
| 31   | 85  | 270           |
| 32   | 87  | 275           |
| 33   | 52  | 274           |
| 34   | 36  | 313           |
| 35 * | 67  | 165           |

**Tabla 05: Datos de fallas y fracturas Zona 2**



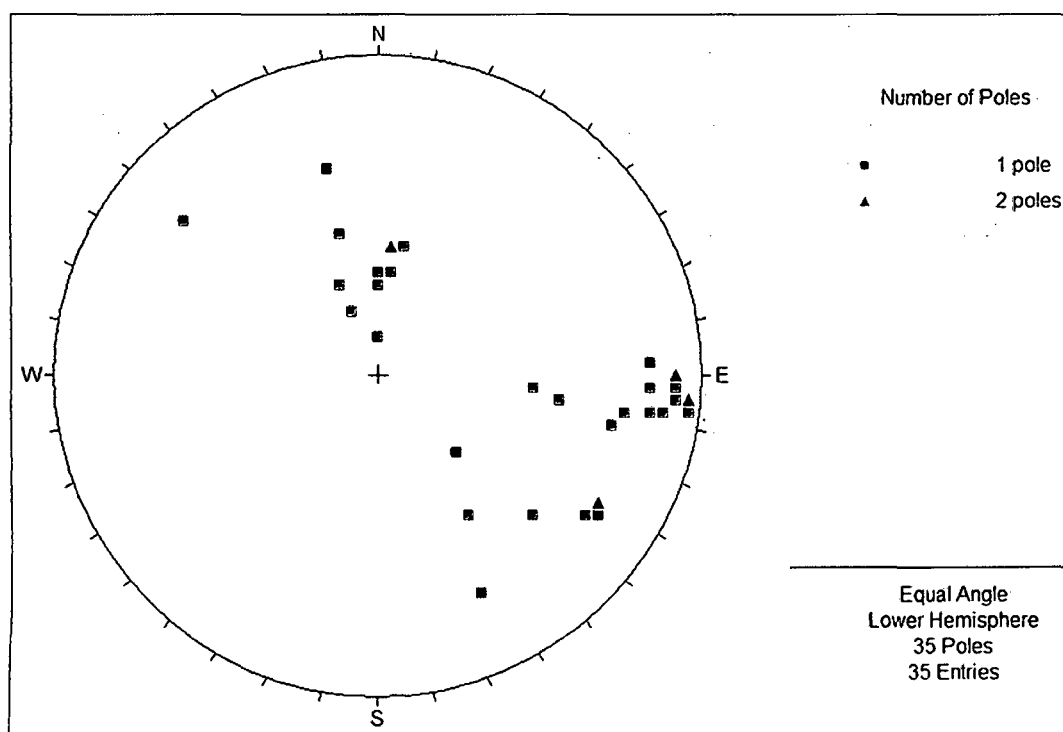
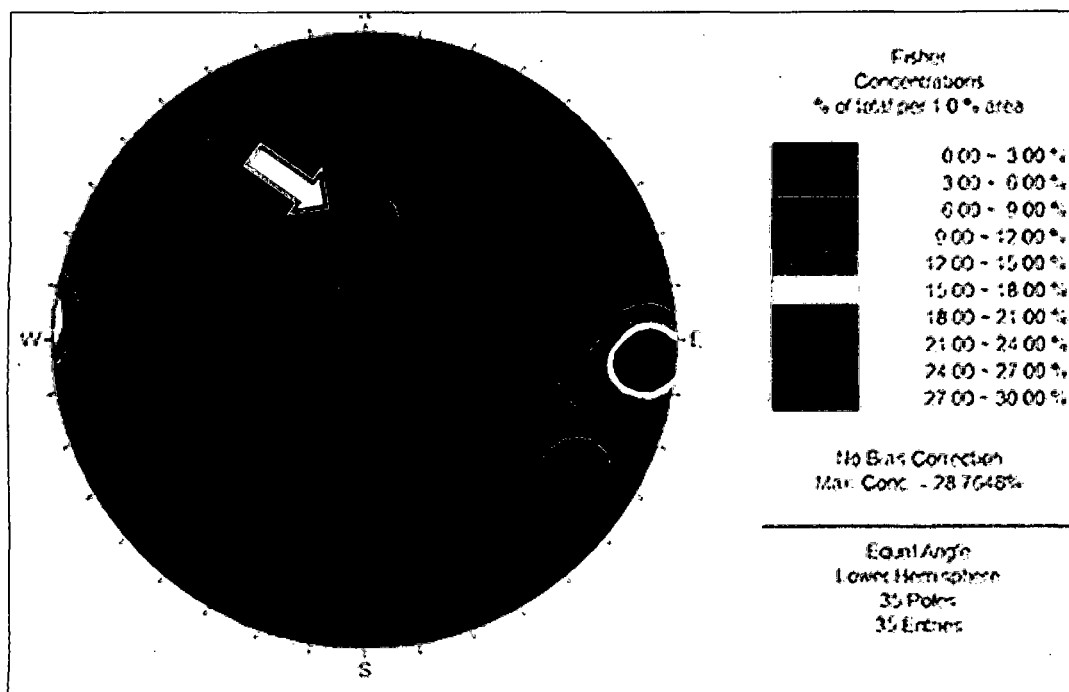


Imagen 10.- diagrama de rozas; densidades y polos - Zona 2

### 11.1.5. ANALISIS DE LAS FALLAS DEL ZONA 3

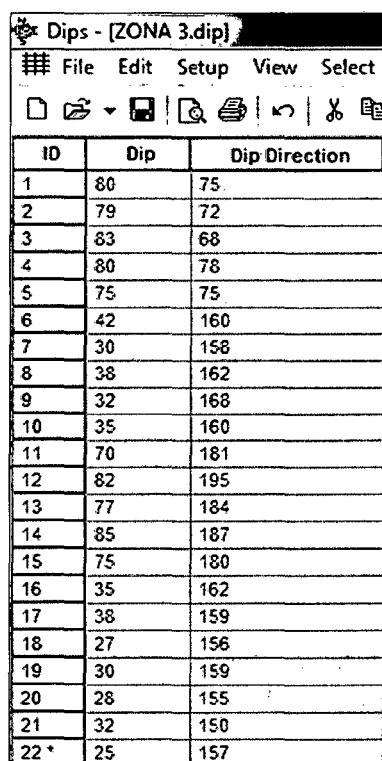
Se ubica al E de la falla el Tingo, caracterizada por presentar roca Caliza altamente fracturada perpendiculares a dicha falla.

#### COORDENADAS:

Norte: 9231596

Este: 797292

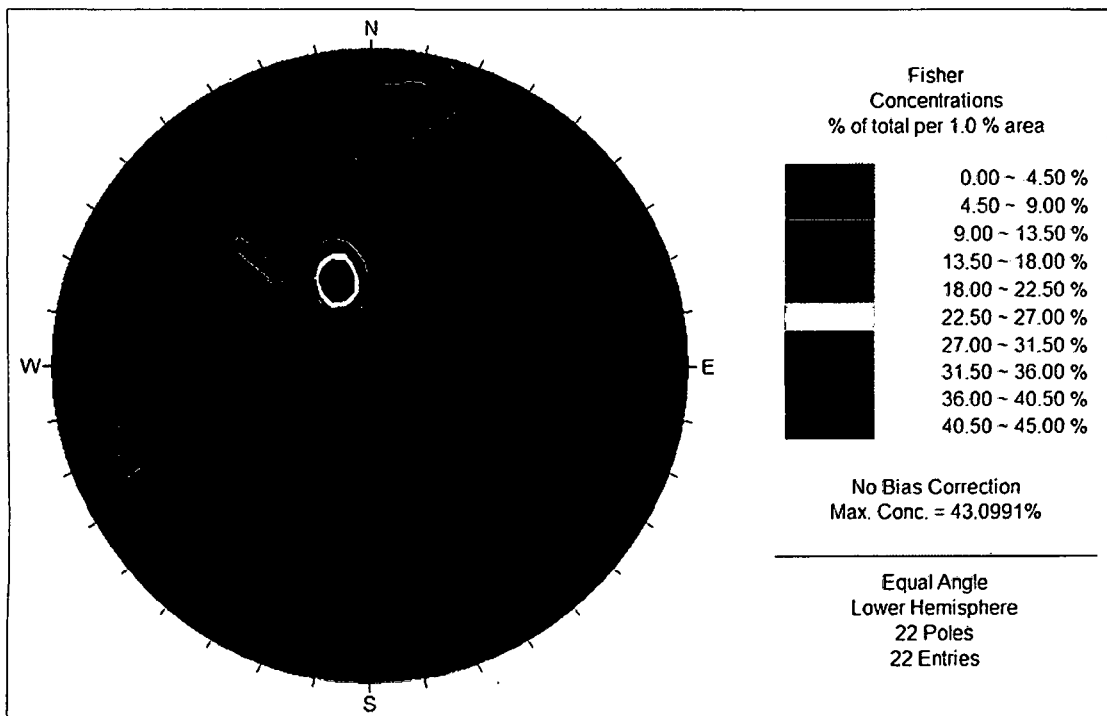
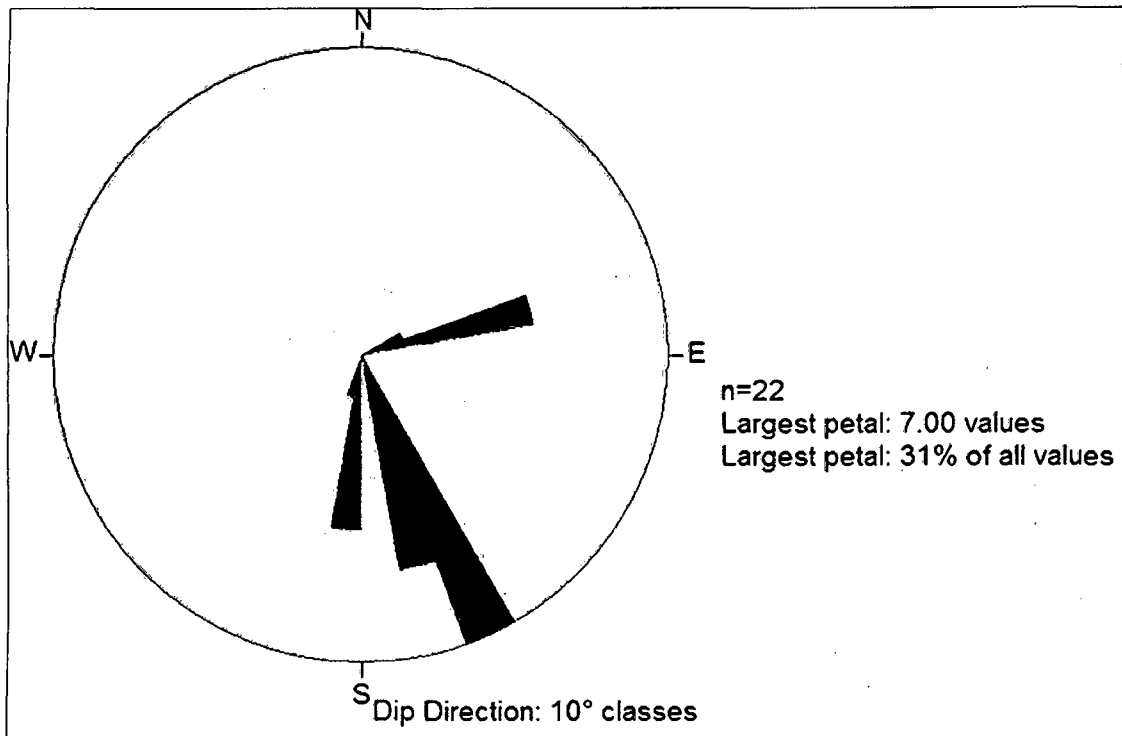
Del análisis del diagrama de rosas de las distintas fallas y fracturas, se observa que la orientación predominante en el Sector 3 es SE con un máximo de 31.0% . Hay algunas fallas de orientación NE. Los ángulos de buzamientos de los planos de fallas están comprendidos entre 25° y 85°. El grafico de diagrama de polos y densidades indica dirección de esfuerzos SE



| ID   | Dip | Dip Direction |
|------|-----|---------------|
| 1    | 80  | 75            |
| 2    | 79  | 72            |
| 3    | 83  | 68            |
| 4    | 80  | 78            |
| 5    | 75  | 75            |
| 6    | 42  | 160           |
| 7    | 30  | 158           |
| 8    | 38  | 162           |
| 9    | 32  | 168           |
| 10   | 35  | 160           |
| 11   | 70  | 181           |
| 12   | 82  | 195           |
| 13   | 77  | 184           |
| 14   | 85  | 187           |
| 15   | 75  | 180           |
| 16   | 35  | 162           |
| 17   | 38  | 159           |
| 18   | 27  | 156           |
| 19   | 30  | 159           |
| 20   | 28  | 155           |
| 21   | 32  | 150           |
| 22 * | 25  | 157           |

**Tabla 06:** Datos de fallas y fracturas Zona 3

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochocho-Celendín-Cajamarca



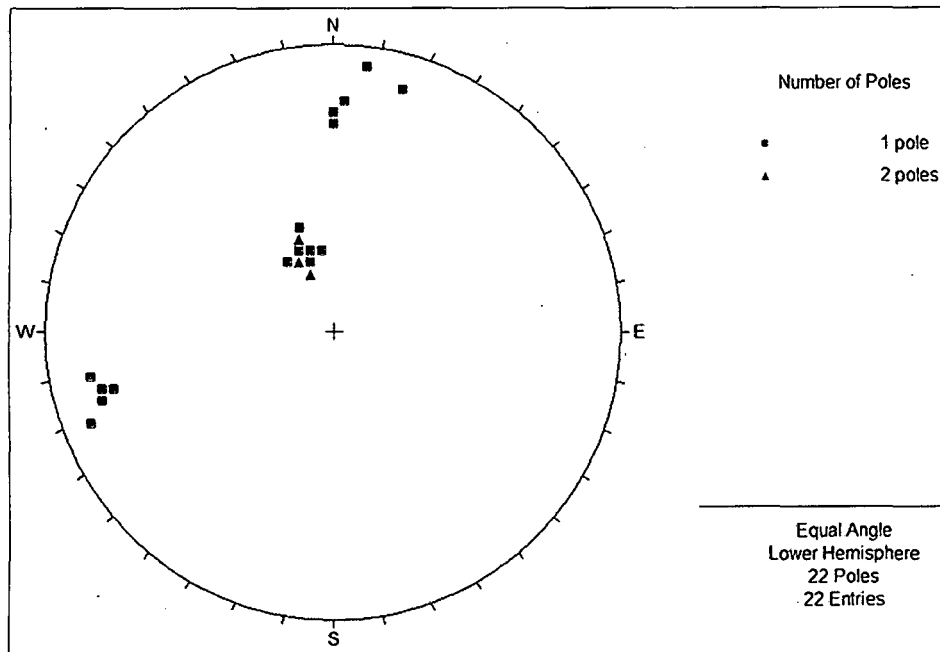


Imagen 11.- diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 3

#### 11.1.6. ANALISIS DE LAS FALLAS DEL ZONA 4

Se ubica en estratos que afloran cerca al eje del anticlinal Alforjacochoa, en donde se presenta roca Caliza la cual ha sufrido una fracturación violenta.

#### COORDENADAS:

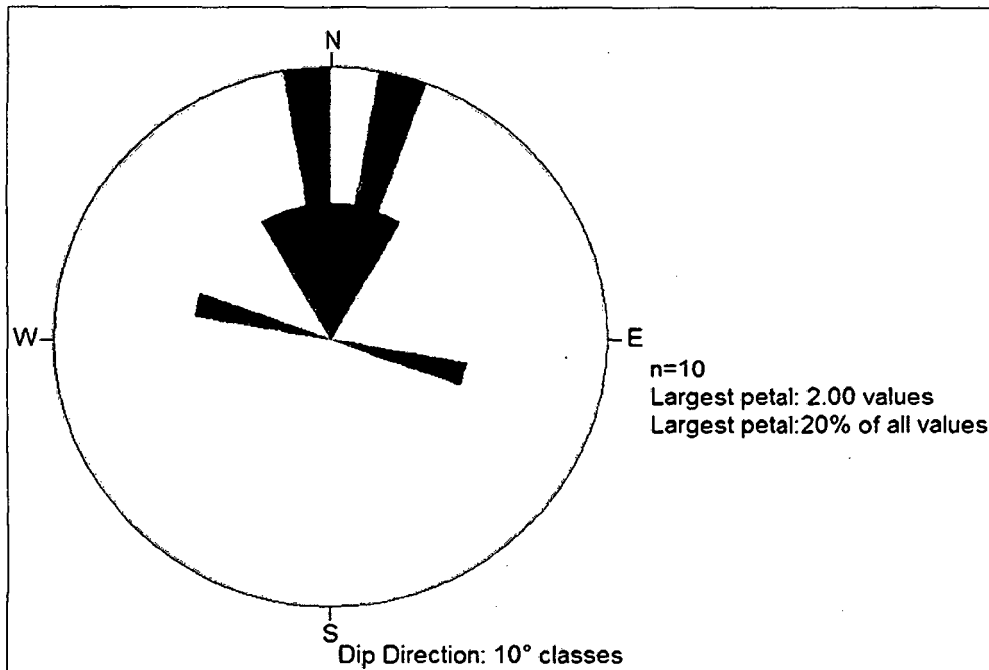
Norte: 9231273

Este: 796524

Del análisis del diagrama de rosas de las distintas fallas y fracturas, se observa que la orientación predominante en el Sector 4 es NW con un máximo de 20.0%. Hay algunas fallas de orientación NE. Los ángulos de buzamientos en la mayoría son elevados los cuales están comprendidos entre 50° y 87°. El gráfico de diagrama de polos y densidades indica dirección de esfuerzos es N - S

| ID   | Dip | Dip Direction |
|------|-----|---------------|
| 1    | 50  | 105           |
| 2    | 70  | 336           |
| 3    | 70  | 342           |
| 4    | 85  | 355           |
| 5    | 87  | 357           |
| 6    | 79  | 22            |
| 7    | 76  | 15            |
| 8    | 83  | 12            |
| 9    | 75  | 5             |
| 10 * | 25  | 285           |

Tabla 07: Datos de fallas y fracturas Zona 4





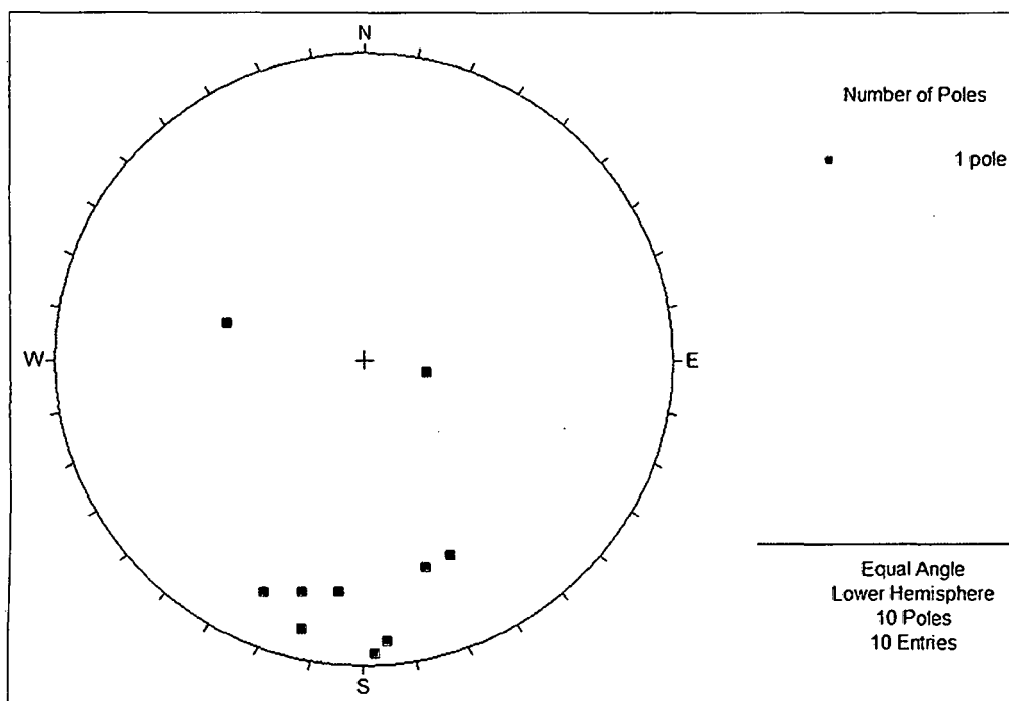
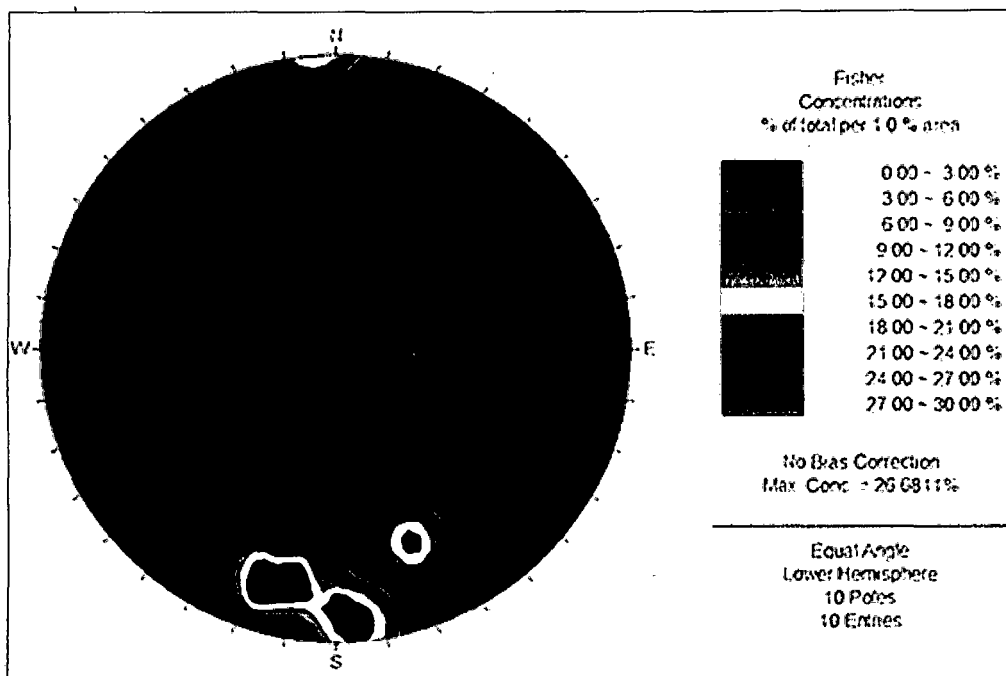


Imagen 12.- diagrama de rozas, densidades y polos - Zona 4

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado la Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

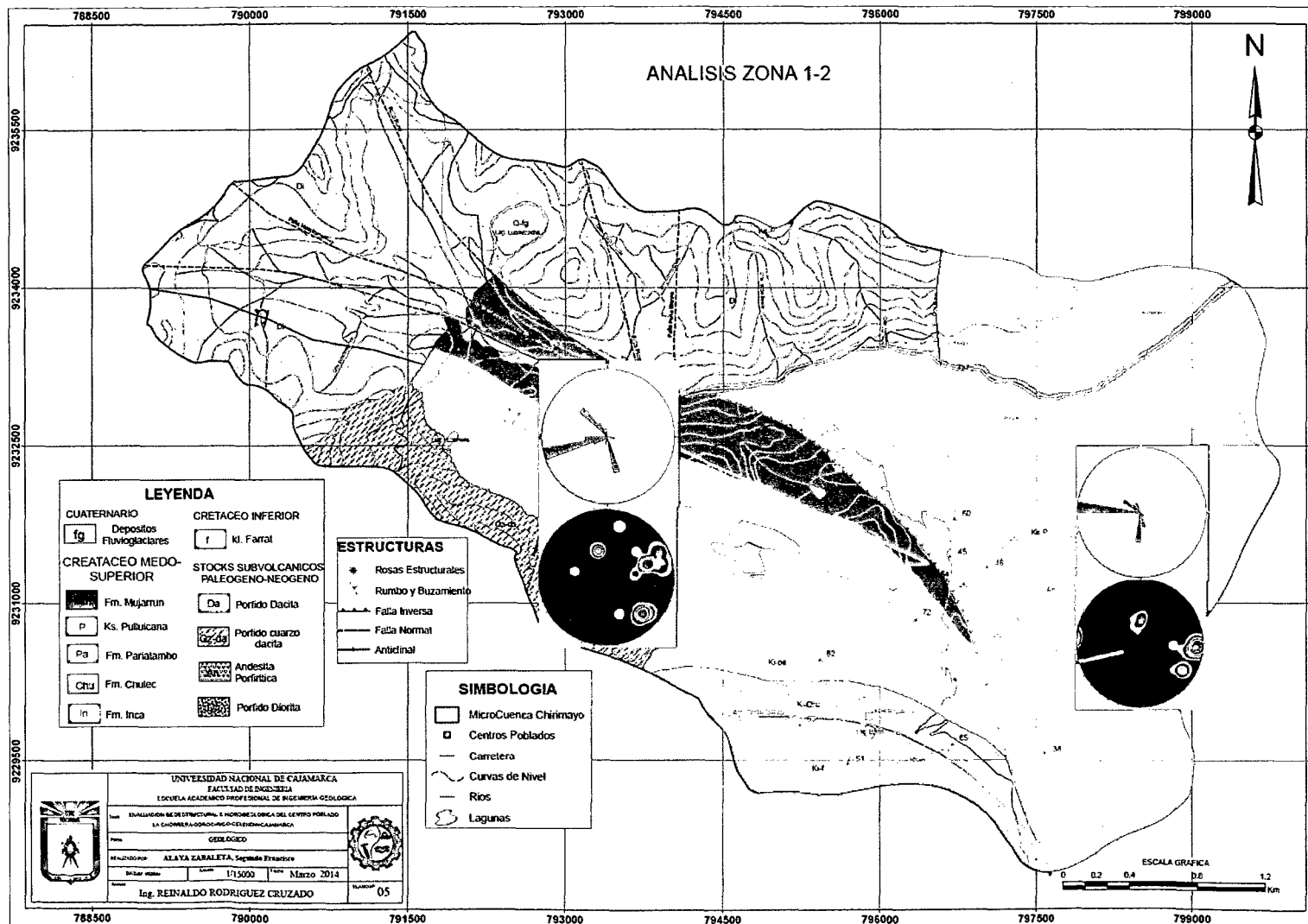


Imagen 17.- Resultados de la zona 1-2.



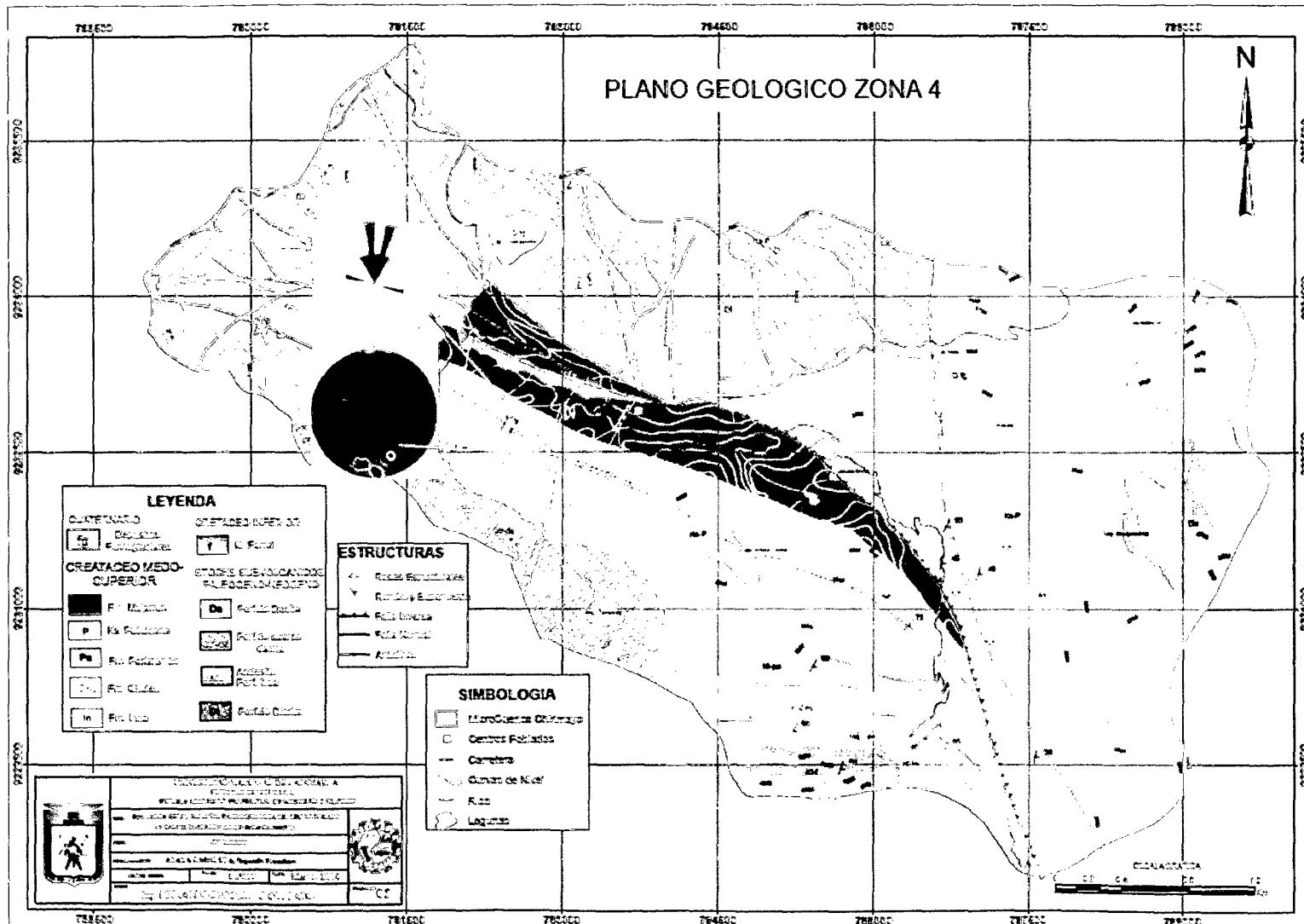


Imagen 19.- Resultados de la zona 4.

## **11.2. EVALUACION DE RESULTADOS HIDROGEOLOGICOS**

Los resultados del análisis de cada una de las muestras de agua fueron comparadas con los Estándares Nacionales de calidad de agua establecidos en el DS N°002-2008-MINAM de acuerdo a la categoría correspondiente y para el caso de efluentes se ha considerado el DS N°010-2010-MINAM (límites máximos permisibles para consumo humano).

Para la evaluación de los resultados analíticos, los parámetros analizados fueron agrupados de acuerdo a sus características.

- Parámetros de Campo
- Parámetros Físicoquímicos
- Parámetros Bacteriológicos

### **11.2.1. PARAMETROS DE CAMPO DEL MANANTIAL EL GALGO**

El manantial el Galgo (estación G10), registro un valor de pH (8.8u.e.). Tal como se muestra en la tabla 40, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua que pueden ser potabilizadas con desafección.

### **11.2.2. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua del manantial de la estación G10 tiene un pH cercano a la neutralidad o ligeramente básico (pH 7.76 u.e.), Menor a lo registrado en los parámetros de campo, La conductividad es de 319 uS/cm representado el contenido de sales disueltas. El agua es de tipo calcio bicarbonato, como resultado de la interacción del agua con las calizas (calcita y dolomita). El calcio es el catión predominante en dicho manantial donde la dureza es de 150ml/L. Es así que las aguas en dicha estación es del tipo calcio bicarbonato como consecuencia de la meteorización de roca carbonatada.

El agua del manantial el Galgo es captado para consumo humano(estación G10), presentó una turbiedad de 0.96 UNT, por debajo del ECA establecido para aguas que pueden ser potabilizadas(5 UNT), los bajos registros de turbiedad se deben, en general ala protección que ejercen la cobertura vegetal contra los procesos erosivos que siguen de las precipitaciones pluviales.


### **11.2.3. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**

El manantial el Galgo (estación G10), registra conteos de coliformes totales (6 UFC/100ml), por encima del limite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como coliformes fecales (termotolerantes) (4 UFC/100ml), por encima del limite de detección.

Por lo tanto se debe tener en consideración la presencia de dichas especies en las aguas del manantial de la (estación G10) es necesario que estas sean sometidas a desinfección previo destino de consumo humano, se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochoco-Celendín-Cajamarca

Tabla N°34. Análisis Físico Químico del Manantial el Galgo.

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA   |                               |                                |  |  |             |
|---|-------------------------------|--------------------------------|--|--|-------------|
| FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS  |                               |                                |  | MANIFESTACION G-10                     |             |
| MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-G-10  |                               |                                |  | COORDENADAS UTM<br>9231292N<br>796847E |             |
| FECHA   | HORA                          | OPERADOR                       | AREA(DTO)  | COTA                                   |             |
| 16/02/2014  | 12:20                         | LL                             | Sorochoco  | 3709 msnm                              |             |
| LOCALIZACION  |                               |                                | FOTOGRAFIA   |  |             |
| Un Manantial adyacente a la carretera-centro Poblado la Chorrera  |                               |                                |  |  |             |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Manantial  |                               |                                | REGIMEN<br>Permanente  |  |             |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Roca caliza, Arbustos, Raíces y Algas Verdosas   |                               |                                |  | USO<br>Domestico<br>Riego              | OBRAS<br>ND |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION<br>12.8°C   | TEMPERATURA AMBIENTAL<br>20°C | CONDUCTIVIDAD(mS/cm)<br>pH 8.8 |  | CAUDAL ESTIMADO(L/seg)<br>25.22        |             |
| ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA   |                               |                                |  |  |             |
| PARAMETRO   | UNIDADES                      | MUESTRA 1                      | LMP  |  |             |
| ANALISIS FISICO QUIMICO   |                               |                                |  |  |             |
| TURBIEDAD   | UNT                           | 0.96                           | 5  |  |             |
| pH, a 17.0°C  | ---                           | 7.76                           | 6.5-8.5  |  |             |
| CONDUCTIVIDAD   | us/cm                         | 319                            | 1500   |  |             |
| DUREZA  | mg/L                          | 150                            | 500  |  |             |
| CLORUROS  | mg/L                          | 26                             | 250  |  |             |
| FLUORUROS   | mg/L                          | <0.02                          | 1  |  |             |
| SULFATOS  | mg/L                          | 3                              | 250  |  |             |
| NITRATOS  | mg/L                          | 1                              | 50   |  |             |
| ALUMINIO  | mg/L                          | 0.001                          | 0.2  |  |             |
| COBRE   | mg/L                          | 0.033                          | 2  |  |             |
| CROMO   | mg/L                          | <0.002                         | 0.05   |  |             |
| HIERRO  | mg/L                          | 0.021                          | 0.3  |  |             |
| MANGANESO   | mg/L                          | 0.1                            | 0.4  |  |             |
| ZINC  | mg/L                          | 0.001                          | 3  |  |             |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO   |                               |                                |  |  |             |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100ml                     | 6                              | 0  |  |             |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES  | UFC/100ml                     | 4                              | 0  |  |             |
| OBSERVACIONES   |                               |                                |  |  |             |
| Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano. Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |                               |                                |  |  |             |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

### **11.2.5. PARAMETROS DE CAMPO DE LA LAGUNA ALFORJACOCHA**

La Laguna Alforjacochoa (estación M5), presentan valores de pH alcalinos (8.40u.e.). Tal como se muestra en la tabla 41, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua que pueden ser potabilizadas con desafección.

### **11.2.6. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua de la laguna de la (estación M5) tiene un pH alcalino a básico (pH 8.24 u.e.). Menor a lo registrado en los parámetros de campo, La conductividad es de 252 uS/cm representado el contenido de sales disueltas. En cuanto a la dureza la laguna Alforjacochoa registro el mayor valor de concentración de 148 mg/L en la estación M5. El cual se podría considerar como agua moderadamente dura (entre 100 y 200mgCaCO<sub>3</sub> mg/L).

el agua de la laguna Alforjacochoa captado para uso domestico, industrial y regadío (estación M5) presento una turbiedad de 2.03 UNT, por debajo del ECA establecido para aguas que pueden ser potabilizadas(5 UNT), los bajos registros de turbiedad se deben, en general ala protección que ejercen la cobertura vegetal contra los procesos erosivos que siguen de las precipitaciones pluviales.

### **11.2.7. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**


La laguna Alforjacochoa (estación M5), registra coliformes totales (6 UFC/100ml), por encima del limite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como coliformes fecales (termotolerantes) (3 UFC/100ml), por encima del limite de detección.

Por lo tanto se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.



**Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochocho-Celendín-Cajamarca**

Tabla N°35. Análisis Físico Químico de la Laguna Alforjacocho

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |                 |                              |   |   |                    |
|--|-----------------|------------------------------|---|---|--------------------|
| <b>FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS</b>  |                 |                              |   | <b>MANIFESTACION M-5</b>  |                    |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-M-5</b>                                 |                 |                              |   | <b>COORDENADAS UTM<br/>9232077N<br/>796090E</b>   |                    |
| <b>FECHA</b>   | <b>HORA</b>     | <b>OPERADOR</b>              | <b>AREA(DTO)</b>  | <b>COTA</b>   |                    |
| 16/02/2014   | 11:00           | LL                           | Sorochocho  | 3742 msnm   |                    |
| <b>LOCALIZACION</b>  |                 |                              | <b>FOTOGRAFIA</b>   |   |                    |
| Laguna Alforjacocho ubicada en el Centro Poblado la Chorrera   |                 |                              |  |   |                    |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Laguna   |                 |                              | <b>REGIMEN</b><br>Permanente  |   |                    |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Roca caliza, Raíces y Algas Verdosas                                       |                 |                              |   | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego  | <b>OBRAS</b><br>ND |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b>   |                 | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b> | <b>CONDUCTIVIDAD (mS/cm)</b>  | <b>CAUDALESTIMADO(L/seg)</b>  |                    |
| 16.9°C   |                 | 20°C                         | pH 8.40   | 268.6   |                    |
| <b>ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA</b>   |                 |                              |   |   |                    |
| <b>PARAMETRO</b>   | <b>UNIDADES</b> | <b>MUESTRA 1</b>             | <b>LMP</b>  | <b>OBSERVACIONES</b>  |                    |
| <b>ANALISIS FISICO QUIMICO</b>   |                 |                              |   |   |                    |
| TURBIEDAD  | UNT             | 2.03                         | 5   | Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano. Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |                    |
| pH, a 17.4°C   | ---             | 8.24                         | 6.5-8.5   |   |                    |
| CONDUCTIVIDAD  | us/cm           | 252                          | 1500  |   |                    |
| DUREZA   | mg/L            | 148                          | 500   |   |                    |
| CLORUROS   | mg/L            | 40                           | 250   |   |                    |
| FLUORUROS  | mg/L            | <0.02                        | 1   |   |                    |
| SULFATOS   | mg/L            | 3                            | 250   |   |                    |
| NITRATOS   | mg/L            | 1                            | 50  |   |                    |
| ALUMINIO   | mg/L            | 0.001                        | 0.2   |   |                    |
| COBRE  | mg/L            | 0.050                        | 2   |   |                    |
| CROMO  | mg/L            | <0.002                       | 0.05  |   |                    |
| HIERRO   | mg/L            | 0.055                        | 0.3   |   |                    |
| MANGANESO  | mg/L            | 0.1                          | 0.4   |   |                    |
| ZINC   | mg/L            | 0.001                        | 3   |   |                    |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b>   |                 |                              |   |   |                    |
| COLIFORMES TOTALES   | UFC/100ml       | 6                            | 0   |   |                    |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES   | UFC/100ml       | 3                            | 0   |   |                    |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

### **11.2.9. PARAMETROS DE CAMPO MANANTIAL OJO DE AGUA**

El manantial Ojo de agua (estación O1), registro un valor de pH (8.56u.e.). Tal como se muestra en la tabla42, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua que pueden ser potabilizadas con desafección.

### **11.2.10. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua del manantial de la estación O1 tiene un pH cercano a la neutralidad o ligeramente básico (pH 7.49 u.e.), La conductividad es de 282 uS/cm representado el contenido de sales disueltas. El agua es de tipo calcio bicarbonato, como resultado de la interacción del agua con las calizas (calcita y dolomita). El calcio es el catión predominante en dicho manantial donde la dureza es de 162ml/L. El agua del manantial Ojo de agua captado para consumo humano(estación O1) presento una turbiedad de 1.84 UNT, por debajo del ECA establecido para aguas que pueden ser potabilizadas(5 UNT), los bajos registros de turbiedad se deben, en general ala protección que ejercen la cobertura vegetal contra los procesos erosivos que siguen de las precipitaciones pluviales.


### **11.2.11. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**

El manantial Ojo de agua (estación O1), registra coliformes totales (7 UFC/100ml), por encima del limite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como coliformes fecales (termotolerantes) (2 UFC/100ml), por encima del limite de detección.

Por lo tanto se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochocho-Celendín-Cajamarca

Tabla N°36. Análisis Físico Químico del Manantial Ojo de agua

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA |           |                       |  |  |              |   |  |
|---|-----------|-----------------------|--|--|--------------|---|--|
| FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS  |           |                       |  | MANIFESTACION O-1                      |              |   |  |
| MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-O-1                                 |           |                       |  | COORDENADAS UTM<br>9232339N<br>797559E |              |   |  |
| FECHA   | HORA      | OPERADOR              | AREA(DTO)  | COTA                                   |              |   |  |
| 16/02/2014  | 14:30     | LL                    | Sorochocho   | 3571 msnm                              |              |   |  |
| LOCALIZACION  |           |                       | FOTOGRAFIA   |  |              |   |  |
| Un karst Ojo de agua esta en el camino anexo Hijadero - Centro Poblado la Chorrera                            |           |                       |  |  |              |   |  |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Karst  |           |                       | REGIMEN<br>Permanente  |  |              |   |  |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Roca caliza, Raíces y Algas Verdosas                                       |           |                       |  | USO<br>Domestico<br>Riego              | OBRAS<br>RAP |   |  |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION   |           | TEMPERATURA AMBIENTAL |  | CONDUCTIVIDAD(mS/cm)                   |              |   |  |
| 12.6°C  |           | 20°C                  |  | pH 8.56                                |              |   |  |
|   |           |                       |  | CAUDAL ESTIMADO(L/seg)                 |              |   |  |
|   |           |                       |  | 268.6                                  |              |   |  |
| ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA   |           |                       |  |  |              |   |  |
| PARAMETRO   | UNIDADES  | MUESTRA 1             | LMP  | OBSERVACIONES                          |              |   |  |
| ANALISIS FISICO QUIMICO   |           |                       |  |  |              |   |  |
| TURBIEDAD   | UNT       | 1.84                  | 5  |  |              | Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano. Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |  |
| pH, a 17.0°C  | ---       | 7.49                  | 6.5-8.5  |  |              |   |  |
| CONDUCTIVIDAD   | us/cm     | 282                   | 1500   |  |              |   |  |
| DUREZA  | mg/L      | 162                   | 500  |  |              |   |  |
| CLORUROS  | mg/L      | 16                    | 250  |  |              |   |  |
| FLUORUROS   | mg/L      | <0.02                 | 1  |  |              |   |  |
| SULFATOS  | mg/L      | 5                     | 250  |  |              |   |  |
| NITRATOS  | mg/L      | 1                     | 50   |  |              |   |  |
| ALUMINIO  | mg/L      | 0.001                 | 0.2  |  |              |   |  |
| COBRE   | mg/L      | 0.042                 | 2  |  |              |   |  |
| CROMO   | mg/L      | <0.002                | 0.05   |  |              |   |  |
| HIERRO  | mg/L      | 0.009                 | 0.3  |  |              |   |  |
| MANGANESO   | mg/L      | 0.1                   | 0.4  |  |              |   |  |
| ZINC  | mg/L      | 0.001                 | 3  |  |              |   |  |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO   |           |                       |  |  |              |   |  |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100ml | 7                     | 0  |  |              |   |  |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES  | UFC/100ml | 2                     | 0  |  |              |   |  |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

### **11.2.13. PARAMETROS DE CAMPO DEL MANANTIAL CHAQUICOCHA**

El Manantial Chaquicocha (estación CH6), presentan valores de pH alcalinos a básico (8.31u.e.). Tal como se muestra en la tabla 43, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua que pueden ser potabilizadas con desafección.

### **11.2.14. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua del manantial de la (estación CH6) tiene un pH cercano a la neutralidad o ligeramente básico (pH 7.51 u.e.), La conductividad es de 241 uS/cm representado el contenido de sales disueltas. En cuanto a la dureza el manantial Chaquicocha registró un valor de concentración de 136 mg/L. El cual se considera como agua poco dura (entre 75 y 150mgCaCo<sub>3</sub> mg/L).

El agua de la laguna Chaquicocha (estación CH6), presentó una turbiedad de 1.98 UNT, por debajo del ECAs establecido para aguas que pueden ser potabilizadas (5 UNT), Los bajos registros de turbiedad se deben, en general a la ocurrencia de meteorización de silicatos y minerales ferromagnesianos.

### **11.2.15. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**

Tal como se aprecia en la tabla 43, los parámetros bacteriológicos del manantial (estación CH6), registra conteos de coliformes totales (7 UFC/100ml), por encima del límite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como conteos de coliformes fecales (termotolerantes) (4 UFC/100ml), por encima del límite de detección.

Por lo tanto se debe tener en consideración la presencia de dichas especies en las aguas del manantial (estación M5), se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochocho-Celendín-Cajamarca

Tabla N°37. Análisis Físico Químico del Manantial Chaquicocha

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA  |               |                               |  |  |             |
|--|---------------|-------------------------------|--|--|-------------|
| FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS   |               |                               |  | MANIFESTACION CH-6                     |             |
| MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-CH-6   |               |                               |  | COORDENADAS UTM<br>9231292N<br>796847E |             |
| FECHA<br>16/02/2014  | HORA<br>14:00 | OPERADOR<br>LL                | AREA(DTO)<br>Sorochocho  | COTA<br>3599 msnm                      |             |
| LOCALIZACION<br><br>Un Manantial Chaquicocha ubicado en el anexo Chaquicocha   |               |                               | FOTOGRAFIA<br> |  |             |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Riachuelo   |               |                               | REGIMEN<br>Permanente  |  |             |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Roca caliza, Arbustos, Raíces y Algas Verdosas  |               |                               |  | USO<br>Domestico<br>Riego              | OBRAS<br>ND |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION<br>13.4°C  |               | TEMPERATURA AMBIENTAL<br>20°C |  | CONDUCTIVIDAD(mS/cm)<br>pH 8.31        |             |
|  |               |                               |  | CAUDAL ESTIMADO(L/seg)<br>33.36        |             |
| ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA  |               |                               |  |  |             |
| PARAMETRO  |               | UNIDADES                      | MUESTRA 1  | LMP                                    |             |
| ANALISIS FISICO QUIMICO  |               |                               |  |  |             |
| TURBIEDAD  |               | UNT                           | 1.98   | 5                                      |             |
| pH, a 17.0°C   |               | ---                           | 7.56   | 6.5-8.5                                |             |
| CONDUCTIVIDAD  |               | us/cm                         | 241  | 1500                                   |             |
| DUREZA   |               | mg/L                          | 136  | 500                                    |             |
| CLORUROS   |               | mg/L                          | 248  | 250                                    |             |
| FLUORUROS  |               | mg/L                          | <0.02  | 1                                      |             |
| SULFATOS   |               | mg/L                          | 3  | 250                                    |             |
| NITRATOS   |               | mg/L                          | 1  | 50                                     |             |
| ALUMINIO   |               | mg/L                          | 0.001  | 0.2                                    |             |
| COBRE  |               | mg/L                          | 0.056  | 2                                      |             |
| CROMO  |               | mg/L                          | <0.002   | 0.05                                   |             |
| HIERRO   |               | mg/L                          | 0.253  | 0.3                                    |             |
| MANGANESO  |               | mg/L                          | 0.5  | 0.4                                    |             |
| ZINC   |               | mg/L                          | 0.009  | 3                                      |             |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO  |               |                               |  |  |             |
| COLIFORMES TOTALES   |               | UFC/100ml                     | 7  | 0                                      |             |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES   |               | UFC/100ml                     | 4  | 0                                      |             |
| OBSERVACIONES<br>A excepción del manganeso, Los demás parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.<br>Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |               |                               |  |  |             |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

#### **11.2.17. PARAMETROS DE CAMPO DE LA LAGUNA LUCMACOCHA**

La Laguna Lucmacocha (estación L1), presentan valores de pH cercano a la neutralidad o ligeramente básico (7.95 u.e.). Tal como se muestra en la tabla 44, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua que pueden ser potabilizadas con desafección.

#### **11.2.18. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua de la laguna de la (estación L1), tiene un pH cercano a la neutralidad o ligeramente básico (pH 7.48 u.e.). La conductividad es de (259 uS/cm), representado el contenido de sales disueltas. Presenta mayor grado de mineralización. Dicha mineralización es necesario señalarlo, obedece a la ocurrencia de procesos de meteorización de roca caliza. La dureza de la laguna Lucmacocha es de 152 ml/L. El cual se podría considerar como agua dura (entre 150 y 300mgCaCo<sub>3</sub> mg/L).

El agua de la laguna Lucmacocha captado para uso, industrial y regadío (estación L1), presentó una turbiedad de 2.18 UNT, por debajo del ECAs establecido para aguas que pueden ser potabilizadas (5 UNT), los bajos registros de turbiedad se deben, en general a la ocurrencia de procesos de meteorización de carbonatos tales como calizas, procesos de intercambio catiónico y la meteorización de minerales ferromagnesianos.


#### **11.2.19. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**

La laguna Lucmacocha (estación L1), registra conteos de coliformes totales (5 UFC/100ml), por encima del limite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como conteos de coliformes fecales (termotolerantes) (3 UFC/100ml), por encima del limite de detección.

Por lo tanto se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochocho-Celendín-Cajamarca

Tabla N°38. Análisis Físico Químico de la Laguna Lucmacocha

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA |           |                               |  |   |  |
|---|-----------|-------------------------------|--|---|--|
| FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS  |           |                               |  | MANIFESTACION L-1   |  |
| MAPA DE UBICACION-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-L-1                                 |           |                               |  | COORDENADAS UTM<br>9234750N<br>793176E  |  |
| FECHA   | HORA      | OPERADOR                      | AREA(DTO)  | COTA  |  |
| 16/02/2014  | 09:40     | LL                            | Sorochocho   | 3960 msnm   |  |
| LOCALIZACION<br><br>Laguna Lucmacocha ubicada en el caserío agua blanca-Distrito de sorochocho                |           |                               | FOTOGRAFIA<br> |   |  |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Laguna   |           |                               | REGIMEN<br>Permanente  |   |  |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Roca caliza, Raíces y Algas Verdosas                                       |           |                               |  | USO<br>Domestico<br>Riego   |  |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION<br>15.4°C   |           | TEMPERATURA AMBIENTAL<br>20°C | CONDUCTIVIDAD(mS/cm)<br>pH 7.95  | OBRAS<br>Tajo   |  |
| CAUDAL ESTIMADO(L/seg)<br>942.6   |           |                               |  |   |  |
| ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA   |           |                               |  |   |  |
| PARAMETRO   | UNIDADES  | MUESTRA 1                     | LMP  | OBSERVACIONES<br><br>Los 3 parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.<br>Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |  |
| ANALISIS FISICO QUIMICO   |           |                               |  |   |  |
| TURBIEDAD   | UNT       | 2.18                          | 5  |   |  |
| pH, a 17.4°C  | ---       | 7.48                          | 6.5-8.5  |   |  |
| CONDUCTIVIDAD   | us/cm     | 259                           | 1500   |   |  |
| DUREZA  | mg/L      | 152                           | 500  |   |  |
| CLORUROS  | mg/L      | 120                           | 250  |   |  |
| FLUORUROS   | mg/L      | <0.02                         | 1  |   |  |
| SULFATOS  | mg/L      | 25                            | 250  |   |  |
| NITRATOS  | mg/L      | 4                             | 50   |   |  |
| ALUMINIO  | mg/L      | 0.001                         | 0.2  |   |  |
| COBRE   | mg/L      | 0.057                         | 2  |   |  |
| CROMO   | mg/L      | <0.002                        | 0.05   |   |  |
| HIERRO  | mg/L      | 0.207                         | 0.3  |   |  |
| MANGANESO   | mg/L      | 0.1                           | 0.4  |   |  |
| ZINC  | mg/L      | 0.001                         | 3  |   |  |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO   |           |                               |  |   |  |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100ml | 5                             | 0  |   |  |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES  | UFC/100ml | 3                             | 0  |   |  |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

#### **11.2.21. PARAMETROS DE CAMPO MANANTIAL HIJADERO EL CHANCHE**

Los resultados del manantial Hijadero el canche (estación R8), registro un valor de pH alcalino a básico (8.45 u.e.). Tal como se muestra en la tabla 45, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua potable.

#### **11.2.22. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua del manantial de la estación R8, tiene un pH alcalino o ligeramente básico (pH 8.01 u.e.), La conductividad es de (247 uS/cm) representado el contenido de sales disueltas. El agua es de tipo calcio bicarbonato, como resultado de la interacción del agua con las calizas (calcita y dolomita). El calcio es el catión predominante en dicho manantial donde la dureza es de 140 mg/L. Es así que las aguas es del tipo calcio bicarbonato como consecuencia de la meteorización de roca carbonatada.

Dicha agua del manantial Hijadero el canche es captado para Huso domestico (estación R8), presentó una turbiedad de 1.31 UNT, por debajo del LMP. Establecido para aguas que pueden ser potabilizadas (5 UNT), los bajos registros de turbiedad se deben, en general a la protección que ejerce la cobertura vegetal contra los procesos erosivos que siguen de las precipitaciones pluviales.

#### **11.2.23. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**


Los parámetros bacteriológicos del manantial Hijadero el canche (estación R8), registra conteos de coliformes totales (7 UFC/100ml), por encima del limite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como conteos de coliformes fecales (termotolerantes) (4 UFC/100ml), por encima del limite de detección.

Por lo tanto se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.



Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

Tabla N°39. Análisis Físico Químico del Manantial Hijadero el Chanche

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA |                                   |                                     |  |   |             |
|---|-----------------------------------|-------------------------------------|--|---|-------------|
| FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS  |                                   |                                     |  | MANIFESTACION R-8   |             |
| MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-R-8                                 |                                   |                                     |  | COORDENADAS UTM<br>9231658N<br>797463E  |             |
| FECHA<br>16/02/2014   | HORA<br>14:45                     | OPERADOR<br>LL                      | AREA(DTO)<br>Sorochuco   | COTA<br>3808 msnm   |             |
| LOCALIZACION<br><br>Un Manantial ubicado en el anexo Hijadero -Centro Poblado la Chorrera                     |                                   |                                     | FOTOGRAFIA<br> |   |             |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Manantial  |                                   |                                     | REGIMEN<br>Permanente  |   |             |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Roca caliza, Arbustos, Raíces y Algas Verdosas                             |                                   |                                     |  | USO<br>Domestico<br>Riego   | OBRAS<br>ND |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION<br><br>14.5°C   | TEMPERATURA AMBIENTAL<br><br>20°C | CONDUCTIVIDAD(mS/cm)<br><br>pH 8.45 |  | CAUDAL ESTIMADO(L/seg):ND<br><br>Eh (mV)  |             |
| ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA   |                                   |                                     |  |   |             |
| PARAMETRO   | UNIDADES                          | MUESTRA 1                           | LMP  | OBSERVACIONES<br><br>Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.<br>Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |             |
| ANALISIS FISICO QUIMICO   |                                   |                                     |  |   |             |
| TURBIEDAD   | UNT                               | 1.31                                | 5  |   |             |
| pH, a 16.9°C  | ---                               | 8.01                                | 6.5-8.5  |   |             |
| CONDUCTIVIDAD   | us/cm                             | 247                                 | 1500   |   |             |
| DUREZA  | mg/L                              | 140                                 | 500  |   |             |
| CLORUROS  | mg/L                              | 28                                  | 250  |   |             |
| FLUORUROS   | mg/L                              | <0.02                               | 1  |   |             |
| SULFATOS  | mg/L                              | 3                                   | 250  |   |             |
| NITRATOS  | mg/L                              | 1                                   | 50   |   |             |
| ALUMINIO  | mg/L                              | 0.010                               | 0.2  |   |             |
| COBRE   | mg/L                              | 0.048                               | 2  |   |             |
| CROMO   | mg/L                              | <0.002                              | 0.05   |   |             |
| HIERRO  | mg/L                              | 0.029                               | 0.3  |   |             |
| MANGANESO   | mg/L                              | 0.3                                 | 0.4  |   |             |
| ZINC  | mg/L                              | 0.001                               | 3  |   |             |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO   |                                   |                                     |  |   |             |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100ml                         | 7                                   | 0  |   |             |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES  | UFC/100ml                         | 4                                   | 0  |   |             |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

#### **11.2.25. PARAMETROS DE CAMPO MANANTIAL TRAGADERO**

El manantial Tragadero (estación T1), registro un valor de pH cercano a la neutralidad o ligeramente básico de (7.50 u.e.). Tal como se muestra en la tabla 46, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua que pueden ser potabilizadas con desafección.

#### **11.2.26. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua del manantial de la (estación T1), tiene un pH ácido (pH 6.78 u.e.), dicho Manantial Guarda una relación con la cercanía a la zona mineralizada, en donde ocurren procesos geoquímicos tales como disolución, meteorización y oxidación que conllevan a una reducción del valor de pH. La conductividad es de 123 uS/cm representado el contenido de sales disueltas. Los iones predominantes en dicho manantial son sulfatos, cromo, cobre, calcio y aluminio donde la dureza es de (76 ml/L). Lo que indica la ocurrencia de procesos de oxidación de sulfuro metálicos, así la meteorización de silicatos y minerales ferromagnesianos.

El agua del manantial Tragadero captado para consumo humano, (estación T1) presentó una turbiedad de (1.33 UNT), por debajo del ECAs establecido para aguas que pueden ser potabilizadas (5 UNT),


#### **11.2.27. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**

Los parámetros bacteriológicos el manantial Tragadero (estación T1), registra conteos de coliformes totales (5 UFC/100ml), por encima del límite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como conteos de coliformes fecales (termotolerantes) (3 UFC/100ml), por encima del límite de detección.

Por lo tanto se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

Tabla N°40. Análisis Físico Químico del Manantial el Tragadero

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA |           |                       |  |   |  |
|---|-----------|-----------------------|--|---|--|
| FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS  |           |                       |  | MANIFESTACION T-1   |  |
| MAPA DE UBICACION-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTACION<br>HOJA CELENDIN (14-G)-T-1                             |           |                       |  | COORDENADAS UTM<br>9231213N<br>797185E  |  |
| FECHA   | HORA      | OPERADOR              | AREA(DTO)  | COTA  |  |
| 16/02/2014  | 14:15     | LL                    | Sorochuco  | 3773 msnm   |  |
| LOCALIZACION  |           |                       | FOTOGRAFIA   |   |  |
| Un Manantial Llamado tragadero adyacente a un camino-centro Poblado la Chorrera                               |           |                       |  |   |  |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Manantial  |           |                       | REGIMEN<br>Permanente  |   |  |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Rocas intrusivas, Raíces y Algas Verdosas                                  |           |                       |  | USO<br>Domestico<br>Riego   |  |
|   |           |                       |  | OBRAS<br>ND   |  |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION   |           | TEMPERATURA AMBIENTAL |  | CAUDAL ESTIMADO(L/seg)  |  |
| 16°C  |           | 20°C                  |  |   |  |
|   |           | CONDUCTIVIDAD(mS/cm)  |  | 19.22   |  |
|   |           | pH 7.50               |  |   |  |
| ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA   |           |                       |  |   |  |
| PARAMETRO   | UNIDADES  | MUESTRA 1             | LMP  | OBSERVACIONES<br><br>Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.<br>Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |  |
| ANALISIS FISICO QUIMICO   |           |                       |  |   |  |
| TURBIEDAD   | UNT       | 1.33                  | 5  |   |  |
| pH, a 17.7°C  | ---       | 6.78                  | 6.5-8.5  |   |  |
| CONDUCTIVIDAD   | us/cm     | 123                   | 1500   |   |  |
| DUREZA  | mg/L      | 76                    | 500  |   |  |
| CLORUROS  | mg/L      | 30                    | 250  |   |  |
| FLUORUROS   | mg/L      | <0.02                 | 1  |   |  |
| SULFATOS  | mg/L      | 0.5                   | 250  |   |  |
| NITRATOS  | mg/L      | 1                     | 50   |   |  |
| ALUMINIO  | mg/L      | 0.001                 | 0.2  |   |  |
| COBRE   | mg/L      | 0.065                 | 2  |   |  |
| CROMO   | mg/L      | <0.002                | 0.05   |   |  |
| HIERRO  | mg/L      | 0.029                 | 0.3  |   |  |
| MANGANESO   | mg/L      | 0.1                   | 0.4  |   |  |
| ZINC  | mg/L      | 0.001                 | 3  |   |  |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO   |           |                       |  |   |  |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100ml | 5                     | 0  |   |  |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES  | UFC/100ml | 3                     | 0  |   |  |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

### **11.2.29. PARAMETROS DE CAMPO MANANTIAL CULQUI**

El manantial Culqui (estación P4), registro un valor de pH cercano a la neutralidad o ligeramente básico de (7.80 u.e.). Tal como se muestra en la tabla 47, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua que pueden ser potabilizadas con desafección.

### **11.2.30. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua del manantial de la (estación P4), tiene un pH cercano a la neutralidad o ligeramente básico (pH 7.90 u.e.), dicho Manantial Guarda una relación con la cercanía a la zona de rocas intrusivas, en donde ocurren procesos geoquímicos tales como disolución, meteorización y oxidación que conllevan a una reducción del valor de pH. La conductividad es de (153 uS/cm), representado el contenido de sales disueltas. Los iones predominantes en dicho manantial son sulfatos, cromo, cobre, calcio y aluminio donde la dureza es de (92 ml/L). Lo que indica la ocurrencia de procesos de oxidación de sulfuro metálicos, así la meteorización de silicatos y minerales ferromagnesianos.

El agua del manantial Culqui captado para consumo humano (estación P4) presento una turbiedad de (0.94 UNT), por debajo del ECAs establecido para aguas que pueden ser potabilizadas (5 UNT),

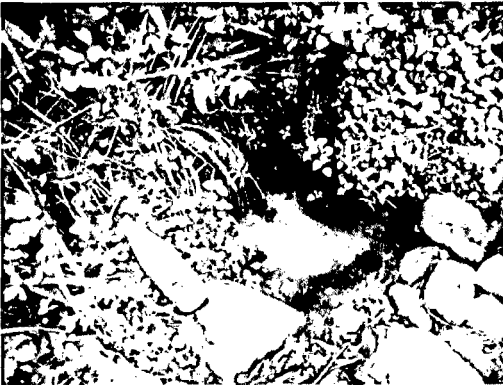
### **11.2.31. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**

Los parámetros bacteriológicos el manantial Culqui (estación P4), registra conteos de coliformes totales (5 UFC/100ml), por encima del limite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como conteos de coliformes fecales (termotolerantes) (3 UFC/100ml), por encima del limite de detección.

Por lo tanto se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

Tabla N°41. Análisis Físico Químico del Manantial Culqui

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA |                               |                                 |  |   |             |
|---|-------------------------------|---------------------------------|--|---|-------------|
| FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS  |                               |                                 |  | MANIFESTACION P-4   |             |
| MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-P-4                                 |                               |                                 |  | COORDENADAS UTM<br>9231433N<br>796958E  |             |
| FECHA<br>16/02/2014   | HORA<br>15:30                 | OPERADOR<br>LL                  | AREA(DTO)<br>Sorochuco   | COTA<br>3745msnm  |             |
| LOCALIZACION<br><br>Un Manantial adyacente al camino principal del centro Poblado la Chorrera                 |                               |                                 | FOTOGRAFIA<br> |   |             |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Manantial  |                               |                                 | REGIMEN<br>Permanente  |   |             |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Roca intrusiva, Arbustos, Raices y Algas Verdosas                          |                               |                                 |  | USO<br>Domestico<br>Riego   | OBRAS<br>ND |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION<br>12.9°C   | TEMPERATURA AMBIENTAL<br>20°C | CONDUCTIVIDAD(mS/cm)<br>pH 7.80 |  | CAUDAL ESTIMADO(L/seg)<br>12.4  |             |
| ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA   |                               |                                 |  |   |             |
| PARAMETRO   | UNIDADES                      | MUESTRA 1                       | LMP  | OBSERVACIONES<br><br>Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.<br><br>Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |             |
| ANALISIS FISICO QUIMICO   |                               |                                 |  |   |             |
| TURBIEDAD   | UNT                           | 0.94                            | 5  |   |             |
| pH, a 16.5°C  | ---                           | 7.93                            | 6.5-8.5  |   |             |
| CONDUCTIVIDAD   | us/cm                         | 153                             | 1500   |   |             |
| DUREZA  | mg/L                          | 92                              | 500  |   |             |
| CLORUROS  | mg/L                          | 26                              | 250  |   |             |
| FLUORUROS   | mg/L                          | <0.02                           | 1  |   |             |
| SULFATOS  | mg/L                          | 8                               | 250  |   |             |
| NITRATOS  | mg/L                          | 1                               | 50   |   |             |
| ALUMINIO  | mg/L                          | 0.048                           | 0.2  |   |             |
| COBRE   | mg/L                          | 0.059                           | 2  |   |             |
| CROMO   | mg/L                          | <0.002                          | 0.05   |   |             |
| HIERRO  | mg/L                          | 0.001                           | 0.3  |   |             |
| MANGANESO   | mg/L                          | 0.2                             | 0.4  |   |             |
| ZINC  | mg/L                          | 0.052                           | 3  |   |             |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO   |                               |                                 |  |   |             |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100ml                     | 5                               | 0  |   |             |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES  | UFC/100ml                     | 3                               | 0  |   |             |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

### **11.2.33. PARAMETROS DE CAMPO MANANTIAL TOTORA**

El manantial Briones (estación CH2), registro un valor de pH alcalino a básico de (8.45 u.e.). Tal como se muestra en la tabla 48, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua que pueden ser potabilizadas con desafección.

### **11.2.34. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua del manantial de la (estación CH2), tiene un pH alcalino a básico (pH 8.18 u.e.), dicho manantial guarda una relación con la zona de mineralización, en donde ocurren procesos geoquímicos tales como disolución, meteorización y oxidación que conllevan a una reducción del valor de pH. La conductividad es de (241 uS/cm), representado el contenido de sales disueltas. Los iones predominantes en dicho manantial son sulfatos, cromo, cobre, calcio y aluminio donde la dureza es de (140 ml/L). Lo que indica la ocurrencia de procesos de oxidación de sulfuro metálicos, así la meteorización de silicatos y minerales ferromagnesianos.

El agua del manantial Briones captado para consumo humano (estación CH2) presentó una turbiedad de (2.47 UNT), por debajo del ECAs establecido para aguas que pueden ser potabilizadas (5 UNT),


### **11.2.35. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**

Los parámetros bacteriológicos el manantial Briones (estación CH2), registra conteos de coliformes totales (7 UFC/100ml), por encima del límite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como conteos de coliformes fecales (termotolerantes) (2 UFC/100ml), por encima del límite de detección.

Por lo tanto se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.

**Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca**

Tabla N°42. Análisis Físico Químico del Manantial Totora

| <b>TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SOROCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA</b> |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
| <b>FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS</b>  |  |  | <b>MANIFESTACION CH-2</b>   |  |
| <b>MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-CH-2</b>                                |  |  | <b>COORDENADAS UTM</b><br>9231259N<br>797354E   |  |
| <b>FECHA</b><br>16/02/2014   | <b>HORA</b><br>14:25                     | <b>OPERADOR</b><br>LL                      | <b>AREA(DTO)</b><br>Sorochuco   | <b>COTA</b><br>3826msnm  |
| <b>LOCALIZACION</b><br><br>Un Manantial adyacente al cerro córdoba centro Poblado la Chorrera                        |  |  | <b>FOTOGRAFIA</b><br> |  |
| <b>TIPO DE MANIFESTACION</b><br>Manantial  |  |  | <b>REGIMEN</b><br>Permanente  |  |
| <b>ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION</b><br>Rocas intrusivas, , Raíces y Algas Verdosas                                |  |  | <b>USO</b><br>Domestico<br>Riego  | <b>OBRAS</b><br>ND   |
| <b>TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION</b><br><br>60°C   | <b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b><br><br>20°C | <b>CONDUCTIVIDAD(mS/cm)</b><br><br>pH 8.45 | <b>CAUDAL ESTIMADO(L/seg)</b><br><br>28.42  |  |
| <b>ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA</b>   |  |  |   |  |
| <b>PARAMETRO</b>   | <b>UNIDADES</b>                          | <b>MUESTRA 1</b>                           | <b>LMP</b>  | <b>OBSERVACIONES</b><br><br>A excepción del manganeso Los demás parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.<br>Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |
| <b>ANALISIS FISICO QUIMICO</b>   |  |  |   |  |
| <b>TURBIEDAD</b>   | UNT                                      | 2.47                                       | 5   |  |
| <b>pH, a 17.5°C</b>  | ---                                      | 8.18                                       | 6.5-8.5   |  |
| <b>CONDUCTIVIDAD</b>   | us/cm                                    | 241  | 1500  |  |
| <b>DUREZA</b>  | mg/L                                     | 140  | 500   |  |
| <b>CLORUROS</b>  | mg/L                                     | 42   | 250   |  |
| <b>FLUORUROS</b>   | mg/L                                     | <0.02                                      | 1   |  |
| <b>SULFATOS</b>  | mg/L                                     | 8  | 250   |  |
| <b>NITRATOS</b>  | mg/L                                     | 1  | 50  |  |
| <b>ALUMINIO</b>  | mg/L                                     | 0.045                                      | 0.2   |  |
| <b>COBRE</b>   | mg/L                                     | 0.096                                      | 2   |  |
| <b>CROMO</b>   | mg/L                                     | <0.002                                     | 0.05  |  |
| <b>HIERRO</b>  | mg/L                                     | 0.128                                      | 0.3   |  |
| <b>MANGANESO</b>   | mg/L                                     | 0.5  | 0.4   |  |
| <b>ZINC</b>  | mg/L                                     | 0.001                                      | 3   |  |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b>   |  |  |   |  |
| <b>COLIFORMES TOTALES</b>  | UFC/100ml                                | 7  | 0   |  |
| <b>COLIFORMES TERMOTOLERANTES</b>  | UFC/100ml                                | 2  | 0   |  |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

### **11.2.37. PARAMETROS DE CAMPO DEL RIO CHORRERA**

El río Chorrera (estación CH7), presenta valores de pH alcalinos a básico (8.82u.e.). Tal como se muestra en la tabla 49, este registro de pH dentro del rango establecido en los ECAs para agua que pueden ser potabilizadas con desafección.

### **11.2.38. PARAMETROS FISICO QUIMICOS**

El agua del río Chorrera de la (estación CH7), tiene un pH alcalino a básico (pH 8.40 u.e.), La conductividad es de (204uS/cm). En cuanto a la dureza el río chorrera registró el mayor valor de concentración de (138 ml/L). El cual se podría considerar como agua poco dura (entre 75 y 300mgCaCo<sub>3</sub> mg/L).

El agua del río Chorrera captado para uso domestico, industrial y regadío (estación CH7) presentó una turbiedad de (1.79 UNT), por debajo del ECAs establecido para aguas que pueden ser potabilizadas (5 UNT), esto obedece fundamentalmente a la ocurrencia de procesos de meteorización de roca caliza (calcita y dolomitas), procesos atreves de los cuales se incorpora alcalinidad adicional a las aguas del río chorrera.

### **11.2.39. PARAMETROS BACTERIOLOGICOS**


Los parámetros bacteriológicos del río Chorrera (estación CH7), registra conteos de coliformes totales (5 UFC/100ml), por encima del limite máximo permisible para aguas de consumo humano (0 UFC/100ml), así como conteos de coliformes fecales (termotolerantes) (2 UFC/100ml), por encima del limite de detección.

Por lo tanto se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes.



Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochuco-Celendín-Cajamarca

Tabla N°43. Análisis Físico Químico del Rio la Chorrera

| TESIS: EVALUACION GEOESTRUCTURAL E HIDROGEOLOGICA DEL CENTRO POBLADO LA CHORRERA-SORUCHUCO-CELENDIN-CAJAMARCA |                |                               |  |   |
|---|----------------|-------------------------------|--|---|
| FICHA DE MUESTREO Y ANALISIS  |                |                               |  | MANIFESTACION CH-7  |
| MAPA DE UBICACIÓN-NUMERO Y NOMBRE DE LA MANIFESTAION HOJA CELENDIN (14-G)-CH-7                                |                |                               |  | COORDENADAS UTM<br>9231780N<br>796331E  |
| FECHA<br>16/02/2014   | HORA<br>13:150 | OPERADOR<br>LL                | AREA(DTO)<br>Sorochuco   | COTA<br>3634 msnm   |
| LOCALIZACION<br><br>Rio la Chorrera adyacente al Centro Poblado la Chorrera                                   |                |                               | FOTOGRAFIA<br> |   |
| TIPO DE MANIFESTACION<br>Rio  |                |                               | REGIMEN<br>Permanente  |   |
| ALREDEDORES DE LA MANIFESTACION<br>Roca caliza, Arbustos, Raíces y Algas Verdosas                             |                |                               |  | USO<br>Domestico<br>Riego   |
| TEMPERATURA DE LA MANIFESTACION<br>14.4°C   |                | TEMPERATURA AMBIENTAL<br>20°C | CONDUCTIVIDAD(mS/cm)<br>pH 8.82  | OBRAS<br>ND   |
| CAUDAL ESTIMADO(L/seg)<br>689.5   |                |                               |  |   |
| ANALISIS FISICO QUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA   |                |                               |  |   |
| PARAMETRO   | UNIDADES       | MUESTRA 1                     | LMP  |   |
| ANALISIS FISICO QUIMICO   |                |                               |  |   |
| TURBIEDAD   | UNT            | 1.79                          | 5  | OBSERVACIONES<br><br>Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.<br>Se recomienda clarar el agua para remover los coliformes existentes en el agua. |
| pH, a 16.8°C  | --             | 8.40                          | 6.5-8.5  |   |
| CONDUCTIVIDAD   | us/cm          | 204                           | 1500   |   |
| DUREZA  | mg/L           | 138                           | 500  |   |
| CLORUROS  | mg/L           | 32                            | 250  |   |
| FLUORUROS   | mg/L           | <0.02                         | 1  |   |
| SULFATOS  | mg/L           | 7                             | 250  |   |
| NITRATOS  | mg/L           | 1                             | 50   |   |
| ALUMINIO  | mg/L           | 0.030                         | 0.2  |   |
| COBRE   | mg/L           | 0.092                         | 2  |   |
| CROMO   | mg/L           | <0.002                        | 0.05   |   |
| HIERRO  | mg/L           | 0.139                         | 0.3  |   |
| MANGANESO   | mg/L           | 0.2                           | 0.4  |   |
| ZINC  | mg/L           | 0.001                         | 3  |   |
| ANALISIS BACTERIOLOGICO   |                |                               |  |   |
| COLIFORMES TOTALES  | UFC/100ml      | 5                             | 0  |   |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES  | UFC/100ml      | 2                             | 0  |   |

Fuente: Formato-INGEMMET

Fuente: Análisis de laboratorio EPS Sedacaj S.A.

- **DUREZA TOTAL DE LOS MANANTIALES, LAGUNAS, RIOS MUESTREADOS.**

Según Brown (2004), Se caracteriza por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio. refiere que el agua que contiene una concentración grande de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  y otros cationes divalentes se conoce como agua dura, y aunque la presencia de estos iones no representa en general una amenaza para la salud, puede hacer inadecuada el agua para ciertos usos domésticos e industriales, la interpretación de la dureza. MINAM. (2008).

Tabla N° 44. Dureza total del agua.

| <b>DUREZA (mg/l <math>\text{CaCO}_3</math>)</b> | <b>INTERPRETACIÓN</b> |
|---|-----------------------|
| 0-75  | Agua suave            |
| 75-150  | Agua poco dura        |
| 150-300   | Agua dura             |
| > 300   | Agua muy dura         |
|   |                       |

Fuente: Rodríguez, (2010)

Evaluación Geoestructural e Hidrogeológica del Centro Poblado La Chorrera-Sorochoco-Celendín-Cajamarca

Tabla N°45. Clasificación del Agua Según su Dureza de Las Muestras de Manantiales, lagunas, ríos y acuíferos.

| Código | Tipo de agua | Procedencia           | Valor encontrado | unidad | Dureza como CaCO <sub>3</sub> |                |           |               | LMP |
|--------|--------------|-----------------------|------------------|--------|-------------------------------|----------------|-----------|---------------|-----|
|        |              |                       |                  |        | Agua suave                    | Agua poco dura | Agua dura | Agua muy dura |     |
|        |              |                       |                  |        | 0-75                          | 75-150         | 150-300   | >300          |     |
| O1     | Subterráneo  | Manantial Ojo de agua | 162              | ppm    |                               |                | x         |               | 500 |
| CH6    | Superficial  | Manantial Chaquicocha | 136              | ppm    |                               | x              |           |               |     |
| L1     | Superficial  | Lag. Perol            | 152              | ppm    |                               |                | x         |               |     |
| T1     | Superficial  | Manantial Tragadero   | 76               | ppm    |                               | x              |           |               |     |
| CH2    | Superficial  | Manantial Totorá      | 140              | ppm    |                               | x              |           |               |     |
| P4     | Superficial  | Manantial Culqui      | 92               | ppm    |                               | X              |           |               |     |
| M5     | Superficial  | Lag. Alforjacochoa    | 148              | ppm    |                               | X              |           |               |     |
| R8     | Superficial  | Manantial Hijadero    | 140              | ppm    |                               | X              |           |               |     |
| G10    | Subterráneo  |                       | 138              | ppm    |                               | X              |           |               |     |
| CH7    | Superficial  | Río Chorrera          | 138              | ppm    |                               | x              |           |               |     |

Fuente: Edith B. (2013)

• **CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Entonces se determinó que las Geoestructuras están relacionadas con los acuíferos y los manantiales que se encuentran en el Centro Poblado la Chorrera en las vertientes del río Chirimayo, por el cual decimos que existe un potencial enorme y que se debería implementar plantas de tratamiento para agua consumo humano, y hacer pequeños embalses para utilizar en la agricultura mediante canales.

## CONCLUSIONES

- ✓ En el trabajo de campo se determinó la ubicación de Los manantiales, lagunas y ríos vertientes de la sub cuenca del río Chirimayo.
- ✓ Las estructuras del centro poblado la Chorrera está relacionado directamente a la hidrogeología, mostrando la existencia de zonas importantes de manantiales, acuíferos.
- ✓ La zona de estudio se encuentra en las Formaciones del Cretáceo inferior, Formación Farrat (KI-f), Formación Inca (KI-In), Formación Chulec (KI-chu) y Cretáceo superior Formación Pariatambo (KI-Pa), Grupo Pulluicana (Ks-p), Grupo Quilquiñan (ks-Q), y suprayacien a los depósitos Aluviales y Fluvioglaciares.
- ✓ En el centro poblado la Chorrera se encuentra en el Anticlinal Alforjacochoa, Anticlinal Hilo Rico con fuerte fracturamiento debido al intenso plegamiento y dos fallas de tipo regional.
- ✓ Los mapas geológico, geoestructural e hidrogeológico que se elaboraron en la tesis profesional se realizó a escala 1/15000.
- ✓ Mediante el análisis de esfuerzos tomados se determinó el tipo de fallas que existen en la zona y tiene un buzamiento NE.
- ✓ Se identificó 27 manantiales del cual 5 de ellos sirven como alimentadores de reservorios, los que constituyen los más importantes de consumo de agua potable de los caseríos y anexos de la sub cuenca Chirimayo media ya alta y los otros 22 manantiales sirven para uso de riego y además para consumo humano.
- ✓ En la zona de estudio se identificó 8 lagunas de las cuales 7 son permanentes y una es efímera (laguna Alforjacochoa, laguna Papacuay, laguna Huashwash, laguna de las Huachuas, laguna Lucmacocha, laguna Chica, laguna Lipiac); de las lagunas en estudio la laguna Alforjacochoa es de uso industrial el cual representa un 15%; y la laguna Chaquicochoa es efímera en época de estiaje.

- ✓ Según el plano hidrogeológico se concluye que 5 manantiales se encuentran en depósitos cuaternarios aluviales, 15 manantiales en rocas intrusivas y 10 manantiales en calizas del Grupo Pulluicana.
- ✓ El análisis físico químico determinó que los manantiales (Chaquicocha y totora), se encuentran con valores de Mn por encima de los límites máximos permisibles establecidos por DS N° 002-2008-MINAM-Estandares nacionales de calidad ambiental para agua (Julio, 2008)
- ✓ Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos que se realizaron a las muestras de agua de los manantiales, lagunas y ríos fueron hechos en el laboratorio de SEDACAJ. (2013).

### **RECOMENDACIONES**

- A los pobladores del anexo Chaquicocha se le recomienda no consumir el agua del manantial del mismo nombre porque debido a su alto contenido de manganeso y acidez puede causar daños a la salud y a los animales.
- De acuerdo al análisis físico químico y bacteriológico los anexos en mención se encuentran con valores de Mn por encima de los límites permisibles por la normativa peruana se recomienda realizar una desinfección o clorar el agua previo consumo

## BIBLIOGRAFIA

- ✓ HERNANDEZ, Roberto. (2010). Metodología de la Investigación Científica. UDEGRAF SA. Lima, Perú. 295 pags.
- ✓ HERAS, R. (1970). Manual de Hidrología. Centro de estudios Hidrográficos. Madrid, España.
- ✓ CUSTODIO, Emilio. (2001). Hidrología Subterránea. Segunda Edición. Editorial Omega S.A. Barcelona – España.
- ✓ KROIS, J.Cipder. (2008 – 2011). Conservación del agua y suelo en las cuencas de los ríos Chetillano y Ronquillo. Tesis doctoral. Cajamarca, Perú.
- ✓ VEN Te Chow; et al. (2000). Hidrología Aplicada. Primera Edición. Editorial Nomos S.A. Colombia.
- ✓ RIVERA, Hugo. (2005). Geología General, Lima – Perú.
- ✓ DAVILA, J. (2001), Diccionario Geológico, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Lima – Perú.
- ✓ REYES L. (1980). Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos, y Cajabamba Instituto Nacional Geológico Minero y Metalúrgico ( INGEMMET ),
- ✓ Huang T Walter, Petrología, Editorial Hispano América, 1968, México.
- ✓ RAGAN, Donal (1987). Geología Estructural. Ediciones Omega S.A. Barcelona – España.
- ✓ MAIDMENT. David (1994). Hidrología Aplicada,

### Páginas Web

- ✓ [http://hidrologia.usal.es/temas/Conceptos\\_Hidrogeol.pdf](http://hidrologia.usal.es/temas/Conceptos_Hidrogeol.pdf)
- ✓ [http://www.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/comite/Disco%203/PERFIL/Anexos/05%20EIA/Anexos%20QUENDO/Anexo%208\\_INFORME\\_HIDROGEOLOGICO\\_Oqundo.pdf](http://www.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/comite/Disco%203/PERFIL/Anexos/05%20EIA/Anexos%20QUENDO/Anexo%208_INFORME_HIDROGEOLOGICO_Oqundo.pdf)
- ✓ <http://www.sgc.gov.co/getattachment/92fd1dc3-e4a6-4450-96b5-b19abf276144/Programa-exploracion-aguas-subterranas.aspx>
- ✓ [http://www.un-igrac.org/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil\\_Id=138](http://www.un-igrac.org/dynamics/modules/SFIL0100/view.php?fil_Id=138)
- ✓ <http://www.fi.uba.ar/archivos/aguasubterranas-2012>
- ✓ <http://www.bdigital.unal.edu.co/4442/1/EA3760.pdf>
- ✓ [http://www.igme.es/internet/sistemas\\_infor/PublicAgotadasPDF/pozos\\_acuiferos\\_2.pdf](http://www.igme.es/internet/sistemas_infor/PublicAgotadasPDF/pozos_acuiferos_2.pdf)
- ✓ [http://www.geo.mtu.edu/rs4hazards/Project%20resources/XI%20Congreso%20Latinoamericano%20workshop/Acuiferos\\_fracturados.pdf](http://www.geo.mtu.edu/rs4hazards/Project%20resources/XI%20Congreso%20Latinoamericano%20workshop/Acuiferos_fracturados.pdf)
- ✓ <http://gea.ciens.ucv.ve/geoquimi/hidro/wp-content/uploads/2011/07/recursos.pdf>



# ANEXOS



# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : R - 8  
CASERIO : HIJADERO  
DISTRITO : SOROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 1.31         | 5         |
| pH, a 16.9°C                   | --         | 8.01         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 247          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 140          | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 28           | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 3            | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 1            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.010        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.048        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.029        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.3          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.001        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 7            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 4            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por Interesados.*

### OBSERVACIONES:

Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.



Ing. Marco Harro Centurión  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.

Cajamarca, 20 Febrero 2014.



# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : CH7  
CASERIO : CHORRERA  
DISTRITO : SOROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 1.79         | 5         |
| pH, a 16.8°C                   | --         | 8.40         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 204          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 138          | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 32           | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 7            | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 1            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.030        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.092        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.139        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.2          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.001        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 5            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 2            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por interesados.*

### OBSERVACIONES:

Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.



Marco Nerio Cortés  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.

Cajamarca, 20 Febrero 2014.



# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : G - 10  
CASERIO : CHORRERA  
DISTRITO : SOROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 0.96         | 5         |
| pH, a 17.0°C                   | --         | 7.76         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 319          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 150          | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 26           | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 3            | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 1            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.001        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.033        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.021        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.1          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.001        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 6            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 4            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por interesados.*

### OBSERVACIONES:

Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.



Cajamarca, 20 Febrero 2014.

Mag. Marco Narro Contreras  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.



# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : L - 1  
CASERIO : CHORRERA  
DISTRITO : SOROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 2.18         | 5         |
| pH, a 17.4°C                   | -          | 7.48         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 259          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 152          | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 120          | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 25           | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 4            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.001        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.057        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.207        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.1          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.001        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 5            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 3            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por interesados.*

### OBSERVACIONES:

Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.



Cajamarca, 20 Febrero 2014.

Fig: Marco Nereo Cento...  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.



# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : M - 5  
CASERIO : CHORRERA  
DISTRITO : SOROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 2.03         | 5         |
| pH, a 17.4°C                   | --         | 8.24         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 252          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 148          | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 40           | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 3            | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 1            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.001        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.050        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.055        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.1          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.001        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 6            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 3            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por interesados.*

### OBSERVACIONES:

Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.



Ing. Marco Nardo Contreras  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.

Cajamarca, 20 Febrero 2014.



# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : T - 01  
CASERIO : CHORRERA  
DISTRITO : SOROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 1.33         | 5         |
| pH, a 17.7°C                   | --         | 6.78         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 123          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 76           | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 30           | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 0.5          | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 1            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.001        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.065        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.029        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.1          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.001        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 5            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 3            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por interesados.*

### OBSERVACIONES:

Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.



Ing° Marco Narro Contreras  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.

Cajamarca, 20 Febrero 2014.



# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : P - 4  
CASERIO : CHORRERA  
DISTRITO : SOCROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 0.94         | 5         |
| pH, a 16.5°C                   | --         | 7.93         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 153          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 92           | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 26           | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 8            | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 1            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.048        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.059        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.001        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.2          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.052        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 5            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 3            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por interesados.*

### OBSERVACIONES:

Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.

Cajamarca, 20 Febrero 2014.



Ing° Marco Norro Castañeda  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.





# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : O - 1  
CASERIO : CHORRERA  
DISTRITO : SOROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 1.84         | 5         |
| pH, a 17.4°C                   | --         | 7.49         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 282          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 162          | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 16           | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 5            | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 1            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.001        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.042        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.009        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.1          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.001        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 7            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 2            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por interesados.*

### OBSERVACIONES:

Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP, dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.



Cajamarca, 20 Febrero 2014.

Ing. Marco Narro Centeno  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.



# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : CH6  
CASERIO : CHORRERA  
DISTRITO : SOROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 1.98         | 5         |
| pH, a 17.1°C                   | --         | 7.56         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 241          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 136          | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 248          | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 3            | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 1            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.001        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.056        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.253        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.5          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.009        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 7            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 4            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por interesados.*

### OBSERVACIONES:

A excepción del manganeso, los demás parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.



*Ing. Marco Narro Centos*  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.

Cajamarca, 20 Febrero 2014.



# EPS Sedacaj S.A.

EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

## ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERIOLOGICO DEL AGUA

MANANTIAL : CH2  
CASERIO : CHORRERA  
DISTRITO : SOROCHUCO  
PROVINCIA : CELENDIN  
REGION : CAJAMARCA  
FECHA DEL ANALISIS : 17 FEBRERO 2014

### RESULTADOS

| PARAMETRO                      | UNIDADES   | MUESTRA<br>1 | LMP       |
|--------------------------------|------------|--------------|-----------|
| <b>ANALISIS FISICOQUIMICO</b>  |            |              |           |
| TURBIEDAD                      | UNT        | 2.47         | 5         |
| pH, a 17.5°C                   | --         | 8.18         | 6.5 - 8.5 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm      | 241          | 1500      |
| DUREZA                         | mg/L       | 140          | 500       |
| CLORUROS                       | mg/L       | 42           | 250       |
| FLUORUROS                      | mg/L       | <0.02        | 1         |
| SULFATOS                       | mg/L       | 8            | 250       |
| NITRATOS                       | mg/L       | 1            | 50        |
| ALUMINIO                       | mg/L       | 0.045        | 0.2       |
| COBRE                          | mg/L       | 0.096        | 2         |
| CROMO                          | mg/L       | <0.002       | 0.05      |
| HIERRO                         | mg/L       | 0.128        | 0.3       |
| MANGANESO                      | mg/L       | 0.5          | 0.4       |
| ZINC                           | mg/L       | 0.001        | 3         |
| <b>ANALISIS BACTERIOLOGICO</b> |            |              |           |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100 mL | 7            | 0         |
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES     | UFC/100mL  | 2            | 0         |

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias por 100 mL de agua.

UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

*Muestra traída por interesados.*

### OBSERVACIONES:

A excepción del manganeso, los demás parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua, cumplen con los LMP dados por la normativa para agua de consumo humano.

Se recomienda clorar el agua para remover los coliformes existentes en el agua.



Fig. Marco Narro Centurián  
CONTROL DE CALIDAD  
EPS SEDACAJ S. A.

Cajamarca, 20 Febrero 2014.