CAPITULO 2 OPERACIÓN DEL ESTUDIO

2.1 Organización del Estudio

La organización del estudio fue establecida con el fin de desarrollarlo eficazmente y asegurar buenas comunicaciones y la transferencia de tecnología a la contraparte como se mestra en la Figura-2.1. La contraparte, llamada EAAB (Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá), estableció el Comité Directivo conformado por representantes de la EAAB, la CAR, el DAMA, INGEOMINAS, ACCI, etc. El Comité Técnico propuesto por el Equipo de Estudio no se estableció, ya que, el Comité Directivo se encargaría tanto de las materias técnicas como directivas del estudio. Los miembros del equipo de estudio y la contraparte se dividieron en tres (3) grupos de trabajo: Grupo-A (para el estudio del potencial de los recursos de aguas subterráneas), Grupo-B (para el plan de desarrollo de aguas subterráneas) y Grupo-C (para la evaluación del proyecto), de acuerdo a sus especialidades técnicas.

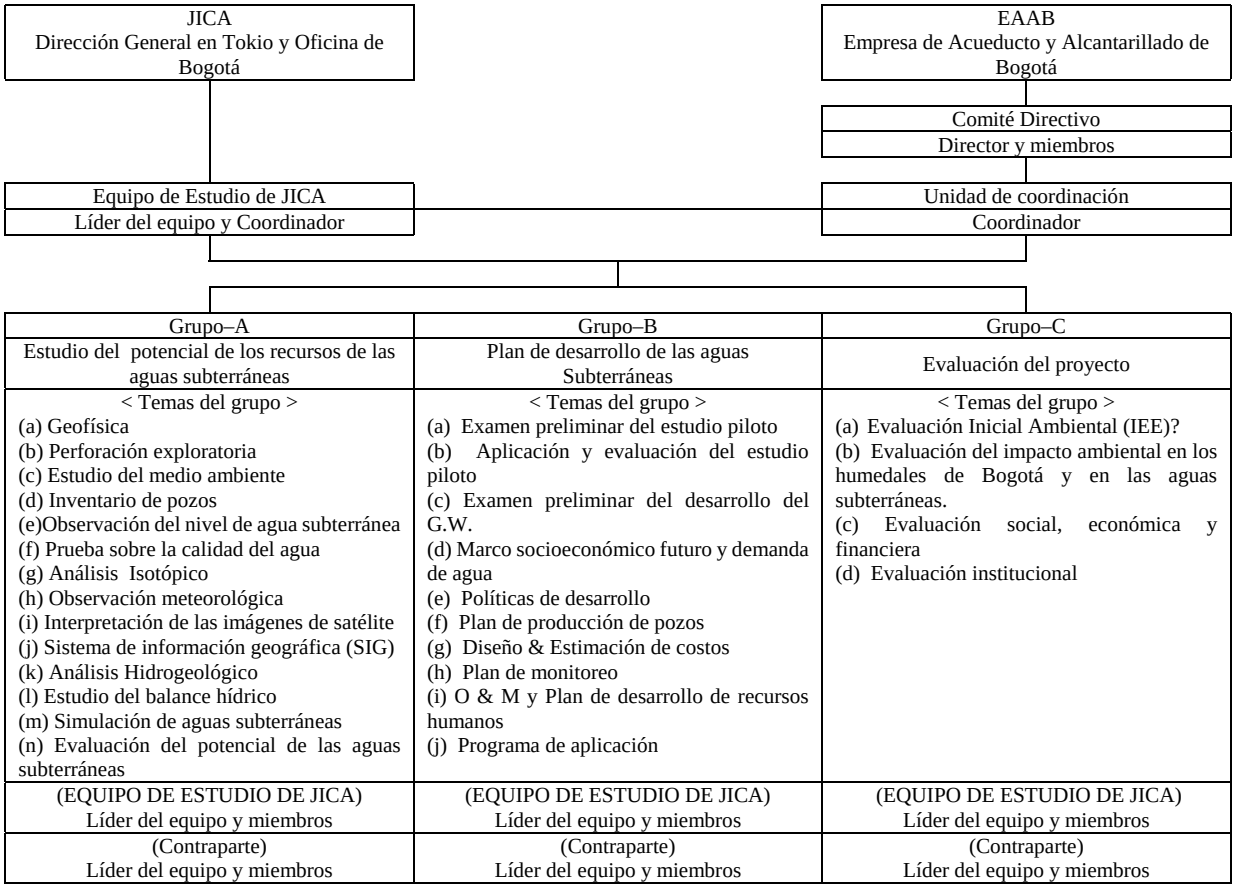

Figura-2.1 Organización general del estudio

2.2 Principales reuniones

Las principales reuniones fueron hechas entre el equipo de estudio y las Organizaciones de la Contraparte como se muestra en la tabla-2.1.

Tabla-2.1 Principales reuniones

Reunión y Fecha	Tema Principal y Discusión
Reunión de Reporte Inicial Febrero 18, 19 de 2000	Tema Principal: Estudio de los esquemas del proyecto. Discusión: Acuerdo con los estudios del proyecto, del equipo de estudio de JICA Estudio Ambiental de agua subterránea debe ser para implementarla Uso de resultados de estudios existentes. Análisis de la

Reunión y Fecha	Tema Principal y Discusión
	calidad del agua basados en los estándares colombianos. Contaminación del Agua deberá ser estudiada también en la simulación de agua subterránea Otros.
Reunión del Comité Directivo Reunión No.1/Fase 1 Enero 5, 2001	Tema Principal: Organización del Estudio Discusión: Los temas técnicos también deben ser discutidos en junta del Comité Directivo. Se acuerda no establecer el Comité Técnico. División del equipo de estudio y el grupo contraparte en 3 grupos de trabajo (A. Potencial de agua subterránea, B. desarrollo e agua subterránea, C. Proyecto de evaluación) se espera participación activa en el estudio y envío de expertos a los grupos de trabajo de las respectivas organizaciones de la contraparte.
Reunión del Comité DirectivoNo.2/ Fase 1 Marzo 8, 2001	Tema Principal: Plan de perforación exploratoria de pozos y estudio piloto. Discusión: El equipo de estudio propuso cuatro lugares (Ciudad Bolívar Vitelma, La Aguadora, Subachoque) para perforación exploratoria de pozos de EAAB-ESP en la fase 2 y también 4 (Vitelma, La Aguadora, La Salle, Subachoque) Para el estudio piloto de Recarga.
Reunión del Comité DirectivoNo.3/ Fase 1 Marzo 15, 2001	Tema Principal: Contenido del Reporte de Progreso y proyectos del estudio en la fase-2. Discusión: acerca de los resultados de la Fase-1 por parte del equipo Estudio. Proyectos en la fase-2. Pozos exploratorios, Estudio piloto, estación meteorológica y observación de monitoreo en pozos en la fase-1
Reunión del Comité DirectivoNo.1/ Fase 2 Junio 28, 2001	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión: Introducción de nuevos miembros unió IDEAM y ASOCOLFLORES ·Manejo unificado de datos de agua subterránea ·Juntas del comité directivo el último jueves de cada mes
Reunión del Comité Directivo No.2/ Fase 2 Julio 25, 2001	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión: IDEAM y CAR estuvieron de acuerdo con el intercambio de información y así el equipo de estudio progresa haciendo contacto con ellos · Para Unificar la información poseída sobre agua subterránea y su manejo por organizaciones y construir uno unificado para este estudio·Discutir mas acerca de la organización administrativa y estructura de agua subterránea en la Sabana de Bogotá. ACCI continuará chequeando las actas de Comité Directivo en adelante.
Reunión del Comité DirectivoNo.3/ Fase 2 Agosto 30, 2001	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión Sistema de administración de agua subterráneas. Se establecerán 3 pozos de monitoreo. Se establecerán estaciones meteorológicas·El equipo de estudio solicitó a las organizaciones información para el inventariado de pozos. El equipo de estudio explico la simulación de agua subterránea 2 modelos Área grande y área de estudio) ·Entrenamiento de la contraparte
Reunión del Comité Directivo No.4/ Fase 2 Septiembre 27, 2001	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión: EAAB-ESP explicó el retraso en la perforación exploratoria de pozos. La E.A.A.B – ESP, explico la necesidad de perforación exploratoria de pozos en la cuenca de Subachoque. La localización de 11 estaciones meteorológicas. Se necesita autorización para obtener información del Ingeominas. El análisis del balance de agua de información hidrológica de propiedad de la CAR. Presentación de resultados del análisis isotópico.
Reunión del Comité Directivo No.5/ Fase 2 Octubre 25, 2001	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión: La E.A.A.B – ESP, explicó el avance de la perforación exploratoria de pozos en Vitelma. Acuerdo de Ubicación de 11 estaciones meteorológicas·El equipo de estudio explicó el mejoramiento del modelo existente de simulación de agua subterránea. Un taller enfocado al balance y simulación de agua será realizado. Un plan concerniente a la recarga de agua subterránea de la CAR en Subachoque
Reunión del Comité Directivo No.6/ Fase 2 Noviembre 29, 2001	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión: La E.A.A.B -ESP expuso el avance de la perforación exploratoria de pozos en Vitelma. Revisión de la CAR en Subachoque, revela que es inadecuada. Progreso del inventario de pozos. La EAAB-ESP propuso unirse en la búsqueda de pozos·El equipo de estudio solicita la perforación exploratoria de pozos en Vitelma sea lo mas pronto posible.
Reunión del Comité DirectivoNo.7/ Fase 2 Enero 17, 2002	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión: El equipo de estudio reporto resultados preliminares de balance de agua y la simulación del área grande. ·Proceso en la preparación de la base de datos.
Reunión del Comité Directivo No.8/ Fase 2 Febrero 19, y 20 de 2002	Tema principal: Temas a ser discutidos en las próximas reuniones del comité directivo: Los resultados finales de la fase II, fueron presentados por la misión de estudio. CAR entregará los resultados los resultados de la última campaña de monitoreo de niveles. El equipo de estudio, enviará la lista de información necesaria para la fase 3 de todas las entidades. EAAB entregará el reporte de progreso a los miembros de la contraparte y terminará los trabajos de perforación en Vitelma. El equipo de estudio entregará los resultados del análisis químico de los datos tomados en las fases 1 y 2 al miembros de Comité - Proyectos en la de la fase-3 del estudio.
Reunión del Comité Directivo No.1/ Fase 3 Junio 13, de 2002	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión : El Equipo de Estudio explicó el contenido de la Fase -III.·EAAB explicó el progreso del inventario de pozos hecho por la parte Colombiana.·EAAB explicó progreso de la perforación en Vitelma y resultados de pruebas de bombeo.
Reunión del Comité Directivo No.2/ Fase 3 Julio 25, y 20 de 2002	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión : El Equipo de Estudio hizo una explicación integrada de los análisis de calidad de agues y el análisis por isótopos..·El Equipo de Estudio propuso el establecimiento de un grupo de trabajo para la planeación del desarrollo y conservación de aguas subterráneas en los cerros orientales así como la conservación de las aguas subterráneas en la parte occidental de la Sabana de Bogotá.
Reunión del Comité Directivo No.3/ Fase 3 Octubre 10 de 2002	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión: El Equipo de Estudio explicó el progreso en el análisis de la recarga de agua subterránea.· Entregó un modelo de simulación y otros resultados analizados por el Equipo de Estudio a la contraparte

Reunión y Fecha	Tema Principal y Discusión
	colombiana. · El Equipo de Estudio explicó el progreso en la formulación del proyecto de desarrollo/conservación de aguas subterráneas.
Reunión del Comité Directivo No.4/ Fase 3 Noviembre 28 de 2002	Tema Principal: Reunión Mensual Discusión: El Equipo de Estudio explicó los resultados del análisis de recarga de agua subterránea y el flujo de la misma en el Área de Estudio · El Equipo de Estudio explicó el proyecto de desarrollo/conservación de aguas subterráneas en los cerros orientales y en la Sabana de Bogotá, parte occidental.
Reunión del Comité Directivo No.5/ Fase 3 Enero 16 de 2002	Tema Principal: Borrador del Informe Final Discusión: Se harán las discusiones acerca del borrador del Informe Final, y se resumirán los resultados de las discusiones como minutas de reunión

2.3 Talleres

El Equipo del estudio abrió talleres desde la Fase-I a la Fase-III. Cuando fue necesario, los talleres fueron abiertos en cada tema del estudio. En estos talleres, el Equipo del estudio explicó el contenido y el progreso del mismo cuando fue necesario. Una discusión activa entre el Equipo del estudio y el grupo Colombiano, sobre el contenido del estudio, los métodos de análisis y sus resultados. El grupo Colombiano también hizo presentaciones sobre los temas que le fueron solicitados por el Equipo del estudio. A través de los anteriores talleres, se llevo a cabo una transferencia de tecnología hacia la contraparte Colombiana y el Equipo del Estudio obtuvo del grupo Colombiano información valiosa sobre los temas del estudio. Especialmente, durante los talleres, los resultados de los estudios existentes por la parte Colombiana y su interpretación por parte de ellos, fueron aclarados por la parte Colombiana. Más aún, los problemas en la implementación del estudio fueron aclarados y opiniones y propuestas valiosas para su solución fueron hechas por la contraparte Colombiana. En los talleres, los temas del estudio fueron profundamente examinados por ambas partes. Los temas de los talleres se muestran en la Tabla-2.2.

Tabla-2.2 Resultados de los talleres

Fase	No		Fecha	Temas de los Talleres
Fase-I	1	WS-1-1	Ene 9, 2001	- Perforación exploratoria
	2	WS-1-2	Ene 19, 2001	- Humedales de la sabana de Bogotá – Humedales de la ciudad de Bogotá - Responsabilidad de la EAAB-ESP, sobre el manejo de los humedales de Bogotá
	3	WS-1-3	Feb 12, 2001	- Método de evaluación del potencial de aguas subterráneas. - Características hidrológicas de la sabana de Bogotá. - Resultado de los estudios geofísicos existentes. - Manejo de los humedales por E.A.AB ESP.
	4	WS-1-4	Feb. 14, 2001	- Programa de administración integrada del Recurso Hídrico. - Administración del recurso de aguas subterráneas por el DAMA. - Administración del recurso de aguas subterráneas por la CAR. - Políticas para la evaluación institucional.
	5	WS-1-5	Feb. 19, 2001	- Plan de uso del suelo de la ciudad de Bogotá – Demanda de agua de la ciudad de Bogotá. - Plan de uso del suelo de la sabana de Bogotá- Demanda de agua de la sabana de Bogotá.
	6	WS-1-6	Mar. 06, 2001	- Progreso de la perforación exploratoria – plan de perforación de la fase II.
	7	WS-1-7	Mar. 06, 2001	- Plan del estudio piloto de la fase II.
	8	WS-1-8	Mar. 06, 2001	- Propuesta Simulación de aguas subterráneas - El modelo de simulación de aguas subterráneas existente.
	9	WS-1-9	Mar. 06, 2001	- Análisis de calidad de agua y análisis isotópico. - Calidad del agua de la sabana de Bogotá – Calidad del agua de la ciudad de Bogotá. - Análisis isotópicos existentes.
Fase-II	1	WS-2-1	Julio 6, 2001	- Estudio Piloto, - Perforación exploratoria - Calidad del Agua, - SIG
	2	WS-2-2	Julio 19, 2001	- Estudio Piloto de Recarga Artificial
	3	WS-2-3	Sep. 21, 2001	- Admón. del Agua Subterránea
	4	WS-2-4	Oct. 4, 2001	- Estudio del Balance Agua, - Simulación Agua subterránea
	5	WS-2-5	Oct. 11, 2001	- Observación Meteorológica, - Levante del Inventario de pozos.
	6	WS-2-6	Oct. 18, 2001	- Estudio Balance Agua, - Simulación Agua subterránea
	7	WS-2-7	Nov. 8, 2001	- Estudio Balance Agua, - Simulación Agua subterránea. - Prueba de Recarga Artificial
	8	WS-2-8	Nov. 15, 2001	- Estudio Balance Agua, - Simulación Agua subterránea
	9	WS-2-9	Nov. 22, 2001	- Análisis meteorológico, - Análisis Hidrológico - Simulación Agua subterránea
	10	WS-2-10	Dic.6, 2001	- Exploración CSMAT, - Estudio Balance Agua - Análisis Hidrológico
	11	WS-2-11	Dic. 13, 2001	- Estudio Balance Agua, - Simulación Agua subterránea.
	12	WS-2-12	Dic.20, 2001	- Estudio Balance Agua, - Estudio Hidrogeológico.
	13	WS-2-13	Ene.10, 2002	- Potencial Agua subterránea. Proyección Recarga Artificial Proyección - Simulación Agua subterránea
	14	WS-2-14	Ene. 17, 2002	- Simulación Agua subterránea
	15	WS-2-15	Ene. 24, 2002	- Demanda de agua, - Simulación Agua subterránea
	16	WS-2-16	Ene. 31, 2002	- SIG, - Calidad del Agua, - Simulación Agua subterránea
	17	WS-2-17	Feb. 7, 2002	- Simulación Agua subterránea
Fase-III	1	WS-3-1	Jun.20, 2002	- Subsidencia, -GIS
	2	WS-3-2	Jun.27, 2002	- Análisis de balance hídrico
	3	WS-3-3	Jul.4, 2002	- GIS, - Análisis de balance hídrico por la CAR
	4	WS-3-4	Jul.11, 2002	- Análisis de balance hídrico
	5	WS-3-5	Jul.23, 2002	- Análisis de balance hídrico
	6	WS-3-6	Ago.1, 2002	- Prueba de bombeo de Vitelma
	7	WS-3-7	Ago.8, 2002	- Análisis de balance hídrico, - Simulación aguas subterráneas
	8	WS-3-8	Ago.15, 2002	- Análisis de balance hídrico
	9	WS-3-9	Nov.15, 2002	- Análisis de balance hídrico, - Simulación aguas subterráneas
	10	WS-3-10	Nov.22, 2002	- Análisis de balance hídrico
	11	WS-3-11	Nov.14, 2002	- Análisis de calidad de aguas
	12	WS-3-12	Nov.22, 2002	- Análisis de calidad de aguas

2.4 Seminarios sobre transferencia tecnológica

Los seminarios sobre transferencia tecnológica se abrieron dos veces durante el mes de septiembre. El resumen de los seminarios aparece en la Tabla-2.3.

Tabla-2.3 Resumen de los seminarios tecnológicos

No	Fecha	Lugar	Expositor	Contenido
Primero	22, Feb. 2002	Hall de EAAB of. Calle 71.	Sr. Masatomo WATANABE	Progreso del Estudio
			Sr. Carlos MOLANO	Aguas Subterráneas en la Sabana de Bogotá
			sr. Sigifredo TENJO	Administración de Aguas Subterráneas en le Valle del Cauca.
Segundo	16, Ene. 2003	Hall of EAAB Centro de Entrenamiento La Aguadora	Sr. Masatomo WATANABE	Resultado final del Estudio
			Dr. Kenji JINNO	Desarrollo y conservación de las aguas subterráneas
			Sr. Hiroshi NAKAMURA	Investigación de Aguas Subterraneas
			Sr. Naoki HARA	Manejo institucional de aguas subterráneas.

(1) Primer seminario sobre transferencia tecnológica

Presentación a cargo del Equipo de Estudio

El primer seminario sobre transferencia tecnológica lo abrió en febrero del 2002, al final de la Fase-II del Estudio el Sr. WATANABE, líder del Equipo de Estudio, quien hizo una presentación sobre los resultados iniciales e intermedios del Estudio de la fase II. El contenido de la presentación fue sobre el resultado provisional del Estudio sobre la recarga de agua subterránea y sobre la simulación de aguas subterráneas. Además de esto, se propusieron sitios atractivos para el nuevo desarrollo de aguas subterráneas y la posibilidad de recarga artificial.

Presentación a cargo de la contraparte Colombiana

Hubo dos presentaciones de la parte colombiana La primera presentación la hizo el Sr. Carlos Molano, catedrático de la Universidad de Los Andes; y la segunda la hizo el Sr. Sigifredo TENJO, ingeniero de CVC. El Sr. Molano hizo una presentación que empezó por el mecanismo de flujo de las aguas subterráneas, luego sobre el flujo de aguas subterráneas e hidrología en la Sabana de Bogotá, exposición que incluyó también temas científicos. El Sr. Sigifredo TENJO hizo una presentación sobre el proyecto de desarrollo de aguas subterráneas y su administración en el departamento del CAUCA. Este proyecto ha sido evaluado en Colombia como muy exitoso, y tal vez el más reconocido de todos. Dicha información fue muy valiosa para este Estudio.

Respuesta a la presentación del Equipo de Estudio

A este seminario, asistieron no sólo personas de las organizaciones contraparte de este Estudio, sino también de muchas otras organizaciones de la ciudad de Bogotá, del gobierno central, universidades y de municipios de cerca de la ciudad de Bogotá. El contenido de la presentación hecha por el Equipo de Estudio les trajo información nueva e importante a los asistentes. Los temas fueron: ①cantidad de agua subterránea actualmente extraída en la Sabana de Bogotá, ② la recarga de agua subterránea en el Área de Estudio, ③ sitios promisorios para el desarrollo de aguas subterráneas en los acuíferos del Cretáceo, ④ conservación de aguas subterráneas mediante la recarga artificial.

① La tasa actual de bombeo proporción en la Sabana de Bogotá fue parcialmente investigada en el pasado por parte del lado colombiano. Mediante este Estudio, se clarificó, por primera vez, la cantidad total de agua extraída por bombeo. ② En el pasado, la parte colombiana había estimado la cantidad de recarga de agua subterránea en el Área de Estudio. Sin embargo, la cantidad de aguas subterráneas recientemente estimada por el Estudio resultó mucho más alta, lo que causó un gran interés en la parte colombiana, por el método utilizado y los resultados obtenidos. ③ El Equipo de Estudio propuso los cerros orientales de la Sabana de Bogotá como sitio prometedor para un nuevo desarrollo de aguas subterráneas, donde había habido un pequeño desarrollo de aguas subterráneas en el pasado. Esta idea era nueva para la contraparte

colombiana. ④ La recarga artificial no se hecho aún en el Área de Estudio, y este plan atrajo la atención de los asistentes.

(2) Segundo seminario tecnológico

El segundo seminario técnico fue efectuado en la última fase del estudio en Enero de 2003. Por parte del equipo de estudio, el señor Watanabe (líder de grupo y encargado del del desarrollo del agua subterránea), el señor Nakamura (encargado de la Hidrogeología), el señor Hara (encargado de la parte institucional y el desarrollo del recurso humano) explicaron el resultado del estudio. El señor Jinno, profesor de la Universidad de Kyushu de Japón, fue invitado al seminario como invitado especial para dar una charla sobre el agua subterránea en Japón y tópicos relacionados con el desarrollo y conservación del agua subterránea en Japón.

Presentación de Profesor Jinno

El profesor Jinno, primero, presentó el uso actual del agua subterránea en Japón y la disponibilidad del agua subterránea. Entonces, explicó los problemas causados en el pasado por extracción de agua subterránea: En Japón el 86% del total del agua utilizada depende de Fuentes superficiales y el 14% del total utilizada depende de agua subterránea. El agua subterránea es eventualmente utilizada para industria, abastecimiento e irrigación. Por otro lado, se estima que el volumen total que actualmente se utiliza de agua subterránea es mas del volumen total de agua subterránea que se recarga en Japón, lo que causa serios problemas en el ambiente subterráneo como subsidencia e intrusión de agua marina. Contra estos problemas, muchos estudios e investigaciones fueron efectuados, implementando regulaciones fueron formuladas relacionadas con desastres de agua subterránea. En años recientes, la contaminación de agua subterránea fue dada conocer al público, lo cual causó problemas sociales serios. Como contramedida de este problema, nuevas regulaciones y métodos fueron formulados y nuevas investigaciones y métodos para remediación contra la contaminación del suelo y el agua subterránea fueron propuestos y puestos en práctica. Lo mas importante para arreglar los problemas ambientales del agua subterránea son:: i) estudios mas realísticos para comprender la situación real, ii) colaboración de expertos en diferentes áreas de la investigación, iii) una persona clave que se dedique a la integrar cada nuevo hallazgo.

Presentación del grupo de estudio.

El Sr.Watanabe, líder de equipo de estudio, explicó los resultados del estudio : El potencial de agua subterránea para el desarrollo fue evaluado basado en el balance hídrico del área de estudio. También el uso actual del agua subterránea en la sabana de Bogotá fue aclarado. Basados en los resultados antes mencionados, se concluyó que el agua subterránea podría ser desarrollada de acuerdo al potencial de cada área. Esta conclusión y las predicciones de la demanda fueron la base para proponer 2 proyectos: i) desarrollo y conservación de agua subterránea en los Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá, ii) conservación de las aguas subterráneas en áreas de alto uso de aguas subterráneas en la Sabana de Bogotá. Con la evaluación de los proyectos se concluyó que ambos proyectos eran factibles.

El Sr. Nakamura, hidrogeólogo del equipo de Estudio, explicó los resultados del estudio del potencial del agua subterránea: El potencial para el desarrollo de aguas subterráneas fue estimado a partir de la recarga de agua subterránea, basado en el análisis del balance hídrico. En este análisis, la recarga de agua subterránea fue calculada de la precipitación, la evapo-transpiración real y la descarga de los ríos. El valor resultante de recarga de agua subterránea fue de 144 mm/year. Este valor fue aclarado con los resultados de la simulación.

El Sr. Hara, encargado del desarrollo institucional y de el recurso humano, del estudio, hizo su presentación. En ella se presentaron los primeros cambios históricos en la propiedad del agua subterráneas alrededor del mundo, así como los conceptos y tendencias en el manejo del recuso

hídrico subterráneo después de que la propiedad del agua pasó a ser de dominio público. En segunda estancia, se mencionaron conceptos sobre el agua subterránea en Japón, donde la propiedad del agua subterránea aún pertenece al sector privado. Finalmente, se resumieron propuestas para el mejoramiento de las instituciones y el desarrollo del recurso humano.

Respuesta a la presentación

El profesor Jinno de la Universidad de Kyushu hizo su presentación sobre los problemas ambientales actuales del uso de agua subterránea, los cuales causaron gran interés a los asistentes al seminario. Los asistentes de la parte colombiana efectuó muchas preguntas mostrando sus preocupaciones que sus problemas son los mismos como los ocurridos en Colombia en un futuro cercano. Especialmente, los tópicos relacionados con la subsidencia, contaminación de agua subterránea, y las regulaciones actuales en contra de ello, condujeron a muchas preguntas hacia el Profesor Jinno, de la parte colombiana. En la presentación, el Profesor Jinno, sugirió una metodología para la investigación de aguas subterráneas recomendable para ser implementada en un futuro cercano en Colombia.

El equipo de estudio hizo la presentación de los resultados del estudio. El equipo de estudio presentó los resultados del estudio a mas personas en el seminario que en las reuniones habituales que se habían sostenido anteriormente, para explicar el progreso del estudio. En la presentación, la recarga resultante de agua subterránea de 144 mm/año obtenida por el equipo de estudio, lo cual tiene un gran significado en el futuro desarrollo del agua subterránea importancia, produjo un fuerte interés por la parte colombiana. De cualquier forma parece necesario de dos proyectos propuestos para un futuro seguro el desarrollo y conservación de aguas subterráneas en la sabana de Bogotá.

.