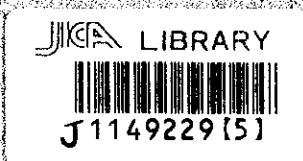


**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO**  
**SOBRE**  
**LA SEGUNDA FASE DEL PROYECTO DE DESARROLLO**  
**DE AGUAS SUBTERRANEAS EN AREAS RURALES**  
**EN**  
**LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

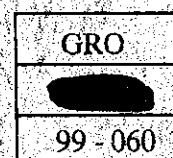
**MARZO DE 1999**



**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON**

**KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.**

**OYO CORPORATION**



ARY







**VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BASICOS  
REPUBLICA DE BOLIVIA**

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO  
SOBRE  
LA SEGUNDA FASE DEL PROYECTO DE DESARROLLO  
DE AGUAS SUBTERRANEAS EN AREAS RURALES  
EN  
LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

**MARZO DE 1999**

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON**

**KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.**

**OYO CORPORATION**



1149229 [5]

## PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para la Segunda Fase del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales de la República de Bolivia y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Bolivia una misión de estudio desde el 31 de agosto hasta el 6 de octubre de 1998.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Bolivia y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión a Bolivia con el propósito de discutir el borrador del diseño básico y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya al promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Bolivia, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Marzo, 1999



---

Kimio Fujita

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Marzo, 1999

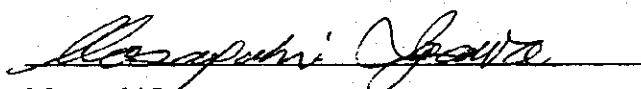
## ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre la Segunda Fase del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales de la República de Bolivia.

Bajo el contrato firmado con JICA, Kyowa Engineering Consultants Co.,Ltd. y Oyo Corporation, hemos llevado a cabo el presente Estudio desde el 21 de agosto de 1998 hasta el 31 de marzo de 1999. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del Proyecto en plena consideración a la situación actual de Bolivia, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

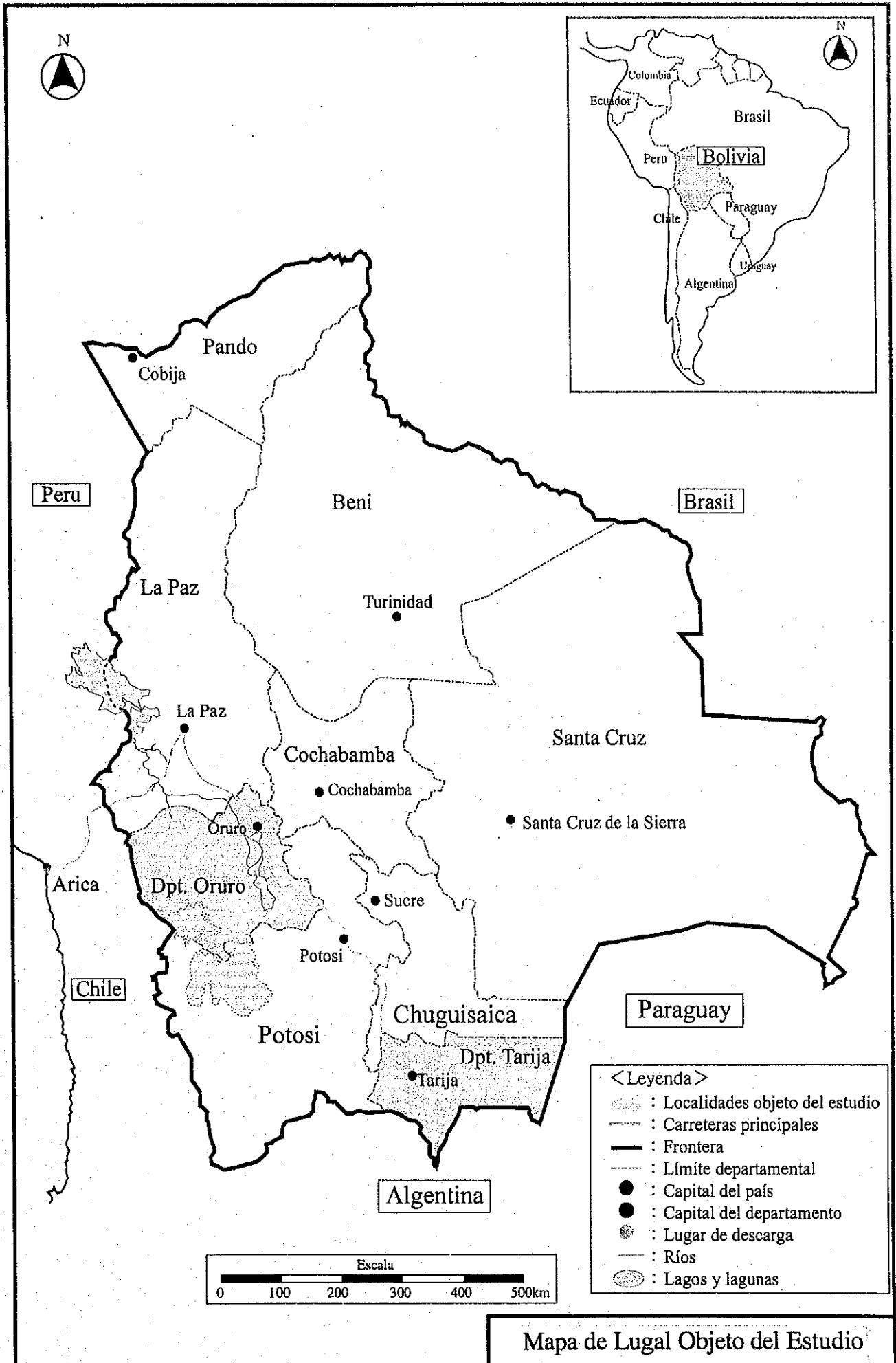
Muy atentamente,



Masayuki Igawa

Jefe del Equipo de Ingenieros  
Misión de Estudio de Diseño Básico  
sobre la Segunda Fase del Proyecto de  
Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales  
de la República de Bolivia  
Kyowa Engineering Consultants Co. Ltd.





Peru

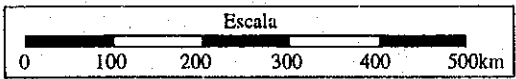
Brasil

Chile

Paraguay

Argentina

- < Leyenda >
- : Localidades objeto del estudio
  - : Carreteras principales
  - : Frontera
  - : Limite departamental
  - : Capital del país
  - : Capital del departamento
  - : Lugar de descarga
  - : Ríos
  - : Lagos y lagunas



Mapa de Lugar Objeto del Estudio



# RESUMEN DE DISEÑO BASICO

## INDICE

Prefacio

Acta de Entrega

Mapa de Lugar Objeto del Estudio

Indice

Capítulo 1	Antecedentes de la Solicitud .....	1
Capítulo 2	Contenido del Proyecto .....	3
2.1	Objetivo del Proyecto .....	3
2.2	Sistema de ejecución del Proyecto .....	3
2.2.1	Organización de administración y mantenimiento del organismo ejector .....	3
2.2.2	Personal y nivel técnico .....	5
2.2.3	Presupuesto .....	6
2.3	Localidades objeto del Proyecto .....	8
2.3.1	Plan de desarrollo Quinquenal .....	8
2.3.2	Poblaciones objeto del Estudio de Diseño Básico .....	8
2.4	Condiciones de los lugares del Proyecto .....	13
2.4.1	Condiciones hidrogeológicas .....	13
2.4.2	Condiciones sociales, condiciones de las instalaciones de suministro de agua existentes .....	25
2.4.3	Interés de la población y condiciones sociales .....	37
2.4.4	Estudio de calidad de agua de las fuentes utilizadas actualmente .....	42
2.5	Estructura básica del Proyecto .....	43
2.5.1	Localidades objeto de la ejecución del plan .....	44
2.5.2	Localidades objeto de la construcción de pozos por la parte japonesa .....	46
2.5.3	Modelo de construcción de pozos .....	51
2.5.4	Localidades objeto de construcción de instalaciones de suministro de agua modelo .....	51
2.5.5	Entrenamiento para la operación de las instalaciones de suministro de agua (ejecución de trabajos de componentes) .....	56
2.5.6	Número de perforadoras a adquirirse .....	57
2.5.7	Construcción de pozos por la parte japonesa .....	58
2.5.8	Construcción de pozos e instalaciones de suministro de agua por la parte boliviana .....	61

2.5.9 Estructura de administración y mantenimiento y operación de las instalaciones del pozo .....	69
2.5.10 Conceptos básicos del Proyecto .....	72
2.6 Diseño Básico .....	73
2.6.1 Política de diseño .....	73
2.6.2 Plan básico .....	75
Capítulo 3 Proyecto de las Obras .....	98
3.1. Plan de Ejecución .....	98
3.1.1 Política de ejecución .....	98
3.1.2 Precauciones para la ejecución .....	101
3.1.3 División de tareas .....	103
3.1.4 Plan de supervisión de obras .....	104
3.1.5 Plan de adquisición de equipos y materiales .....	107
3.1.6 Procedimiento de ejecución .....	107
3.1.7 Puntos que son de responsabilidad de la parte boliviana .....	108
3.2 Costo Aproximado de las Obras .....	108
3.2.1 Costo aproximado de las obras .....	108
3.2.2 Plan de administración, operación y mantenimiento .....	109
Capítulo 4 Evaluación del Proyecto y Propuestas .....	111
4.1 Comprobación y justificación de la factibilidad y el efecto de los beneficios .....	111
4.2 Temas a tratar .....	114

[Apendice]

1.Nombre de los Miembros de la Misión de Estudio .....	A-1
2.Calendario de las Actividades del Estudio .....	A-2
3.Lista de las Personas Concernientes .....	A-4
4.Minuta de Acuerdo .....	A-6
(1) Estudio de Diseño Básico .....	A-6
(2) Explicación del Resumen de Diseño Básico .....	A-29
5. Referencia .....	A-43
① Resultados de la prospección geofísica .....	A-44
② Resultados de análisis de calidad de agua de las fuentes existentes en uso .....	A-76
③ Estudio sobre la capacidad del tanque de distribución de agua .....	A-80
④ Análisis de las posibilidades del uso de bomba solar .....	A-99
⑤ Estudio de voluntad de la población y condiciones sociales .....	A-100
⑥ Porcentaje de perforación en cada pozo .....	A-104

## Lista de Cuadros

Cuadro-1 Plan presupuestal de los departamentos de Tarija y Oruro .....	7
Cuadro-2 (1)Lista de las localidades objeto del Proyecto quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales (Departamento de Tarija) .....	11
(2)Lista de las localidades objeto del Proyecto quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales (Departamento de Oruro) .....	12
Cuadro-3 Constantes hidrológico según estratos en el lugar del estudio .....	17
Cuadro-4 (1) Condiciones geológicas de los lugares del estudio (Departamento de Tarija) .	18
(2) Condiciones geológicas de los lugares del estudio (Departamento de Oruro) .	20
Cuadro-5 (1) Lista de los resultados calculados del posible caudal(Departamento de Tarija) .	23
Cuadro-5 (2) Lista de los resultados calculados del posible caudal(Departamento de Oruro) .	24
Cuadro-6 (1) Lista de los resultados del estudio sociológico en las localidades (Departamento de Tarija) .....	28
Cuadro-6 (1) Lista de los resultados del estudio sociológico en las localidades (Departamento de Oruro) .....	32
Cuadro-7 Estudio de la voluntad de la población y condiciones sociales .....	38
Cuadro-8 Estado de organización de los pobladores .....	40
Cuadro-9 Evaluación de las posibilidades en la administración y mantenimiento de las instalaciones .....	41
Cuadro-10 Selección de las localidades objeto de la ejecución del Proyecto .....	48
Cuadro-11 Días necesarios para la construcción del pozo .....	49
Cuadro-12 Tipos de preparación de instalaciones de suministro de agua .....	52
Cuadro-13 Cuadro de selección de las localidades modelo para las instalaciones de suministro de agua .....	56
Cuadro-14 Comparación de los métodos de perforación para el Proyecto quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas .....	58
Cuadro-15 Costos de construcción de la parte boliviana durante el primer año .....	62
Cuadro-16 Costos de construcción de la parte boliviana para el segundo a quinto año .....	63
Cuadro-17 Contenido de la construcción del primer año .....	64
Cuadro-18 Costo aproximado de construcción del primer año .....	66
Cuadro-19 Costo aproximado de construcción de 2do año a 5to año .....	68
Cuadro-20 Cálculo de los costos de operación, administración y mantenimiento de las juntas de agua .....	71
Cuadro-21 Estructura básica del Proyecto .....	72
Cuadro-22 Factores del plan de suministro de agua .....	74
Cuadro-23 Especificaciones de bomba sumergible .....	83
Cuadro-24 Especificaciones de las generadores eléctricas para la bomba sumergible .....	84
Cuadro-25 Lista del plan de adquisición del equipo y materiales .....	85

Cuadro-26 Lista de equipos y materiales adquiridos para el Proyecto .....	86
Cuadro-27 Número de pozos según profundidad .....	87
Cuadro-28 Capacidad del tanque de distribución .....	87
Cuadro-30 Medidas y efectos del Proyecto .....	113

## Lista de Figuras

Figura-1 Organigrama de la Institución Receptora del Proyecto .....	4
Figura-2 Organigrama de la Institución Ejecutora del Proyecto (cada departamento) .....	5
Figura-3 (1) Ubicación de las localidades objeto del Proyecto quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales (Tarija) .....	9
Figura-3 (2) Ubicación de las localidades objeto del Proyecto quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales (Oruro) .....	10
Figura-4 Flujo de la selección de las localidades para la construcción de los pozos y las instalaciones de suministro de agua .....	43
Figura-5 Ubicación de las localidades objeto de la construcción de pozos e instalaciones de suministro de agua modelo .....	50
Figura-6 Construcción de instalaciones de suministro de agua modelo .....	52
Figura-7 (1) Resumen del plan de instalaciones de suministro de agua (Tarija) .....	53
Figura-7 (2) Resumen del plan de instalaciones de suministro de agua (Oruro) .....	54
Figura-8 Flujo del desarrollo de aguas subterráneas .....	60
Figura-9 Organización necesaria para la transferencia tecnológica (tentativo) .....	61
Figura-10 Detalle de camiones de apoyo y perforadora de pozos .....	78
Figura-11 Distribución del pozo e instalaciones de suministro de agua (en caso del tanque elevado) .....	89
Figura-12 Distribución del pozo e instalaciones de suministro de agua (en caso del tanque instalado en el suelo) .....	90
Figura-13 Estructura estándar del pozo .....	91
Figura-14 Estructura del pozo según tipo .....	92
Figura-15 Estructura del tanque elevado de distribución de agua .....	93
Figura-16 Estructura del tanque instalado en el suelo .....	94
Figura-17 Estructura de la caseta del tablero de control de bomba (con el uso de la generadora eléctrica) .....	95
Figura-18 Estructura de la caseta del tablero de control de bomba (Energía eléctrica) .....	96
Figura-19 Estructura de la toma de agua común .....	97
Figura-20 Sistema de ejecución de las obras .....	98
Figura-21 Calendario de obras a ejecutar .....	107

## Abreviaturas

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
Bs.	Bolivianos
CORDETAR	Cooperación de Desarrollo de Tarija
DIGESBA	Dirección General de Saneamiento Básico
FIS	Fondo de Inversión Social
FNDR	Fondo Nacional Desarrollo de Área Rurales
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
PROSABAR/PROAGUAS	Proyecto de Saneamiento Básico Rural/ Proyecto de Agua Potable
INE	Instituto Nacional Estadística
SAMAPA	Servicio Autónomo Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
V.M.S.B	Viceministro de Servicios Básicos
OMS	Organización Mundial de la Salud

## **CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD**



## CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

La República de Bolivia (en adelante "Bolivia") se encuentra situada en la parte central de América del Sur y está limitado por Perú, Brasil, Argentina, Paraguay y Chile y es un país sin litoral. Tiene una superficie de 1,099,000 km<sup>2</sup> y su población en 1997 era de 7,700,000 habitantes. Su principal industria es la agricultura (18% de la producción nacional) y la minería (32% de la producción nacional). La población que se dedica a la agricultura es la mitad de la población laboral del país. Un 46% de la población laboral vive principalmente en las regiones rurales y la difusión del suministro de agua en las poblaciones rurales es muy baja, siendo tan sólo un 24%, mientras en las ciudades, es de un 84%. Además, un 80% de la población rural no cuentan con instalaciones de suministro de agua potable y pertenecen a los poblados de menos de 250 habitantes. En consecuencia, está provocando una extensión de enfermedades procedentes del agua y alta mortalidad infantil y se da un fenómeno de emigración creciente a los centros urbanos, afectando las posibilidades del desarrollo apropiado del sector rural.

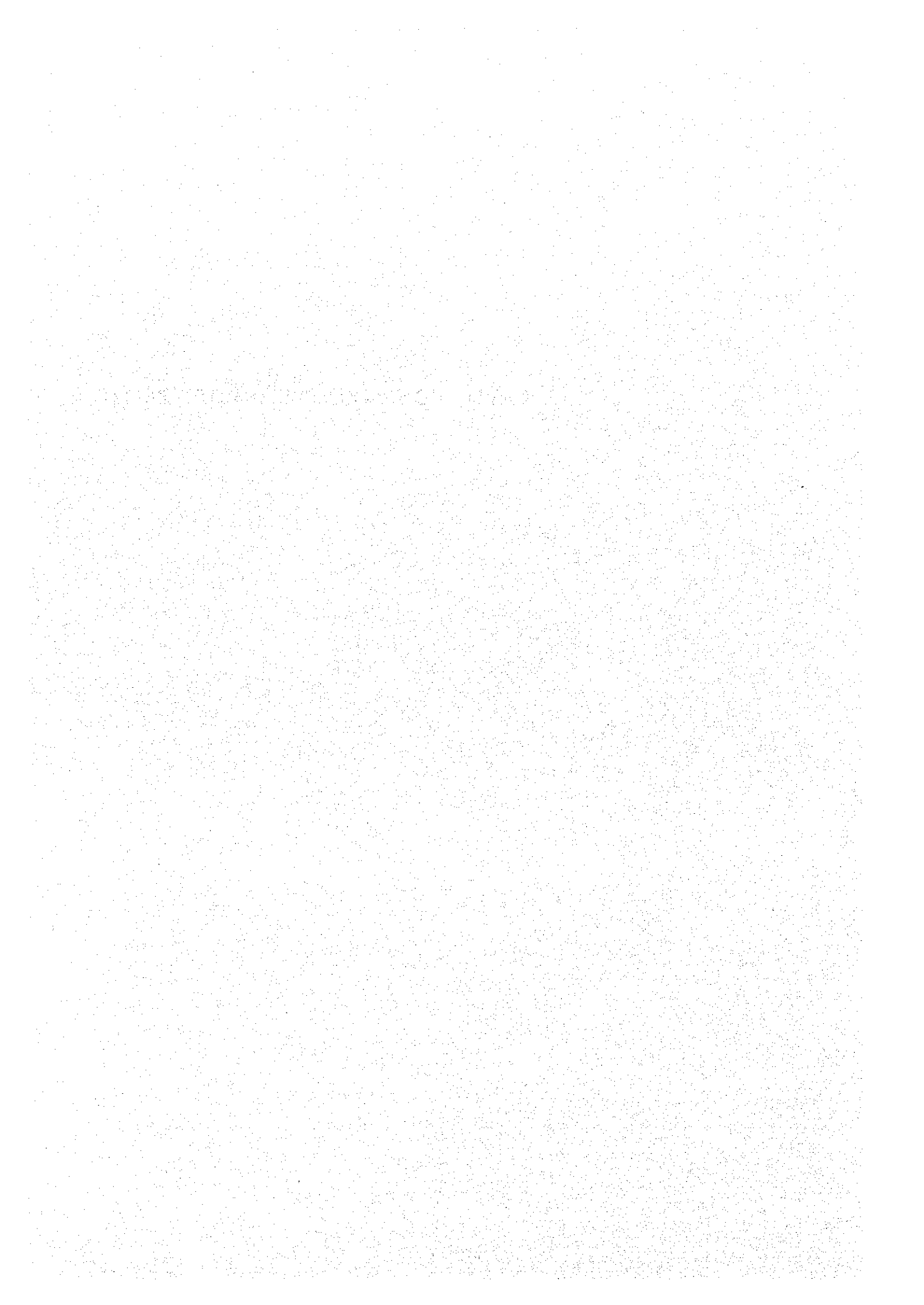
Sobre la base de estas condiciones, en 1991 el Gobierno preparó un "Plan Nacional de Agua y Saneamiento" bajo el eslogan "Agua para todos" para mejorar las condiciones de suministro de agua. Sin embargo, el desarrollo de nuevas fuentes de agua, especialmente de suficiente volumen y estabilidad, basado en el desarrollo de aguas subterráneas y la construcción de instalaciones de suministro de agua requiere de una gran inversión; el gran nivel de inflación y las condiciones económicas, la antigüedad de las perforadoras de pozos en poder del organismo encargado de las obras, la falta de una política consistente de ejecución de las obras de desarrollo de aguas subterráneas, etc. son causas que impiden el avance de las obras.

En estas condiciones, el Gobierno del Japón, bajo la solicitud del Gobierno de Bolivia, ejecutó el "Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales de Bolivia (Estudio de Desarrollo)" (1994 - 1996) para los 5 departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca, Tarija, Oruro, La Paz Sur y a continuación sobre la base de estos resultados, se está llevando a cabo el "Proyecto de Aguas Subterráneas"(en adelante, "Primer Proyecto" )(1997 - 1999), para adquirir los equipos y materiales de perforación de pozos y la perforación de pozos y construcción de instalaciones de suministro de agua en algunas localidades modelo en los departamentos de Santa Cruz y Chuquisaca con la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. Con las instalaciones de suministro de agua de los pozos construidos en el "Primer Proyecto" se están mejorando las condiciones de suministro de agua de dichas localidades, contribuyendo enormemente a las condiciones de vida de las poblaciones de este Proyecto, por lo que el Gobierno de Bolivia ha solicitado la ejecución de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón para los otros 3 departamentos(Tarija, Oruro, La Paz Sur). Este Estudio de Diseño Básico se ha realizado bajo la mencionada solicitud para los 2 departamentos de Tarija y Oruro.

[Contenido de la solicitud]

- 1) Adquisición de las perforadoras, equipos y materiales de construcción de pozos y de prueba de pozos, necesarios para el desarrollo de aguas subterráneas de los departamentos de Tarija, Oruro, La Paz Sur.
- 2) El plan quinquenal para el estudio de desarrollo tiene por objeto 203 localidades seleccionadas (85 localidades de Tarija, 72 localidades de Oruro, 46 localidades de La Paz Sur) de los cuales se seleccionaron según el orden de prioridad 37 localidades (14 en Tarija, 16 en Oruro y 7 en La Paz Sur) para la perforación de pozos y para la construcción de instalaciones de suministro de agua en las localidades modelo.

## **CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO**



## **CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO**

### **2.1 Objetivo del proyecto**

Este estudio se ha hecho sobre la base del Plan Quinquenal de desarrollo de aguas subterráneas en los departamentos de Tarija y Oruro de Bolivia para adquirir los equipos y materiales necesarios para la perforación de pozos. En la primera etapa del plan Quinquenal se construirán junto con la parte boliviana pozos e instalaciones de suministro de agua como parte de la transferencia tecnológica, para que, en adelante, la parte boliviana pueda, construir pozos profundos por sus propios medios, para ofrecer a los pobladores de las localidades en Tarija y Oruro agua higiénica y mejorar así el nivel de vida de la población.

### **2.2 Sistema de ejecución del Proyecto**

#### **2.2.1 Organización de administración y mantenimiento del organismo ejecutor**

##### **(1) Organismo receptor**

El organismo receptor de este Proyecto en Bolivia es el Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos, Viceministerio de Servicios Básicos con su unidad operativa, Dirección General de Saneamiento Básico (DIGESBA), siendo V.M.S.B. máxima autoridad pública en el sector de la Saneamiento básica. El organismo ejecutor en Tarija y Oruro es la Unidad de Saneamiento Básico (UNASBA). V.M.S.B. prepara las políticas básicas a nivel nacional del sector y UNASBA las aplica en el departamento, elaborando los planes de obras de mejoramiento y los programas de ejecución después de recibir la aprobación de V.M.S.B. Los departamentos pueden recibir asistencia técnica del Gobierno Central pero esto significa ser controlados y recibir ajustes en los programas por parte el Gobierno Central y están bajo su supervisión durante la ejecución de los proyectos. A partir de 1996 con la descentralización administrativa, la competencia de la ejecución de las obras de desarrollo y construcción en el departamento se transfirió de la antigua Corporación de Desarrollo a los departamentos, reforzando el sistema de ejecución de planes de cada departamento. La Figura 1 muestra el organigrama de los organismos receptores del Proyecto.

##### **(2) Organismo Ejecutor**

Como organización del organismo ejecutor en Tarija, se crea un equipo encargado de JICA dentro del Departamento técnico de la UNASBA de la Dirección de Desarrollo Social para realizar las obras de este Proyecto. El equipo de JICA se divide en un grupo de Estudio y un Grupo de Perforación. La construcción de las instalaciones de suministro de agua se realizará a través de PROSABAR y PROAGUAS. La administración y mantenimiento de las instalaciones de agua corre por cuenta de los usuarios, es decir, los pobladores de las localidades, pero su educación y entrenamiento se harán a cargo de UNASBA. Además, el mantenimiento de los equipos y materiales y la administración de las piezas de repuestos de los equipos a donarse es responsabilidad del departamento de administración de equipos y materiales de UNASBA. El taller de reparaciones es una antigua fábrica de vidrio en las

cercanías de Tarija y actualmente se ha convertido en taller de reparaciones y almacén de los equipos y materiales.

En Oruro, se dedica a la ejecución del proyecto el grupo encargado del proyecto de JICA de la Unidad de Saneamiento Básico. El departamento de Saneamiento Básico mencionado se compone del grupo de Proyecto de JICA, el grupo de Proyecto de PROSABAR, PROAGUAS y el grupo de proyecto de Saneamiento Básico; los tres grupos trabajan conjuntamente para mejorar el nivel de vida de la población rural. El área de desarrollo de aguas subterráneas de este Proyecto corresponde al grupo de Proyecto de JICA, la construcción de instalaciones de suministro de agua y su administración y mantenimiento está a cargo de los otros dos grupos. La inspección y reparación de los equipos y materiales, la administración de piezas de repuestos la realiza el grupo del taller de reparaciones. El taller de reparaciones está en un terreno de 6000 m<sup>2</sup> cerca de la ciudad de Oruro donde hay dos edificios nuevos de 300 m<sup>2</sup> para oficinas y almacén. La figura 2 muestra el organigrama de los organismos ejecutores del proyecto.

Además, para la ejecución de las obras hay una colaboración estrecha entre los municipios de la localidad y UNASBA. Es decir, de acuerdo con la ley de participación popular (1994), el Municipio tiene la obligación de ofrecer los servicios de agua potable y alcantarillado, atender a las solicitudes de las localidades, asegurar las obras de Saneamiento Básico y la contribución local para las obras en el plan de obras anual, colaborar con UNASBA en la ejecución de obras, y ofrecer asistencia técnica a la junta de administración de aguas o grupo similar.

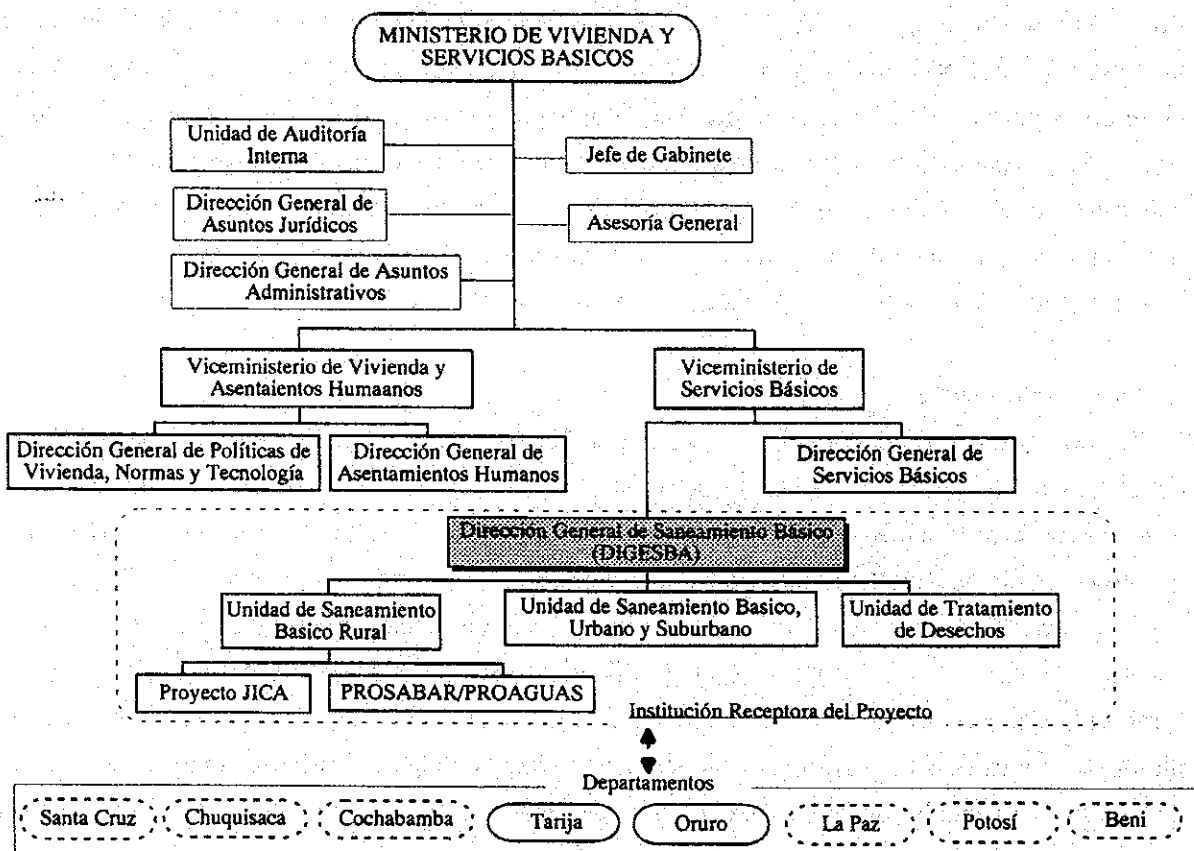


Figura 1 Organigrama de la Institución Receptora del Proyecto

cercanías de Tarija y actualmente se ha convertido en taller de reparaciones y almacén de los equipos y materiales.

En Oruro, se dedica a la ejecución del proyecto el grupo encargado del proyecto de JICA de la Unidad de Saneamiento Básico. El departamento de Saneamiento Básico mencionado se compone del grupo de Proyecto de JICA, el grupo de Proyecto de PROSABAR, PROAGUAS y el grupo de proyecto de Saneamiento Básico; los tres grupos trabajan conjuntamente para mejorar el nivel de vida de la población rural. El área de desarrollo de aguas subterráneas de este Proyecto corresponde al grupo de Proyecto de JICA, la construcción de instalaciones de suministro de agua y su administración y mantenimiento está a cargo de los otros dos grupos. La inspección y reparación de los equipos y materiales, la administración de piezas de repuestos la realiza el grupo del taller de reparaciones. El taller de reparaciones está en un terreno de 6000 m<sup>2</sup> cerca de la ciudad de Oruro donde hay dos edificios nuevos de 300 m<sup>2</sup> para oficinas y almacén. La figura 2 muestra el organigrama de los organismos ejecutores del proyecto.

Además, para la ejecución de las obras hay una colaboración estrecha entre los municipios de la localidad y UNASBA. Es decir, de acuerdo con la ley de participación popular (1994), el Municipio tiene la obligación de ofrecer los servicios de agua potable y alcantarillado, atender a las solicitudes de las localidades, asegurar las obras de Saneamiento Básico y la contribución local para las obras en el plan de obras anual, colaborar con UNASBA en la ejecución de obras, y ofrecer asistencia técnica a la junta de administración de aguas o grupo similar.

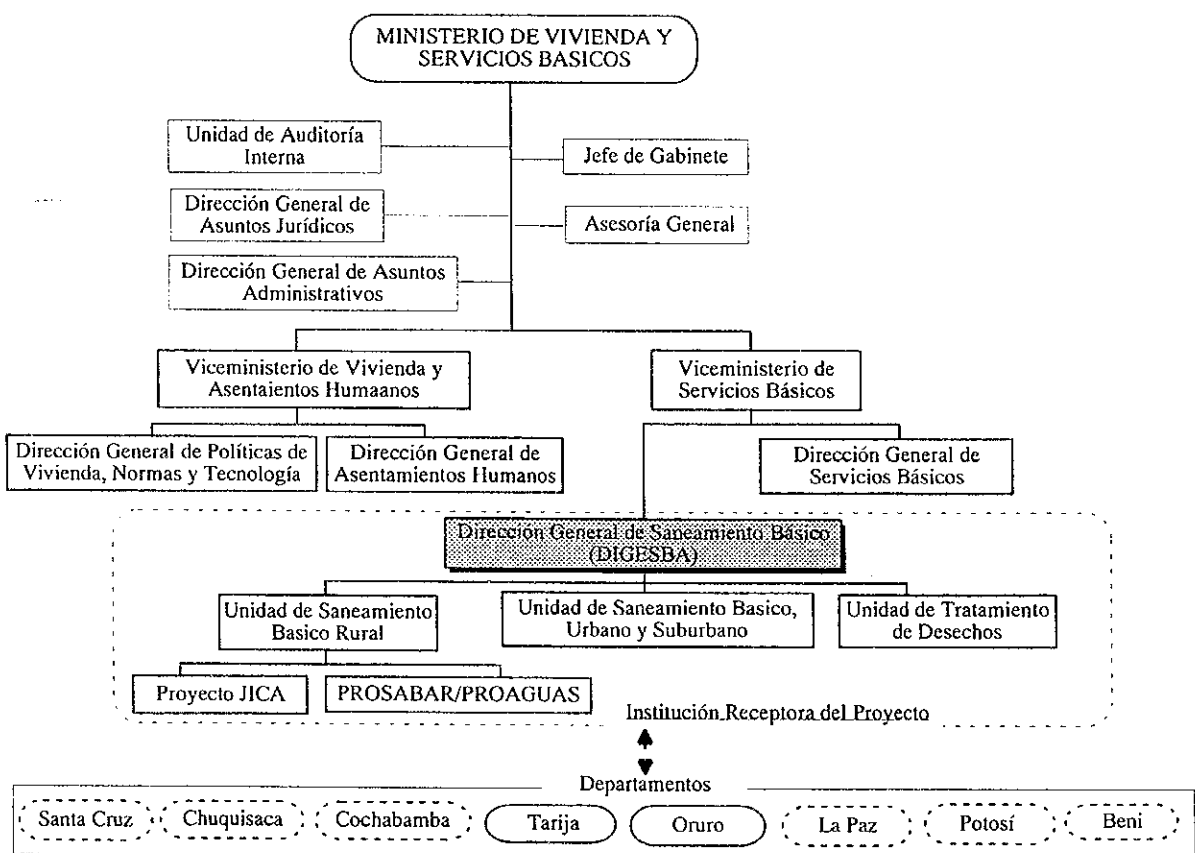


Figura 1 Organigrama de la Institución Receptora del Proyecto

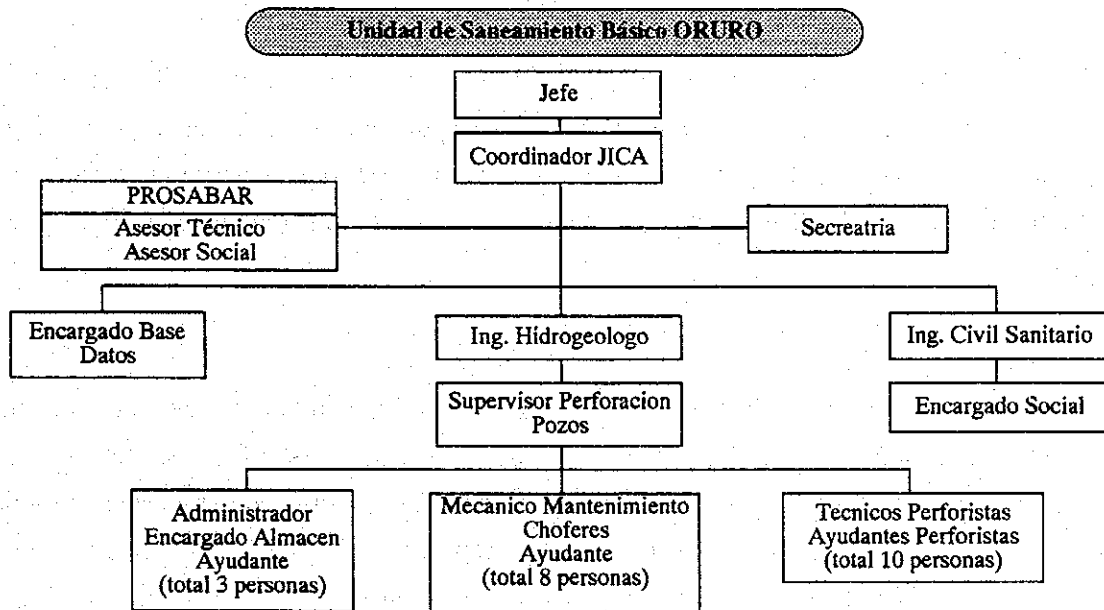
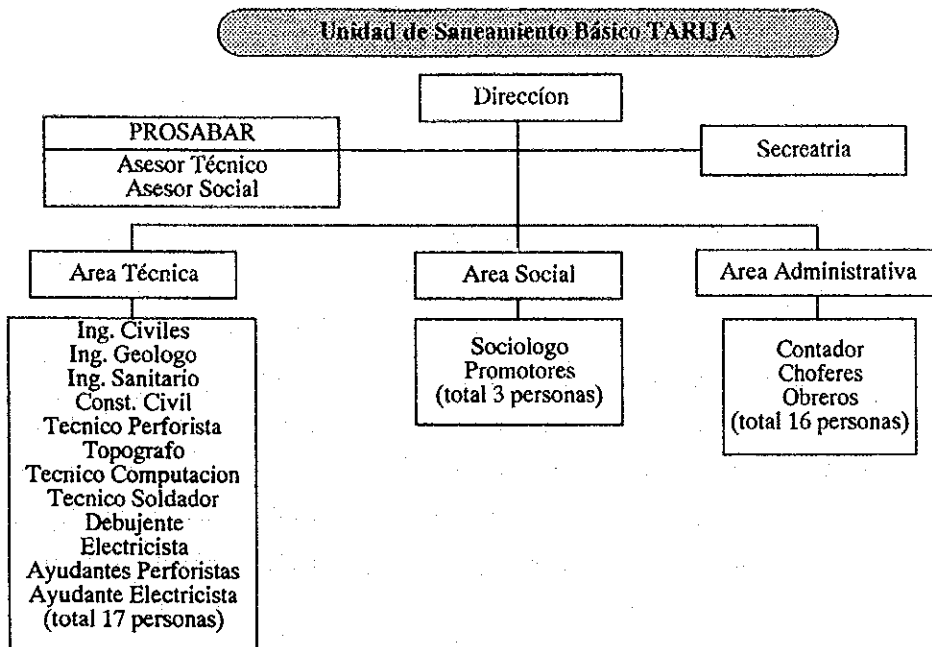


Figura 2 Organigrama de la Institución Ejecutora del Proyecto (cada departamento)

### 2.2.2 Personal y nivel técnico

La UNASBA de cada departamento dispone de un plan de dotación de suficiente personal así como los técnicos necesarios para el estudio de desarrollo de aguas subterráneas, sociólogos para las actividades educacionales a los habitantes locales, operadores de perforación, asistentes de operadores, choferes, etc. para la organización después de la recepción del equipo de perforación. El plan de personal de Tarija cuenta con 17 personas en la división técnica tales como ingeniero civil, geólogo, ingeniero sanitario, ingeniero de perforación, agrimensor, electricista y sus respectivos asistentes. La división de desarrollo social consiste en 3 personas; sociólogo y promotores, la división administrativa, 16 personas; contable, choferes, asistentes, etc., en total se dotará de 39 personas. El plan de personal de Oruro cuenta con 28 personas en total, encabezado por un encargado responsable del proyecto, hidrogeólogo, ingeniero sanitario, sociólogo, encargado de la base de datos



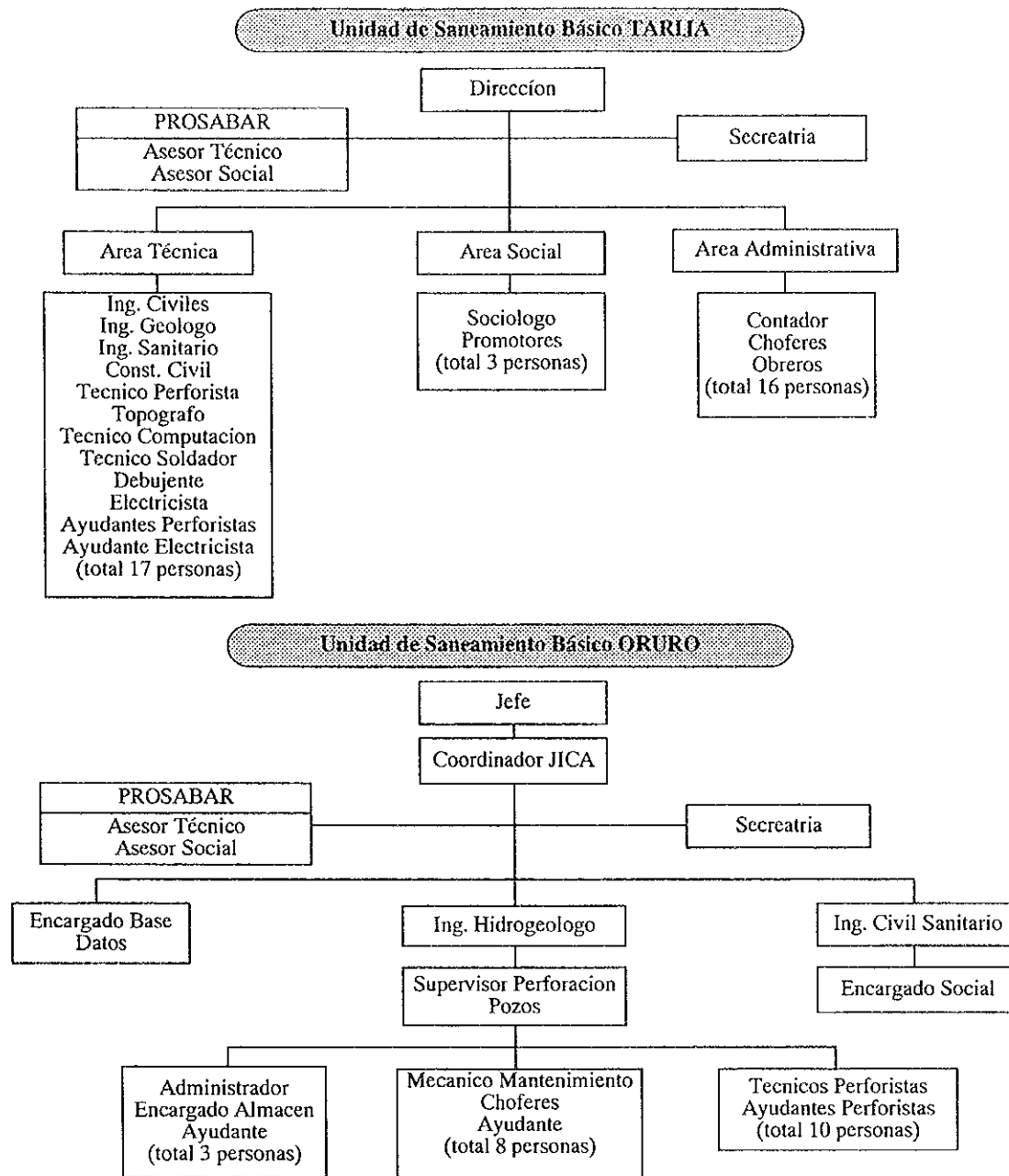


Figura 2 Organigrama de la Institución Ejecutora del Proyecto (cada departamento)

### 2.2.2 Personal y nivel técnico

La UNASBA de cada departamento dispone de un plan de dotación de suficiente personal así como los técnicos necesarios para el estudio de desarrollo de aguas subterráneas, sociólogos para las actividades educacionales a los habitantes locales, operadores de perforación, asistentes de operadores, choferes, etc. para la organización después de la recepción del equipo de perforación. El plan de personal de Tarija cuenta con 17 personas en la división técnica tales como ingeniero civil, geólogo, ingeniero sanitario, ingeniero de perforación, agrimensor, electricista y sus respectivos asistentes. La división de desarrollo social consiste en 3 personas; sociólogo y promotores, la división administrativa, 16 personas; contable, choferes, asistentes, etc., en total se dotará de 39 personas. El plan de personal de Oruro cuenta con 28 personas en total, encabezado por un encargado responsable del proyecto, hidrogeólogo, ingeniero sanitario, sociólogo, encargado de la base de datos

y bajo su responsabilidad hay un encargado de perforación, 3 administradores, 8 mecánicos de reparación y 10 asistentes de perforación.

Consideramos que los hidrogeólogos de ambos departamentos, que acompañaron al estudio de diseño básico, tienen amplia experiencia en estudios, se muestran positivos y tienen alta capacidad técnica. En Tarija, debido a que no se dispone de unidad de perforación, tiene previsto contratar nuevo personal técnico con suficiente experiencia en perforación en el sector privado. En Oruro, será asignado el personal con experiencia en la pequeña perforadora existente y se considera que tiene alta capacidad técnica básica ya que cuenta con más de 10 años de experiencia en la perforación de pozos de menos de 100m con la perforadora pequeña. A través de los trabajos conjuntos en el estudio y encuentros informativos para comprender el nivel técnico, se considera que ambos departamentos poseen un nivel técnico suficiente para manejar el equipo y materiales suministrados tras un año de trabajo junto con los técnicos japoneses.

### **2.2.3 Presupuesto**

DIGESBA, entidad receptora de este proyecto, es la superintendencia de la UNASBA de ambos departamentos de Tarija y Oruro, se encarga de dirigirlos según las políticas y darlas asistencia técnica y no efectúa ayuda financiera. Por tanto, DIGESBA no se hará cargo del costo de obras del proyecto y los departamentos de Tarija y Oruro, organismos ejecutores, tomarán medidas presupuestarias necesarias.

#### **(1) Departamento de Tarija**

El presupuesto de 1998 asignado a este proyecto representa un 0,4% del total presupuesto departamental, ocupando un 0,78% de la inversión en las obras públicas. Es una medida presupuestaria necesaria para preparar los talleres de reparación y oficinas para recibir el equipo y materiales y los gastos de personal en esta etapa de preparación. Para 1999, tienen previsto tomar medidas presupuestarias para el aumento de la personal contraparte y a partir de 2000, planean duplicar los gastos de personal e invertir 5,6 veces más en el costo de obras. No obstante, estos representan sólo un 2,0% en el presupuesto departamental, por consiguiente consideramos que podrán ser suficientemente factibles. Este plan presupuestario ya ha sido aprobado por el Prefecto y la asamblea y quedará asegurada su ejecución. Además, la proporción que representa el proyecto en el aumento presupuestario anual del departamento es un 35% aproximadamente. Teniendo en cuenta de que el aumento presupuestario está basado en el incremento tributario de las concesiones de recursos subterráneos (petróleo, gas) y será suficientemente cubierto por este incremento, podemos considerar factible la medida presupuestaria. Sobre todo, a este proyecto se le da una preferencia política dentro de las obras públicas. Es decir, el gobierno central manifiesta claramente en el Decreto Supremo que en el sector de saneamiento básico se asignará anualmente un presupuesto superior al aumento del presupuestario del estado. Este presupuesto contiene el costo de construcción de instalaciones de suministro de agua, y si se consigue el financiamiento de PROSABAR/PROAGUAS,

no será necesario el costo de construcción de instalaciones de suministro de agua, por lo que se puede decir que se ha tomado una medida presupuestaria suficiente.

(2) Departamento de Oruro

En el departamento de Oruro, como presupuesto para este proyecto ha sido aprobado por el prefecto y la asamblea una inversión de US\$ 1.000.000 aproximadamente en los 5 años desde 1999 hasta 2003 y sobre la base de esto se determina la asignación presupuestaria cada año. El presupuesto del proyecto para 1999, etapa preparatoria del departamento, representa un 0,18% en el presupuesto departamental y para 2000, cuando empiezan las obras, tiene planeada una inversión tres veces más grande que el año anterior. Este presupuesto contempla los gastos de personal y los de más gastos necesarios, ocupando sólo un 0,54% del presupuesto departamental, por lo que lo consideramos suficientemente factible. Además, como se puede esperar un apoyo por parte del gobierno central al igual que el departamento de Tarija, juzgamos que el plan presupuestario de la ejecución del proyecto es apropiado. Sin embargo, la diferencia presupuestaria entre ambos departamentos, es porque en Oruro no está asignado el costo de construcción de instalaciones de suministro de agua en el presupuesto debido a que está prevista la ejecución por PROAGUAS.

El plan de presupuesto de cada departamento se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1 Plan presupuestal de los departamentos de Tarija y Oruro

Plan presupuestal de los departamentos de Tarija (año 1998~2002)

unidad:1000Bs.

	1998	1999	2000	2001	2002	total
Presupuesto departamental	283,950.00	302,900.00	321,075.00	335,520.00	348,945.00	1,592,390.00
Presupuesto asignado a este proyecto	1,195.00	1,240.00	6,450.00	6,450.00	6,450.00	21,785.00
(Proporción sobre la totalidad)	(0.42%)	(0.41%)	(2.01%)	(1.92%)	(1.85%)	(1.37%)
Costo del personal	100.00	140.00	270.00	295.00	325.00	1,130.00
Costo de las operativo	1,095.00	1,100.00	6,180.00	6,155.00	6,125.00	20,655.00

Plan presupuestal de los departamentos de Oruro (año 1998~2002)

unidad:1000Bs.

	1998	1999	2000	2001	2002	total
Presupuesto departamental	224,805.00	229,301.00	236,181.00	247,990.00	260,389.00	1,198,666.00
Presupuesto asignado a este proyecto	411.00	1,236.00	1,228.00	1,228.00	1,437.00	5,540.00
(Proporción sobre la totalidad)	(0.18%)	(0.54%)	(0.52%)	(0.50%)	(0.55%)	(0.46%)
Costo del personal	250.00	638.00	638.00	638.00	638.00	2,802.00
Costo de las operativo	161.00	598.00	590.00	590.00	799.00	2,738.00

## **2.3 Localidades objeto del Proyecto**

### **2.3.1 Plan de desarrollo Quinquenal**

Como obras realizadas en los planes de desarrollo de aguas subterráneas en áreas rurales, existen solamente las obras financiadas por terceros países y organismos internacionales para las aguas superficiales o aguas subterráneas de capas poco profundas, y con respecto a las aguas subterráneas profundas, sólo existe la ejecución del Gobierno del Japón del "Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales de Bolivia (Estudio de Desarrollo)" (1994 - 1996). En este Proyecto se estudió la magnitud viable de obras en 5 años y se seleccionaron de un total de 544 localidades en Tarija, 511 localidades en Oruro y 762 localidades en el sur de La Paz, donde la población está más concentrada y donde la difusión del suministro de agua en este momento es de menos del 30%, 85 localidades en Tarija, 72 localidades en Oruro y 46 localidades en el sur de La Paz. Para la solicitud de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón se utilizó esta lista de estudio de desarrollo.

Sin embargo, la necesidad de reducir la escala del proyecto disminuyó el número de departamentos objeto, de tres a dos, y de acuerdo con el orden de preferencia en el estudio de desarrollo, se han determinado los departamentos de Tarija y Oruro como departamento objeto del proyecto. Además, la lista presentada a la Misión de Estudio de Diseño Básico por ambos departamentos con respecto a las localidades objeto del Proyecto en el momento de la ejecución del estudio local, tenía grandes diferencias con el contenido de la lista de la solicitud, incluyendo localidades que no venían en la lista del plan Quinquenal de estudio de desarrollo, y había una distribución desigual de poblados. Por lo tanto, considerando aspectos tales como la mayor urgencia del desarrollo, la no-existencia de instalaciones de pozos profundos, la posibilidad de servir como modelos para la transferencia tecnológica según las condiciones geológicas, la inclusión en el plan de desarrollo Quinquenal, etc. como puntos básicos para deliberar con ambos departamentos se revisaron las localidades objeto del "Primer Plan" y se solicitó simultáneamente a ambos departamentos una nueva selección de las localidades objeto del plan Quinquenal. Como resultado final se confeccionó un plan de desarrollo Quinquenal (85 localidades en Tarija, 72 localidades en Oruro) con las localidades marcadas en el Figura 3 y la lista de localidades del Cuadro 2.

### **2.3.2 Poblaciones objeto del Estudio de Diseño Básico**

El estudio se desarrolló en 30 localidades objeto del Primer Año del plan de desarrollo Quinquenal (14 localidades de Tarija, 16 localidades de Oruro) pero como en 3 localidades de Oruro (localidades No. 7, 8, 16) se habían construido recientemente instalaciones de suministro de agua por lo que se agregaron 4 localidades para el Segundo Año (localidades No. 17, 18, 19, 20) para un estudio adicional. En definitiva se seleccionaron 14 localidades de Tarija, 20 localidades de Oruro para un total de 34 localidades en las que se realizó un estudio hidrogeológico, prospecciones geofísicas, instalaciones de suministro de agua existentes, condiciones sociales, voluntad de la población. La posición de las localidades estudiadas y la lista aparecen en el Figura 3 y en el Cuadro 2.

Departamento de Tarija

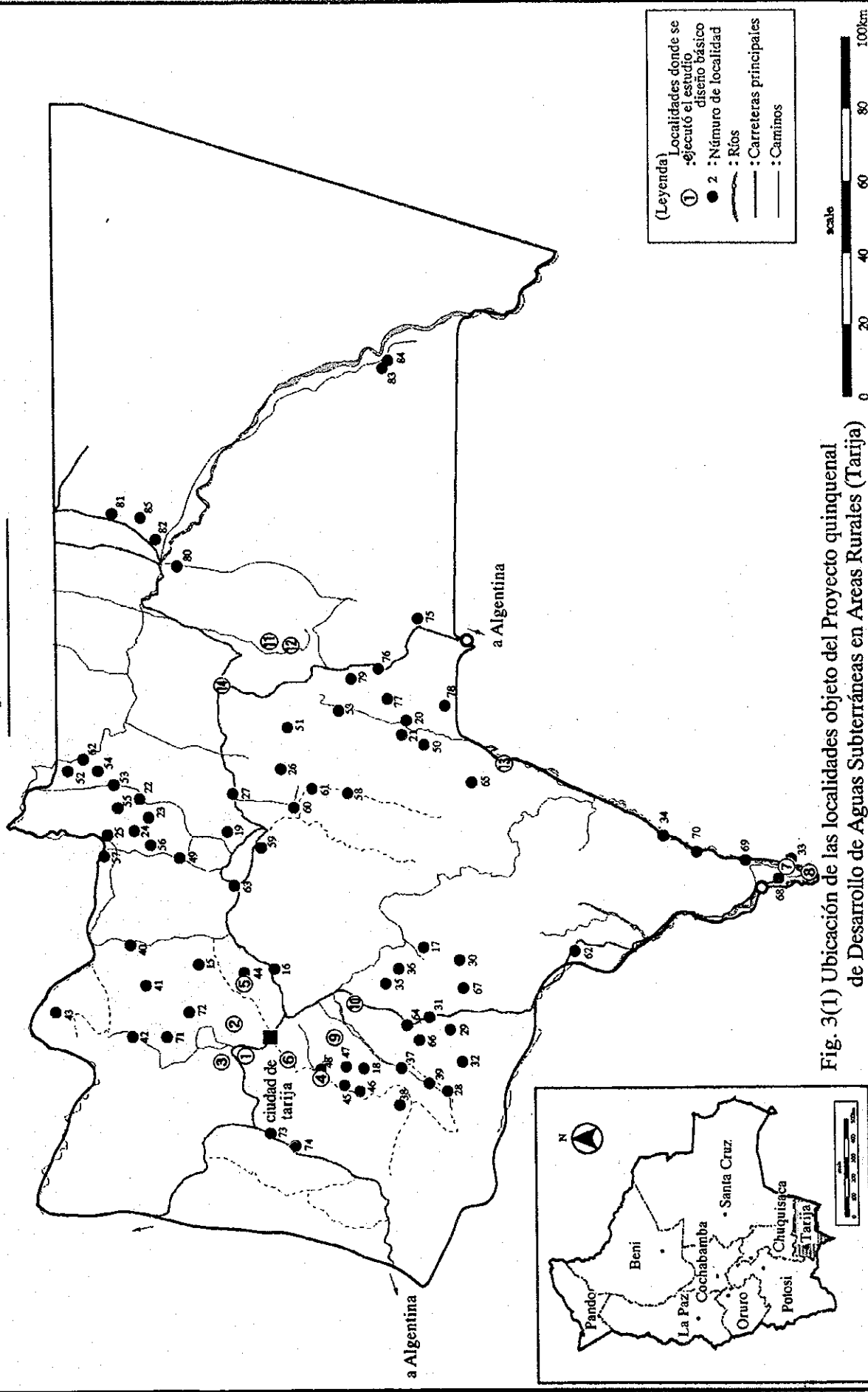
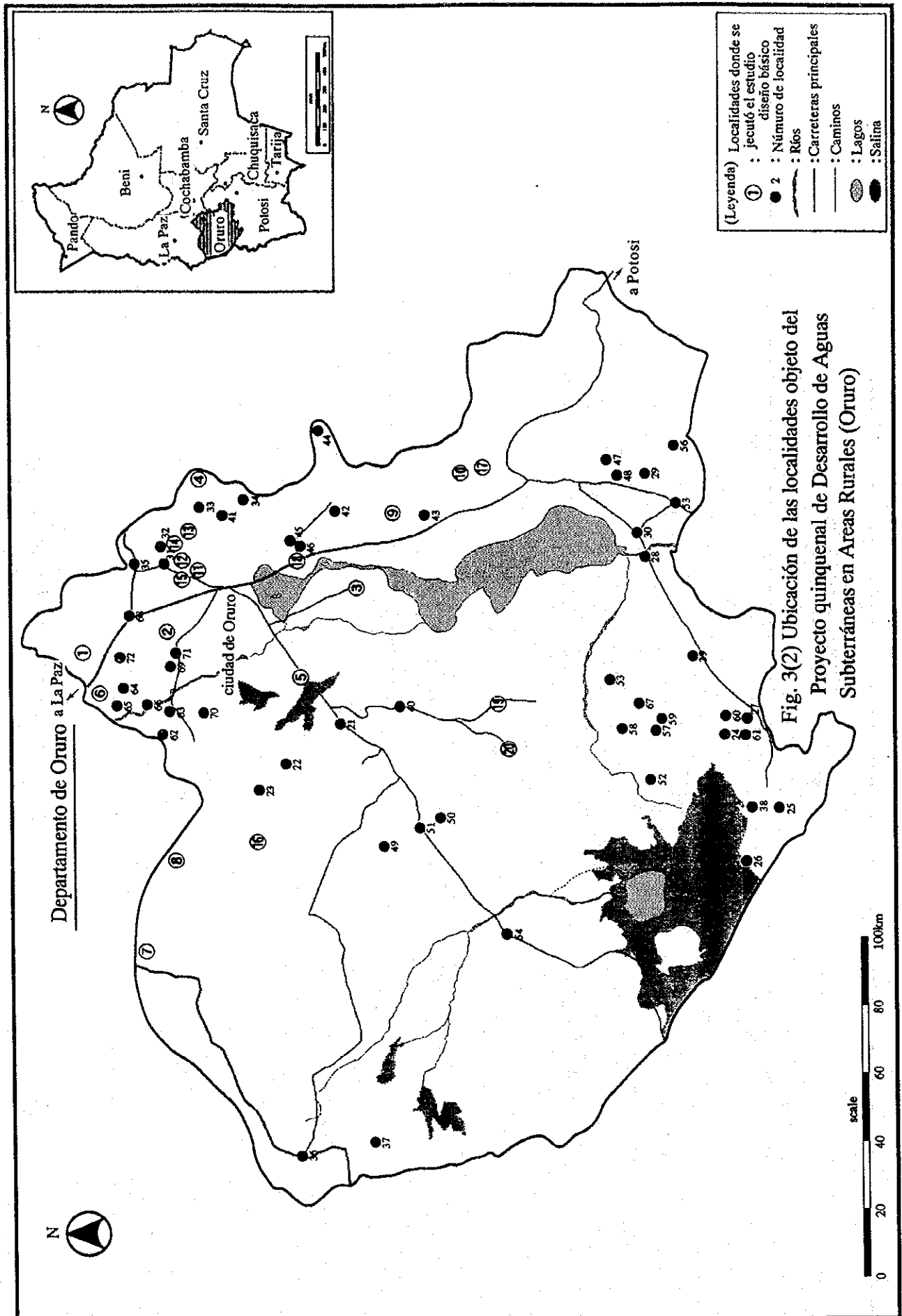


Fig. 3(1) Ubicación de las localidades objeto del Proyecto quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales (Tarija)



Cuadro 2 (1) Lista de las localidades objeto del Proyecto quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales (Departamento de Tarija)

No.	Código en el Estudio de Desarrollo	Nombre de coudidad	Provincia	Población actual (1994)	Año de la ejecución	No.	Código en el Estudio de Desarrollo	Nombre de comunidad	Provincia	Población actual (1994)	Año de la ejecución
1	605012201	Santa Barbara G.	Mendez	280	1	44	601010505	Santa Ana La Vieja y San Antonio	Cercado	423	3
2	605010907	Monte Mendez	Mendez	286	1	45	601010602	Tolomosa Grande (zonas 1,2,3,4,5)	Cercado	518	3
3	605010805	La Calama	Mendez	626	1	46	601011804	Papa Chacra	Cercado	299	3
4	601012001	Bella Vista Zonas 3	Cercado	672	1	47	601012501	San Jacinto Sud	Cercado	283	3
5	601010705	Yesera Sud	Cercado	587	1	48	601012801	Churquis	Burnet O'connor	504	3
6	601012401	Turumayo	Cercado	586	1	49	606010201	Cmd. Huayco Centro	Burnet O'connor	345	3
7	602022103	Porcelana Bajo	Arce	831	1	50	606010902	Loc. Loma Alta	Burnet O'connor	230	3
8	602022105	Naranjitos	Arce	389	1	51	606011002	Salinas	Burnet O'connor	273	3
9	604010801	Rujero	Avilez	424	1	52	606011201	Ecia. Machigua	Burnet O'connor	224	3
10	604010401	Colon Norte	Avilez	300	1	53	606011204	Ecia. Agua Buena	Burnet O'connor	200	3
11	603010304	Busuy-Timboy	Gran Chaco	340	1	54	606011206	Ecia. Naurenda	Burnet O'connor	243	3
12	603021602	Berety Chaco	Gran Chaco	320	1	55	606011403	Zona Allo San Jose	Burnet O'connor	250	3
13	603021905	Sidras-Lecheronal	Gran Chaco	226	1	56	606011404	San Josecito Centro	Burnet O'connor	279	4
14	603034004	Lagunitas-P. Blancos	Gran Chaco	608	1	57	606011407	Ecia. Rosario	Burnet O'connor	273	4
15	601010103	Sella Candelaria Rumi Cancha	Cercado	449	2	58	606012001	Cmd. Valle del Medio	Burnet O'connor	308	4
16	601010802	Sen Agustin Sud	Cercado	318	2	59	606012201	Cmd. Pena Negra	Burnet O'connor	301	4
17	604010405	Guaranguay Sud	Avilez	208	2	60	606013601	Cmd. Limal	Burnet O'connor	262	4
18	604022502	Alizos	Avilez	349	2	61	606013602	Loc. Serere Sud	Burnet O'connor	313	4
19	606010803	Loc. San Diego Centro	Burnet O'connor	373	2	62	606013801	Ecia. Guaripitinal	Burnet O'connor	427	4
20	606010901	Canton Chiquiaca	Burnet O'connor	774	2	63	601010501	Santa Ana Nueva, San Pedrito	Cercado	961	4
21	606010901	Canton Chiquiaca	Burnet O'connor	995	2	64	602010506	Alizos del Carmen	Arce	280	4
22	606011205	Timboy	Burnet O'connor	394	2	65	602011001	Cmd. Garrapatas	Arce	253	4
23	606011405	Zona Calderilla	Burnet O'connor	340	2	66	602011101	Cmd. San Jose	Arce	350	4
24	606011406	Zona La Rea	Burnet O'connor	306	2	67	602021802	Cmd. El Chorro	Arce	286	4
25	606011601	Cmd. Naranjos	Burnet O'connor	482	2	68	602022101	Cmd. Talita	Arce	289	4
26	606012601	Ecia. Las Trampas	Burnet O'connor	356	2	69	602022102	Loc. Porcelana Bordo	Arce	470	4
27	606012702	Supitin	Burnet O'connor	322	2	70	602022204	Loc. Arrozales	Arce	369	4
28	602010201	Cmd. Colpana y Zona Centro	Arce	669	2	71	605010903	Cmd. Chaupicancha	Mendez	267	5
29	602010203	Cmd. Canchas Mayu	Arce	433	2	72	605010904	Cmd. Sella Las Quebradas	Mendez	227	5
30	602010801	Zona Cabildo	Arce	362	2	73	605023011	Cmd. San Roque	Mendez	246	5
31	602010901	Loc. Tacuara	Arce	407	2	74	605023013	Santa Ana De Agua Rica	Mendez	254	5
32	602011202	Loc. Quebrada de Canas	Arce	335	2	75	603010305	Cmd. Saibalito Ectas. Simbolar	Gran Chaco	220	5
33	602022104	Loc. Campo Grande	Arce	1,188	3	76	603021501	Cmd. Santa Rosa	Gran Chaco	286	5
34	602022802	Cmd. Trementinal	Arce	468	3	77	603021704	Cmd. Nancahuazu Astillero	Gran Chaco	360	5
35	604010403	Las Barrancas	Avilez	270	3	78	603022001	Cmd. Fuerte Viejo	Gran Chaco	373	5
36	604010404	Guaranguay Norte (Montes Monto)	Avilez	217	3	79	603022101	Cmd. Campo Largo Las Tipas	Gran Chaco	475	5
37	604022501	Campo Antigal	Avilez	254	3	80	603022502	Quebrachal Simlobar Algarroba	Gran Chaco	328	5
38	604022601	Vizcarra	Avilez	239	3	81	603032801	Cmd. Puesto Chico	Gran Chaco	344	5
39	604023402	Calderas Centro Trancas	Avilez	273	3	82	603033201	Loc. Cototo-Ibopety	Gran Chaco	211	5
40	605010203	Cmd. Alto Cajas	Mendez	268	3	83	603033602	Mision Maticos Yuchan Cmd. Crev	Gran Chaco	654	5
41	605010701	Cmd. San Pedro de Las Penas	Mendez	333	3	84	603033603	Ecia. La Envidia Bajada Tusca Camf	Gran Chaco	413	5
42	605011407	Cmd. El Rosal	Mendez	411	3	85	603034301	Chimeo	Gran Chaco	256	5
43	605012202	Cmd. Jarca Cancha	Mendez	260	3						

Nota: No.1-No.14de las localidades donde se ejecutó el estudio de campo del Estudio Básico

Cuadro 2 (2) Lista de las localidades objeto del Proyecto quinquenal de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Areas Rurales (Departamento de Oruro)

No.	Código en el Estudio de Desarrollo	Nombre de counidad	Provincia	Población actual (1994)	Año de la ejecución	No.	Código en el Estudio de Desarrollo	Nombre de comunidad	Provincia	Población actual (1994)	Año de la ejecución
1	401000107	Ventilla Umani	Cercado	234	1	52	408000201	Chalacota	Ladislao Cabrera	234	4
2	401001102	Jankho Nuño	Cercado	355	1	53	408000501	Ucumasi	Ladislao Cabrera	323	4
3	401001201	Choro	Cercado	320	1	54	409002601	Ayparavi	Atahualra	240	4
4	401001802	Chillka	Cercado	603	1	55	402000701	Sevaruyo	Challapata Ovaroa	727	4
5	410000101	Toledo	Saucari	757	1	56	402000801	San Pedro Condo	Challapata Ovaroa	271	4
6	411000201	Quelcata	Tomas Barron	596	1	57	408000701	San Martin	Ladislao Cabrera	182	4
7	413000601	Calazaya	S. Pedro de Totora	456	1	58	408000901	Bengal Vinto	Ladislao Cabrera	109	4
8	416000102	Chajña Uma	Nor Carangas	900	1	59	408001011	Puqui	Ladislao Cabrera	194	4
9	406000801	Totoral	Poopo	1,197	1	60	409000901	Villa Vitalina	Atahualra	160	4
10	406000701	Peñas	Poopo	1,000	1	61	409001301	Cruz de Huayllas	Atahualra	125	4
11	401000405	San Juan Pampa	Cercado	550	1	62	410001001	Untavi	Saucari	182	4
12	401000403	Anocariri	Cercado	247	1	63	411000101	Eucaliptus	Tomas Barron	3,108	4
13	401000413	Iruma	Cercado	438	1	64	411000301	Alcamarca	Tomas Barron	297	4
14	401000412	Jachuma	Cercado	462	1	65	414001601	Urmiri de Quillacas	Sebastian Pagador	121	5
15	401000407	Canllapampa	Cercado	280	1	66	416000201	San Miguel	Nor Carangas	179	5
16	413000701	Ecía. Concepcion Culta	S. Pedro de Totora	362	1	67	416000301	Llanquera	Nor Carangas	110	5
17	406000702	Apanaque	Poopo	300	2	68	401000101	Caracollo	Cercado	3,837	5
18	407000401	Machacamarca	Pantaleon Dalence	2,956	2	69	401000124	Conchamarca	Cercado	175	5
19	412000101	Santiago de Andamarca	Sud Carangas	409	2	70	401000120	Lakha Pucara	Cercado	124	5
20	412000301	Belen de Andamarca	Sud Carangas	269	2	71	401000406	Challapampa	Cercado	226	5
21	403000107	Jhanko Khala	Carangas	250	2	72	401000409	Calapata	Cercado	347	5
22	403002201	Villa Turucachi	Carangas	272	2						
23	403002301	Choquecota	Carangas	381	2						
24	408000101	Salinas de Garci Mendoza	Ladislao Cabrera	405	2						
25	408000105	Lia	Ladislao Cabrera	250	2						
26	408000108	Tauca	Ladislao Cabrera	380	2						
27	408000401	Jirira	Ladislao Cabrera	258	2						
28	408001106	Huayllas	Ladislao Cabrera	236	2						
29	414000701	Ecía. Wichaj Lupi	Sebastian Pagador	364	2						
30	414002001	Santuario de Quillacas	Sebastian Pagador	374	2						
31	401000402	Soracachi	Cercado	422	2						
32	401000409	Calapata	Cercado	347	2						
33	401000420	Condor Chinoca	Cercado	365	2						
34	401000424	Jachuyo	Cercado	300	2						
35	401001002	Cohani	Cercado	430	2						
36	404000201	Sajama	Sajama	490	3						
37	404000703	Ecía. Pampa Magachi	Sajama	478	3						
38	408000116	Callahalka	Ladislao Cabrera	315	3						
39	408000804	Kañavicota	Ladislao Cabrera	300	3						
40	410000701	Catuyo	Saucari	235	3						
41	401001806	Huayllatira	Cercado	251	3						
42	406000201	Venta Media	Poopo	300	3						
43	406001001	Urmiri	Poopo	366	3						
44	407000106	Ecía. HullaTiri	Pantaleon Dalence	249	3						
45	407000206	Campamento Florida	Pantaleon Dalence	229	3						
46	407000207	Ecía. Paco Pampa	Pantaleon Dalence	280	3						
47	414001301	Ecía. Castilluma	Sebastian Pagador	246	3						
48	414001701	Ecía. Guadalupe	Sebastian Pagador	322	3						
49	403000201	San antonio de Nor Cala	Carangas	300	3						
50	403000301	San José de Kala	Carangas	254	3						
51	403000801	Opoqueri	Carangas	236	3						

Nota: No.1-No.20de las localidades donde se ejecutó el estudio de campo del Estudio Básico



## 2.4 Condiciones de los lugares del Proyecto

### 2.4.1 Condiciones hidrogeológicas

En las 14 localidades de Tarija y las 20 localidades de Oruro objeto del Estudio de Diseño Básico, se ejecutó un estudio hidrogeológico y una prospección geofísica. El resultado del estudio fue el siguiente.

#### (1) Resultado del estudio en el Departamento de Tarija

Por la topografía y geología de las localidades estudiadas del departamento de Tarija se dividieron en 4 regiones.

##### 1) Franja de valle central cercana a la ciudad de Tarija

Localidad No. 2 Monte Mendez, No. 3, La Calama, No. 5 Yesera Sud, No. 6 Turumayo, No. 9 Rujero, No. 10 Colón Norte)

La región vecina a la ciudad de Tarija forma un valle rodeado de la cordillera oriental de los Andes que está compuesta de una capa paleozoica muy plegada y hay espesos sedimentos del Cuaternario. El basamento es una capa paleozoica principalmente de piedra arenisca y lutita. El espesor de los sedimentos del Cuaternarios, en su lugar más profundo llega a 200 m. Estos sedimentos tienen muchos estratos y la topografía del valle profundo fue formada por el lecho de un río que todavía fluye. Los principales sedimentos son gravas mezcladas con arcilla, arena mezclada con arcilla o arcilla volcánica, en capas alternadas. Cada capa tiene un espesor de varias decenas de cm hasta varios metros. Las principales fuentes de agua subterránea son aguas de fisuras distribuidas en las grietas entre las capas de grava mezcladas con arcilla como capa acuífera y el basamento. Los resultados de la prospección geofísica, el valor de resistividad en la dirección hacia la profundidad tiene poca variación, pero el valor de resistividad en la capa acuífera está en  $20 - 300 \Omega \cdot m$  de la capa del Cuaternario de gravas mezcladas con arcilla, en el basamento que contiene el agua de fisura es de  $40 - 200 \Omega \cdot m$ . El agua subterránea cerca de la superficie existe muy poco, pero juzgando de los pozos profundos existentes, si se perforan pozos profundos, se espera que el volumen y calidad del agua sean suficientes. Las gravas observadas en crestones de la superficie son relativamente pequeñas pero duras y es necesario tener cuidado durante la perforación.

##### 2) Franja de la cordillera oriental de los Andes (localidad No. 1 Santa Bárbara G)

En la periferia del valle central en la cordillera oriental de los Andes hay una capa paleozoica de piedra arenisca y lutita y componen un valle profundo. La capa superficial está compuesta de una ligera capa de sedimentos por caída o aluvial. Como resultado del movimiento estructural, hay una gran cantidad de grietas pequeñas y hay muchos lugares donde la superficie tiene forma de pedacitos de roca. El agua subterránea existe como agua de fisuras. Aparecen manantiales de vez en cuando entre las rocas. En años recientes, los manantiales se van agotando. El desarrollo de las aguas subterráneas se hace mediante la perforación de pozos profundos en la base de roca debajo de la superficie pero si la base de roca tiene muchas grietas se puede esperar agua en cantidad y volumen suficientes.

### 3) Franja de la cordillera de los Andes argentinos (zona del Chaco)

(Localidad No. 11 Timboy, No. 12 Berety Chaco, No. 14 Palos Blancos)

En el lado oriental de la cordillera oriental de los Andes al este de la ciudad de Tarija está la franja montañosa de los Andes que son relativamente suaves. Además de la erosión de la capa paleozoica, hay esquistos de barro volcánico y piedra arenisca volcánica del Terciario de la era cenozoica. La capa del Terciario es relativamente tupida y tiene pocas grietas y espacios vacíos y no puede decirse que sea una buena capa acuífera. Como resultado de las prospecciones geofísicas, la resistividad relativa de la capa del terciario es de  $10 - 20 \Omega \cdot m$  y aunque con estos valores es difícil determinar la dirección y profundidad de la capa acuífera, se supone que las aguas subterráneas están en la capa de piedra arenisca o en las partes fracturadas. Para obtener aguas subterráneas en suficiente volumen se calcula que es necesario perforar hasta profundidades de 150 m o más. Por otra parte, en esta región, en la región montañosa en las afueras del centro de la localidad hay muchos manantiales y está utilizándose también para la irrigación. No ha sido posible analizar la condición geológica de estas fuentes de agua, pero se supone que el manantial viene de la capa paleozoica.

### 4) Zona de Bermejo (Localidad No. 7 Porcelana Bajo, No. 8 Naranjitos)

Está en el extremo sur del departamento de Tarija, donde se unen los dos ríos que forman la frontera con Argentina, con una topografía de grandes escalones. Las gravas, arena, arcilla del Cuaternario de la era cenozoica forman sedimentos escalonados superficiales. Debajo hay una capa de esquivo de barro volcánico y piedra arenisca volcánica del Terciario de la era cenozoica. Según el resultado de las prospecciones geofísicas, el valor de resistividad relativa de la capa del Cuaternario que es capa acuífera es de  $40 - 200 \Omega \cdot m$ , en la capa del Terciario es de  $80 - 120 \Omega \cdot m$ . Como en los 2 ríos el caudal de agua es grande, se supone que las aguas subterráneas también son abundantes. El nivel de agua subterránea es relativamente poco profundo pero debido al uso de muchos fertilizantes y pesticidas químicos en la región agrícola, el objeto del desarrollo de fuentes de agua subterránea debe ser aguas subterráneas profundas.

## (2) Resultados del Estudio del departamento de Oruro

Por la topografía y geología de las localidades estudiadas del departamento de Oruro se dividieron en 4 regiones.

### 1) Franja de tierra en el Altiplano (planicie)

(Localidades No. 3 Choro, No. 5 Toledo, No. 11 San Juan Pampa, No. 12 Anocariri, No. 13 Iruma, No. 14 Jachuma, No. 15 Canllapata)

Esta región es la parte más baja del altiplano con una altitud sobre el nivel del mar de 3.700 - 4.000 m y con pendientes suaves, rodeada de la cordillera de los Andes Oriental y Occidental, y es un valle encerrado por la cordillera de los Andes. Los sedimentos de los glaciares que bajan de las montañas vecinas y los sedimentos lacustres del valle tales como las gravas, arena y arcilla del Cuaternario forman las capas de este altiplano y forman terrazas en la ribera de los ríos en los lugares cercanos a la montaña. El espesor de la capa es de unos 150 m, y en la parte central del valle tiene

una profundidad de 300 m. Esta región estaba cubierta antes por un lago pero se va secando año tras año y los lagos Popo y Uruuru que existían hace algo más de 10 años, quedan parcialmente secos en la estación seca. Los sedimentos principales son gravas mezcladas con arcilla, arena mezclada con arcilla, arcilla de cenizas volcánicas, que forman capas alternadas. Cada capa tiene un espesor de unos 10 cm a varios m. La principal capa acuífera es la de gravas mezcladas con arcilla. Según el resultado de las prospecciones geofísicas, el valor de resistividad es bajo, suponiéndose que existe la influencia del agua salada. En la capa del Cuaternario con gravas mezcladas con arcilla, el valor es de unos 20 - 200  $\Omega \cdot m$  y en una profundidad donde se supone que hay gran influencia del agua salada, el valor es de menos de 15  $\Omega \cdot m$ .

La región objeto del Proyecto es la región con menor altitud del altiplano, donde se presume que el flujo de agua subterránea proviene de las montañas y de la región norte y habrá abundante distribución del agua subterránea. Como resultado del secamiento, la capa superficial tiene sal acumulada y hay muchos lugares donde ésta ha salido a la superficie, pero en la montaña hay manantiales y gran probabilidad de obtener agua subterránea de buena calidad a poca profundidad. Como se supone que en la capa de gravas mezcladas con arcilla que es la capa acuífera hay cantidad de grandes gravas duras con diámetro de más de 50 cm, es necesario tener cuidado durante la perforación.

## 2) Zona del Altiplano (Límite de ondulaciones planas)

(Localidad No. 2 Jankho Ñuño, No. 6 Quelcata)

Cerca de la ciudad de Oruro se extiende una zona que tiene el Altiplano (planicie) delante y unos montes formados de las capas del Terciario detrás. En esta zona están distribuidos los sedimentos por caída y los sedimentos de los lagos y pantanos que son principales sedimentos del Altiplano. Los principales sedimentos son gravas mezcladas con arcilla, arena mezclada con arcilla y arcilla de cenizas volcánicas, formando capas alternadas. Cada capa tiene un espesor de unos 10 cm a varios m. La principal capa acuífera es la de gravas mezcladas con arcilla. Según el resultado de las prospecciones geofísicas, el valor de resistividad es generalmente bajo, como consecuencia de la influencia del agua salada. En la capa del Cuaternario con gravas mezcladas con arcilla, el valor es de unos 20 - 40  $\Omega \cdot m$ , pero como está al margen de los montes, hay gran probabilidad de hallar manantiales y obtener agua subterránea de buena calidad a poca profundidad. Con respecto a la geología, se supone que hay muchas gravas duras con diámetro de más de 50 cm, es necesario tener cuidado durante la perforación.

## 3) Zona del altiplano (ondulaciones)

(Localidades No. 7 Calazaya, No. 8 Chojño Uma, No. 16 Concepción Culta)

Al oeste de la ciudad de Oruro la planicie se transforma en ondulaciones. En este lugar hay esquistos de barro, piedra arenisca y toba del Terciario Nuevo. La capa superficial está cubierta de arena blanca que es la toba erosionada por el viento. El estrato Terciario es relativamente tupido y tiene pocas grietas y espacios abiertos y no hay muchas expectativas de encontrar una buena capa

acuifera. Por otro lado, en esta región hay manantiales en ondulaciones separadas y están construidas algunas instalaciones de suministro de agua aprovechando esta agua.

#### 4) Zona de la cordillera oriental de los Andes

(localidades No. 1 Ventilla Umani, No. 4 Chillca, No. 9 Totoral, No. 10 Penas)

Al Este y Norte de la ciudad de Oruro hay capas desarrolladas del paleozico, principalmente de piedra arenisca y pizarra, que forman un valle profundo. Debido a los movimientos estructurales en estas capas se han producido muchas grietas pequeñas y en la superficie se presentan láminas de rocas. Por estas grietas salen manantiales de agua y el agua subterránea existe como agua de fisuras en la roca base. El desarrollo de las aguas subterráneas se concentrará en esta roca base y deberán perforarse pozos profundos. Debido a la existencia de muchas grietas en la roca base, se espera que la cantidad y calidad del agua sean suficientes. La prospección geofísica dio como resultado que la capa paleozoica que es capa acuifera tiene valores de resistividad variados con valores de 20 -100  $\Omega$  \*m.

#### (3) Profundidad del pozo y volumen de caudal esperado

Sobre la base de la información existente tales como la profundidad de los pozos actualmente utilizados, el caudal, la estructura de los pozos y el uso que se les da en los alrededores de la zona estudiada, se determina el constante hidrológico para cada estrato en la región estudiada, y considerando además la distribución de los estratos según los resultados de la prospección geofísica, se estudió para cada lugar la profundidad necesaria para el pozo y el volumen de caudal estimado. El cuadro 3 asigna los constantes hidrológicos establecidos para cada capa y el cuadro 4 muestra el estado geológico de cada lugar estudiado, el cuadro 5 muestra el resultado del cálculo de profundidad de pozo necesaria y el volumen de caudal estimado. Los resultados de las prospecciones eléctrica y electromagnética se muestran en la información de referencia 1.

En cuanto a las posibilidades de desarrollo de aguas subterráneas, aunque existe la diferencia de profundidades de perforación, se considera que en todas las localidades se puede obtener suficiente volumen de agua para el suministro de agua proyectado. En la estructura de pozo se realizará el relleno de mortero y lodo hasta 30 m de profundidad para evitar la entrada de aguas residuales de la vida diaria y la influencia del agua subterránea salada a poca profundidad. En el caso de la periferia de planicie del altiplano del departamento de Oruro, donde hay posible influencia del agua salada hasta capas profundas, deberá perforarse hasta pasar la capa de agua salada para obtener agua potable.

Cuadro 3 Constantes hidrológico según estratos en el lugar del estudio

Tipo geológico	Nombre del estrato	Característica de la geología	Proporción de la capa permeable en el estrato	Coefficiente de permeabilidad k (cm/seg.)	Caudal bombeado unitario q(l/seg./m)
A	Estrato cuaternario (capa alternada de grava, arena y arcilla)	Es la capa alternada de grava mezclada de arcilla, arena mezclada de arcilla y arcilla. La profundidad de cada capa es de 10 cm a varios metros. De estas capas, la de grava mezclada con arcilla es la principal capa acuífera. La grava es de arenisca dura, en forma semi redonda o cuadrada, con el diámetro de 5cm a 1m como máximo. Muy dura.	25%	$5,0 \times 10^{-5}$	0,02
B	Estrato cuaternario (grava y arena son predominantes)	Dentro del estrato mencionado arriba, es la parte con el predominio de la grava mezclada de arcilla y la arena mezclada de arcilla. La profundidad de cada capa es de varios decenas de cm a varios metros. La grava es de arenisca dura, en forma semi redonda o cuadrada, con el diámetro de 5cm a 1m como máximo. Muy dura.	50%	$1,0 \times 10^{-4}$	0,04
C	Estrato terciario	Es la capa alternada de arenisca de ceniza volcánica y esquisto de barro de ceniza volcánico. Es una capa relativamente tupida con pocas grietas y poros, por lo que no puede ser buena capa acuífera.	25%	$5,0 \times 10^{-5}$	0,03
D	Estrato terciario (región Bermejo)	Es la capa alternada de arenisca de ceniza volcánica y esquisto de barro de ceniza volcánico. Es una capa relativamente tupida con pocas grietas y poros, pero tiene mejor permeabilidad en comparación con otros lugares del estrato terciario.	25%	$2,5 \times 10^{-4}$	0,07
E	Estrato paleozoico (capa alternada de arenisca y lutita)	Es una capa paleozoica principalmente de arenisca y lutita. Tiene desarrolladas finas grietas en cantidad y en la superficie del suelo presenta muchas veces la forma de láminas de roca.	10%	$2,5 \times 10^{-5}$	0,02
F	Estrato paleozoico (Capa alternada de arenisca y lutita, en la parte profunda del valle)	Del estrato paleozoico mencionado arriba, este estrato forma una topografía del fondo de un valle profundo y se supone que hay abundante agua.	10%	$5,0 \times 10^{-5}$	0,03

Cuadro 4 (1) Condiciones geológicas de los lugares del estudio (Departamento de Tarija)

No.	Comunidad	Provincia	Ubicación				Altitud EL±m	Columna superior: geología superficial, Columna inferior: geología de basamento	Principal capa acuífera	Geología distribuida en la zona de la capa acuífera	Nivel de agua subterránea estimado (GL-m)	Nivel de agua subterránea según los datos existentes	Observación		
			Latitud sur		Longitud oeste										
			grad.	Min.	Seg.	grad.								Min.	Seg.
Departamento de Tarija															
1	Santa Barbara G.	Mendez	64	46	37	21	26	41	2070	Precipicio cuaternario, sedimentos en el lecho de ríos, estrato paleozoico (capa alternada de arenisca y lutita)	Fisura en el basamento	Arena, grava, arenisca	20		
2	Monte Mendez	Mendez	64	43	23	21	25	34	2020	Lagos y lagunas cuaternarios, sedimentos aéreos	Arena, grava	Arena, grava, arenisca	5	26(6,5)	Posibilidad de existencia de grandes gravas duras
3	La Calama	Mendez	64	48	12	21	23	59	2110	Lagos y lagunas cuaternarios, sedimentos en el lecho de ríos, estrato paleozoico (capa alternada de arenisca y lutita)	Arena, grava	Arena, grava, arenisca	30		Posibilidad de existencia de grandes gravas duras
4	Bella Vista Zona	Cercado	64	50	18	21	38	55	2000	Sedimentos en el lecho de ríos cuaternarios	Arena, grava				
5	Yesera Sud	Cercado	64	33	50	21	27	5	2100	Lagos y lagunas cuaternarios, sedimentos aéreos, estrato paleozoico (capa alternada de arenisca, lutita y esquisto verde)	Arena, grava, fisura en el basamento	Arena, grava, arenisca	5		Posibilidad de existencia de grandes gravas duras
6	Turumayo	Cercado	64	47	13	21	33	44	1960	Lagos y lagunas cuaternarios, sedimentos aéreos, estrato paleozoico (arenisca dura)	Arena, grava, fisura en el basamento	Arena, grava, arenisca	15		Posibilidad de existencia de grandes gravas duras
7	Porcelana Bajo	Arce	64	17	38	22	45	51	380	Sedimentos en el lecho de ríos cuaternarios, arenisca terciaria, esquisto de barro	Arena, grava	Grava, arena, arenisca	5	2,8-26	
8	Naranjitos	Arce	64	19	11	22	50	55	340	Sedimentos en el lecho de ríos cuaternarios, arenisca terciaria, esquisto de barro	Arena, grava	Grava, arena, arenisca	5	2,8-26	

No.	Comunidad	Provincia	Ubicación						Altitud EL+m	Columna superior: geología superficial, Columna inferior: geología de basamento	Principal capa acuífera	Geología distribuida en la zona de la capa acuífera	Nivel de agua subterránea estimado (GL-m)	Nivel de agua subterránea según los datos existentes	Observación
			Latitud sur		Longitud oeste										
			grad.	Min.	Seg.	grad.	Min.	Seg.							
9	Rujero	Aviles	64	44	16	21	40	59	1850	Arena, grava, fisura en el basamento	Arena, arenisca	25			
10	Colon Norte	Aviles	64	39	3	21	42	58	1720	Arena, grava	Grava, arena	15			
11	Timboy	Gran Chaco	63	40	44	21	32	39	870	Arenisca	Arenisca, esquisto de barro	5	59-63		
12	Berety Chaco	Gran Chaco	63	41	28	21	34	47	900	Arenisca	Capa alternada de arenisca y esquisto de barro	10			
13	Lecheronal	Gran Chaco	63	59	4	22	6	41	550	Arena, grava					
14	P.Biancos	O'Connor	63	46	47	21	24	36	720	Arenisca	Capa alternada de arena y arcilla, arcilla, arena	5	25		

Cuadro 4 (2) Condiciones geológicas de los lugares del estudio (Departamento de Oruro)

No.	Comunidad	Provincia	Ubicación				Altitud EL+m	Columna superior: geología superficial, Columna inferior: geología de basamento	Principal capa acuifera	Geología distribuida en la zona de la capa acuifera	Nivel de agua subterránea estimado (GL-m)	Nivel de agua sub- terránea según los datos existentes	Observación		
			Latitud sur		Longitud oeste										
			grad.	Min. Seg.	grad.	Min. Seg.									
Departamento de Oruro															
1	Ventilla Umami	Cercado	67	20	4	17	29	44	3960	Sedimentos en el lecho de ríos cuaternarios, estrato paleozoico (capa alternada de arenisca y lutita)	Arena, grava, fisura en el basamento	Arena, grava, arenisca	5		
2	Jankho Nuno	Cercado	67	14	9	17	45	56	3720	Sedimentos de precipicio cuaternario, arenisca roja terciaria, conglomerado	Arena, grava, arenisca	Arena mezclada de limo, arcilla, arenisca	5		
3	Choro	Cercado	67	5	17	18	21	17	3700	Lagos y lagunas cuaternarios, sedimentos aéreos	Arena, grava	Arena, grava	5		Posibilidad de existencia de agua salada (grande), posibilidad de existencia de grandes gravas duras
4	Chilica	Cercado	66	48	56	17	50	6	4000	Sedimentos de precipicio cuaternario, estrato paleozoico (capa alternada de arenisca y lutita)	Fisura en el basamento	Arenisca, lutita	5		
5	Toledo	Saucari	67	24	18	18	10	41	3700	Lagos y lagunas cuaternarios, sedimentos aéreos	Arena, grava	Arena, grava	10		Posibilidad de existencia de agua salada (grande), posibilidad de existencia de grandes gravas duras



No.	Comunidad	Provincia	Ubicación						Altitud EL+m	Columna superior: geología superficial, Columna inferior: geología de basamento	Principal capa acuífera	Geología distribuida en la zona de la capa acuífera	Nivel de agua subterránea estimado (GL-m)	Nivel de agua subterránea según los datos existentes	Observación	
			Latitud sur		Longitud oeste											
			grad.	Min.	Seg.	grad.	Min.	Seg.								
6	Quelcata	Barron	67	29	2	67	17	33	28	3780	Sedimentos de precipicio cuaternario, arenisca roja terciaria, conglomerado	Arena, grava arenisca	Arena, grava arenisca	10		
7	Calazaya	San Pedro de Totora	68	17	48	68	17	39	29	3900	Arenisca terciaria, tobas	Arenisca				
8	Chojno Uma	Nor	68	0	49	68	17	45	15	3860	Arenisca terciaria, tobas	Arenisca				
9	Totoral	Poopo	66	51	38	66	18	29	33	3920	Precipicio cuaternario, sedimentos en el lecho de ríos, estrato paleozoico (capa alternada de arenisca y lutita)	Fisura en el basamento	Arena, grava, capa alternada de arenisca y lutita	5		
10	Penas	Poopo	66	45	19	66	18	41	14	3820	Precipicio cuaternario, sedimentos en el lecho de ríos, estrato paleozoico (capa alternada de arenisca y lutita)	Fisura en el basamento	Arena, grava, capa alternada de arenisca y lutita	25		
11	San Juan Pampa	Cercado	67	4	28	67	17	52	41	3710	Lagos y lagunas cuaternarios, sedimentos aéreos	Arena, grava	Arena, grava	10	4~7	Posibilidad de existencia de agua salada (relativamente grande), posibilidad de existencia de grandes gravas duras
12	Anocariri	Cercado	67	1	38	67	17	48	6	3740	Sedimentos de glaciar cuaternario	Arena, grava	Arena, grava	10	4~7	Igual que San Juan Pampa
13	Iruma	Cercado	66	57	13	66	17	49	36	3800	Precipicio cuaternario, sedimentos en el lecho de ríos	Arena, grava	Arena, grava	5		
14	Jachuma	Cercado	66	57	37	66	17	48	8	3800	Precipicio cuaternario, sedimentos en el lecho de ríos	Arena, grava	Arena, grava	10		

No.	Comunidad	Provincia	Ubicación						Altitud EL+m	Columna superior: geología superficial, Columna inferior: geología de basamento	Principal capa acuífera	Geología distribuida en la zona de la capa acuífera	Nivel de agua subterránea estimado (GL-m)	Nivel de agua subterránea según los datos existentes	Observación
			Latitud sur		Longitud oeste										
			grad.	Min.	Seg.	grad.	Min.	Seg.							
15	Canllapata	Cercado	67	4	32	17	48	41	3720	Arena, grava	Arena, grava	10	4~7	Posibilidad de existencia de agua salada (hay, aunque poca), posibilidad de existencia de grandes gravas duras	
16	Concepción	San Pedro de Totora	68	2	19	17	58	8	3910	Arenisca					
17	Apanaque	Poopo	66	44	11	18	44	35	3750	Arena, grava, fisura en el basamento					
18	Machacamarca	Dalence	67	2	25	18	10	7	3700	Arena, grava				Posibilidad de existencia de agua salada (hay, aunque poca), posibilidad de existencia de grandes gravas duras	
19	Santiago de Andamarca	Sur Carangas	67	30	21	18	45	44	3750						
20	Belem de Andamarca	Sur Carangas	67	38	21	18	47	27	3850						

Cuadro 5 (1) Lista de los resultados calculados del posible caudal (departamento de Tarija)

No.	Comunidad	Provincia	Nivel estático		Primera capa acuífera		Segunda capa acuífera		Profundidad del pozo (m)	Caudal (l/sec)	Coeficiente de permeabilidad en la zona nermehable (cm/sec)	Bajada del nivel de agua (m)	Nivel dinámico de agua (GL-m)	
			de agua (GL-m)		Clasificación geológica	Límite máx imo (GL-m)	Límite mín imo (GL-m)	Profundidad de la capa acuífera (m)						Clasificación geológica
Departamento Tarija														
1	Santa Barbara G.	Mendez	20	7	30	23	30	>150	>120	150	0.4	2.5 × 10 <sup>-5</sup>	19	49
			30	0	0	0	30	150	120					
2	Monte Mendez	Mendez	5	7	85	78	85	>400	>315	150	2.4	3.6 × 10 <sup>-5</sup>	77	107
			30	30	85	55	85	150	65					
3	La Calama	Mendez	30	30	>230	>200				200	3.4	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
			30	30	200	170								
4	Bella Vista Zona 3	Cercado												
5	Yesera Sud	Cercado	5	3	80	77	80	>400	>320	160	2.8	3.4 × 10 <sup>-5</sup>	83	113
			30	30	80	50	70	160	90					
6	Turumayo	Cercado	15	11	60	49	60	>220	>160	220	3.2	2.5 × 10 <sup>-5</sup>	112	142
			30	0	0	0	60	220	160					
7	Porcelana Bajo	Arce	5	3	260	257	260	>400	>140	130	2.0	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
			30	30	130	100	130	>400	>270					
8	Naranjitos	Arce	5	4	130	126	130	>400	>270	150	1.0	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	35	65
			30	30	110	80	90	>400	>310					
9	Rujero	Aviles	25	25	90	65	90	>400	>310	150	2.4	3.8 × 10 <sup>-5</sup>	75	105
			30	30	90	60	90	150	60					
10	Colon Norte	Aviles	15	20	>400					130	2.0	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
			30	30	130	100	130							
11	Timboy	Gran Chaco	5	2	3	1	3	>105	>102	160	3.9	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	84	114
			30	0	0	0	30	160	130					
12	Berety Chaco	Gran Chaco	10	0.3	6	5.7	6	>220	>114	160	3.9	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	84	114
			30	0	0	0	30	160	130					
13	Lecheronal	Gran Chaco												
14	P.Blancos	O'Connor	5	3	60	57	60	>220	>130	150	2.4	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	75	105
			30	30	60	30	90	150	60					

Nota 1 Nivel estático de agua:

Nota 2 Profundidad de la capa acuífera:

$$s = \frac{2.30g(R/r_w)Q}{2\pi kd}$$

Columna superior: Nivel de agua determinado a partir de la prospección geofísica (Cabe la posibilidad de que sea el nivel de agua superficial)

Columna inferior: El límite máximo de los niveles de agua aplicados en el cálculo y la extensión de la capa acuífera seleccionada

Columna superior: Distribución de profundidades determinadas a partir de la prospección geofísica

Columna inferior: Profundidades objeto del desarrollo de pozos, determinadas de acuerdo con las condiciones del suelo, influencia de las aguas superficiales, nivel dinámico de agua y caudal necesario. El límite máximo de la profundidad para el desarrollo de los pozos es más de 30 m.

s: Bajada del nivel de agua R: Radio de influencia (= 500m) rw: radio del pozo (7.5cm)

Q: Caudal k: Coeficiente de permeabilidad D: Profundidad de la capa permeable

Cuadro 5 (2) Lista de los resultados calculados del posible caudal (departamento de Oruro)

Departamento Oruro	Cercado	5		A	3	70	67	E	70	>400	>330	160	2.6	3.3 × 10 <sup>-5</sup>	86	116
		30	30													
1 Ventilla Umami	Cercado	30	30	A	30	70	40	E	70	>400	>330	160	2.6	3.3 × 10 <sup>-5</sup>	86	116
2 Jankho Nuno	Cercado	5	8	A	8	140	132	C	270	>400	>120	300	3.1	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	62	92
3 Choro	Cercado	5	4	A	4	100	96	A	150	>400	>250	300	3.0	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
4 Chilica	Cercado	30	2	A	2	5	3	E	5	>220	>215	120	0.8	2.5 × 10 <sup>-5</sup>	50	80
5 Toledo	Saucari	10	9	A	9	80	71	A	150	300	150	300	3.0	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
6 Quelcata	Barron	10	6	A	6	52	46	C	52	>400	>348	150	3.4	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	79	109
7 Calazaya	San Pedro de Totora	30	30	A	30	52	22		50	150	100	150				
8 Chojno Uma	Nor Carangas															
9 Totora	Poopo	5	3	B	3	35	32	F	35	>400	>365	300	7.7	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	84	104
10 Pemas	Poopo	25	0	A	0	0	0	E	45	300	255	180	3.0	2.7 × 10 <sup>-5</sup>	105	135
11 San Juan Pampa	Cercado	10	0	A	0	>400	>400		40	>1000	140	180	2.0	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
12 Anocariri	Cercado	30	80	A	80	180	100		40			180	0.8	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
13 Iruña	Cercado	5	160	A	160	200	40	E	160	>400	>240	200	2.0	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
14 Jachuma	Cercado	10	30	A	30	130	100		0	0	0	130	2.0	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
15 Cantlapata	Cercado	30	1	A	1	>400	>400		0			130	2.0	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	56	86
16 Concepcion Culta	San Pedro de Totora	10	40	A	40	110	70					110	0.8	5.0 × 10 <sup>-5</sup>	32	62
17 Apapasque	Poopo	30														
18 Machacamata	Dalence															
19 Santiago de Andamarca	Sur Carangas															
20 Belem de Andamarca	Sur Carangas															

#### 2.4.2 Condiciones sociales, condiciones de las instalaciones de suministro de agua existentes

En las 14 localidades de Tarija y 20 localidades de Oruro, se hicieron mediante entrevistas a las autoridades y líderes locales para conocer las condiciones sociales y las condiciones de las instalaciones de suministro de agua existentes y después se hizo una exploración local. Los resultados del estudio se resumen en el cuadro 6.

##### (1) Departamento de Tarija

La mayoría de las localidades estudiadas están en la cordillera oriental de los Andes (altitud de 1.700 - 2.100 m) o en la ladera de los Andes (altitud de 550 - 900 m) en una región ondulada. Las localidades No. 8, 9 están en la parte sur del departamento, en la frontera con la Argentina, en la planicie de Bermejo (altitud 340 - 380 m). La mayoría de las localidades tiene forma de población dispersa y la única de tipo concentrado es la No. 14 que está sobre una carretera principal. La actividad económica de estas localidades es la agricultura (papas, choclo, cebada, hortalizas, etc.) y la ganadería (vacas, ovejas, cerdos, etc.). La agricultura depende del agua de lluvias y, como en la estación seca hay pocas lluvias y no es posible vivir de la agricultura, la población suele a ir a trabajar en las ciudades vecinas o a la Argentina. Todos los poblados tienen ligera tendencia a crecer. El promedio de ingresos por hogar es de 150 - 700 Bs./mensuales pero como cuentan con el ingreso del trabajo en las ciudades, el ingreso básico está entre 150 - 300 Bs./mensuales.

El agua para la vida diaria se obtiene de pozos poco profundos, manantiales de las ondulaciones, agua de arroyos, agua brotada en la perforación superficial del lecho de los ríos. En las localidades No. 2, 14 CORDETAR construyó pozos profundos. Las 6 localidades No. 7, 8, 9, 11, 12, 13 no tienen otras instalaciones de suministro de agua que los pozos poco profundos, las 8 localidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 14 tienen tanque de distribución de agua, tubería de distribución, grifo de suministro de agua, etc.

Las 5 localidades, No. 7, 8, 9, 11, 12, donde no hay instalaciones de suministro de agua dependen de los pozos poco profundos y del agua que se acumula en los pozos excavados en el lecho del río, con un volumen muy limitado. Sin embargo, en las localidades No. 11, 12, hay manantiales en la zona montañosa y existe el deseo de crear un sistema de suministro de agua aprovechando el flujo natural de estos manantiales. La No. 13 tiene un río cercano con un caudal relativamente abundante y no se considera necesario una instalación de pozo. En las 8 localidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 14 que tienen instalaciones en la actualidad, las No. 2, 14 utilizan pozos profundos pero en la No. 2 el pozo es de propiedad de un pueblo vecino y no hay seguridad de poder seguir utilizando en el futuro. La No. 14 utiliza un generador diesel de gran capacidad para hacer funcionar la bomba y la tasa de agua que contribuyen los pobladores es muy alta por lo que se limita el volumen de consumo y desea utilizar el agua de los manantiales de la montaña. Las localidades No. 1, 3, 5, 6, 10 tienen un sistema de aprovechamiento de los manantiales de las zonas montañosas con flujo natural, pero el volumen de agua de esta fuente es muy poca, especialmente en la estación seca, por lo que deben depender de los pozos poco profundos y excavación de pozos superficiales, etc. En la localidad No. 4 se terminó de construir una instalación de suministro de agua aprovechando un manantial en 1997.

En las 10 localidades excepto las No. 4, 11, 12, 13 donde no desean instalaciones de pozos profundos, la cantidad de consumo en promedio por día es de 17 l/persona/día. El nivel mínimo de suministro de agua para el sector rural de Bolivia se calcula en 30 l/persona/día, por lo que el valor es muy bajo.

De las 14 localidades, la electricidad domiciliaria sólo se suministra en 5 localidades, incluida la No. 5 en la que está en proceso de construcción. La electricidad es trifásica o monofásica pero el tipo monofásico es el más frecuente. No existe ningún proyecto de suministrar electricidad a las restantes localidades. El camino de acceso a las localidades, en todos los casos es de tierra, sin asfaltar, por lo que se levanta mucho polvo por el tráfico. Excepto el caso del camino montañoso de la No. 13, no existen grandes problemas en traer la maquinaria pesada para perforar los pozos.

## (2) Departamento de Oruro

La mayoría de las 20 localidades en las que se ejecutó el Estudio están en la planicie de un gran altiplano y parte de ellas están en la ladera de la cordillera oriental de los Andes, a una altitud de 3.700 - 4.000 m. La forma típica de un poblado es de pocos habitantes dispersos y en los poblados con muchos habitantes tienden a concentrarse. La principal actividad económica de los poblados es la agricultura (papas, cebada, alfalfa, etc.), la ganadería (ganado vacuno, ovino, llamas, etc.), pero la agricultura depende del agua de lluvias y en la estación seca no es posible cultivar la tierra por lo que la población emigra a las ciudades en busca de trabajo estacional. Según el lugar donde está el poblado, pueden ir a trabajar en Perú y Chile. En los últimos años disminuyeron las lluvias y por lo tanto disminuyó el caudal de los ríos por lo que la producción agrícola también disminuye y la emigración se vuelve imperativa. En las localidades donde no hay fuentes de agua para la vida diaria y para irrigación, la población estable tiende a disminuir. Por otro lado, en las localidades No. 13, No. 14 donde se construyeron pozos profundos para irrigación, la población aumentó aprox. en un 3%. Los ingresos familiares son de unos 100 - 600 Bs/mensuales, pero como los ingresos derivados de la emigración son grandes, el ingreso básico se considera que es de 100 - 300 Bs/mes.

Las fuentes de agua para la vida diaria provienen de pozos poco profundos, manantiales en las ondulaciones, ríos, aguas brotadas en las excavaciones en el lecho de los ríos, pozos profundos. Las localidades donde no hay otras instalaciones de suministro de agua que los pozos poco profundos son las 7 localidades No. 1, 2, 4, 11, 12, 15, 17, las que tienen tanque de distribución, cañería de distribución, grifos de suministro de agua son las 13 localidades No. 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 16, 18, 19, 20. De éstas, las instalaciones de No. 3, 5, 6 no están funcionando en absoluto en la actualidad. Las localidades No. 7, 8, 16 utilizan la energía solar para hacer funcionar el sistema de suministro de agua y no hay problemas para el uso del agua. En las localidades No. 13, 14 hay pozos profundos para irrigación y también existen instalaciones para utilizar esta fuente para la vida diaria. Sin embargo, en la No. 13 la bomba está averiada. En las No. 9, 10, 18, 19, 20 existen instalaciones pero el volumen de agua de los manantiales en la montaña no es abundante y, especialmente en la estación seca, se llegan a secar y es necesario utilizar los pozos poco profundos y las aguas brotadas en las excavaciones en el lecho del río. En las localidades donde no existen instalaciones, se recurre a

los pozos poco profundos y se excavan pozos superficiales para acumular el agua, pero el volumen que se obtiene por estos medios es muy poco. El volumen consumido diario promedio en las 20 localidades, si excluimos la N. 14 donde se utiliza un pozo profundo para irrigación, es de unos 5 - 15 l/persona/día, lo que, comparado con el valor básico mínimo establecido de suministro de agua en las regiones rurales de Bolivia que es de 30 l/persona/día, es una cifra muy reducida, faltando el volumen de agua en todas las localidades. Para lavar la ropa y bañarse los fines de semana, se utiliza un promedio de 2 - 3 veces más del volumen normal, por lo tanto sólo pueden utilizarse los pozos poco profundos durante pocas horas al día. Durante la estación seca el nivel de estos pozos poco profundos baja y muchas veces se secan completamente.

De las 20 localidades, 15 cuentan con suministro eléctrico domiciliario, trifásico (5 localidades) o monofásico (10 localidades). La transmisión eléctrica monofásica es la forma más común. En las restantes localidades, la No. 11 tiene previsto iniciar el suministro este año pero en las restantes no se han previsto las obras para el suministro. En todos los casos los caminos de acceso no están pavimentados y son de tierra y se levanta mucho polvo durante el tránsito. Hay casos en los que el camino no está trazado o se tiene que cruzar los ríos y es necesario comprobar el nivel de agua en el lecho del río durante la época de lluvias. En la zona ondulada la inclinación es suave y no existen grandes problemas para transportar la maquinaria pesada como la perforadora de pozos.

Cuadro 6(1) Lista de los resultados del estudio sociológico en las localidades (Departamento de Tarija)

No. de la localidad	Unidad	1	2	3	4
Nombre de la localidad		Santa Barbara G.	Monte Mendez	La Calama	Bella Vista Zona 3
Nombre del cantón		Mendez	Mendez	Mendez	Cercado
Condición topográfica		Ondulado	Liano	Montañoso	Montañoso
Extensión de la localidad	ha	400	2400	1050	Disperso
Forma de la localidad		Disperso	Disperso	Disperso	Disperso
No. de hogares actual	hogares	18	82	153	180
Población actual	habitantes	100	400	760	1.000
Crecimiento de la población		1% de aumento	Aumento	Aumento	Aumento
Principal industria		Agricultura, emigración	Agricultura, ganadería, emigración	Agricultura, ganadería, emigración	Agricultura, ganadería
Ingresos/hogar	Bs/mes/hogar	250	150	500	-
Consumo de agua actual	l/día/persona	Estación de lluvias 10, estación seca 1	10	40	-
Capacidad del depósito de agua existente	l/seg	10	17	20	20
Instalaciones de transmisión eléctrica		No hay	Hay	50% de los hogares reciben la electricidad.	-
Tipo de transmisión eléctrica			Monofásico 220V	Monofásico 220V	-
Accesibilidad			Buena	Buena	Buena
Fuentes de agua existentes		Buena	Pozo profundo, pozo poco profundo	Manantial	Manantial
Pozos poco profundos		Manantial	Hay	No hay	No hay
Organismo encargado de administración		No hay	Junta de agua, 76hogares	Junta de agua, 58hogares	Junta de agua
Tasa de agua	Bs/mes	1,5	10,0	2,0	-
Estado actual de suministro de agua		En 1995 se construyeron instalaciones de suministro de agua por PRECAPLAN aprovechando un manantial de la montaña. La cañería de distribución suministra el agua a cada hogar, pero falta la cantidad tanto en la estación seca como en la de lluvias, en especial en la estación seca, se usa una vez a la semana poca agua que se acumula en el tanque.	En el poblado vecino Sella Mendez existen pozo profundo e instalaciones del tanque elevado. A través de la cañería de distribución, 7 hogares de Sella Mendez y 76 hogares de este poblado reciben el agua. 6 hogares utiliza pozos poco profundos.	En 1986 se construyeron instalaciones de introducción de agua por CORDETAR a través del canal abierto aprovechando un manantial de la montaña situada a 4,5km. 58 hogares reciben el agua. El resto, 95 hogares utilizan cada uno su manantial para irrigación y vida diaria. El terreno agrícola es de 400 ha y falta el agua de irrigación.	En 1997 se completó el sistema de distribución de agua por ONG y suministra el agua a 148 hogares. Tienen suficiente agua y no desean nuevas instalaciones.
Instalaciones existentes		Tanque instalado en el suelo: 10 m <sup>3</sup> , Tubo de distribución: para cada hogar	Pozo profundo: en 1982, CORDETAR lo construyó con una profundidad de 180 m. y revestimiento de 8". En 1997 FIS construyó el tanque elevado e instaló la bomba. La bomba 2", monofásico 220V, tanque elevado 17m <sup>3</sup> .	Sistema de distribución de caída natural. 58 hogares tienen cañería de distribución.	Existe el tanque de distribución de 20m <sup>3</sup> .
Medidas a aplicar		Se construye nuevo pozo profundo y enviar el agua al tanque de distribución existente. La cañería existente es utilizable.	Está utilizando la fuente de agua del poblado vecino, pero su uso continuo no es seguro, por lo que es recomendable construir un pozo profundo en el poblado. También es necesaria la construcción de un tanque elevado, pero la cañería existente es utilizable.	Se construyen pozo profundo y tanque instalado en el suelo río arriba del poblado para utilizarlos sólo como agua potable, separándolo del agua de irrigación. La cañería existente es utilizable extendiéndola.	Se elimina del objeto de proyecto.



No. de la localidad	Unidad	5	6	7	8
Nombre de la localidad		Yesera Sud	Turumayo	Forcelana Bajo	Naranjitos
Nombre del cantón		Cercado	Cercado	Arce	Arce
Condición topográfica		Ondulado	Montañoso	Llano bajo	Llano bajo
Extensión de la localidad	ha	4000	750	1000	130
Forma de la localidad		Disperso	Disperso	Disperso	Disperso
No. de hogares actual	hogares	100	130	60	40
Población actual	habitantes	600	740	320	190
Crecimiento de la población		Aumento	Aumento	Aumento	Aumento
Principal industria		Agricultura, ganadería	Agricultura, ganadería, emigración	Agricultura, trabajo a jornal	Agricultura, trabajo a jornal
Ingresos/hogar	Bs/mes/hogar	170	400-500	300-500	650
Consumo de agua actual	l/día/persona	Estación de lluvias 17, estación seca 8	Estación de lluvias 40, estación seca 25	20	10
Capacidad del depósito de agua existente	l/seg	10	20	-	-
Instalaciones de transmisión eléctrica		En construcción	40% de los hogares reciben la electricidad.	No hay	No hay
Tipo de transmisión eléctrica		Trifásico 380V	Monofásico 220V	-	-
Accesibilidad		Buena	Buena	Buena	Buena
Fuentes de agua existentes		Manantial, agua brotada del lecho de ríos	Manantial, río	Pozo poco profundo	Pozo poco profundo
Pozos poco profundos		No hay	No hay	50 pozos en la localidad. Profundidad 10 - 15m, Profundidad de agua 1.2m.	3 pozos en la localidad. Profundidad 5 - 7m, Profundidad de agua 1m.
Organismo encargado de administración		Junta de agua, 12 hogares	Junta de agua	No hay	No hay
Tasa de agua	Bs/mes	-	-	-	-
Estado actual de suministro de agua		En 1994, Plan Internacional construyó el sistema aprovechando como fuente de agua un manantial de la montaña situada a 1,5km y se suministra el agua a la escuela y 14 hogares, pero en la estación seca agota el agua. Otros hogares utilizan el agua brotada de la excavación en el lecho del río, depositándola.	En 1993 con la ayuda de CARE se construyó el sistema de suministro de agua aprovechando como fuente de agua un manantial de la montaña. Cuenta con el tanque de distribución y la red de distribución y suministra el agua a 65 hogares. En la estación de lluvias es posible el uso durante las 24 horas del día, sin embargo, en la estación seca, por falta de agua sólo se permite usarla en 2 horas por la mañana. El resto, 60 hogares aprovechan ríos y manantiales.	Los pozos poco profundos tienen agua durante todo el año, pero en la estación seca baja la cantidad. La agricultura depende del agua de lluvia. En los campos de caña de azúcar se utilizan pesticidas para quitar las malas yerbas, lo que preocupa la contaminación del agua subterránea de la capa poco profunda.	Los pozos poco profundos producen menos agua de agosto a octubre. La agricultura depende del agua de lluvias. En los campos de caña de azúcar se utilizan pesticidas para quitar las malas yerbas, lo que preocupa la contaminación del agua subterránea de la capa poco profunda.
Instalaciones existentes		Tanque instalado en el suelo: 10m <sup>3</sup> , cañería de distribución 2,5km	Tanque instalado en el suelo: 20 m <sup>3</sup> , Tubo de distribución	Sólo pozos poco profundos	Sólo pozos poco profundos
Medidas a aplicar		Se construyen nuevo pozo profundo y tanque instalado en el suelo cerca del tanque de distribución existente. Es recomendable utilizar la cañería existente extendiéndola. Es posible el suministro de agua a 50 hogares.	Se construyen nuevo pozo profundo y tanque de distribución a medio camino entre el tanque de distribución existente y el camino y se extiende la cañería existente. Es posible suministrar el agua también al poblado vecino Tabladita Grande.	Se construyen nuevamente pozo profundo, tanque elevado y toma de agua común.	Se construyen nuevamente pozo profundo, tanque elevado y toma de agua común.

	9	10	11	12
No. de la localidad	Rujero	Colon Norte	Busuy-Timboy	Berety Chaco
Nombre de la localidad	Aviles	Aviles	Gran Chaco	Gran Chaco
Nombre del cantón	Ondulado	Ondulado	Ondulado	Ondulado
Condición topográfica	4000	3600	3000	20000
Extensión de la localidad	Disperso	Disperso	Disperso	Disperso
Forma de la localidad	100	90	30	65
No. de hogares actual	500	450	180	400
Población actual	Aumento	1-2% de aumento	Aumento	10% de aumento
Crecimiento de la población	Agricultura, emigración	Agricultura, emigración	Agricultura, ganadería, trabajo a jornal	Agricultura, ganadería
Principal industria	500	200	150	750
Ingresos/hogar	6-10	10	8	30
Consumo de agua actual		20		
Capacidad del depósito de agua existente	No hay	90% de los hogares reciben la electricidad.	No hay	No hay
Instalaciones de transmisión eléctrica		Monofásico 220V		
Tipo de transmisión eléctrica	Buena	Buena	Camino de montaña	Camino de montaña
Accesibilidad	Agua brotada del lecho de ríos	Manantial, agua brotada del lecho de ríos	Río	Río
Fuentes de agua existentes	No hay	No hay	No hay	No hay
Pozos poco profundos	No hay	Junta de agua	No hay	No hay
Organismo encargado de administración	No hay		No hay	No hay
Tasa de agua				
Estado actual de suministro de agua	Se usa el agua brotada de la excavación en el lecho del río, depositándola. Las casas apartadas del río utilizan el manantial del monte, pero tiene poca producción de agua.	En 1997 PRECAPLAN completó el sistema aprovechando el manantial situado a 5 km, pero por falta de agua, se utiliza en sólo 3 meses al año. La gente usa poca agua que hay en el lecho del río o el agua brotada de la excavación en el lecho depositándola.	El caudal de los ríos baja en la estación seca, por lo que se excava en el lecho y usa el agua brotada depositándola. Tienen canal de irrigación conduciendo el agua del río arriba.	Los ríos quedan secos en la estación seca, por lo que se excava en el lecho y usa el agua brotada depositándola. Tienen canal de irrigación conduciendo el agua del río arriba.
Instalaciones existentes	No hay	Tanque de distribución situado en la mitad de la ladera del monte: 20 m <sup>3</sup> . Existe la red de distribución para 50 hogares.	No hay	No hay
Medidas a aplicar	Se construyen nuevamente pozo profundo, tanque elevado y toma de agua comun.	Se construyen nuevo pozo profundo y tanque instalado en el suelo a medio camino entre la escuela y el tanque existente. La cañería existente es utilizable extendiéndola.	Existe un manantial en la montaña situada a 8-10km y el poblado desea instalaciones de envío de agua por la gravedad que aprovechen el manantial como fuente de agua. Es recomendable recomendarle un sistema con el uso del manantial teniendo en cuenta la facilidad del mantenimiento y administración.	Existe un manantial a 4km del río y el poblado desea instalaciones de envío de agua por la gravedad que aprovechen el manantial como fuente de agua. Es recomendable recomendarle un sistema con el uso del manantial teniendo en cuenta la facilidad del mantenimiento y administración.

No. de la localidad	Unidad	13	14	Total
Nombre de la localidad		Sifras-Lecherona Gran Chaco	Lagunitas-P. Blancos O Comor	
Nombre del cañón		Ondulado	Llano a lo largo del camino	
Condición topográfica			200	
Extensión de la localidad	ha	-	Concentrado	
Forma de la localidad		Disperso	60	1.133
No. de hogares actual	hogares	25	300	6.070
Población actual	habitantes	130	Aumento	
Crecimiento de la población		-	Comercio, ganadería	
Principal industria		Agricultura, ganadería	200	
Ingresos/hogar	Bs/mes/hogar	-	40	
Consumo de agua actual	l/día/persona	-	15	
Capacidad del depósito de agua existente	l/seg	-		
Instalaciones de transmisión eléctrica		No hay	Hay	
Tipo de transmisión eléctrica		-	Por la generadora eléctrica del poblado	
Accesibilidad		Camino de montaña /Difícil acceso	Buena	
Fuentes de agua existentes		Río	Pozo profundo	
Pozos poco profundos		No hay	Hay pozos poco profundos, Profundidad 13-20 m, profundidad de agua 12m.	
Organismo encargado de administración		No hay	Junta de agua, 44 hogares	
Tasa de agua	Bs/mes	-	20,0	
Estado actual de suministro de agua		Hay un río que es la frontera con Argentina y tiene abundante agua durante el año. Los pobladores no tienen problemas de agua para la vida diaria.	Existen instalaciones de pozo profundo y suministra el agua a cada uno de los 44 hogares y a toma de agua común para 14 hogares. Como fuerza motriz, se utiliza la generadora eléctrica, pero por su costo de operación elevado, funciona sólo 2 horas diarias. Por las mañanas tempranas cada hogar acumula el agua en tambores y la usa durante el día. La tasa de agua es 20 Bs/hogar/mes.	
Instalaciones existentes		No hay	En 1980 CORDETA construyó el pozo profundo con la profundidad de 150m, nivel de agua 17,5m, revestimiento 4". En 1996 con la ayuda del municipio se instaló la generadora eléctrica diesel. Tanque elevado 15m, altura 10m	
Medidas a aplicar		No hay problema en el uso del agua del río y no es necesaria la construcción de pozo.	El poblado desea instalaciones de envío de agua por la gravedad que aprovechen el manantial situado a 18km como fuente de agua. Es utilizable el pozo existente. Como la capacidad de la generadora es demasiado grande, es recomendable reemplazarla con otra más apropiada para el bombeo.	

Cuadro 6(2) Lista de los resultados del estudio sociológico en las localidades (Departamento de Oruro)

No. de la localidad	Unidad	1	2	3	4	5
Nombre de la localidad		Ventilla Umani	Jankho Nuno	Choro	Chilica	Toledo
Nombre del cantón		Cercado	Cercado	Cercado	Cercado	Saucari
Condición topográfica		Ondulado	Llano de pampa	Llano de pampa	Ondulado	Llano de pampa
Extensión de la localidad	ha	400	40	24	100	1000
Forma de la localidad		Disperso	Concentrado	Concentrado	Disperso	Concentrado
No. de hogares actual	hogares	28	200	200	36	270
No. de habitantes actual	habitantes	150	1.065	1.200	300	1.630
Crecimiento de la población		1% de aumento	Tendencia a disminuir	Tendencia a disminuir	Sin variaciones	Tendencia a disminuir
Principal industria		Agricultura, ganadería	Agricultura, ganadería	Agricultura, ganadería, emigración	Agricultura, trabajo a jornal	Agricultura, ganadería, emigración
Ingresos/hogar	Bs/mes/hogar	100	200	600	100	200-300
Consumo de agua actual	l/día/persona	5	10, para los fines de semana, 30	10	7	5, para los fines de semana, 20
Capacidad del depósito de agua existente	l/seg	No hay	No hay	6	No hay	30
Instalaciones de transmisión eléctrica		No hay	47 hogares reciben la electricidad	70% de los hogares reciben la electricidad	50% de los hogares reciben la electricidad	80% de los hogares reciben la electricidad
Tipo de transmisión eléctrica			Monofásico 220V	Monofásico 220V	Monofásico 220V	Trifásico 380V
Accesibilidad		Camino de montaña	Buena	Buena	Buena	Buena
Fuentes de agua existentes		Excavaciones manuales	Fozo poco profundo	Excavaciones manuales	Agua brotada del techo de ríos	Manantial, agua brotada del techo de ríos
Pozos poco profundos		No hay	20 pozos en la localidad. Profundidad 11-25m.	No hay	No hay	No hay
Organismo encargado de administración		No hay	No hay	No hay	No hay	No hay
Tasa de agua	Bs/mes					
Estado actual de suministro de agua		Para conseguir agua potable, se excavan agujeros de 1m de profundidad y se deposita el agua brotada para el consumo. Para la irrigación se aprovecha el agua que brota del lecho del arroyo	Como fuentes de agua, aparte de los pozos poco profundos de extracción manual, hay 4 pozos con la bomba manual constituidos en 1996 por CORDEOR, de los cuales están averiados 2.	Usan el agua traída de un río lejano situado a 40 km a través del canal de introducción y el agua brotada de dos hoyos excavados en los alrededores del poblado. Aunque existe un sistema de suministro de agua de río a 25 hogares a través del tanque elevado, por falta de caudal del río, no está funcionando.	De diciembre a marzo se usa el agua de río y en otros meses se excavan agujeros en el lecho del río (profundidad 1,5m, 3 lugares) y se usa el agua brotada depositándola. Los ganados también aprovechan el agua del río, por lo que no es higiénico.	En 1997 CORDETAR construyó un sistema con un pozo profundo situado a 17 km, pero debido a alta turbiedad, está abandonado sin ser utilizado. Se usa el agua acumulada en los 6 hoyos de 3-4 m de profundidad. En octubre y noviembre hay veces cuando agotan.
Instalaciones existentes		No hay	Sólo pozos poco profundos	Tanque elevado: 6m' Cañería para 25 hogares	No hay	Tanque elevado: 30m', altura 15m, Cañería para todos los hogares
Medidas a aplicar		Los pobladores no sienten la falta de agua y no solicitan la construcción de pozo profundo. No será necesaria la construcción de pozo profundo.	Es recomendable la construcción de pozo profundo, tanque elevado y toma de agua común. La cañería de distribución será a cargo de la parte boliviana.	Es recomendable la construcción de pozo profundo, tanque elevado y toma de agua común. La cañería de distribución será a cargo de la parte boliviana.	Se construyen un pozo profundo en el centro del poblado, un tanque instalado en el suelo en un monte cercano y la toma de agua común cerca del pozo. La cañería de distribución será a cargo de la parte boliviana.	Se construye un pozo profundo y se instala el tubo de bombeo hasta el tanque elevado existente. La cañería existente es utilizable.

No. de la localidad	Unidad	6	7	8	9	10
Nombre de la localidad		Quecata	Calezaya	Chojno Uma	Totoral	Penas
Nombre del cañón		Barron	San Pedro de To.	Nor Carangas	Poopo	Poopo
Condición topográfica		Llano de pampa	Llano de pampa	Llano de pampa	Ondulado	Llano de pampa
Extensión de la localidad	ha	530	10	10	20	27
Forma de la localidad		Concentrado	Concentrado	Concentrado	Concentrado	Concentrado
No. de hogares actual	hogares	145	100	80	950	100
Población actual	habitantes	900	600	400	3100	600
Crecimiento de la población		Tendencia a disminuir	-	-	-	Tendencia a disminuir
Principal industria		Agricultura, ganadería, emigración	Agricultura, ganadería	Agricultura, ganadería	Mimería, emigración	Agricultura, ganadería
Ingresos/hogar	Bs/mes/hogar	500	-	-	500	100
Consumo de agua actual	l/día/persona	20	No hay	No hay	8	15
Capacidad del depósito de agua existente	l/seg	20	No hay	No hay	20	18
Instalaciones de transmisión eléctrica		Todos los hogares reciben la electricidad	No hay	No hay	Todos los hogares reciben la electricidad	Hay
Tipo de transmisión eléctrica		Trifásico 380V	-	-	Trifásico 380V	Monofásico 220V
Accesibilidad		Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Fuentes de agua existentes		Pozo poco profundo	Manantial	Manantial	Agua del torrente montañoso, pozo poco profundo	Manantial, pozo poco profundo
Pozos poco profundos		El 75% de los hogares tienen el pozo poco profundo. Profundidad 3-5 m.	No hay	No hay	4 pozos en el poblado de los cuales uno tiene bomba manual	6 pozos con extracción manual. Profundidad 6-8 m
Organismo encargado de administración		No hay	Junta de agua	Junta de agua	Junta de agua	Junta de agua
Tasa de agua	Bs/mes	-	-	-	15	-
Estado actual de suministro de agua		La única fuente de agua son pozos poco profundos. Había un sistema de suministro de agua aprovechando un manantial, de la montaña, pero debido a la avería de la bomba de hace 6 años, está fuera de uso. Actualmente dependen de los pozos poco profundos.	En 1991 la Dirección de Saneamiento Básico construyó instalaciones de suministro de agua aprovechando la energía solar teniendo un manantial como fuente de agua.	En agosto de 1998 se completó un sistema de suministro de agua que consiste en tener un manantial como fuente de agua, enviar el agua al tanque de distribución instalado en el monte con la bomba de la energía solar y distribuir el agua.	Existe un sistema de suministro que aprovecha el torrente montañoso como fuente de agua, pero se permite utilizar sólo de enero a abril. En la estación seca, debido al agotamiento del agua, dependen sólo de los pozos poco profundos.	Existen instalaciones aprovechando un manantial de la montaña situada a 3-4km como fuente de agua, pero en la estación seca el agua se agota. Los pozos poco profundos producen poco volumen y sirven sólo 4 horas de la mañana. Los fines de semana, debido al aumento de consumo, son utilizables sólo 2 horas.
Instalaciones existentes		Tanque instalado en el suelo: 20m <sup>3</sup> Red de distribución de agua	Tanque instalado en el suelo Red de distribución de agua	Tanque instalado en el suelo Red de distribución de agua	Existen un tanque instalado en el suelo en el monte y la red de distribución en el poblado.	Tanque instalado en el suelo: 18m <sup>3</sup> Red de distribución de agua: 80% de los hogares
Medidas a aplicar		Se construye un pozo profundo y se instala el tubo de bombeo hasta el tanque de distribución existente.	Existe un sistema y el agua es suficiente, por lo que se elimina del proyecto.	Existe un sistema y el agua es suficiente, por lo que se elimina del proyecto.	Se construyen pozo profundo, tanque instalado en el suelo en la ladera del monte, tubos de bombeo desde el pozo hasta el tanque. Los tubos de distribución existentes son utilizables.	Se construyen pozo profundo, tanque instalado en el suelo en la ladera del monte, tubos de bombeo desde el pozo hasta el tanque. Los tubos de distribución existentes son utilizables.

No. de la localidad	Unidad	11	12	13	14
Nombre de la localidad		San Juan Pampa	Anocairi	Iruma	Jachuma
Nombre del cañón		Cercado	Cercado	Cercado	Cercado
Condición topográfica		Llano de pampa	Llano de pampa	Ondulado	Ondulado
Extensión de la localidad	ha	1645	1200	400	1000
Forma de la localidad		Disperso	Disperso	Disperso	Disperso
No. de hogares actual	hogares	112	80	95	65
Población actual	habitantes	600	300	800	340
Crecimiento de la población		Tendencia a aumentar	1% de aumento	10% de aumento	3% de aumento
Principal industria		Agricultura, ganadería, emigración	Agricultura, ganadería	Agricultura	Agricultura
Ingresos/hogar	Bs/mes/hogar	130	150-300	170	200-300
Consumo de agua actual	l/día/persona	12	12	10	35
Capacidad del depósito de agua existente	/seg	No hay	No hay	15	12
Instalaciones de transmisión eléctrica		Instalación prevista para noviembre de este año	Unos 70 hogares reciben la electricidad	Cada hogar recibe la electricidad	Cada hogar recibe la electricidad
Tipo de transmisión eléctrica		Monofásico 220V	Monofásico 220V	Trifásico 380V y Monofásico 220V	Trifásico 380V
Accesibilidad		Buena	Buena	Buena	Buena
Fuentes de agua existentes		Pozo poco profundo	Pozo poco profundo	Pozo poco profundo, pozo profundo	Pozo poco profundo, pozo profundo
Pozos poco profundos		70 pozos en la localidad. Profundidad 8-10m, profundidad de agua 5m.	8 pozos en el poblado de los cuales uno tiene bomba manual. Profundidad 18 m y el nivel de agua 1 m	El 70% de los hogares tienen pozo. Profundidad 15-20 m y el nivel de agua 10 m	Hay pozos poco profundos, Profundidad 13-20 m, profundidad de agua 12m
Organismo encargado de administración		No hay	No hay	Junta de agua	Junta de agua
Tasa de agua	Bs/mes	-	-	2,0	2,0
Estado actual de suministro de agua		Dependen del pozo poco profundo de cada hogar, pero en la estación seca a veces se agota el agua.	La única fuente de agua son los pozos poco profundos. En 1997 CORDEOR construyó un pozo con bomba manual, pero debido al derrumbe en el interior del orificio, cada vez se produce menos agua. Por poco número de pozos, tienen que caminar 500m para tomar el agua de pozos.	En 1994 una ayuda de Canadá (proyecto de irrigación) construyó un pozo profundo. En 1997 quedó averiada la bomba dejando el pozo fuera de uso. Actualmente dependen de los pozos poco profundos. El caudal de los ríos se mantiene durante el año y lo aprovechan para la irrigación.	En 1993 una ayuda de Canadá (proyecto de irrigación) construyó un pozo profundo. El agua bombeada del pozo profundo para la irrigación se aprovecha también como agua potable. Existen instalaciones de suministro de agua construidas por FIS. Aunque hay diferencia de presión según lugar, no se encuentra problema de falta de agua.
Instalaciones existentes		Sólo pozos poco profundos	Sólo pozos poco profundos	Pozo profundo: profundidad 60m, caudal bombeado 12 l/seg., revestimiento 8", bomba sumergible 12HP. Un tanque de 15 m <sup>3</sup> instalado en el suelo por FIS. Existe red de cañería.	Pozo profundo: profundidad 64m, caudal bombeado 25 l/seg., revestimiento 8", bomba sumergible 15HP, trifásico 380V. Un tanque de 12 m <sup>3</sup> instalado en el suelo. Existe red de cañería.
Medidas a aplicar		Es recomendable la construcción de pozo profundo, tanque elevado y toma de agua común. El lugar de perforación del pozo será dentro del terreno de la escuela. Los tubos de distribución serán a cargo de la parte boliviana.	Es recomendable la construcción de pozo profundo, tanque elevado y toma de agua común. El lugar de perforación del pozo será dentro del terreno de la escuela. Los tubos de distribución serán a cargo de la parte boliviana.	Los pobladores desean no un pozo nuevo sino sólo la instalación de una bomba nueva en el pozo profundo existente. Si es posible la instalación de una bomba nueva, podrá servirse también para el suministro del agua potable. La construcción de un nuevo pozo profundo para agua potable no es recomendable, porque significará un aumento en el pago de electricidad.	Las mínimas condiciones del suministro de agua potable están cumplidas y en la toma de agua de cada hogar se permite usar el agua potable, por lo que no es necesaria la construcción de pozo profundo en este proyecto.

No. de la localidad	Unidad	15	16	17	18
Nombre de la localidad		Camilapata	Concepción Culla	Apanaque	Machacamarca
Nombre del cantón		Cercado	San Pedro de To.	Poopo	Dalence
Condición topográfica		Llano de pampa	Llano de pampa	Llano de pampa	Llano de pampa
Extensión de la localidad	ha	1200	-	10	-
Forma de la localidad		Disperso	Concentrado	Concentrado	Concentrado
No. de hogares actual	hogares	41	80	50	680
Población actual	habitantes	300	400	300	3200
Crecimiento de la población		1% de aumento	-	-	-
Principal industria		Agricultura, ganadería	Agricultura, ganadería	Agricultura, ganadería	Agricultura
Ingresos/hogar	Bs/mes/hogar	100	-	-	-
Consumo de agua actual	l/día/persona	15	-	-	3-8
Capacidad del depósito de agua existente	l/seg	No hay	10	No hay	30
Instalaciones de transmisión eléctrica		Cada hogar recibe la electricidad	No hay	Hay	Hay
Tipo de transmisión eléctrica		Monofásico 220V	-	Monofásico 220V	Trifásico 380V
Accesibilidad		Buena	Buena	Buena	Buena
Fuentes de agua existentes		Pozo poco profundo	Manantial	Pozo poco profundo, arroyos	Río, manantial
Pozos poco profundos		40 pozos en la localidad. Profundidad 12-14m, profundidad de agua 0.5m.	No hay	1 pozo. Profundidad 8m	-
Organismo encargado de administración		No hay	No hay	No hay	Junta de agua
Tasa de agua	Bs/mes	-	-	-	2.0
Estado actual de suministro de agua		Dependen de los pozos poco profundos, pero a veces se secan en la estación seca. Tienen alta salinidad.	En 1992 se completaron instalaciones de envío de agua aprovechando la energía solar y un manantial a 4km como fuente de agua.	El pozo poco profundo produce poco agua de julio a noviembre y falta el agua.	Hace 30 años se construyeron instalaciones para traer el agua del río ubicado a 5km, pero debido a la falta de caudal, actualmente aprovechan un manantial situado a 7km. Este sistema permite suministrar el agua sólo 4 horas en la estación de lluvias y 1 hora en la estación seca.
Instalaciones existentes		Sólo pozos poco profundos	Tanque instalado en el suelo, Red de distribución de agua	Sólo pozos poco profundos	Tanque instalado en el suelo, Red de distribución de agua
Medidas a aplicar		Es recomendable la construcción de pozo profundo, tanque elevado y toma de agua común. La cañería de distribución será a cargo de la parte boliviana.	En 1992 se completaron nuevas instalaciones suministro de agua y están en operación sin ningún problema, por lo que este poblado se eliminará del objeto del proyecto.	Es recomendable la construcción de pozo profundo, tanque elevado y toma de agua común. La cañería de distribución será a cargo de la parte boliviana.	Es recomendable la construcción de pozo profundo y tanque elevado. Los tubos de distribución existentes son utilizables.

	19	20	Total
No. de la localidad			
Nombre de la localidad	Santiago de Andamarca	Belem de Andamarca	
Nombre del cantón	Sur Carangas	Sur Carangas	
Condición topográfica	Llano de pampa	Llano de pampa	
Extensión de la localidad	ha	-	
Forma de la localidad	Concentrado	Concentrado	3.792
No. de hogares actual	400	80	18.485
Población actual	2.000	300	
Crecimiento de la población	-	-	
Principal industria	Agricultura	Agricultura	
Ingresos/hogar	-	-	
Consumo de agua actual	-	15	
Capacidad del depósito de agua existente	5	15	
Instalaciones de transmisión eléctrica	Hay	No hay	
Tipo de transmisión eléctrica	Monofásico 220V	-	
Accesibilidad	Buena	Buena	
Fuentes de agua existentes	Arroyos montañosos	Pozo poco profundo	
Pozos poco profundos	No hay	-	
Organismo encargado de administración	Junia de agua	No hay	
Tasa de agua			
Estado actual de suministro de agua	Es/mes		
	En 1985 CARE construyó un sistema de suministro de agua aprovechando arroyos montañosos, pero debido a la falta de agua en la fuente en la estación seca, sólo utilizable 1 hora diaria.	Tanque de distribución de agua: 5 m <sup>3</sup> Cañería de distribución: suministra a 370 hogares.	Tanque de distribución de agua: 5 m <sup>3</sup> Cañería de distribución: 2 lugares
Instalaciones existentes	Es recomendable la construcción de pozo profundo y tanque elevado. Los tubos de distribución existentes son utilizables.	Es recomendable la construcción de pozo profundo. El tanque de distribución existente es utilizable.	
Medidas a aplicar			