Lista de informes

Resumen de informe	(Inglés, español y japonés)		
Informe principal	(Inglés y español)		
Informe de soporte	(Inglés y español)		
		Parte 1	Condiciones generales el Área de Estudio
		Parte 2	Estudio de campo ambiental
		Parte 3	Estudio geofísico
		Parte 4	Exploración perforatoria
		Parte 5	Observación del nivel de aguas subterráneas
		Parte 6	Prueba de calidad de agua de los pozos
		Parte 7	Análisis isotópico
		Parte 8	Observación meteorológica
		Parte 9	Estudiio Piloto para la Recarga Artificial de Agua Subterránea
		Parte 10	Análisis de usos del suelo con imágenes satelitales
		Parte 11	Inventario de pozos
		Parte 12	Base de datos GIS
		Parte 13	Estudio del potencial de las aguas subterránea
		Parte 14	Plan de Desarrollo Sostenible de las Aguas Subterráneas
Libro de datos	(Inglés y español)		

Informe Final
(Resumen de Informe)

Tabla de Contenido

Página

PREFACIO
CARTA DE TRANSMISIÓN
Las Fotografías
Mapa del Área de Estudio (1) ····· i
Mapa del Área de Estudio (2) ····· ii
Lista de Informes ····· iii
Tabla de Contenido ····· iv
Lista de Tablas y Figuras ····· vi
Lista de Abreviaciones ····· ix

SYNOPSIS ····· S-1

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN ····· 1-1

1.1 Generalidades del Estudio ····· 1-1
1.2 Organización del Estudio ····· 1-2
1.3 Principales reuniones ····· 1-3
1.4 Talleres ····· 1-5
1.5 Seminarios sobre transferencia tecnológica ····· 1-6

CAPITULO 2 CONDICIONES GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO ····· 2-1

2.1 Condiciones socioeconómicas ····· 2-1
2.2 Condiciones Naturales ····· 2-2
2.3 Administración de los recursos hídricos ····· 2-7

CAPITULO 3 INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS ····· 3-1

3.1 Análisis de uso de suelos con imágenes satelitales ····· 3-1
3.2 Estudio de campo del medio ambiente ····· 3-2
3.3 Exploración geofísica ····· 3-5
3.4 Perforación exploratoria ····· 3-8
3.5 Observación de nivel del agua subterránea ····· 3-11
3.6 Prueba de Calidad del Agua para los Pozos ····· 3-17
3.7 Análisis Isotópico ····· 3-19
3.8 Inventario de los pozos ····· 3-23
3.9 Observación Meteorológica ····· 3-26
3.10 Estudio Piloto ····· 3-28
3.11 Reparación de la base de datos SIG ····· 3-31

CAPITULO 4 ESTUDIO DEL POTENCIAL DE AGUAS SUBTERRÁNEAS ····· 4-1

4.1 Análisis hidrogeólgico ····· 4-1
4.2 Balance hídrico y recarga de aguas subterráneas ····· 4-3
4.2.1 Análisis de balance hídrico ····· 4-3
4.2.2 Recarga de agua subterránea ····· 4-7
4.3 Simulación de aguas subterráneas ····· 4-12
4.3.1 Simulación de aguas subterráneas en área de gran tamaño ····· 4-12

4.3.2 Simulación de aguas subterráneas del Área de Estudio ····· 4-14
4.4 Evaluación del potencial de las aguas subterráneas ····· 4-18

CAPITULO 5 PLAN DE DESARROLLO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS ··· 5-1

5.1 Política básica del Plan ····· 5-1
5.1.1 Importancia del Plan ····· 5-1
5.1.2 Política básica de desarrollo de aguas subterráneas ····· 5-1
5.1.3 Política básica de conservación de aguas subterráneas ····· 5-3
5.2 Demanda proyectada de aguas subterráneas ····· 5-4
5.3 Plan de desarrollo y conservación ····· 5-7
5.3.1 Proyecto de desarrollo y conservación de las aguas subterráneas en los cerros orientales de la Sabana de Bogotá (Proyecto Oriental) ····· 5-7
5.3.2 Plan de conservación de aguas subterráneas del área de uso intensivo de aguas subterráneas en la Sabana de Bogotá (Proyecto Occidental) ····· 5-11
5.4 Plan de monitoreo ····· 5-12
5.5 Las Instituciones y la operación y mantenimiento ····· 5-14
5.6 Diseño y estimación de costos ····· 5-17
5.6.1 Diseño ····· 5-17
5.6.2 Costo estimado ····· 5-20
5.7 Programa de implementación ····· 5-21
5.8 Examen inicial del medio ambiente ····· 5-23
5.9 Evaluación del proyecto ····· 5-23
5.9.1 Evaluación económica ····· 5-23
5.9.2 Análisis financiero ····· 5-25
5.9.3 Evaluación social ····· 5-26

CAPITULO 6 RECOMENDACIONES ····· 6-1

Lista de Tablas y Figuras

		Página
Tabla-1.1	Principales reuniones	1-3
Tabla-1.2	Resultados de los talleres	1-5
Tabla-1.3	Resumen de los seminarios tecnológicos	1-6
Tabla-2.1	Territorio del Área de Estudio	2-1
Tabla-2.2	Población actual y crecimiento de Bogotá y Cundinamarca	2-2
Tabla-2.3	Litoestratigrafía en el Área del departamento de Cundinamarca	2-3
Tabla-3.1	Lista de datos satelitales adquiridos	3-1
Tabla-3.2	Áreas de uso de suelo en el Área de Estudio	3-2
Tabla-3.3	Resultado de la perforación exploratoria del Cuaternario	3-8
Tabla-3.4	Resultado de la perforación exploratoria del Cretáceo (1)	3-10
Tabla-3.4	Resultado de la Perforación Exploratoria del Cretáceo (2)	3-11
Tabla-3.5	Pozos para la observación continua del nivel del agua subterránea	3-13
Tabla 3.6	Número de pozos para los ensayos sobre la calidad del agua y parámetros	3-17
Tabla-3.7	Pozos Seleccionados para Análisis Isotópico	3-20
Tabla-3.8	Resultados del análisis isotópico	3-20
Tabla-3.9	Número total de pozos en el Área de Estudio	3-23
Tabla-3.10	Producción total del Área de Estudio	3-23
Tabla-3.11	Número y acuífero de los pozos por tipo geológico	3-24
Tabla-3.12	Número total y producción de los pozos por cuencas de ríos	3-24
Tabla-3.13	Condiciones geológicas del Pozo de Vitelma	3-28
Tabla-3.14	Resultados de la recarga artificial	3-29
Tabla-3.15	Definición de los datos SIG	3-34
Tabla 3-16	Lista de la base de datos SIG	3-35
Tabla-4.1	Clasificación de los acuíferos del Área de Estudio	4-1
Tabla-4.2	Parámetros hidráulicos del acuífero Cuaternario	4-3
Tabla-4.3	Parámetros hidráulicos del acuífero de Guadalupe	4-3
Tabla-4.4	Clasificación de cuencas	4-4
Tabla-4.5	Escorrentía en el Área de Estudio	4-5
Tabla-4.6	Estaciones de observación de suelos	4-8
Tabla-4.7	Resultados del Análisis de recarga de agua subterránea	4-10
Tabla-4.8	Recarga total de agua subterránea del Área de Estudio	4-10
Tabla-4.9	Balance hídrico de Área de Estudio	4-10
Tabla-4.10	Balance de aguas subterráneas calculado con la simulación de aguas subterráneas	4-17
Tabla-4.11	Aguas subterráneas que fluyen hacia afuera del Área de Estudio	4-17
Tabla-4.12	Rendimiento actual de pozos y recarga de agua subterránea por cuenca	4-19
Tabla-4.13	Rendimiento seguro por cuenca	4-20
Tabla-5.1	Rendimiento seguro remanente por cuenca	5-2
Tabla-5.2	Proporción actual de utilización de aguas subterráneas	5-3
Tabla-5.3	Proyección de la demanda de la EAAB (nivel medio de la demanda)	5-5
Tabla-5.4	Demanda total de agua del Área del Estudio	5-6

Página

Tabla-5.5 Proyección de la demanda de aguas subterráneas de los Cerros Orientales de la Ciudad de Bogotá ····· 5-6
Tabla-5.6 Demanda de agua subterránea en la irrigación del Proyecto Occidental de la Sabana de Bogotá ····· 5-7
Tabla-5.7 Plan de pozos del Proyecto Oriental ····· 5-10
Tabla-5.8 Plan de pozos del Proyecto Occidental ····· 5-12
Tabla-5.9 Plan de monitoreo ····· 5-13
Tabla-5.10 Capacidad estándar de los pozos ····· 5-18
Tabla-5.11 Diseño de instalaciones - Proyecto de Desarrollo y Conservación de las aguas subterráneas de los Cerros Orientales de la Sabana de Bogotá · 5-19
Tabla-5.12 Diseño de instalaciones- Proyecto Conservación de aguas subterráneas en la Parte Occidental de la Sabana de Bogotá ····· 5-20
Tabla-5.13 Costo estimado aproximado-aguas subterráneas y conservación en la Sabana 5-21
Tabla-5.14 Cronograma de ejecución del Proyecto ····· 5-22
Tabla-5.15 Descripción del proyecto ····· 5-23
Tabla-5.16 Principales asunciones ····· 5-23
Tabla-5.17 Costo de O&M ····· 5-24
Tabla-5.18 Asunciones para los beneficios ····· 5-24
Tabla-5.19 Asunciones para los beneficios ····· 5-25
Tabla-5.20 Resultado de la evaluación económica de los dos proyectos ····· 5-25
Tabla-5.21 Costo variable estimado de la planta de Tibitoc ····· 5-25
Tabla-5.22 Resultado de la evaluación financiera del proyecto de los Cerros Orientales de Bogotá ····· 5-26
Tabla-5.23 Implementación y plan de fondos ····· 5-26

Página

Figura-1.1 Organización general del estudio ····· 1-3
Figura-2.1 Mapa geológico del Área de Estudio ····· 2-5
Figura-2.2 División de cuencas de ríos en el Área de Estudio ····· 2-6
Figura-2.3 Estructura organizativa de la CAR ····· 2-9
Figura-2.4 Principales problemas y sus relaciones causa-resultado ····· 2-10
Figura-3.1 LANDSAT-7 Imagen Compuesta de Color de toda el Área de Estudio. ···· 3-1
Figura-3.2 Mapa de cobertura del suelo en el Área de Estudio ····· 3-1
Figura-3.3 Ubicación de la Exploración CSAMT ····· 3-7
Figura-3.4 Ubicación de la perforación exploratoria del Cuaternario y el Cretáceo ···· 3-9
Figura-3.5 Histograma de la velocidad del nivel del agua subterránea (m/año) ····· 3-13
Figura-3.6 Nivel del agua subterránea del Cuaternario ····· 3-14
Figura-3.7 Nivel del agua subterránea del Cretáceo ····· 3-15
Figura-3.8 Ubicación de la instalación de los medidores del nivel de agua subterránea · 3-16
Figure 3.9 Relaciones entre δD yδ18O ····· 3-22
Figura-3.10 Distribución de la producción ····· 3-25
Figura-3.11 Sitios para la instalación de las estaciones meteorológicas ····· 3-27
Figura-3.12 Ciclo de observación del Estudio Piloto ····· 3-29
Figura-3.13 Resultados del Estudio Piloto ····· 3-30
Figura-3.14 Configuración del sistema del equipo SIG ····· 3-33
Figura-3.15 Mapa base en el estudio ····· 3-36
Figura-3.16 Mapa espacial Mapa del LANDSAT5 del IGAC en 1995 ····· 3-36
Figura-3.17 Imagen de realza de bordes de la dirección NO ····· 3-36
Figura-3.18 Mapa convencional geológico en el estudio ····· 3-36
Figura-3.19 Mapa hidrogeológico ····· 3-37
Figura-3.20 Mapa de los límites administrativos del DANE2000 ····· 3-37
Figura-3.21 Mapa compilado del uso de la tierra y de la planeación del uso de la tierra en POT ····· 3-37
Figura-3.22 Mapa compilado del abastecimiento de agua en POT ····· 3-37
Figura-3.23 Mapa de las zonas peligrosas y de riesgo natural ····· 3-38
Figura-3.24 Ejemplo del mapa de la calidad del agua de Amoniaco ····· 3-38
Figura-3.25 Ejemplo del mapa de profundidad de los pozos ····· 3-38
Figura-3.26 CSAMT Mapa de exploración geofísica ····· 3-38
Figura-4.1 Proceso de cálculo de análisis hidrogeológico ····· 4-4
Figura-4.2 Curva de flujo del río Bogotá ····· 4-5
Figura-4.3 Mapa de Equi-Precipitación ····· 4-6
Figura-4.4 ETR anual ····· 4-9
Figura-4.5 Recarga anual de agua subterránea ····· 4-11
Figura-4.6 Área para la Simulación de aguas subterráneas ····· 4-13
Figura-4.7 Resultados de simulación de aguas subterráneas en un área grande (Rendimiento = 40% de recarga) ····· 4-15
Figura-4.8 Ejemplo de estructura de acuíferos del modelo ····· 4-16
Figura-4.9 Recarga de aguas subterráneas del modelo de simulación ····· 4-16
Figura-4.10 Nivel de aguas subterráneas de Cretáceo calculado con la simulación ····· 4-18
Figura-5.1 Concepto de recarga artificial ····· 5-4
Figura-5.2 Plan de pozos para el desarrollo y conservación de las aguas subterráneas ·· 5-8

Lista de Abreviaturas

Abreviaturas	Español	Inglés	Japonés
AWWA	Asociación Americana de Acueductos	American Water Works Association	米国水道協会
ACCI	Agencia Colombiana de Cooperación Internacional	Colombian International Cooperation Agency	コロンビア国際協力庁
ASOCOLFLORES	Asociación Colombiana de Exportadores de Flores	Colombian Flower Exporters Association	コロンビア花卉輸出業者組合
B/C	Relación Beneficio-Costo	Benefit-Cost Ratio	便益対費用比
BOD	Demanda Bioquímica de Oxígeno	Biochemical Oxygen Demand	生化学的酸素要求量
CAR	Corporacion Autónoma Regional de Cundinamarca	Regional Autonomous Corporation of Cundinamarca	クンデイナマルカ地域公社
COD	Demanda Química de Oxígeno	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CSAMT Method	Metodo Audio Magneto-telúrico de Fuente Controlada	Controlled Source Audio Magneto-telluric Method	CSAMT 法
DAMA	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente del Bogotá D.C.	Administrative Technical Department of Environment of Bogotá D.C.	ボゴタ首都圏地区環境局
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística	National Administrative Department of Statistics	国立統計局
D.C.	Distrito Capital	Capital District	首都圏
DEM	Medelo Digital de Altura	Digital Elevation Model	数値標高モデル
EAAB	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá	Bogotá Water Supply and Sewerage Company	ボゴタ上下水道公社
EEEB	Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá	Bogotá Electric Power Company	ボゴタ電力会社
EIRR	Tasa Interna de Retorno Economico	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EMGESA	Empresa de Generadora de Energía S.A.	Electric Power Generation Company	発電会社
FIRR	Tasa Interna de Retorno Financiero	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación	Food And Agriculture Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
GDP	PIB (Producto Interno Bruto)	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Sistema de Información Geográfica	Geographic Information System	地図情報システム
GL	Nivel de Terreno	Ground Level	地盤高
GPS	Sistema de Posicionamiento Global	Global Positioning System	全地球測位システム
GRDP	Producto Interno Bruto Regional	Gross Regional Domestic Product	域内総生産
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	Institute of Hydrology, Meteorology and Environmental Studies	水文気象環境調査庁
IGAC	Instituto Geográfico "Agustin Codazzi"	"Agustin Codazzi" Geografic Institute	"Agustin Codazzi" 国土地理院

Abreviaturas	Español	Inglés	Japonés
INGEOMINAS	Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minera Ambiental y Nuclear	Institute of Geoscientific, Mining Environmental, Nuclear Research and Information	国立地質科学鉱山環境核調査情報研究所
IVA	Impuesto al Valor Agregado	Value Added Tax	付加価値税
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	Japan International Cooperation Agency	日本国際協力事業団
LAN	Red de Área Local	Local Área Network	LAN（比較的狭い範囲のｺﾝﾋﾟｭｰﾀｰ・ﾈｯﾄﾜｰｸ）
NGO	Organización No Gubernamental	Non-governmental Organization	非政府組織
POT	Plan de Ordenamiento Territorial	Plan of Land Use and Regulation	土地利用規制計画
SQL	Lenguaje de Duda Estándar	Standard Query Language	SQL
S/W	Alcance del Trabajo	Scope of Work	実施細則