

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO

SECRETARIA NACIONAL DE PARTICIPACION POPULAR

SUB-SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO

DIRECCION GENERAL DE SANITAMIENTO BASICO (DINABAS)

REPUBLICA DE BOLIVIA

ESTUDIO DE DESARROLLO DE  
AGUAS SUBTERRANEAS EN AREAS RURALES  
DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA

INFORME FINAL

INFORME PRINCIPAL

June 23, 1996

JICA LIBRARY



J1131608(0)

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY CENTER (ETC) LTD.

〒100 0001 TOKYO, JAPAN



AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

MINISTERIO DE DESARROLLO HUMANO  
SECRETARIA NACIONAL DE PARTICIPACION POPULAR  
SUB-SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO  
DIRECCION NACIONAL DE SANEAMIENTO BASICO (DINASBA)  
REPUBLICA DE BOLIVIA

**ESTUDIO DE DESARROLLO DE  
AGUAS SUBTERRANEAS EN AREAS RURALES  
DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

**INFORME FINAL**

**INFORME PRINCIPAL**

Junio de 1996

**ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIC CONSULTANT CO., LTD.  
SUMIKO CONSULTANTS CO., LTD.**



1131608{0}

## PROLOGO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia, el Gobierno de Japón ha decidió llevar adelante el Estudio de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Áreas Rurales y confió el Estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Bolivia un equipo de estudio encabezado por el Sr. Kenichi Takashima de Environmental Technologic Consultant Co., Ltd., y compuesto por el personal miembros de Environmental Technologic Consultant Co., Ltd. y SUMIKO Consultants Co., Ltd., (tres veces entre octubre de 1994 y marzo de 1996.)

El equipo sostuvo discusiones con las autoridades comprometidas del Gobierno de Bolivia, y dirigió estudios de campo en el área del estudio. Después de que el equipo volvió a Japón, se hicieron estudios más amplios y se preparó el presente informe.

Espero que este informe contribuyera con la promoción del proyecto y al perfeccionamiento de las relaciones amistosas entre nuestros dos países.

Quiero expresar mi apreciación sincera a las autoridades concernientes del Gobierno de la República de Bolivia por su cooperación estrecha concedida al equipo.

Junio de 1996



Kimio Fujita  
Presidente  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

[Faint, illegible text covering the majority of the page, likely bleed-through from the reverse side.]



Junio de 1996

Señor Kimio Fujita  
Presidente de la  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón  
Tokyo, Japón

Estimado Señor Kimio Fujita,

### Nota de Comunicación

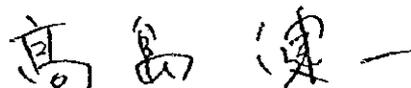
Tenemos el agrado de someter ante usted el informe final del Estudio de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Áreas Rurales en la República de Bolivia.

El estudio fue conducido por las empresas Environmental Technologic Consultant Co. , Ltd. y SUMIKO Consultants Co. Ltd., bajo un contrato de JICA por 21 meses desde octubre de 1994. Dirigimos el estudio de campo en tres oportunidades sosteniendo conversaciones con autoridades concernientes de Bolivia, llevando a cabo estudios de campo, desarrollando la Base de Datos de Aprovechamiento de Agua para los Departamentos de Chuquisaca, Oruro, Tarija, Santa Cruz y cuatro Provincias de La Paz con una estrecha cooperación por parte de ellos y formulando las estrategias regionales de desarrollo de aguas subterráneas basado en la Base de Datos. También hemos llevado a cabo proyectos piloto incluyendo pozos perforados de investigación, construcción de instalaciones de abastecimiento de agua, educación en operación y administración y educación sanitaria.

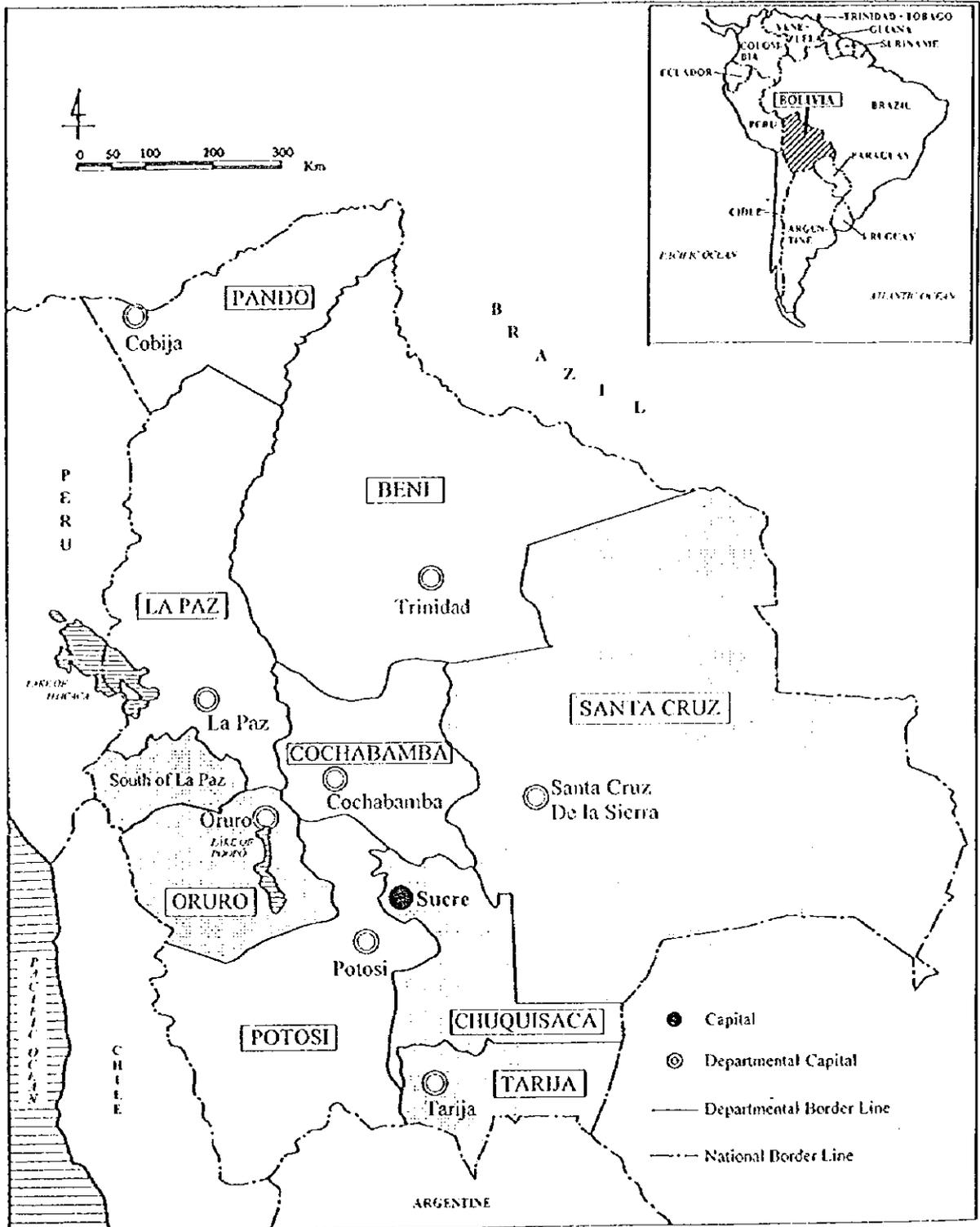
Queremos aprovechar esta ocasión para expresar nuestro sincero agradecimiento a su Agencia, al Ministerio de Relaciones Exteriores y otras autoridades concernientes. Asimismo deseamos expresar nuestro profundo reconocimiento al Ministerio de Desarrollo Humano, a las cinco Prefecturas y a las autoridades concernientes así como nuestra satisfacción a la Embajada de Japón en Bolivia y la Oficina de JICA Bolivia por la estrecha cooperación y asistencia que nos proporcionaron durante nuestro estudio de campo.

Finalmente, esperamos que este informe contribuya con la promoción del desarrollo de las aguas subterráneas y el mejoramiento de la salud pública y las condiciones de vida en las áreas rurales de la República de Bolivia.

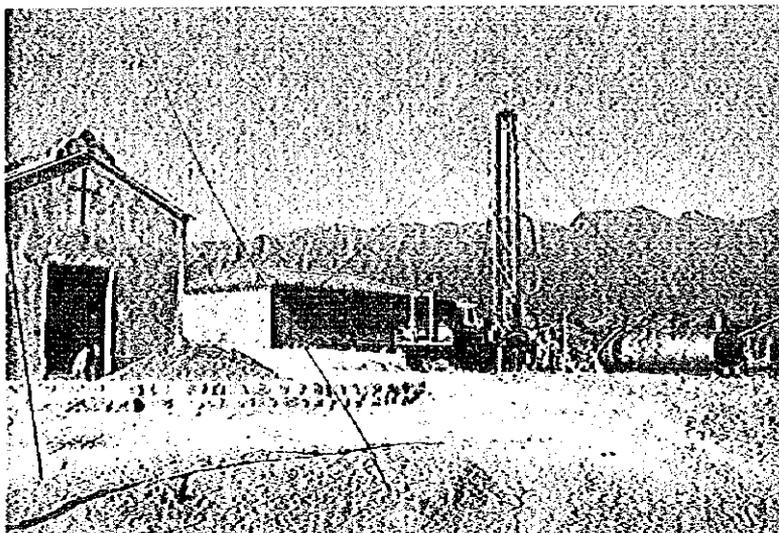
Sinceramente suyos;



Kenichi Takashima  
Líder del Equipo  
Estudio de Desarrollo de Aguas Subterráneas  
en Áreas Rurales de la República de Bolivia.



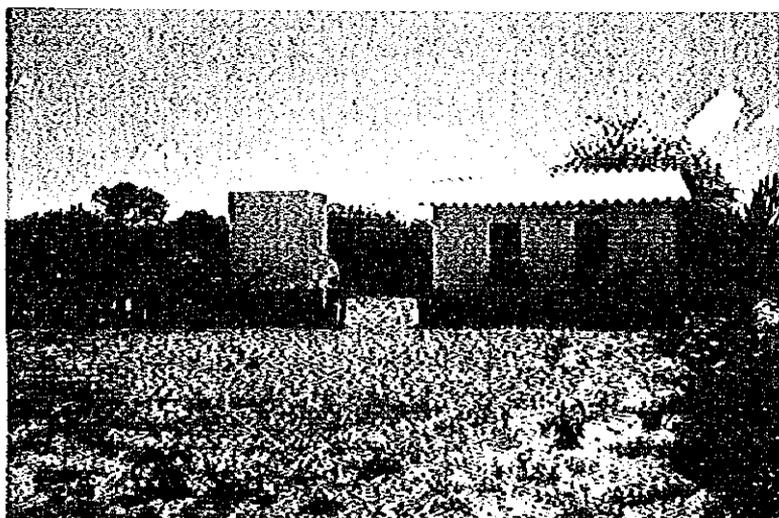
Mapa de Ubicación del Área de Estudio



Perforación de Pozo de Investigación (La Choza)



Prueba de Bombeo (Patacamaya)



Proyecto Piloto : "Sistema de Aprovisionamiento de Agua" (Campo León)

## RESUMEN DEL PROYECTO

### 1. Perfil del Estudio

El Estudio de Desarrollo de Aguas Subterráneas en áreas rurales fue efectuado para formular estrategias regionales de desarrollo de aguas subterráneas basadas en la Base de Datos de Aproveccionamiento de Agua (BADAA) para los Departamentos de Chuquisaca, Oruro, Tarija, Santa Cruz y la región Sur del Departamento de La Paz. Además, se ejecutaron proyectos pilotos, para estudiar la factibilidad del proyecto de desarrollo de aguas subterráneas, en cuatro bloques de aprovisionamiento de agua.

### 2. Condiciones del Abastecimiento de Agua en el Área de Estudio

El Área del Estudio cubre aproximadamente 532.000 km<sup>2</sup>, que representa el 48,5 por ciento del territorio total del país. La población en el Área de Estudio incluyendo las ciudades capitales de Departamento es de 2,57 millones de habitantes que representa un 40,1 por ciento de la población total del país de acuerdo al Censo de 1992.

De acuerdo a la Base de Datos de Abastecimiento de Agua, en el cual fueron preparados los temas de bloques de aprovisionamiento de agua con población mayor a 50 habitantes, (mas de 120 habitantes para el caso de Santa Cruz), el número de los bloques de aprovisionamiento de agua en el Área de Estudio es de 4.265 y la población total es de 1,4 millones de habitantes como se muestra en la Tabla 1. La cobertura actual del abastecimiento de agua representa el 82 por ciento en el área urbana y el 23 por ciento en el área rural. El 71 por ciento de todos los bloques no tienen sistemas de agua.

Existe una gran diferencia en el servicio de abastecimiento de agua entre las áreas urbana y rural de Bolivia. Las comunidades rurales sin ningún sistema de abastecimiento de agua constituyen una abrumadora mayoría en el área rural donde la escasez de agua es crítica.

Tabla 1 Situación Actual de Abastecimiento de agua en el Área de Estudio

Departamento	Población	Cobertura actual (%)			# de bloques por coberturas actuales			
		Urbano	Rural	Total	>=60%	<60%	0%	Total
Chuquisaca	289.129	88,5	16,4	19,6	131	135	957	1.223
Sur de La Paz	126.277	26,0	16,4	17,0	51	39	672	762
Oruro	137.448	63,3	21,3	33,0	62	129	353	544
Tarija	200.158	88,8	36,8	54,8	158	133	220	511
Santa Cruz	652.135	83,8	26,4	51,5	221	186	818	1.225
Total	1.405.147	81,7	23,3	40,5	623	622	3.020	4.265

Nota: Basado en la base de datos. El área urbana son comunidades con mayores de 2.000 Hab.

La gran causa del retraso de los servicios de abastecimiento de agua en el área rural parece ser la dificultad de desarrollar fuentes de agua. De igual manera existen sistemas de aprovisionamiento de agua con fuentes tradicionales tales como ríos, atajados, vertientes y pozos superficiales, que tienen problemas de insuficiencia del volumen de dotación y mala calidad, especialmente en la estación seca.

Como el agua subterránea es realmente buena con términos de potencialidad de desarrollo en el Área de Estudio, se espera promover los proyectos de desarrollo de aguas subterráneas, los cuales están siendo retrasados debido a la falta de equipamiento, recursos económicos y tecnología.

### **3. Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua (BADAA)**

La base de datos de aprovisionamiento de agua es un sistema de recopilación, procesamiento y de manejo de una gran cantidad de datos relacionados con la situación socioeconómica, condiciones de abastecimiento de agua y saneamiento de cada bloque de dotación de agua, existiendo sistemas de agua y pozos. El número de datos recopilados e introducidos es de 4.265 registros, en materia de bloques con sistemas de aprovisionamiento de agua, 890 registros para sistemas de agua y 808 registros para pozos. Los datos numéricos consisten en 254 ítems, 12 tipos de datos gráficos y 175 perfiles de columna geográfica de pozos que fueron recopilados.

### **4. Estrategias de Desarrollo de Aguas Subterráneas**

Las estrategias de desarrollo de aguas subterráneas, están orientados al abastecimiento estable de agua doméstica de comunidades rurales, fue formulado a través de la conducción de casos de estudio para examinar las metas de cobertura del abastecimiento de agua, las estrategias de implementación de proyectos y los tipos de proyectos. Basados en los resultados de los casos de estudio, los proyectos propuestos fueron seleccionados y fue establecido el programa de implementación.

#### **1) Metas del Plan**

El año horizonte está considerado para el año 2.000 y la culminación del proyecto en cinco años. La cobertura meta del abastecimiento de agua esta definida respectivamente para cada Departamento, dividiendo entre las áreas urbana y rural. El índice de la cobertura meta en el Área de Estudio esta dado como 89 por ciento para el área urbana, 37 por ciento para el área rural y 54 por ciento en promedio, lo cual significa un incremento de 13,5 por ciento de la cobertura actual que es de 40,5 por ciento.

#### **2) Proyectos Propuestos**

El número total de bloques seleccionados por el proyecto propuesto es de 456 bloques en cinco Departamentos tal como se muestra en la Tabla 2. La población beneficiaria representa el 16

por ciento de la población total del Área de Estudio. Nueve conjuntos de equipos de perforación, son requeridos para completar todos los trabajos de perforación para los cinco años.

**Tabla 2 Síntesis de Proyectos Propuestos**

Departamento	Pob.Total (Año 2000)	Cobertura objetivo (%)			# bloques objetivo	Población beneficiada	# de Equipos
		Urbano	Rural	Total			
Chuquisaca	312.073	90	30	33	98	57.295	2
Sur de La Paz	119.750	80	30	34	46	19.957	1
Oruro	139.800	80	40	51	72	31.009	1
Tarija	245.262	90	50	65	85	35.128	2
Santa Cruz	794.792	90	40	62	155	112.396	3
<b>Total</b>	<b>1.611.677</b>	<b>89</b>	<b>38</b>	<b>54</b>	<b>456</b>	<b>255.785</b>	<b>9</b>

*Nota: La cantidad de equipos indica la unidades requeridas para la conclusión de los trabajos de perforación de pozos dentro de los 5 años.*

### 3) Organización del Proyecto de Implementación

Cada Prefectura puede ser la entidad a cargo de la perforación de pozos para los proyectos propuestos. Como para la construcción de los sistemas de abastecimiento de agua, está asegurado que algunos municipios podrían ser las organizaciones responsables a nombre de la Prefectura. La operación y mantenimiento de los sistemas de agua pueden estar a cargo de las comunidades beneficiarias a través del Comité de Agua bajo el control y supervisión de las Prefecturas.

### 4) Costos Estimados

La adquisición del equipamiento de perforación, los trabajos de perforación de un año y la transferencia de tecnología se ejecutarán con la ayuda en donación o cooperación internacional. Los costos del Proyecto para la implementación de los proyectos propuestos son estimados como se muestra en la Tabla 3. Los costos totales en cinco Departamentos alcanzan a \$us. 71,3 millones, de las cuales \$us. 39,5 millones corresponden a fondos externos y \$us. 31,8 millones serán ejecutados por el presupuesto interno.

### 5) Programa de Implementación del Proyecto

Los bloques de abastecimiento de agua con mayor población, baja cobertura de provisión de agua y con facilidad en la perforación de pozos se asume que tiene altas prioridades. El programa de implementación del proyecto fue formulado en consideración a la política de que el Proyecto empezará desde el área donde muchos bloques de aprovisionamiento de agua tienen la primera prioridad y fácil accesibilidad y gradualmente se extenderá a las áreas circundantes. Posteriormente, tomando en consideración el periodo anual de perforación y los costos, el cronograma de los trabajos de perforación fue modificado como se muestra en la Tabla - 4.

**Tabla - 3 Costo Estimado del Proyecto (Unidad: en millones de \$us)**

Departamento	Monto de Inversión			Detalles de costos del programa			
	Externo	Interno	Total	Adq.equipo	Eq.sistema	Perf.pozo	Const.sistema
Chuquisaca	9,0	6,9	15,9	7,8	3,2	2,0	2,9
Sur de La Paz	4,5	3,0	7,5	4,1	1,4	1,0	1,0
Oruro	5,7	4,4	10,1	4,2	2,3	2,0	1,6
Tarija	9,0	5,4	14,4	7,8	2,7	2,1	1,8
Santa Cruz	11,3	12,1	23,4	9,6	4,8	3,8	5,6
<b>Total</b>	<b>39,5</b>	<b>31,8</b>	<b>71,3</b>	<b>33,5</b>	<b>14,5</b>	<b>10,4</b>	<b>12,9</b>

*Nota La adquisición de equipos y obras de perforación del primer año se efectuarán con fondos externos y las obra del sistema obras de perforación a partir del segundo año con fondos internos de Bolivia. Los equipos del sistema, incluyen la adquisición de tubería, filtros, bombas y generador eléctrico.*

**Tabla - 4 Resumen del Plan de Perforaciones por Año**

Departamento		1 <sup>er</sup> Año	2 <sup>do</sup> Año	3 <sup>er</sup> Año	4 <sup>to</sup> Año	5 <sup>to</sup> Año	Total
Chuquisaca	# de Bloques	19	28	20	20	11	98
	Long.Perfor.	1.300	2.050	2.300	3.000	2.950	11.600
Sur de La Paz	# de Bloques	7	14	9	9	7	46
	Long.Perfor.	450	1.000	1.350	1.450	1.200	5.450
Oruro	# de Bloques	16	19	16	13	8	72
	Long.Perfor.	1.950	1.900	2.400	2.050	2.100	10.400
Tarija	# de Bloques	14	19	21	16	15	85
	Long.Perfor.	1.550	2.600	2.450	2.900	3.250	12.750
Santa Cruz	# de Bloques	20	36	40	39	20	155
	Long.Perfor.	2.100	4.350	4.600	4.500	5.100	20.650
<b>Total</b>	# de Bloques	<b>76</b>	<b>116</b>	<b>106</b>	<b>97</b>	<b>61</b>	<b>456</b>
	Long.Perfor.	<b>7.350</b>	<b>11.900</b>	<b>13.100</b>	<b>13.900</b>	<b>14.600</b>	<b>60.850</b>

*Nota En cada departamento las obras de perforación serán concluidas en 5 años.*

## 5. Estudio de Factibilidad de los Proyectos Piloto

Los proyectos pilotos consisten de la prospección geofísica, perforación de pozos de investigación (en 9 lugares), construcciones de sistemas de abastecimiento de agua, educación en operación y mantenimiento y educación sanitaria en cuatro comunidades. La Tabla 5 muestra la población y los resultados de las perforaciones de pozos de investigación en las comunidades de proyectos pilotos. La demanda de agua en cada comunidad puede ser cubierta suficientemente con los caudales obtenidos de los pozos de prueba.

Luego de la formulación de los planes de abastecimiento de agua utilizando los pozos de investigación en cada comunidad, los costos del proyecto fueron estimados para analizar la factibilidad de los planes.

**Tabla - 5 Resumen del Estudio de Perforación de Prueba en las Comunidades de Proyectos Pilotos**

Departamento	Nombre de la comunidad	Población (Hab.)	Profundidad (m)	Caudal (l/seg.)	Niv.estático (m)	Niv.dinámico (m)
Chuquisaca	Campo León	237	411	2,25	190,0	282,9
Oruro	Corque	1.558	100	2,00	6,5	26,1
Tarija	La Choza	371	127	7,55	(Surgente)	-
Santa Cruz	San Carlos	480	260	10,00	57,5	93,0

Como los costos de construcción se estima que sobrepasan las capacidades de cada comunidad, los sistemas de agua podrán ser construidos con inversión pública.

Los costos requeridos para la operación y mantenimiento diarios son estimados dentro de los límites de capacidad de pago de tarifas de agua por parte de las comunidades aun en el caso mas critico que es el de Campo León. Por otra parte, el financiamiento externo es tan indispensable para la sustentabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua y a largo plazo las Prefecturas establecerán los sistemas de soporte de la operación y mantenimiento con el concurso de los municipios y de servicios privados.

#### 6. Recomendaciones

- 1) Los proyectos de desarrollo de aguas subterráneas deben ser realizados tan pronto como sea posible para cubrir la demanda de agua en comunidades rurales y contribuir en el mejoramiento de la salud pública y las condiciones de vida del área rural. El Gobierno central y cada Prefectura tomarán el liderazgo y otorgarán a las autoridades concernientes la promoción de los proyectos.
- 2) El gobierno central y las Prefecturas poseen la gran voluntad y capacidad para implementar los proyectos continuamente a largo plazo. Si se efectiviza la cooperación internacional será ejecutada en la adquisición de equipamiento de perforación y la asistencia técnica, se asume la factibilidad de los proyectos porque las inversiones internas pueden ser ejecutadas dentro de las capacidades financieras del Gobierno, Prefecturas y Municipios. Se espera que el proceso de reorganización y descentralización de las ex-CORDE's a las Prefecturas será efectuado levemente y el sector de saneamiento básico será fortalecido apropiadamente. Además, se evalúa que los proyectos tienen validez razonable en cuanto a operación y mantenimiento.
- 3) La entidad de implementación de los proyectos, es recomendado que sea cada Prefectura, porque sus principales objetivos son las comunidades dispersas del área rural. Cada Prefectura debería establecer el sistema de implementación del proyecto y las fundaciones financieras conjuntamente

el perfeccionamiento de la organización, asegurando la estabilidad funcionaria del personal y mejorando el nivel técnico.

- 4) Las Prefecturas deberían explicar el proyecto y los compromisos de la comunidad beneficiaria, promover la participación activa comunitaria en todos los procesos del proyecto. El sistema de abastecimiento de agua debería ser mantenido independientemente por la comunidad bajo el control y supervisión de las Prefecturas. Con la ejecución de la capacitación en operación y mantenimiento y del programa de educación sanitaria, la Prefectura establecería y fortalecería el la sustentación del sistema. La participación de la mujer es requerida en la planificación del abastecimiento de agua.
- 5) El sistema de administración de la información debería estar establecido para monitorear las condiciones del abastecimiento de agua en las comunidades rurales. La base de datos de aprovisionamiento de agua debería ser extendida y aplicada en la planificación y administración de los sistemas de agua del proyecto de desarrollo de aguas subterráneas con los esfuerzos necesarios para actualizar los datos.

PROLOGO	
NOTA DE COMUNICACION	
MAPA DE UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO	
FOTOGRAFIAS	
RESUMEN DEL PROYECTO	
CONTENIDO	
LISTA DE TABLAS	
LISTA DE FIGURAS	
ABREVIACIONES	

## INFORME FINAL CONTENIDO

<b>CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1-1</b>
1.1 Antecedentes del Estudio.....	1-1
1.2 Objetivos del Estudio.....	1-1
1.3 Área de Estudio.....	1-2
1.4 Alcance y Cronograma del Estudio.....	1-3
1.5 Organización del Estudio.....	1-5
<b>CAPITULO 2 PERFIL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>2-1</b>
2.1 Condiciones Socioeconómicas.....	2-1
2.1.1 Aspectos Generales.....	2-1
2.1.2 Población.....	2-4
2.1.3 Aspectos Económicos.....	2-11
2.1.4 Educación y Vida Social.....	2-12
2.1.5 Salud y Saneamiento.....	2-16
2.2 Contextos Organizacional e Institucional del Sector.....	2-20
2.2.1 Perfil General del Sector Saneamiento Básico.....	2-20
2.2.2 Estructura Institucional de Saneamiento Básico Rural.....	2-22
2.2.3 Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento.....	2-42
2.2.4 Problemas y Perspectivas Organizacionales e Institucionales.....	2-46
2.3 Estado Actual del Abastecimiento de Agua.....	2-58
2.3.1 Perfil Estadístico.....	2-58
2.3.2 Sistema de Abastecimiento de Agua.....	2-78
<b>CAPITULO 3 BASE DE DATOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Perfil de la Base de Datos para el Aprovechamiento de Agua.....	3-1
3.1.1 Breve Introducción de Importantes Base de Datos Usadas en Bolivia.....	3-1
3.1.2 Objetivos de la Base de Datos para Provisión de Agua.....	3-2

3.2	Desarrollo de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua.....	3-3
3.2.1	Estructura de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua .....	3-3
3.2.2	Composición de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua .....	3-7
3.2.3	Recolección de Datos Numéricos.....	3-9
3.2.4	Introducción de Datos Numéricos.....	3-10
3.2.5	Exactitud de Datos.....	3-11
3.2.6	Procesamiento de Datos Gráficos .....	3-16
3.2.7	Desarrollo del Programa de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua .....	3-17
3.3	Uso y Mantenimiento de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua .....	3-20
3.3.1	Uso de la Base de Datos.....	3-20
3.3.2	Operación y Mantenimiento de la Base de Datos.....	3-24
3.3.3	Expansión del Uso de la Base de Datos a Otros Departamentos de Bolivia .....	3-25
3.4	Recomendaciones Concernientes a la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua .....	3-26
<b>CAPÍTULO 4 INVESTIGACIÓN HIDROGEOLÓGICA.....</b>		<b>4-1</b>
4.1	Condiciones Naturales .....	4-1
4.1.1	Fisiografía .....	4-1
4.1.2	Geología .....	4-5
4.1.3	Sistemas Hídricos .....	4-10
4.1.4	Meteorología.....	4-12
4.1.5	Hidrogeología .....	4-16
4.2	Estudios de Campo.....	4-23
4.2.1	Prospección Geofísica .....	4-23
4.2.2	Las Perforaciones de Prueba .....	4-58
4.3	Potencial de Desarrollo para Aguas Subterráneas .....	4-70
4.3.1	Desarrollo de Aguas Subterráneas Pasados.....	4-70
4.3.2	Evaluación del Potencial de Desarrollo de Aguas Subterráneas .....	4-76
4.3.3	Condiciones para Desarrollo de Aguas Subterráneas.....	4-83
4.4	Calidad del Agua .....	4-85
4.4.1	Estándares de Calidad del Agua.....	4-85
4.4.2	Calidad del Agua en el Area de Estudio .....	4-91
4.4.3	Condiciones Actuales de la Calidad de Agua Doméstica.....	4-94
4.4.4	Evaluación de la Calidad del Agua Subterránea .....	4-99
4.4.5	Análisis de la Calidad del Agua para Pozos de Investigación.....	4-105
4.5	Condiciones Ambientales.....	4-107
4.5.1	Ambiente Natural y Polución.....	4-107
4.5.2	Examinación del Medio Ambiente Inicial.....	4-109
4.5.3	Términos de Referencia sobre Estudios de Impacto Ambiental .....	4-113
4.5.4	Valoración del Impacto Ambiental para los Proyectos Piloto.....	4-113

<b>CAPITULO 5 ESTRATEGIAS REGIONALES DE DESARROLLO DE AGUAS</b>	
<b>SUBTERRÁNEAS.....</b>	<b>5-1</b>
<b>5.1 Objetivos y Conceptos Básicos .....</b>	<b>5-1</b>
5.1.1 Objetivos .....	5-1
5.1.2 Conceptos Básicos .....	5-1
<b>5.2 Proyección del Plan.....</b>	<b>5-5</b>
5.2.1 Año de Proyección .....	5-5
5.2.2 Cobertura de Provisión de Agua Proyectada .....	5-5
5.2.3 Proyección del Servicio de Provisión de Agua .....	5-6
5.2.4 Calidad de Agua Proyectada.....	5-6
<b>5.3 Aproximación de las Estrategias.....</b>	<b>5-7</b>
5.3.1 Construcción de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua .....	5-7
5.3.2 Clasificación de los Bloques de Provisión de Agua.....	5-7
5.3.3 Alternativa de Estudio de Implementación de Proyecto.....	5-9
<b>5.4 Proyecto Propuesto.....</b>	<b>5-21</b>
5.4.1 Selección de Bloques Objetivo para el Plan.....	5-21
5.4.2 Forma del Proyecto .....	5-38
5.4.3 Organización para la Implementación .....	5-39
5.4.4 Cantidades de Equipamiento y Costo del Proyecto .....	5-39
5.4.5 Preparación del Cronograma del Proyecto.....	5-40
<b>CAPITULO 6 IMPLEMENTACION DEL PROYECTO PILOTO.....</b>	<b>6-1</b>
<b>6.1 Resumen de Proyecto Piloto en las Comunidades.....</b>	<b>6-1</b>
6.1.1 Generalidades.....	6-1
6.1.2 Situación Socioeconómica y Condiciones Sanitarias.....	6-3
<b>6.2 Construcción de Instalaciones de Prueba .....</b>	<b>6-4</b>
6.2.1 Resumen de los Trabajos Construcción.....	6-4
6.2.2 Resumen de las Instalaciones de Proyecto Piloto .....	6-5
6.2.3 Procedimientos y Problemas .....	6-13
<b>6.3 Taller-Trabajo .....</b>	<b>6-15</b>
6.3.1 Resumen de los Talleres-Trabajo.....	6-15
6.3.2 Procedimiento y Problemas.....	6-17
<b>6.4 Estudios Pilotos.....</b>	<b>6-19</b>
6.4.1 Educación sobre la Operación y Mantenimiento de Sistemas de Dotación de Agua .....	6-19
6.4.2 Educación Sanitaria e Higiene .....	6-23
6.4.3 Involucramiento de la mujer en proyectos piloto.....	6-38

<b>CAPÍTULO 7 PLAN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA PROYECTO PILOTO.....</b>	<b>7-1</b>
<b>7.1 Generalidades .....</b>	<b>7-1</b>
<b>7.2 Diseño de las Instalaciones de Dotación de Agua .....</b>	<b>7-1</b>
7.2.1 Campo León (Chuquisaca).....	7-1
7.2.2 Corque (Oruro).....	7-3
7.2.3 La Choza (Tarija).....	7-5
7.2.4 San Carlos (Santa Cruz).....	7-7
<b>7.3 Estimación de Costos y Factibilidad del Proyecto.....</b>	<b>7-9</b>
7.3.1 Costo del Proyecto.....	7-9
7.3.2 Costo de Operación y Mantenimiento .....	7-11
7.3.3 Factibilidad del Plan de Abastecimiento de Agua .....	7-12
<b>CAPITULO 8 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>8-1</b>
<b>8.1 Resumen de la Proyecto.....</b>	<b>8-1</b>
<b>8.2 Cronograma de Ejecución .....</b>	<b>8-1</b>
<b>8.3 Plan de Abastecimiento de Agua.....</b>	<b>8-2</b>
8.3.1 Políticas Básicas .....	8-2
8.3.2 Volumen de Agua Planificado .....	8-3
8.3.3 Plan de Instalaciones.....	8-4
8.3.4 Plan de Construcción de Instalaciones.....	8-9
<b>8.4 Plan de Construcción de Pozos .....</b>	<b>8-9</b>
8.4.1 Políticas Básicas .....	8-9
8.4.2 Plan de Perforación de Pozos.....	8-9
8.4.3 Adquisición de Equipamiento para Perforación de Pozos.....	8-15
<b>8.5 Programa del Régimen Organizacional.....</b>	<b>8-16</b>
8.5.1 Criterios Básicos.....	8-16
8.5.2 Entidad Ejecutora.....	8-17
8.5.3 Organización Institucional.....	8-19
8.5.4 Desarrollo de Recursos Humanos .....	8-27
8.5.5 Planificación e Ingeniería .....	8-35
8.5.6 Prioridad de Desarrollo por Departamento.....	8-36
<b>8.6 Programa de Operación y Mantenimiento .....</b>	<b>8-38</b>
8.6.1 Criterios Básicos.....	8-38
8.6.2 Administración de las Actividades de Perforación de Pozos.....	8-38
8.6.3 Operación y Mantenimiento de Sistemas de Abastecimiento de Agua .....	8-39
8.6.4 Programa de Educación Comunitaria.....	8-41
<b>8.7 Plan de Inversión .....</b>	<b>8-42</b>

<b>CAPITULO 9 EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>9-1</b>
<b>9.1 Evaluación Social.....</b>	<b>9-1</b>
<b>9.2 Evaluación Técnica y Organizacional.....</b>	<b>9-2</b>
<b>9.3 Evaluación Económica Financiera.....</b>	<b>9-3</b>
<b>9.4 Evaluación de Impacto Ambiental.....</b>	<b>9-3</b>
<b>9.5 Evaluación General.....</b>	<b>9-3</b>
<b>CAPITULO 10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>10-1</b>
<b>10.1 Conclusiones.....</b>	<b>10-1</b>
10.1.1 Necesidad del Desarrollo de Aguas Subterráneas .....	10-1
10.1.2 Posibilidad del Desarrollo de Aguas Subterráneas .....	10-2
10.1.3 Estrategias Regionales de Desarrollo de Aguas Subterráneas.....	10-3
10.1.4 Establecimiento del Plan de Implementación del Proyecto.....	10-5
<b>10.2 Recomendaciones .....</b>	<b>10-6</b>
10.2.1 Criterios Básicos de la Ejecución del Proyecto .....	10-6
10.2.2 Desarrollo, Control y Conservación de Recursos de Aguas Subterráneas.....	10-7
10.2.3 Participación de los Comunarios y Participación de la Mujer.....	10-7
10.2.4 Consideraciones Ambientales y Salud Publica.....	10-8
10.2.5 Planificación, Implementación y Fortalecimiento de la Entidades Ejecutoras.....	10-8
10.2.6 Administración de Información .....	10-9

REFERENCIA

**Tipo de Cambio (Marzo, 1996)**

1 Dólar Americano =	105 Yen
1 Dólar Americano =	5,0 Bolivianos
1 Boliviano =	21 Yen

## Lista de Tablas

Tabla 1-3-1	Perfil del Área de Estudio .....	1-2
Tabla 2-1-1	División Administrativa .....	2-3
Tabla 2-1-2	Perfil Demográfico del Área de Estudio.....	2-5
Tabla 2-1-3	Distribución de Bloques por Grupos de Población .....	2-7
Tabla 2-1-3	Evolución del PIB y Tasa de Inflación.....	2-11
Tabla 2-1-5	Otros Indicadores Macro-Económicos.....	2-11
Tabla 2-1-6	Tasa de Analfabetismo.....	2-12
Tabla 2-1-7	Nivel de Instrucción.....	2-14
Tabla 2-1-8	Principales Idiomas.....	2-15
Tabla 2-1-9	Principales Religiones en el Área Rural.....	2-16
Tabla 2-1-10	Mortalidad Infantil en el Sector Rural .....	2-16
Tabla 2-1-11	Casos y Muertes por Cólera en Bolivia.....	2-17
Tabla 2-1-12	Clasificación de la pobreza -1988.....	2-18
Tabla 2-1-13	Ingreso Familiar Mensual en 4 Ciudades de Bolivia para 1990 .....	2-18
Tabla 2-1-14	Número de Viviendas con Ocupantes Presentes con o sin Servicio Sanitario.....	2-19
Tabla 2-2-1	Personal en DINASBA y SNAU en los Últimos años.....	2-24
Tabla 2-2-2	Número de Personal de las CORDE's antes y después de la Nueva Ley .....	2-31
Tabla 2-2-3	Montos de Inversión de las CORDE's .....	2-32
Tabla 2-2-4	Proyectos con Cooperación Externa Relacionados al Desarrollo de Aguas Subterráneas.....	2-39
Tabla 2-2-5	Principales Cambios en el Sector de Saneamiento Básico por la Ley de Participación Popular.....	2-46
Tabla 2-2-6	Principales Cambios en el Sector de Saneamiento Básico por Decreto Supremo No. 23792.....	2-47
Tabla 2-2-7	Principales Cambios en el Sector de Saneamiento Básico por Decreto Supremo No. 23813 .....	2-48
Tabla 2-2-8	Principales cambios en el Sector de Saneamiento Básico por Ley No. 1654.....	2-49
Tabla 2-2-9	Cambios en el Sector Saneamiento Básico por el Decreto Supremo No. 24134.....	2-49
Tabla 2.2.10	Cambios en el Sector de Saneamiento Básico por el Decreto Supremo No. 24206 .....	2-50
Tabla 2-3-1	Cambios en la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Total País.....	2-58
Tabla 2-3-2	Cambios en la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Chuquisaca .....	2-59
Tabla 2-3-3	Cambios en la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Sur de La Paz.....	2-60
Tabla 2-3-4	Cambios en la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Oruro.....	2-61
Tabla 2-3-5	Cambios en la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Tarija.....	2-62
Tabla 2-3-6	Cambios en la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Santa Cruz.....	2-63
Tabla 2-3-7	Cobertura de Abastecimiento de Agua en el Área de Estudio para 1992 .....	2-64
Tabla 2-3-8	Numero de Bloques y su Población Total por Cobertura de Agua .....	2-68
Tabla 2-3-9	Distribución de Grupo Poblacional de Bloques cuya Cobertura es menor a 60% .....	2-69
Tabla 2-3-10	Distribución de Grupo Poblacional de Bloques cuya Cobertura es mayor a 60%.....	2-70
Tabla 2-3-11	Distribución de Bloques por Tamaño de Población y Cobertura de Agua .....	2-71
Tabla 2-3-12	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en Chuquisaca.....	2-72
Tabla 2-3-13	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en el Sur de La Paz.....	2-73
Tabla 2-3-14	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en Oruro .....	2-74
Tabla 2-3-15	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en Tarija .....	2-75
Tabla 2-3-16	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en Santa Cruz.....	2-76

Tabla 2-3-17	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en toda el Área de Estudio .....	2-77
Tabla 2-3-18	Resumen de Datos de Sistemas de Agua Potable .....	2-79
Tabla 3-2-1	Principales Fuentes de Información Utilizadas por las CORDE's .....	3-10
Tabla 3-2-2	Número de Bloques de Provisión de Agua Verificados por el Método I .....	3-12
Tabla 3-2-3	Resultados de la Verificación de Datos por Correlación con los Datos Obtenidos por Estudios de Confirmación de Campo .....	3-14
Tabla 3-2-4	Resultados de la Verificación de Datos por Correlación con los Datos Obtenidos por Estudios de Encuestas .....	3-14
Tabla 3-2-5	Resultados de la Verificación de Datos por Correlación con los Datos Obtenidos por el Estudio Complementario de Consulta (caso de Santa Cruz como un ejemplo) .....	3-15
Tabla 3-2-6	Número de Datos Gráficos Necesarios .....	3-16
Tabla 3-3-1	Número de Bloques por Grupos de Población .....	3-21
Tabla 3-3-2	Tipos de Fuentes de Agua .....	3-22
Tabla 3-3-3	Calidad de Agua .....	3-23
Tabla 3-3-4	Marco Referencial de los Cuatro Departamentos Fuera del Área de Estudio .....	3-25
Tabla 4-1-1	Estratigrafía de la República de Bolivia .....	4-8
Tabla 4-1-2	Áreas de las Divisiones de Cuencas en las Áreas de Estudio .....	4-12
Tabla 4-1-3	Balance Hídrico de las Áreas de Estudio .....	4-13
Tabla 4-2-1	Trabajos de Prospecciones Geofísicas .....	4-23
Tabla 4-2-2	Datos de Estaciones Geofísicas .....	4-31
Tabla 4-2-2	Datos de Estaciones Geofísicas (Continuación) .....	4-32
Tabla 4-2-2	Datos de Estaciones Geofísicas (Continuación) .....	4-33
Tabla 4-2-2	Datos de Estaciones Geofísicas (Continuación) .....	4-34
Tabla 4-2-3	Ubicación de los Pozos de Investigación .....	4-58
Tabla 4-2-4	Resumen de los Estudios de Pozos de Investigación .....	4-59
Tabla 4-2-5	Datos de Pozos de Investigación .....	4-63
Tabla 4-2-5	Datos de Pozos de Investigación (Continuación) .....	4-64
Tabla 4-2-5	Datos de Pozos de Investigación (Continuación) .....	4-65
Tabla 4-2-6	Constantes Hidrogeológicas .....	4-66
Tabla 4-2-7	Periodos de Trabajos de Perforación .....	4-68
Tabla 4-2-8	Calidad de Aguas Subterráneas de Pozos de Investigación .....	4-69
Tabla 4-3-1	Número de Pozos según Profundidad de pozo .....	4-70
Tabla 4-3-2	Potencial de Desarrollo de Aguas Subterráneas del Área de Estudio .....	4-82
Tabla 4-3-2	Potencial de Desarrollo de Aguas Subterráneas del Área de Estudio (Continuación) .....	4-83
Tabla 4-4-1	Estándares de Calidad de Agua Potable .....	4-87
Tabla 4-4-2	Estándares de Calidad de Agua en la Fuentes de Agua .....	4-88
Tabla 4-4-3	Estándares de Calidad del Agua Cuerpos de Agua Ambientales .....	4-89
Tabla 4-4-4	Valores Máximos Permisibles para Descarga de Agua residual Industrial a los Cuerpos de Agua .....	4-90
Tabla 4-4-5	Clasificación del Análisis de la Calidad del Agua de acuerdo a la Fuente .....	4-94
Tabla 4-4-6	Resultados de los estudios de Calidad del Agua sobre las Fuentes de Agua de la Ciudad de Santa Cruz .....	4-101
Tabla 4-4-7	Delincamiento de la Calida del Agua del Agua de Pozo en las Areas que rodean la Ciudad de Tarija .....	4-102
Tabla 4-4-8	Delincamiento dela Calidad del Agua de los Pozos de agua en la Provincia Gran Chaco .....	4-103
Tabla 4-4-9	Clasificación de Pozos de la Provincia Gran Chaco de acuerdo a la Profundidad .....	4-103

Tabla 4-4-10	Fuentes de Agua Principales de SELA y Resultados de Análisis de Calidad del Agua (Fecha de examinación: Mar, 14, 1995)	4-104
Tabla 4-5-1	Matriz de Alcances o Envergadura	4-111
Tabla 5-1-1	Comparación de Diversas Fuentes de Agua para Sistemas de Agua	5-4
Tabla 5-2-1	Proyección de la Población Futura al Año 2000	5-5
Tabla 5-2-2	Proyección de la Cobertura de Provisión de Agua	5-5
Tabla 5-2-3	Población Planificada para el Año Horizonte	5-6
Tabla 5-3-1	Número de Bloques por Tamaño de Población	5-8
Tabla 5-3-2	Número de Bloques por Sistemas Existentes y Cobertura Actual	5-8
Tabla 5-3-3	Número de Bloques por Profundidad de Acuíferos	5-9
Tabla 5-3-4	Distribución por Departamento del Número de Bloques por División Topográficas	5-9
Tabla 5-3-5	Población Objetivo para el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas	5-11
Tabla 5-3-6	Cálculo de la Población Planificada para el Proyecto	5-12
Tabla 5-3-7	Resultados de la Implementación del Proyecto Estudio Alternativo (Chuquisaca)	5-15
Tabla 5-3-8	Resultados de la Implementación del Proyecto Estudio Alternativo (Parte Sur de La Paz)	5-16
Tabla 5-3-9	Resultados de la Implementación del Proyecto Estudio Alternativo (Oruro)	5-17
Tabla 5-3-10	Resultados de la Implementación del Proyecto Estudio Alternativo (Tarija)	5-18
Tabla 5-3-11	Resultados de la Implementación del Proyecto Estudio Alternativo (Santa Cruz)	5-19
Tabla 5-3-12	Estimación de las Cantidades Anuales de Inversión dentro del Sector de Abastecimiento de Agua	5-20
Tabla 5-4-1	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento de Chuquisaca	5-23
Tabla 5-4-1	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento de Chuquisaca (Continuación)	5-24
Tabla 5-4-2	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento del Sur de La Paz	5-25
Tabla 5-4-3	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento de Oruro	5-26
Tabla 5-4-3	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento de Oruro (Continuación)	5-27
Tabla 5-4-4	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento de Tarija	5-28
Tabla 5-4-4	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento de Tarija (Continuación)	5-29
Tabla 5-4-5	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento de Santa Cruz	5-30
Tabla 5-4-5	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento de Santa Cruz (Continuación)	5-31
Tabla 5-4-5	Lista de Bloques Seleccionados para el Departamento de Santa Cruz (Continuación)	5-32
Tabla 5-4-6	Resumen del Proyecto Propuesto	5-38
Tabla 5-4-7	Costo Estimado del Proyecto	5-40
Tabla 5-4-8	Plan por Etapas del Proyecto	5-41
Tabla 6-1-1	Resumen de Proyecto Piloto en las Comunidades	6-2
Tabla 6-2-1	Resumen de las Instalaciones de los Proyectos Pilotos	6-7
Tabla 6-2-2	Comparación de Demandas, Volumen de Bombeo y Capacidad de Bomba	6-13
Tabla 6-4-1	Comités de Aguas en los Cuatro lugares de Proyecto Piloto	6-25
Tabla 6-4-2	Subcomités de Salud e Higiene en los Cuatro lugares de Proyecto Piloto	6-26
Tabla 6-4-3	Distribución de Materiales Educativos	6-28
Tabla 6-4-4	Evaluación de la Educación Sanitaria	6-35
Tabla 6-4-5	Línea Base para el Inicio del Proyecto Piloto	6-39
Tabla 7-2-1	Consumo de Agua Planificada en Campo León	7-2
Tabla 7-2-2	Consumo de Agua Planificada en Corque	7-4
Tabla 7-2-3	Consumo de Agua Planificada en La Choza y Otros Distritos	7-6
Tabla 7-2-4	Consumo de Agua Planificada en San Carlos y Otros Distritos	7-8

Tabla 7-3-1	Costos de Construcción .....	7-10
Tabla 7-3-2	Costos de Operación y Mantenimiento .....	7-12
Tabla 8-3-1	Consumo de Agua Promedio Planificado por Persona por Día .....	8-4
Tabla 8-3-2	Volumen Total Planificado por cada Departamento .....	8-4
Tabla 8-3-3	Instalaciones Requeridas por Sistema de Agua .....	8-7
Tabla 8-3-4	Modelo de Diseño para Instalaciones de Abastecimiento de Agua .....	8-8
Tabla 8-4-1	Número de puntos de Perforación en Cada Plan Anual en Cada Departamento.....	8-12
Tabla 8-4-2	Número de Equipos de Perforación Requeridas .....	8-16
Tabla 8-5-1	Plan Organizacional del Proyecto.....	8-18
Tabla 8-5-2	Número de Secciones en el Área de Estudio.....	8-21
Tabla 8-5-3	Clases de Organismos Operativo de Agua Potable de Acuerdo al Sitio del Bloque...	8-24
Tabla 8-5-4	Contribuciones Locales para Inversiones y Política Tarifaria en 3 categorías A, B y C .....	8-27
Tabla 8-5-5	DINASBA: Tabla de Propuesta de Personal Profesional y Calificaciones Técnicas.....	8-28
Tabla 8-5-6	Movimiento de Personal de la DINASBA en los Últimos 3 Años .....	8-28
Tabla 8-5-7	Tabla del Personal de las UNASBAs Prefecturales en el Área de Estudio del Departamento y Calificaciones Técnicas .....	8-31
Tabla 8-5-8	Movimiento de Personal de la UNASBA en EL Ultimo Año .....	8-32
Tabla 8-5-9	Directivas para la Organización y Personal de las UNASBAs Municipales .....	8-33
Tabla 8-5-10	Personal Operativo, Personal de Clase A, B y C (Ejemplo).....	8-35
Tabla 8-5-11	Prioridad de Desarrollo por Departamento .....	8-37
Tabla 8-7-1	Inversión Pública Total (Total País).....	8-42
Tabla 8-7-2	Inversión Promedio en el Área de Estudio (1991-1994).....	8-43
Tabla 8-7-3	Plan de Inversión para el Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas hasta fines del Año 2000.....	8-44
Tabla 8-7-4	Monto de Inversión por Año y Organización Concerniente.....	8-45

## Lista de Figuras

Figura 1-4-1	Cronograma General de Trabajo del Estudio .....	1-4
Figura 2-1-1	Proyección de Población Futura .....	2-6
Figura 2-1-2	Población de los Bloques Clasificados por Grupos Poblacionales.....	2-8
Figura 2-1-3	Número de Bloques Clasificados por Grupos Poblacionales.....	2-8
Figura 2-1-4	Densidad de Población por Departamento (1992) .....	2-9
Figura 2-1-5	Índice de Crecimiento Poblacional por Departamento .....	2-10
Figura 2-1-6	Índice de Analfabetismo por Departamento (1992).....	2-13
Figura 2-2-1	Organigrama de las Autoridades Concernientes a Nivel Nacional (antes del 2 de Octubre de 1995).....	2-23
Figura 2-2-2	Organigrama de CORDECH (1994-1995).....	2-26
Figura 2-2-3	Organigrama de CORDEPAZ (1994-1995).....	2-27
Figura 2-2-4	Organigrama de CORDEOR (1994-1995).....	2-28
Figura 2-2-5	Organigrama de CODETAR (1994-1995).....	2-29
Figura 2-2-6	Organigrama de CORDECRUZ (1994-1995).....	2-30
Figura 2-2-7	Posible Fuente de Financiamiento para Inversiones Generales en Saneamiento Básico Rural.....	2-35
Figura 2-2-8	Organigrama de la Entidad Nacional Responsable del Estudio (2 de Octubre de 1995, Actual) .....	2-51
Figura 2-2-9	Organigrama de la Prefectura con relación al Sector de Saneamiento Básico (1 de Enero de 1996, Actual).....	2-53
Figura 2-2-10	Número de Proyectos Planificados/Ejecutados del Sector de Saneamiento Básico en el Área Rural, en el Primer Semestre antes y después del Año de Aplicación de la Ley de Participación Popular .....	2-55
Figura 2-2-11	Número de Proyectos Planificados/Ejecutados del Sector de Saneamiento Básico en el Área Urbana, en el Primer Semestre antes y después del Año de Aplicación de la Ley de Participación Popular .....	2-55
Figura 2-2-12	Inversión en Agua Potable (en el Primer Semestre) de Acuerdo a Áreas de Servicio .....	2-56
Figura 2-2-13	Inversión en Saneamiento (en el Primer Semestre) de Acuerdo a Áreas de Servicio .....	2-56
Figura 2-3-1	Cambios de la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Total País.....	2-58
Figura 2-3-2	Cambios de la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Chuquisaca .....	2-59
Figura 2-3-3	Cambios de la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Sur de La Paz.....	2-60
Figura 2-3-4	Cambios de la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Oruro.....	2-61
Figura 2-3-5	Cambios de la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Tarija.....	2-62
Figura 2-3-6	Cambios de la Población Servida durante el Periodo 1976-1992 - Santa Cruz.....	2-63
Figura 2-3-7	Cobertura de Abastecimiento de Agua en el Área de Estudio para 1992 .....	2-64
Figura 2-3-8	Distribución de la Cobertura de Abastecimiento de Agua por Departamento .....	2-66
Figura 2-3-9	Distribución de los Principales Tipos de Fuentes de Agua por Departamento .....	2-67
Figura 2-3-10	Distribución de Grupo Poblacional de Bloques cuya Cobertura es menor a 60%.....	2-69
Figura 2-3-11	Distribución de Grupo Poblacional de Bloques cuya Cobertura es mayor a 60%.....	2-70
Figura 2-3-12	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en Chuquisaca.....	2-72
Figura 2-3-13	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en la Parte Sur de La Paz .....	2-73
Figura 2-3-14	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en Oruro .....	2-74
Figura 2-3-15	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en Tarija .....	2-75

Figura 2-3-16	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en Santa Cruz.....	2-76
Figura 2-3-17	Distribución de Bloques por Grupo Poblacional y Cobertura en Agua en Todo el Área de Estudio.....	2-77
Figura 3-2-1	Principales Cuatro Factores de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua.....	3-3
Figura 3-2-2	Sub-Factores de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua.....	3-5
Figura 3-2-3	Grupos de Datos Utilizados en la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua.....	3-6
Figura 3-2-4	Flujograma Jerárquico de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua (caso de Chuquisaca).....	3-7
Figura 3-2-5	Proceso de Estructuramiento, Operación y Mantenimiento de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua.....	3-8
Figura 3-2-6	Asignación de Actividades para Estructuramiento y Mantenimiento del BADAA.....	3-9
Figura 3-2-7	Flujograma Principal del Programa de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua.....	3-18
Figura 3-2-8	Flujograma del Programa de la Base de Datos de Aprovisionamiento de Agua.....	3-19
Figura 3-3-1	Número de Bloques por Grupo Poblacional.....	3-21
Figura 3-3-2	Tipos de Fuentes de Agua.....	3-22
Figura 3-3-3	Calidad de Agua.....	3-23
Figura 4-1-1	Zonas Fisiográficas de la República de Bolivia.....	4-4
Figura 4-1-2	Perfil Fisiográfico de la República de Bolivia.....	4-5
Figura 4-1-3	Mapa Geológica de la República de Bolivia.....	4-9
Figura 4-1-4	Cuencas de la República de Bolivia.....	4-11
Figura 4-1-5	Distribución de Precipitación en el Área de Estudio.....	4-14
Figura 4-1-6	Variación de Precipitación Mensual en el Área de Estudio.....	4-15
Figura 4-1-7	Zonas Hidrogeológicas de la República de Bolivia.....	4-22
Figura 4-2-1	Ubicación de Puntos de Prospección Geofísica.....	4-24
Figura 4-2-2	Mapa de Localización de Pozos Existentes (según la Base de Datos).....	4-25
Figura 4-2-3	Esquema de la Relación entre Agua Dulce y Agua Salina alrededor del Antiguo Lago Altiplánico.....	4-28
Figura 4-2-4	Perfil de Resistividad del Valle en Chuquisaca.....	4-29
Figura 4-2-5	Perfil de Resistividad del Valle en Santa Cruz.....	4-30
Figura 4-2-6	Ubicación de Puntos Geofísicos en Patacamaya, La Paz.....	4-38
Figura 4-2-7	Perfil de Resistividad de Patacamaya, La Paz.....	4-39
Figura 4-2-8	Ubicación de Puntos Geofísicos en Corque, Oruro.....	4-40
Figura 4-2-9	Perfil de Resistividad de Corque, Oruro.....	4-41
Figura 4-2-10	Ubicación de Puntos Geofísicos en Peñas, Oruro.....	4-42
Figura 4-2-11	Perfil de Resistividad de Peñas, Oruro.....	4-43
Figura 4-2-12	Ubicación de Puntos Geofísicos en San Carlos, Santa Cruz.....	4-44
Figura 4-2-13	Perfil de Resistividad de San Carlos (1), Santa Cruz.....	4-45
Figura 4-2-14	Perfil de Resistividad de San Carlos (2), Santa Cruz.....	4-46
Figura 4-2-15	Ubicación de Puntos Geofísicos en Quitiquiña, Santa Cruz.....	4-47
Figura 4-2-16	Perfil de Resistividad de Quitiquiña (1), Santa Cruz.....	4-48
Figura 4-2-17	Perfil de Resistividad de Quitiquiña (2), Santa Cruz.....	4-49
Figura 4-2-18	Ubicación de Puntos Geofísicos en el Chaco, Chuquisaca.....	4-50
Figura 4-2-19	Perfil de Resistividad de Campo León, Chuquisaca.....	4-51
Figura 4-2-20	Perfil de Resistividad de Simbolar, Chuquisaca.....	4-52
Figura 4-2-21	Ubicación de Puntos Geofísicos en San Isidro, Tarija.....	4-53
Figura 4-2-22	Perfil de Resistividad de La Choza (1), Tarija.....	4-54
Figura 4-2-23	Perfil de Resistividad de La Choza (2), Tarija.....	4-55
Figura 4-2-24	Ubicación de Puntos Geofísicos en Naranjos, Tarija.....	4-56
Figura 4-2-25	Perfil de Resistividad de Naranjos, Tarija.....	4-57

Figura 4-2-26	Ubicación de Sitios de Pozos de Investigación .....	4-61
Figura 4-3-1	Ubicación de Pozos.....	4-71
Figura 4-3-2	Distribución de Profundidades de Pozos .....	4-73
Figura 4-3-3	Distribución de Rendimientos de Pozos .....	4-74
Figura 4-3-4	Distribución de Nivel Estático de Pozos .....	4-75
Figura 4-3-5	Mapa Hidrogeológico del Área de Estudio.....	4-77
Figura 4-3-6	Perfil Hidrogeológico y Profundidad de Perforación Requerida Estimada para el Desarrollo de las Aguas Subterráneas en el Área de Estudio .....	4-78
Figura 4-3-7	Profundidades Estimadas de Acuíferos en el Área de Estudio.....	4-81
Figura 5-3-1	Procedimientos para el Estudio Alternativo.....	5-10
Figura 5-4-1	Ubicaciones de Bloques Seleccionados para el Departamento de Chuquisaca .....	5-33
Figura 5-4-2	Ubicaciones de Bloques Seleccionados para la Región Sur de La Paz.....	5-34
Figura 5-4-3	Ubicaciones de Bloques Seleccionados para el Departamento de Oruro.....	5-35
Figura 5-4-4	Ubicaciones de Bloques Seleccionados para el Departamento de Tarija .....	5-36
Figura 5-4-5	Ubicaciones de Bloques Seleccionados para el Departamento de Santa Cruz.....	5-37
Figura 6-3-1	Esquema del Sistema de Agua Potable de Campo León.....	6-9
Figura 6-3-2	Esquema del Sistema de Agua Potable de Corque.....	6-10
Figura 6-3-3	Esquema del Sistema de Agua Potable de La Choza .....	6-11
Figura 6-3-4	Esquema del Sistema de Agua Potable de San Carlos .....	6-12
Figura 6-4-1	Cuestionario Utilizado para las Talleres de Entrenamiento.....	6-21
Figura 6-4-2	Fomulario-Cuestionario para la Evaluación de Educación Sanitaria.....	6-34
Figura 7-2-1	Diagrama del Plan de Abastecimiento de Agua (Campo León).....	7-3
Figura 7-2-2	Diagrama del Plan de Abastecimiento de Agua (Corque) .....	7-4
Figura 7-2-3	Diagrama del Plan de Abastecimiento de Agua (La Choza).....	7-6
Figura 7-2-4	Diagrama del Plan de Abastecimiento de Agua (San Carlos).....	7-9
Figura 8-2-1	Cronograma de Ejecución de Proyecto.....	8-2
Figura 8-3-1	Procedimientos para la Formulación del Plan de Dotación de Agua.....	8-3
Figura 8-3-2	Sistema Básico de Agua Potable .....	8-6
Figura 8-4-1	Flujograma de Trabajos de Perforación de Pozos.....	8-10
Figura 8-4-2	Modelo de Diseño de Pozo (en caso de Bomba Manual).....	8-13
Figura 8-4-3	Modelo de Diseño de Pozo (en caso de Bomba Sumergible).....	8-14
Figura 8-5-1	Esquema de Implementación del Desarrollo de Aguas Subterráneas.....	8-17
Figura 8-5-2	Ordenamiento Institucional del Sector Saneamiento Básico.....	8-20
Figura 8-5-3	Organigrama Funcional de DINASBA .....	8-22
Figura 8-5-4	Organigrama Funcional de la UNASBA Prefectural .....	8-23
Figura 8-5-5	Esquema Funcional de Empresas Municipales de Agua Potable y Alcantarillado (Clase A).....	8-25
Figura 8-5-6	Esquema de Organización Funcional de Saneamiento Básico Rural.....	8-26
Figura 8-6-1	Relacionamiento entre Organizaciones Locales y Agencias de Asistencia Externa .....	8-40

## ABREVIACIONES

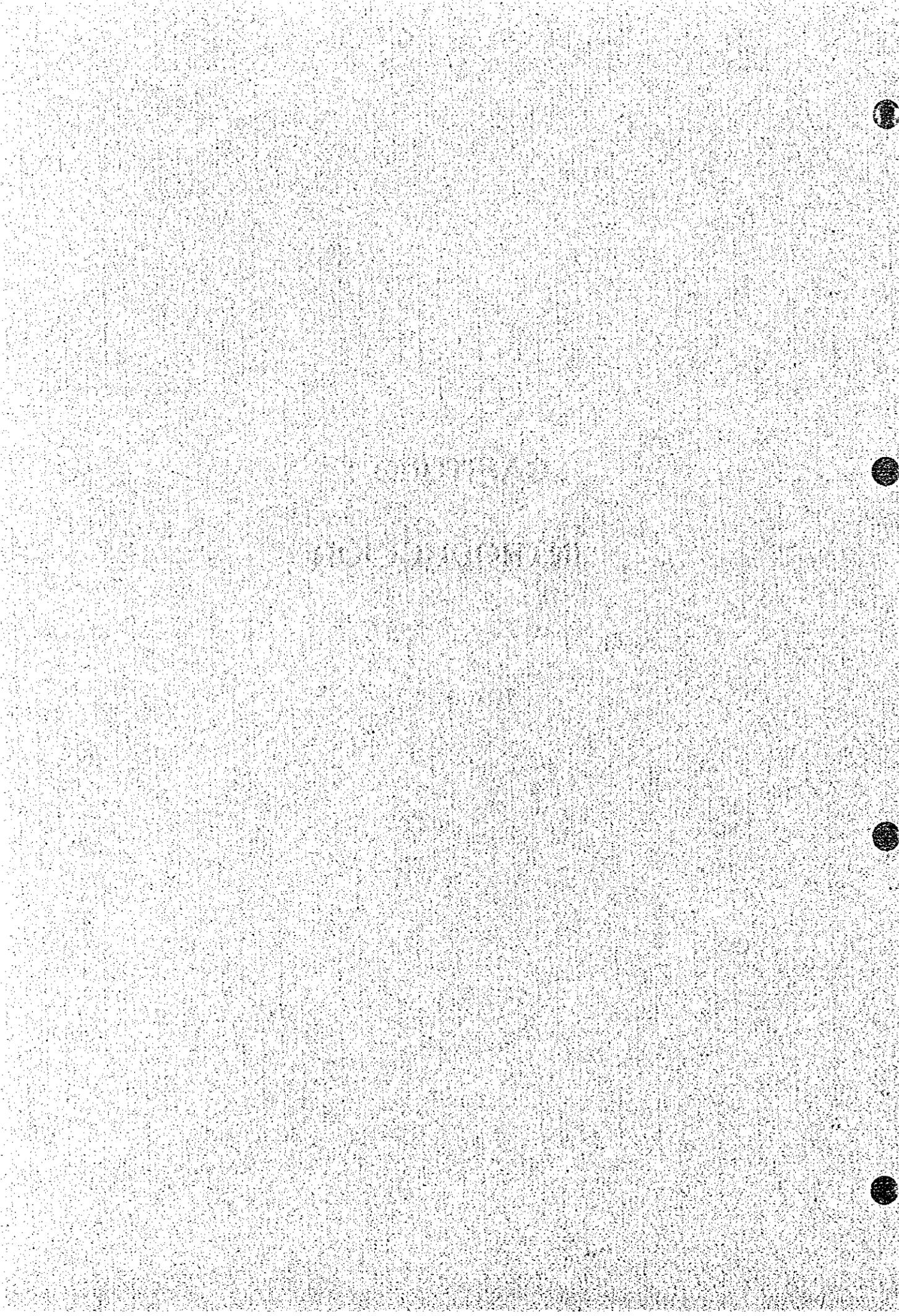
BID	Inter-American Development Bank (Banco Interamericano de Desarrollo)
BM	World Bank (Banco Mundial)
CAP	Drinking Water Committee (Comité de Agua Potable)
CARE	American Cooperation of Remittance to the Exterior (Cooperación Americana de Remesas al Exterior)
CODEMA	Departmental Council of Environment (Consejo Departamental del Medio Ambiente)
CODETAR	Regional Development Corporations of Tarija (Corporación Regional de Desarrollo de Tarija)
CORDECH	Regional Development Corporation of Chuquisaca (Corporación Regional de Desarrollo de Chuquisaca)
CORDECRUZ	Regional Development Corporation of Santa Cruz (Corporación Regional de Desarrollo de Santa Cruz)
CORDEOR	Regional Development Corporation of Oruro (Corporación Regional de Desarrollo de Oruro)
CORDEPAZ	Regional Development Corporation of La Paz (Corporación Regional de Desarrollo de La Paz)
CORDES	Regional Development Corporations of Departments (Corporación Regional de Desarrollo)
CORPAGUAS	Potable Water and Sewerage Corporation (Corporación de Agua Potable y Alcantarillado)
COSAALT	Corporation of Potable Water and Sewerage Service in Tarija (Cooperativa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Tarija)
CRS	Catholic Relief Service (Servicio de Asistencia Católica)
DF/R	Draft Final Report (Informe Final Borrador)
DIA	Declaration of Environmental Impact (Declaratoria de Impacto Ambiental)
DINASBA	National Direction of Basic Sanitation (Dirección Nacional de Saneamiento Básico)
DSA	Direction of Environmental Sanitation (Dirección de Saneamiento Ambiente)
EIA	Environmental Impact Assessment
ELAPAS	Local Enterprise of Potable Water and Sewerage in Sucre (Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre)
FEGASA	Livestock Federation (Federación de Ganaderos)
ANESAPA	National Association of Drinking Water and Sewerage Service Enterprises (Asociación Nacional de Empresas de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado)
FIS	Fund for Social Investment (Fondo de Inversión Social)

<b>FNDR</b>	<b>National Fund for Regional Development (Fondo Nacional de Desarrollo Regional)</b>
<b>FONAMA</b>	<b>National Fund for Environment (Fondo Nacional para el Medio Ambiente)</b>
<b>F/R</b>	<b>Final Report (Informe Final)</b>
<b>GAPS</b>	<b>Administration of Drinking Water and Sanitation (Gestión en Agua Potable y Saneamiento)</b>
<b>GEOBOL</b>	<b>Geological Service in Bolivia (Servicio Geológico de Bolivia)</b>
<b>Hydat</b>	<b>Database of Hydrogeology (Banco de Datos Hidrogeológico)</b>
<b>Hygraf</b>	<b>Graphic Database of Hydrogeology (Gráfico Banco de Datos Hidrológico)</b>
<b>IC/R</b>	<b>Inception Report (Informe Inicial)</b>
<b>IEE</b>	<b>Initial Environmental Examination (Examinación Inicial Ambiental)</b>
<b>INE</b>	<b>National Institute of Statistics (Instituto Nacional de Estadística)</b>
<b>IT/R</b>	<b>Interim Report (Informe Intermedio)</b>
<b>JICA</b>	<b>Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)</b>
<b>JST</b>	<b>JICA Study Team (Equipo de Estudio de JICA)</b>
<b>lcd</b>	<b>litter per capita per day (litros per cápita por día)</b>
<b>LPP</b>	<b>The Law of Popular Participation (Ley de Participación Popular)</b>
<b>MDH</b>	<b>Ministry of Human Development (Ministro de Desarrollo Humano)</b>
<b>MDSMA</b>	<b>Ministry of Sustainable Development and Environment (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente)</b>
<b>M/M</b>	<b>Minutes of Meeting (Minutas de Reunión)</b>
<b>MUV</b>	<b>Ministry of Urban Planning and Housing (Ministerio de Urbanismo y Vivienda)</b>
<b>NGO</b>	<b>Non Governmental Organization (Organismo No Gubernamental)</b>
<b>OMS</b>	<b>World Health Organization (Organización Mundial de la Salud)</b>
<b>OPS</b>	<b>Pan-American Health Organization (Organización Panamericana de la Salud)</b>
<b>OTB</b>	<b>Organization of Basic Territory (Organización Territorial de Base)</b>
<b>PNUD</b>	<b>United Nations Development Program (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo)</b>
<b>PROSABAR</b>	<b>Project of Rural Basic Sanitation (Programa de Saneamiento Básico Rural)</b>
<b>PRORPAAL</b>	<b>Program of Pre-investment for Rural Potable Water and Sewerage (Programa Rural de Preinversión de Proyectos para Agua Potable y Alcantarillado)</b>
<b>Q/N</b>	<b>Questionnaire (Cuestionario)</b>
<b>SAMAPA</b>	<b>Municipal Corporation of Drinking Water and Sewerage in La Paz (Servicio Autónomo Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de La Paz)</b>
<b>SAGUAPAC</b>	<b>Corporation of Rural Waterworks and Sewerage in Santa Cruz (Cooperativa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Santa Cruz)</b>
<b>SELA</b>	<b>Corporation of Drinking Water and Sewerage in Oruro (Servicio Local de Acueductos y Alcantarillado de Oruro)</b>

SENMA	National Secretary of Environment (Secretaría Nacional del Medio Ambiente)
SIMAS	Water and Sewerage Monitoring System (Sistema de Monitoreo de Agua y Saneamiento)
SNAP	National System of Protection Area (Sistema Nacional de Áreas Protegidas)
SNAU	National Secretary of Urban Affairs (Secretaría Nacional de Asuntos Urbanos)
SNS	National Secretary of Health (Secretaría Nacional de Salud)
S/W	Scope of Work (Alcance de Trabajo)
T.G.N.	General Treasury of Nation (Tesoro General de la Nación)
TOR	Terms of Reference (Términos de Referencia)
UNASBA	Unit of Basic Sanitation (Unidad de Saneamiento Básico)
UPRA	United Programs of Rural Area and Farming (Unidad Programas Rurales y Agropecuarios)
UNDP	United Nations Development Program (PNUD; Programas de Desarrollo de las Naciones Unidas)
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia)
VES	Vertical Electric Sounding (Sondeo Eléctrico Vertical)
WB	World Bank (Banco Mundial)
WHO	World Health Organization (Organización Mundial de la Salud)
WID	Women in Development (Desarrollo de la Mujer)
WSB	Water Supply Block (Bloques de Aproveccionamiento de Agua)
WSD	Water Supply Database (Base de Datos de Aproveccionamiento de Agua)
YPPB	Bolivian National Oilfield (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos)

**CAPITULO 1**  
**INTRODUCCIÓN**

**CAPITULO 1**  
**INTRODUCCIÓN**



# CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes del Estudio

Durante la "Década Internacional de Abastecimiento de Agua y Saneamiento" (1981- 1990), propuesta por las Naciones Unidas, el Gobierno de la República de Bolivia (en lo sucesivo referido como "el Gobierno de Bolivia") ha hecho esfuerzos para ampliar las coberturas de agua potable y saneamiento y mejorar la calidad de los servicios. Sin embargo, debido a retrasos en el establecimiento de la infraestructura de Saneamiento Básico en áreas rurales, no se han obtenido resultados adecuados y se tienen problemas de salud públicos tales como alta tasa de mortalidad infantil y epidémicos como el cólera, que están todavía sin resolver.

Ante tales circunstancias el Gobierno de Bolivia formuló el "Plan Nacional de Saneamiento Básico" en 1991. Este Plan tiene como uno de sus objetivos el incremento de coberturas en áreas rurales, donde los servicios de saneamiento básico son deficientes, de 30% á 60% para el año 2000 bajo el concepto de "Agua para Todos".

El Gobierno de Bolivia reorganizó la estructura del anterior Ministerio de Asuntos Urbanos en la Dirección Nacional de Saneamiento Básico (DINASBA), dependiente de la Secretaría Nacional de Asuntos Urbanos del Ministerio de Desarrollo Humano y estableció a la DINASBA como la agencia responsable para la promoción del desarrollo del mencionado Plan Nacional. Entretanto, el Gobierno ha considerado que la implementación de proyectos es promocionado por las Corporaciones de Desarrollo Regional en los respectivos Departamentos, como parte del programa de descentralización. Las relaciones estrechas entre el gobierno central y los gobiernos regionales y el fortalecimiento de cada organización es un proceso.

Tales antecedentes determinaron que el Gobierno de Bolivia haya solicitado al Gobierno de Japón en Agosto de 1992, la formulación de un plan de desarrollo de aguas subterráneas, como apoyo al mencionado Plan Nacional de Saneamiento Básico. En respuesta a esta demanda, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), ha destinado un equipo para el estudio preparatorio en Diciembre de 1993. Ambos países acordaron ejecutar el Estudio de Desarrollo de Aguas Subterráneas en Áreas Rurales de Bolivia (en lo sucesivo referido como "el Estudio"). La formulación del alcance de trabajo (S/W) fue concluido el 13 de diciembre de 1993. El Estudio fue iniciado en octubre de 1994 y concluido en junio de 1996.

## 1.2 Objetivos del Estudio

Los objetivos del Estudio son los siguientes:

- 1) Establecer la Base de Datos para Aprovisionamiento de Agua para los Departamentos de Chuquisaca, Tarija, Santa Cruz, Oruro y la parte del sur del Departamento de La Paz y formular estrategias para el desarrollo de aguas subterráneas hasta el año de 2000 con prioridades de desarrollo adjuntas

- 2) Orientar la factibilidad del estudio sobre la provisión de agua, con la implementación de proyectos piloto a llevarse a cabo en cuatro (4) bloques. Un Bloque representativo se seleccionará de cada Departamento con excepción del Departamento de La Paz. En el caso donde un sistema de aprovisionamiento de agua potable es factible para varios Bloques, estos varios Bloques serán considerados como un Bloque de aprovisionamiento de agua.
- 3) Efectuar la transferencia de tecnología, al personal de contraparte boliviana asignada para el Estudio, a fin de elevar los niveles de planificación para el suministro del agua, Sistemas de dotación de agua, implementación de sistemas tarifarios, etc., operación y mantenimiento de sistemas de agua, tecnologías para desarrollo de aguas subterráneas, etc.

### 1.3 Área de Estudio

El Área del Estudio cubrirá las áreas rurales en los Departamentos de Chuquisaca, Tarija, Santa Cruz, Oruro y la parte del sur del Departamento de La Paz. La parte del sur del Departamento de La Paz consta de cuatro (4) Provincias; Aroma, Gualberto Villarroel, Pacajes y José Manuel Pando. El área total es de 532.361 km<sup>2</sup> y la población total, excluyendo las ciudades capitales de Departamento, es aproximadamente 1.472.427 en 1992.

El Estudio es conducido sobre bases Departamentales, pero la recolección de datos se efectúa en los Bloques de aprovisionamiento de agua, siendo la unidad más pequeña la comunidad o localidad para sistemas de abastecimiento de agua. Un bloque de provisión de agua será definido como una comunidad, excepto la ciudad capital de Departamento, con una población mayor a 120 Habitantes para el Departamento de Santa Cruz y comunidades con una población mayor a 50 Habitantes para los otros cuatro (4) Departamentos. El número del total de bloques de provisión de agua es 4.269 definidos en la Base de Datos para Aprovisionamiento de Agua.

La Tabla 1-3-1, muestra los resúmenes de los Departamentos respectivos en el Área del Estudio.

Tabla 1-3-1 Perfil del Área de Estudio

Departamento	Chuquisaca	Parte sur de La Paz	Oruro	Tarija	Santa Cruz	Total
Área (Km <sup>2</sup> )	51.524	19.005	53.588	37.623	370.621	532.361
Población Total <sup>1)</sup>	453.756	125.343	340.114	291.407	1.364.389	2.575.009
Capital	131.769	-	183.422	90.113	697.278	1.102.582
Otros	321.987	125.343	156.692	201.294	667.111	1.472.427
No.de Provincias	10	4	16	6	15	51
No.de Cantones	116	139	153	184	118	710
No.de WSB <sup>2)</sup>	1.223	762	544	515	1.225	4.269

Nota: 1) Población basada en el Censo de 1992, INE.

2) WSB = Water Supply Block (Bloque para aprovisionamiento de agua)

## 1.4 Alcance y Cronograma del Estudio

El Estudio será efectuado en las siguientes tres (3) fases:

**Fase I:** Formulación de Estrategias Regionales de Desarrollo de aguas subterráneas en Cada Departamento.

La Base de Datos de Aproveccionamiento de Agua se preparará para facilitar la formulación de estrategias regionales del desarrollo de aguas subterráneas de cada Departamento en el Área del Estudio. Basado en la Base de Datos, las estrategias regionales de desarrollo de aguas subterráneas con prioridades de desarrollo adjuntas, se formulará para cada bloque de suministro de agua. Sobre la clasificación de bloques de proveccionamiento de agua según sus características, los cuatro (4) proyectos piloto, se seleccionarán como a modelos para llevar a cabo la factibilidad del Estudio en la Fase II y Fase III.

**Fase II:** Estudio detallado para los Proyectos piloto

Los estudios concernientes a la factibilidad de desarrollo de la fuente del agua por el proyecto piloto seleccionado en la Fase I. Educación para la tecnología transferida, técnicas de operación y mantenimiento para sistemas de agua y se llevará a cabo la educación de la salud experimental de residentes también con el propósito de establecer el suministro de agua saneada.

**Fase III:** Formulación de Proyectos de Suministro del Agua correspondiente a los Proyectos piloto

Basado en los resultados del Estudio de la Fase II, diseños del suministro del agua, que toman el ambiente y el rol de las mujeres en el desarrollo (WID) en consideración, serán formulados conjuntamente con la operación y mantenimiento programas de educación en salud y programas que capacitarán en el desarrollo sustentable. Además, estos proyectos serán alimentados con estrategias de desarrollo de aguas subterráneas.

La Figura 1-4-1 muestra el cronograma para todo el Estudio.

El Estudio en Bolivia ha sido concluido durante los periodos de Octubre de 1994 a Marzo de 1995 y de Junio de 1995 a Enero de 1996.

Las Corporaciones Regionales de Desarrollo (CORDES) en sus respectivos Departamentos fueron los responsables para la recopilación e introducción de datos en la Fase I, bajo la instrucción del Equipo de Estudio. Basado en la recolección de datos, se ha conducido el análisis de datos y la formulación de estrategias de desarrollo de aguas subterráneas. Numerosos talleres trabajo se han realizado para proporcionar técnicas a las CORDES sobre la planificación de abastecimiento de agua, operación y mantenimiento de los sistemas de dotación de agua, etc. como parte de la transferencia de tecnología.



## 1.5 Organización del Estudio

La agencia oficial por el lado japonés para conducir el Estudio, es la Agencia de la Cooperación Internacional del Japón (JICA). JICA ha nombrado a las empresas Consultores: Environmental Technologic Consultants Co., Ltd. (ETC) y Sumiko Consultants Co., Ltd. (Sumiko), como consultores para efectuar el Estudio.

El Equipo de Estudio de JICA consta de trece (13) miembros como se muestra a continuación.

Nombre	Nivel del cargo
Kenichi Takashima	Jefe del equipo
Hiroataka Nishimoto	Análisis de Hidrología y Geología
Masao Odagaki	Análisis de la Calidad del agua/ Consideración Ambiente
Takao Ogawa	Prospección Geofísica/Análisis Geológico
Hiroatsu Narita	Planif. de Sistemas de agua/ Planif. de Operación y Mantenimiento
Guido J. Acurio	Análisis social/ WID Consideración
Masanori Ito	Análisis Organizacional e Institucional/ Educación Sanitaria
Norio Mochizuki	Análisis económico y Financiero
Nguyen Mi Tuan	Ingeniero Analista de Sistemas
Takeshi Sijimaya	Supervisor en perforación de pozos
Akio Chida	Supervisor en perforación de pozos
Toshimitsu Ozeki	Supervisor en perforación de pozos

La Entidad contraparte en Bolivia fue la Dirección Nacional de Saneamiento Básico (DINASBA) de la Secretaría Nacional de Asuntos Urbanos del Ministerio de Desarrollo Humano, y las cinco Corporaciones Regionales de Desarrollo (CORDES) en cada Departamento. Las CORDES fueron integradas a las Prefecturas en Enero de 1996.

El personal de contraparte boliviano es el siguiente :

### DINASBA (Dirección Nacional de Saneamiento Básico)

Ing. Jorge Calderón	Director del proyecto
Arq. Emira Mérida	Coordinador
Ing. José Luis Panozo	Ingeniero Sanitario/Sociólogo
Ing. Yamil Maire	Hidrogeólogo
Ing. Reynaldo Gonzales	Ingeniero de Sistemas
Tec. Luis Ojopi	Técnico en Sistemas
Lic. Max Paredes	Economista
Lic. María E. Godoy	Economista
Ing. Luis Chumacero	Sociología

**Chuquisaca (CORDECH)**

Ing. Alfredo Zelada E.	Coordinador
Ing. Jorge Fiengo	Hidrogeólogo/Geofísico
Ing. Jorge Fraija	Ingeniero de Sistemas /Socioeconomista
Ing. Ignacio Ramírez	Supervisor de perforación de pozos
Ing. Ramiro Martínez	Socioeconomista
Ing. Ricardo Gonzales	Ex-Coordinador

**La Paz (CORDEPAZ)**

Ing. Ricardo Quisbert	Coordinador/Ingeniero de Sistemas de agua
Ing. Alfredo Arias	Geólogo
Ing. Ricardo Anda	Ingeniero de Sistemas
Tec. Luis Mejía	Ingeniero de Sistemas
Arq. Samuel Vasquez	Socioeconomista
Ing. Sergio Valdivia	Ex-Coordinador

**Oruro (CORDEOR)**

Ing. Mario Ramírez V.	Coordinador/Ingeniero de Sistemas de Agua
Ing. Marco Antonio Rosas	Ingeniero de Sistemas de Agua /Ingeniero Sanitario
Ing. Abel Sanguenza	Hidrogeólogo
Ing. René Leyva	Ingeniero Sanitario
Ing. Adolfo Morales	Sociólogo
Ing. Willy Rosel	Ingeniero de Sistemas

**Tarija (CODETAR)**

Ing. Roberto Mérida	Coordinador/Geofísico/ Supervisor de perforación de pozos
Ing. Hernan Villena	Ingeniero Sanitario/Hidrogeólogo
Lic. Marina Reyes	Socióloga/Economista
Tec. Carlos Martínez	Técnico en sistemas
Ing. Pedro Dubravcic	Ex-Coordinador

**Santa Cruz (CORDECRUZ)**

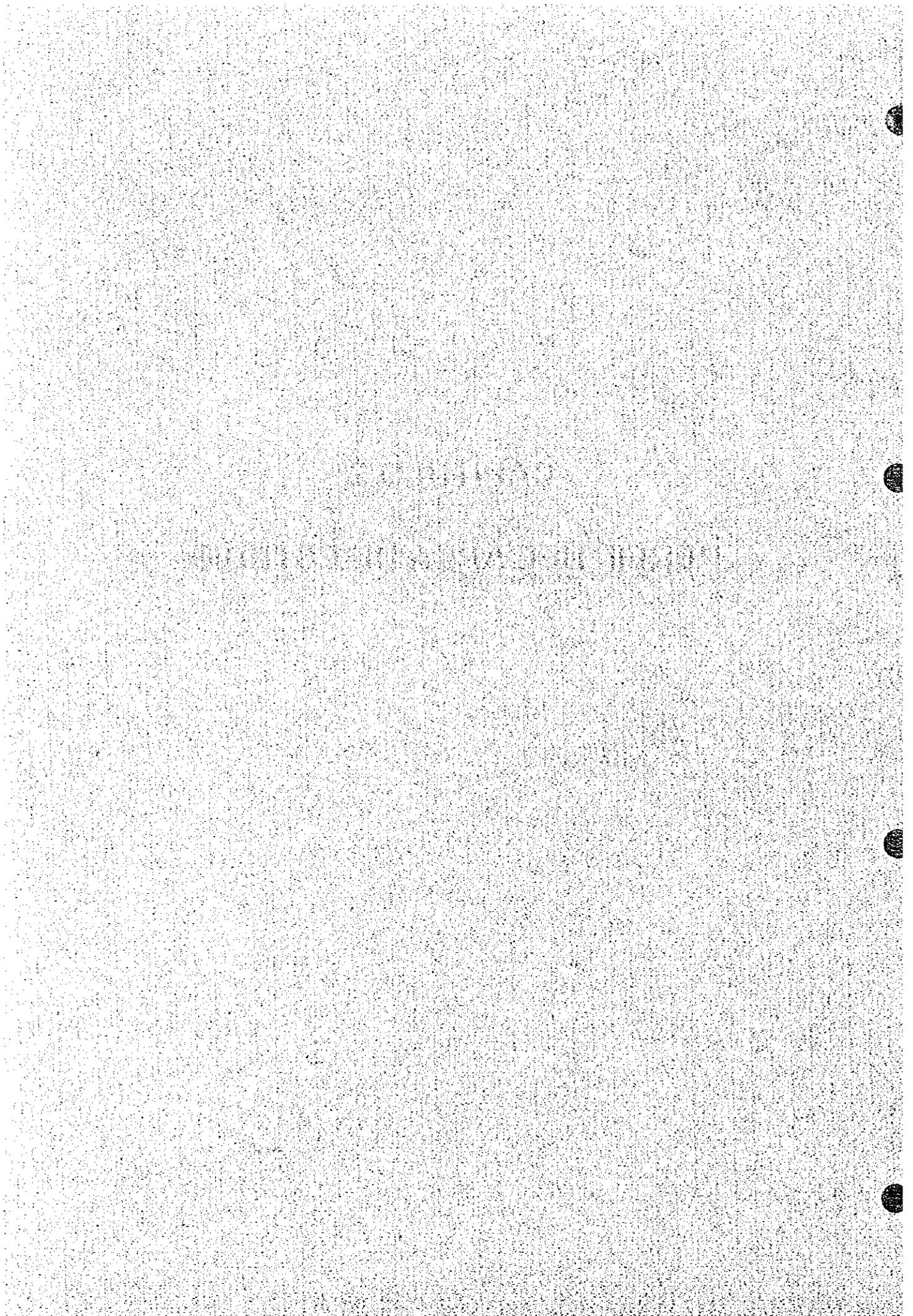
Ing. Milton Berbetti	Coordinador/Ingeniero de Sistemas de Agua
Ing. Eugenio Verderramo	Ingeniero de Sistemas de Agua
Lic. Mariela Rivera	Socióloga
Lic. Silvia Garnica	Economista
Ing. Ramiro Burgoa	Ingeniero de Sistemas
Ing. Emilio Pedraza	Supervisor de Perforación de pozos
Ing. Victor Maldonado	Supervisor de Perforación de pozos

## **CAPITULO 2**

# **PERFIL DEL ÁREA DE ESTUDIO**

## **CAPITULO 2**

# **PERFIL DEL ÁREA DE ESTUDIO**



## CAPITULO 2 PERFIL DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 Antecedentes Generales

#### 2.1.1 Aspectos Generales

##### 1) Características Físicas

Bolivia está situada en la parte central del Continente Sudamericano, es un país mediterráneo que al Norte y Este con el Brasil, al Oeste con Perú y al Sud con Paraguay y Argentina. Con una extensión total de 1.099.000km<sup>2</sup>, En términos de su geografía y condiciones socioeconómicas, este puede ser dividido en las siguientes tres zonas: 1) La región montañosa del Altiplano; 2) una zona de colina ondulada; y 3) las llanuras orientales del país.

- (1) La zona montañosa del Altiplano representa el 38% del territorio nacional y el 53% de la población boliviana, con una altitud promedio de 4.000 m s.n.m., un clima frío predominante de temperatura que varía de 0° a 16°C, y precipitación anual promedio de 485 mm.

Esta parte del país es el centro de actividades agrícolas concentrándose en la producción de papa. Prácticamente de todas las operaciones mineras de Bolivia, que es uno de los principales sectores industriales de la nación, está distribuida en esta región.

- (2) La zona de colina ondulada representa el 13% del territorio nacional y el 27% de la población nacional, con una altitud entre 1.000 y 3.000 m s.n.m., un clima templado con temperaturas que varían de 6° a 25°C, y una precipitación anual entre 500 y 1.300 mm.

Como gran parte del área es montañosa, las ciudades y localidades están situadas en plataformas relativamente largas o en planicies alargadas entre las montañas. Esta es una zona tradicionalmente agrícola con poca precipitación y con reducida disposición de suelo por haciendas rurales.

- (3) Las llanuras orientales del país ocupan el 59% del territorio nacional y vive el 20% de la población nacional, con un clima cálido y húmedo, con temperaturas que varían entre 21° y 38°C, la altitud varía entre 100 y 1.500 m s.n.m., y su precipitación anual entre 1.000 y 1.700 mm.

Gracias al favorable asoleamiento natural y a elementos de condiciones climáticas, esta parte tiene una floreciente agricultura e industria forestal. También en el orden de depósitos de petróleo y gas natural.

Las fotografías aéreas muestran la configuración del uso del suelo del territorio boliviano, indicando que hay cerca de 34.600 Kilómetros cuadrados de suelo cultivable, equivalente al

3,1% del territorio de Bolivia. El suelo total de pastura es de 266.500 Kilómetros cuadrados (24,3%) y el suelo de cobertura boscosa es de 556.700 Kilómetros cuadrados (50,6%), mientras que la cantidad total de suelo no cultivable es de 178.000 Kilómetros cuadrados (16,2%). En las regiones montañosas y de colina ondulada, el suelo está cultivado en sistemas de cosecha rotativa de agricultura de modo que gran parte del suelo no fue barbechado en ninguna oportunidad, con cultivos estacionales de suelo agrícola que representa el 78% del área total de suelo cultivable. Las inmensas cosechas en un extensa área incluyen, en orden de importancia, maíz, papa, arroz, cebada, trigo, soya en grano, caña de azúcar y quinua. En las llanuras orientales, el suelo está ampliamente cultivado por el método de agricultura de corte y quema (chaqueo).

Gran parte de las praderas consisten en planicies distribuidas en la llanura oriental. Estas áreas tienen principalmente registros de precipitación en la época lluviosa y en la época de sequía el suelo es seco donde se puede utilizarlas solo como pastura natural.

La cobertura del bosque es marcada por los bosques con lluvias tropicales se extiende por las regiones occidentales Amazónicas y la cobertura de los bosques subtropicales secos se extiende por encima de la parte del terreno ondulado en los Departamentos de Tarija y Chuquisaca. Los bosques tienen una densidad relativamente esparcida de árboles derechos. La zona montañosa del Altiplano prácticamente no tiene cobertura de boscosa mientras que las llanuras orientales identifican una progresiva reducción de la cobertura de bosques.

## 2) Organización Política y Administrativa.

La constitución de la República de Bolivia es instrumento jurídico que organiza legal y políticamente el Estado para garantizar la seguridad, justicia, igualdad, libertad, paz y un régimen legal para la sociedad boliviana, así como sus derechos civiles.

La actual constitución reformada fue dada por la Asamblea Nacional Constituyente el 12 de Agosto de 1994 y establece un sistema de gobierno, libre, independiente, soberano, multiétnico y policultural. Bolivia constituida en República unitaria adopta para su gobierno la forma democrática representativa y su ejercicio está delegado a los poderes Legislativo, Ejecutivo y Judicial.

- (1) El Poder Legislativo: La rama legislativa reside en el Congreso Nacional compuesto de dos Cámaras; una de Diputados y otra de Senadores (Art.46), los que son elegidos por el pueblo en votación universal y directa (Art. 60 y 63).
- (2) El Poder Ejecutivo: El Poder Ejecutivo se ejerce por el Presidente de la República conjuntamente con los Ministros de Estado (Art. 85).

De acuerdo a la constitución reformada los periodos constitucionales del Presidente y Vicepresidente de la República y de los Senadores y Diputados, Alcaldes y Concejales serán de cinco años (Art. 87).

El Presidente, Vicepresidente, Ministros y funcionarios y empleados de gobierno, forman el poder Ejecutivo.

Los Ministerios son:

- Ministerio de la Presidencia de la República
- Ministerio de Justicia
- Ministerio de Defensa Nacional
- Ministerio de Gobierno
- Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto
- Ministerio de Hacienda y Desarrollo Económico
- Ministerio de Desarrollo Humano
- Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
- Ministerio de Trabajo
- Ministerio de Comunicación Social.

Además el Poder Ejecutivo cuenta con Prefecturas de Departamento, Subprefecturas provinciales y corregimientos en los cantones. A nivel local se gobierna a través de Alcaldes en las provincias y en sus secciones, y de Agentes Municipales en los cantones.

- (3) El Poder Judicial: El Poder Judicial se ejerce por la Corte Suprema de Justicia, el Tribunal Constitucional, las Cortes Superiores de Distrito y los tribunales y jueces que establece la Ley (Art. 116).

La Corte Suprema es máximo tribunal de justicia de la República, y se compone de un Presidente y once Ministros (Art. 117). El Consejo de la Judicatura es el órgano administrativo y disciplinario del Poder Judicial (Art. 122).

Los Ministros de la Corte Suprema permanecen en sus funciones por diez años (Art. 126)

### 3) División Política Administrativa de Bolivia

El territorio de la República de Bolivia se divide políticamente en Departamentos, Provincias, Secciones de Provincias y Cantones (Art.108).