

**República de Cuba
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)**

**Proyecto para el Fortalecimiento de las
Capacidades del Manejo del Agua
Subterránea
y el Control de la Intrusión Salina
en la República de Cuba**

Informe Final

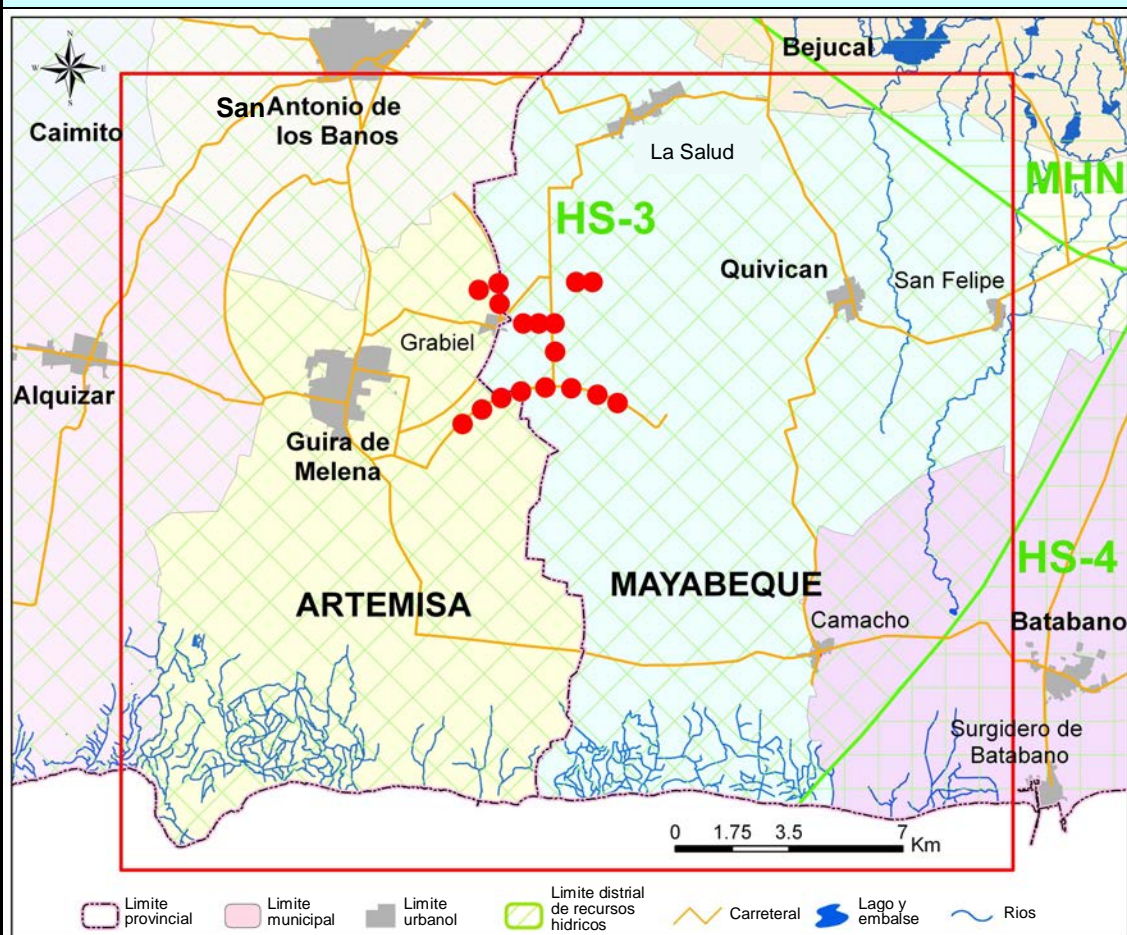
Febrero de 2017

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Kokusai Kogyo Co., Ltd.

GE
JR
17-021

República de Cuba



EL PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA
Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Mapa de Ubicacion del Area del Proyecto

Foto de Proyecto (1/10)

Monitoreo de Aguas Subterráneas (1)



Hidrogeología

Se debatió sobre las estructuras hidrogeológicas en la zona de estudio del proyecto y en las ubicaciones de los 7 pozos existentes para la instalación del equipo automático de medición del nivel de agua y los 3 pozos de estudio el 8 de julio de 2013 en EIPH-Habana.



Prospección geofísica (Prospección eléctrica)

Se realizó la prospección eléctrica vertical para comprender la estructura hidrogeológica de la zona de estudio y se detalló la distribución de la geología alrededor de las zonas de perforación del pozo de estudio utilizando el equipo de EIPH-Habana y EIPI-Matanzas y el equipo donado para este proyecto.



Perforación de los pozos de observación

Se realizó la perforación de los pozos de observación por la parte cubana, incluyendo los costos del registro de la perforación, la prueba de bombeo y la instalación de los equipos de observación. La perforación se inició el 17 de junio de 2014 y la instalación completa de los medidores de nivel de agua de auto-registro terminó el 8 de marzo de 2016.



Prospección geofísica (Registro de la perforación)

Usando el equipo de registro donado que mide resistividad, potencial espontáneo y gamma natural, se llevó a cabo la capacitación práctica sobre medidas y análisis y se examinaron las litofacies en los pozos de estudio.



Prueba de bombeo (Mediciones en el terreno)

Se realizaron las pruebas de bombeo (prueba de abatimiento por fases, de manera continua y de recuperación) en el pozo de estudio JICA-2 en febrero de 2015 y JICA-3 en enero de 2015 (con una profundidad de perforación de 65 m) y en agosto de 2015 (con una profundidad de perforación de 80 m).



Prueba de bombeo (Análisis)

Se impartió una conferencia sobre el conocimiento básico de las pruebas de bombeo y se analizaron los resultados de las pruebas reales de bombeo en la capacitación con los participantes de EIPH-Habana, GEIPI, GEARH, CUJAE los días 5 y 26 de junio de 2015.

Fotos del Proyecto (2/10)

Monitoreo de Aguas Subterráneas (2)



Monitoreo del agua subterránea (Nivel de aguas)

Se instalaron los medidores automáticos del nivel de aguas en los 7 pozos existentes y los 3 pozos de estudio y se realizaron mediciones continuas del nivel de agua subterránea. La foto muestra la capacitación para la recogida de datos de un pozo el 8 de noviembre de 2013.



Monitoreo del agua subterránea (Calidad del agua: mediciones en el terreno)

Capacitación sobre medición de la calidad del agua utilizando el equipo donado de análisis de la calidad de agua potable efectuada el 4 de febrero de 2014. Esta capacitación fue impartida por la contraparte de GEARH que había recibido capacitación de instructores a través de este proyecto.



Monitoreo del agua subterránea (Calidad de agua: análisis en la sala)

Se presentó el espectrofotómetro donado en el proyecto y se utilizó para realizar prácticas de medición de la calidad de agua en EAH-Artemisa el 20 de febrero de 2014. Durante la capacitación, se tomó como objetivo de medición el nitrógeno nitrato, que actualmente está causando uno de los mayores problemas de calidad de agua en Cuba.



Monitoreo del agua subterránea (Calidad del agua: lectura)

La conferencia sobre el mecanismo de contaminación por carga de fuentes puntuales y características de los contaminantes fue impartida en EIPH-Habana el 26 de abril de 2016. Participaron los ingenieros de EIPH-Habana, GEARH, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa.



SIG/BD (Establecimiento del sistema de bases de datos para los GIS)

La capacitación sobre el establecimiento de los SIG y el sistema de bases de datos tiene lugar cada año en EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa.



SIG/BD (Visita una provincia del proyecto anterior)

El 9 y 10 de febrero de 2015, los ingenieros de EIPH-Habana y el experto japonés visitaron la EAH-Holguín y la EIPH-Camagüey para observar el estado de operación de la base de datos establecida con un proyecto anterior e intercambiar opiniones con técnicos de ambas empresas.

Fotos del Proyecto (3/10)

Modelación del Agua Subterránea



Primer año (Capacitación básica sobre modelación de agua subterránea)

Explicación y puesta en práctica del análisis del modelo de aguas subterráneas con el uso de datos del modelo en el distrito de Sola, lugar del proyecto anterior, y del método de estimación del volumen de recarga de aguas subterráneas mediante el modelo de tanque que tuvieron lugar el 26 y 27 de febrero de 2013.



Primer año (Visita a la CUJAE)

Miembros del proyecto visitaron la CUJAE y recibieron una explicación sobre el modelo del agua subterránea desarrollado por los institutos de investigación de Cuba el 6 de junio de 2013.



Segundo año (EIPH-Habana)

Conferencia y capacitación práctica sobre el modelo de sección transversal bidimensional (V2D) y el modelo tridimensional aproximado de amplia extensión impartidas a los ingenieros de GEIPI, EIPH-Habana, GEARH, EAH-Mayabeque en EIPH-Habana durante 4 días entre el 10 y el 13 de julio de 2014.



Tercer año (EAH-Mayabeque)

Se realizó una capacitación sobre preparación y modificación del modelo creado en el segundo año en EIPH-Habana durante 5 días, EAH-Mayabeque durante 6 días y EAH-Artemisa durante 6 días entre enero y febrero de 2015 y junio de 2016.



Cuarto año (EIPH-Habana)

Se realizó la modificación y la actualización del modelo del agua subterránea en la capacitación que tuvo lugar en EIPH-Habana durante 10 días, EAH-Mayabeque durante 7 días y EAH-Artemisa durante 7 días de noviembre a diciembre de 2015 y de mayo a junio de 2016.



Cuarto año (EAH-Artemisa)

Capacitación práctica en el análisis de las predicciones del nivel de agua subterránea y calidad de agua utilizando el modelo de agua subterránea en EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa en los meses de enero, febrero y diciembre de 2016.

Fotos del Proyecto (4/10)

Transferencia Técnica para la Recarga de Aguas Subterráneas y el Control de la Intrusión Salina



Primer año (Establecimiento del grupo)

El 5 de marzo de 2013 se estableció en la oficina de EIPH-Habana un grupo técnico de recarga de acuíferos y de medidas contra intrusión salina integrado en su mayoría por ingenieros de EIPH-Habana y comenzaron sus actividades.



Primer año (Presa subterránea)

Se presentaron algunos casos de las medidas contra la intrusión salina en la capacitación en EIPH-Habana el 15 de marzo de 2013. Se realizaron capacitaciones sobre recarga de acuíferos y medidas contra la intrusión salina 3 veces y 2 veces, respectivamente durante el primer año.



Segundo año (Recarga de acuíferos)

Se presentaron algunos casos de recarga de acuíferos en la capacitación en EIPH-Habana el 9 de diciembre de 2013. La capacitación sobre recarga de acuíferos y medidas contra la intrusión salina se realizó 1 vez y 3 veces, respectivamente durante el segundo año.



Tercer año (Presa subterránea-1)

Se realizó una sesión para discutir la construcción de una presa subterránea para la cuenca subterránea en La Cana, Provincia de Las Tunas durante 4 días entre el 15 y el 24 de abril de 2015. La capacitación sobre recarga de acuíferos se realizó una vez durante el tercer año.



Tercer año (Presa subterránea-2)

Un ingeniero de EIPH-Habana realizó una presentación acerca del resultado del estudio sobre la construcción de una presa subterránea en el La Cana, Provincia de Las Tunas, en el marco de la conferencia del INRH (Cubagua), el 12 de junio de 2015.



Cuarto año (Recarga de acuíferos)

La construcción de la instalación de recarga de acuíferos se debatió durante los meses de noviembre de 2015 a junio de 2016 y se calculó un costo de construcción aproximado para la instalación de recarga de acuíferos prevista para una zona de depresión de una antigua cantera que se muestra en la foto.

Fotos del Proyecto (5/10)

Plan de Manejo del Agua Subterránea



Primer año (EIPH-Habana)

Se celebró la primera reunión con los ingenieros de GEARH, EAH-Mayabeque y EIPH-Habana, y los principales miembros del Grupo de Manejo del Agua Subterránea y comenzaron sus actividades el 12 de marzo de 2013.



Segundo año (EAH-Mayabeque)

Los expertos de JICA y los ingenieros de EIPH-Habana participaron en el seminario organizado por EAH-Mayabeque e intercambiaron opiniones sobre el proyecto del CITMA con respecto al aumento del nivel del mar el 20 de diciembre de 2013.



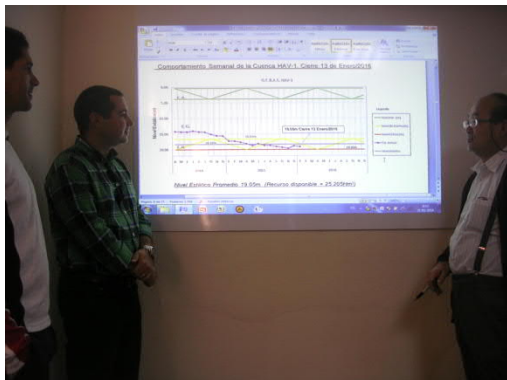
Tercer Año (EAH-Mayabeque)

En la reunión que tuvo lugar el 7 de mayo de 2015 en EAH-Mayabeque para discutir el Plan de Manejo del Agua Subterránea, los participantes, incluidos los ingenieros de GEARH, debatieron sobre la zona objetivo para poner en práctica el plan.



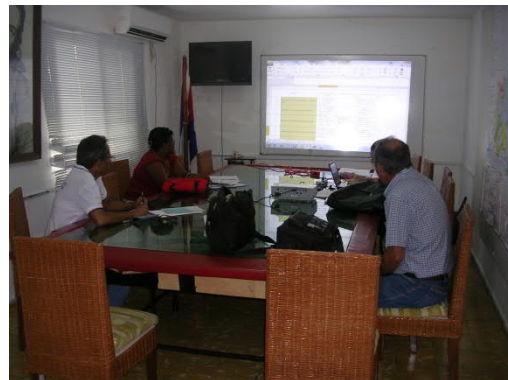
Tercer año (EIPH-Habana)

Durante la reunión que tuvo lugar en EIPH-Habana el 26 de mayo de 2015 para discutir el Plan de Manejo del Agua Subterránea, los ingenieros del subgrupo de GIS/BD que participaron intercambiaron opiniones sobre cómo compartir datos y elaborar mapas.



Cuarto año (EAH-Artemisa)

Durante la reunión que tuvo lugar en EAH-Artemisa el 21 de enero de 2016 para discutir el Plan de Manejo del Agua Subterránea, se discutió activamente entre los participantes cómo fijar la norma del nivel del agua para los pozos de observación.



Cuarto año (EAH-Mayabeque)

Durante la reunión que tuvo lugar en EAH-Mayabeque el 12 de mayo de 2016 para discutir el Plan de Manejo del Agua Subterránea, se discutió activamente entre los participantes, incluidos los ingenieros de EIPH-Habana, las medidas para cumplir con los objetivos del manejo del agua subterránea.

Fotos del Proyecto (6/10)

Seminarios técnicos / Seminarios del Plan de Manejo del Agua Subterránea



Seminario técnico del primer año

El seminario técnico se realizó el 20 de junio de 2013 en el Hotel Chateau Miramar con la participación de 56 cubanos y 15 japoneses. El seminario incluyó una presentación sobre las actividades y los retos luego del proyecto anterior.



Seminario técnico del segundo año

El seminario técnico se realizó el 20 de junio de 2014 en el Hotel Chateau Miramar con la participación de 64 cubanos y 15 japoneses. El seminario incluyó la presentación de proyecto del CITMA.



Seminario técnico y sobre manejo del agua subterránea durante el tercer año

El seminario técnico y sobre manejo del agua subterránea se realizó el 24 de junio de 2015 en el Hotel Chateau Miramar con la participación de 63 cubanos y 9 japoneses. El seminario incluyó la presentación de los proyectos del PNUD.



Seminario sobre manejo del agua subterránea durante el tercer año

El seminario sobre manejo del agua subterránea se realizó el 24 de junio de 2016 en el Hotel Acuario con la participación de 68 cubanos y 9 japoneses. El seminario incluyó la presentación del borrador del plan de manejo del agua subterránea.



Seminario técnico durante el cuarto año

El seminario técnico se realizó el 25 de noviembre de 2016 en el hotel Acuario con la participación de 68 cubanos y 10 japoneses. La parte cubana realizó una presentación sobre los resultados del proyecto.

Fotos del Proyecto (7/10)

Capacitación en el Japón



Capacitación en Japón durante el tercer año (1)

La contraparte cubana participó en la capacitación en Japón durante los días del 5 al 18 de octubre de 2014. Los participantes visitaron el Instituto Nacional de Ingeniería Rural, la Organización de Investigación de Agricultura y Alimentación y recibieron una explicación sobre la más moderna tecnología para el estudio y las medidas contra la intrusión salina el 7 de octubre de 2014.



Capacitación en Japón durante el tercer año (2)

La contraparte cubana visitó la isla principal de Okinawa y la isla Miyako del 9 al 11 de octubre de 2014. Observaron una presa subterránea existente y otra en construcción, y recibieron una explicación sobre la operación y el mantenimiento del sistema de suministro de agua, incluidas las presas de agua subterránea de la Oficina General de Okinawa.



Capacitación en Japón durante el tercer año (3)

La contraparte cubana visitó la Asociación de interés público con personería jurídica de tecnología de almacenamiento e infiltración de agua de lluvia el 16 de octubre de 2014 y recibió una explicación sobre recarga de acuíferos desde el punto de vista del ciclo hidrológico. Durante la capacitación en Japón en el cuarto año, la contraparte cubana visitó instalaciones reales de recarga artificial y de infiltración de agua de lluvia.



Capacitación en Japón durante el cuarto año (1)

La contraparte cubana participó en la capacitación en Japón desde el 28 de febrero al 12 de marzo de 2016. Los participantes visitaron la ciudad de Kanazawa. Los participantes recibieron una explicación sobre cómo el municipio maneja el agua subterránea y pudieron ver instalaciones de monitoreo del hundimiento de tierra debido al descenso del nivel de agua subterránea el 1º y 2 de marzo de 2016.



Capacitación en Japón durante el cuarto año (2)

La contraparte cubana visitó la ciudad de Aizuwakamatsu y la ciudad de Kitakata en la prefectura de Fukushima y recibió una explicación sobre cómo los municipios, las comunidades y la universidad están abordando la situación para preservar las condiciones del agua subterránea.



Capacitación en Japón durante el cuarto año (3)

La contraparte cubana visitó el Museo Histórico de Conducción de Agua de Tokio y recibió, de manos del gobierno metropolitano de Tokio, una explicación sobre la actividad de concienciación sobre el uso del agua.

Fotos del Proyecto (8/10)

Revisión intermedia y Evaluación Final



Firma de la Minuta de Discusiones de la Revisión intermedia

La Revisión intermedia se llevó a cabo por un equipo mixto de Japón y Cuba durante 18 días, del 12 al 28 de enero de 2015 y el Informe de la Revisión intermedia se aprobó en el 2º CCC celebrado el 28 de enero de 2015.



Entrevista durante la Evaluación final (GEIPI y EIPH-Habana)

Se realizó una entrevista en GEIPI y EIPH-Habana durante la evaluación final el 3 y el 8 de junio de 2016 y se evaluaron los resultados de la transferencia técnica, incluida la modelación del agua subterránea.



Entrevista durante la Evaluación final (GEARH)

Se realizó una entrevista en GEARH durante la Evaluación final el 3 y el 8 de junio de 2016 y se explicó el calendario futuro para la preparación del plan de manejo del agua subterránea.



Entrevista durante la Evaluación final (EAH-Mayabeque)

Se realizó una entrevista en EAH-Mayabeque durante la evaluación final el 6 de junio de 2016. Se preguntó acerca del proceso para llegar a un consenso con los propietarios de los pozos sobre la cantidad de bombeo permisible. El equipo de evaluación visitó el lugar el 9 de junio de 2016.



Entrevista durante la Evaluación final (EAH-Artemisa)

Se realizó una entrevista en EAH-Artemisa durante la evaluación final el 6 de junio de 2016. El equipo de evaluación visitó el terreno el 10 de junio de 2016. En la foto la contraparte explica el uso del equipo donado.



Firma de la Minuta de Discusiones de la Evaluación final

La Evaluación final se llevó a cabo por un equipo mixto de Japón y Cuba durante 19 días, del 1º al 19 de junio de 2016 y se aprobó el Informe de la Evaluación final en el tercer CCC celebrado el 17 de junio de 2016.

Fotos del Proyecto (9/10)

Comité y Reunión (1)



Primer CCC

El Primer CCC se celebró el 11 de noviembre de 2013 en el INRH con la participación de 9 cubanos y 7 japoneses. Se corrigieron algunas palabras en inglés y español en la Matriz de diseño del proyecto.



Segundo CCC

El Segundo CCC se celebró el 28 de enero de 2015 en el Hotel Chateau Miramar con la participación de 12 cubanos y 13 japoneses. Se revisó la Matriz de diseño del proyecto sobre la base de las recomendaciones de la Revisión intermedia.



Tercer CCC

El Tercer CCC se celebró el 17 de junio de 2016 en el Hotel Chateau Miramar con la participación de 18 cubanos y 12 japoneses. Se aprobó el Informe de la Evaluación final.



Cuarto CCC

El Cuarto CCC se celebró el 13 de diciembre de 2016 en el Hotel Capri con la participación de 17 cubanos y 4 japoneses. Los participantes discutieron sobre la extensión del manejo del agua subterránea y sobre el manejo de los equipos una vez finalizado el proyecto.



Reunión sobre el Informe Inicial

La reunión sobre el Informe inicial se celebró en el INRH el 6 de febrero de 2014 con la participación de 8 cubanos y 8 japoneses. Se aprobó el borrador del Informe inicial y comenzaron las actividades del proyecto.



Primer Comité de Ejecución del Proyecto

El primer Comité de Ejecución del Proyecto se celebró en el INRH el 19 de marzo de 2013 con la participación de 11 cubanos y 6 japoneses. Se presentaron las actividades de cada grupo técnico y el progreso de los equipos donados.

Fotos del Proyecto (10/10)

Comité y Reunión (2)



Segundo Comité de Ejecución del Proyecto

El segundo Comité de Ejecución del Proyecto se celebró en el INRH el 23 de julio de 2013 con la participación de 18 cubanos y 9 japoneses. Se discutió el progreso de las actividades, el plan de trabajo para el año siguiente, las actividades durante la ausencia de los expertos japoneses, etc.



Cuarto Comité de Ejecución del Proyecto

El cuarto Comité de Ejecución del Proyecto se celebró en el INRH el 24 de junio de 2014 con la participación de 9 cubanos y 6 japoneses. Se discutió el progreso de las actividades, el plan de trabajo para el año siguiente, las actividades durante la ausencia de los expertos japoneses, etc.



Quinto Comité de Ejecución del Proyecto

El quinto Comité de Ejecución del Proyecto se celebró en el INRH el 2 de diciembre de 2014 con la participación de 12 cubanos y 5 japoneses. Se discutió el resultado de la capacitación en Japón y el plan de trabajo para el año siguiente.



Sexto Comité de Ejecución del Proyecto

El sexto Comité de Ejecución del Proyecto se celebró en el INRH el 25 de junio de 2015 con la participación de 6 cubanos y 6 japoneses. Se discutió el progreso de las actividades, el plan de trabajo para el año siguiente, las actividades durante la ausencia de los expertos japoneses, etc.



Séptimo Comité de Ejecución del Proyecto

El séptimo Comité de Ejecución del Proyecto se celebró en el INRH el 25 de junio de 2015 con la participación de 6 cubanos y 6 japoneses. Se discutió el plan de trabajo para el año siguiente, el progreso de la preparación del plan de manejo del agua subterránea, etc.



Octavo Comité de Ejecución del Proyecto

El octavo Comité de Ejecución del Proyecto se celebró en EIPH-Habana el 22 de enero de 2016 con la participación de 16 cubanos y 6 japoneses. Se discutió el progreso de las actividades, el plan de trabajo hasta el final del proyecto, el progreso de la preparación del plan de manejo del agua subterránea, etc.

Listado de abreviaturas

ACC	Academia de Ciencias de Cuba (Cuban Academy of Science)
AMA	Agencia del Medio Ambiente (Environmental Agency)
AZCUBA	Grupo encargado de regular la producción azucarera nacional (The Sugar Group)
BASAL	Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local
CAP	Consejo de Administración Provincial (Provincial Administration Council)
CCC (JCC)	Comité de Coordinación Conjunta (Joint Coordination Committee)
CCS	Cooperativa de Crédito y Servicios (Credit and Service Cooperative)
CE (EC)	Conductividad eléctrica (Electrical Conductivity)
CEP (PEC)	Comité de Ejecución del Proyecto (Project Execution Committee)
CGB	Cuerpo de Guardabosques (Forest Rangers Brigade)
CIH	Centro de Investigaciones Hidráulicas (Center for Hydraulic Research)
CITMA	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Ministry of Science, Technology and the Environment)
CPA	Cooperativa de Producción Agropecuaria (Agricultural Production Cooperatives)
CSR (RSC)	Carbonato de Sodio Residual (Residual Sodium Carbonate)
CT	Coliformes Totales (Total Coliform Bacteria)
CTT	Coliformes Termotolerantes (Thermotolerant Coliforms)
CUJAE	Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría (<i>José Antonio Echeverría</i> University)
DAP	Desarrollo Agropecuario del País (National Farming Development)
DB (BD)	Data Base (Base de Datos)

DBO (BOD)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (Biochemical Oxygen Demand)
DQO (COD)	Demanda Química de Oxígeno (Chemical Oxygen Demand)
DPRH	Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos (Provincial Delegation of the Water Resources Institute)
EAH	Empresa de Aprovechamiento Hidráulico (Water Management Enterprise)
EIPH	Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos (Hydraulic Projects and Research Enterprise)
EIPI	Empresa de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería (Research, Projects and Engineering Enterprise)
EMED	Empresa Ejecutora de Donativos (Donation Execution Enterprise)
ENAST	Empresa Nacional Análisis y Servicios Técnicos (National Analysis and Technical Services Enterprise)
ENPA	Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (National Farming Projects Enterprise)
ENPC	Empresa Nacional de Perforación y Construcciones (National Drilling and Construction Works Enterprise)
Ep	Porosidad Efectiva (Effective Porosity)
ESIHO	Empresa de Servicios de Ingeniería Hidráulica de Occidente (Enterprise of Hydraulic Engineering Services of the Western Provinces)
GCBAS	Gráfico de Control de Balance de las Aguas Subterráneas (Groundwater Balance Control Graph)
GEAAL	Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado (Business Group of the Aqueduct and Sewer System)
GEARH	Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos (Business Group of Water Resources Management)
GEILH	Grupo Empresarial de Ingeniería y Logística Hidráulica (Business Group of Hydraulic Logistics and Engineering)
GEIPI	Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería (Business Group of Research, Projects and Engineering)
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)
Hm3	Hectóic cúblicos (Cubic hectometer)

IAGRIC	Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (Agricultural Engineering Research Institute)
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (Mexican Institute of Water-Related Technologies)
INDER	Instituto Nacional de Deportes, Educación Física y Recreación (National Institute of Sports, Physical Education and Recreation)
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (National Water Resources Institute)
INSMET	Instituto de Meteorología (Institute of Meteorology)
IPF	Instituto de Planificación Física (Physical Planning Institute)
IPUEC	Institutos Preuniversitarios en el Campo (Rural Pre-university Instituto)
ISO	Organización Internacional de Normalización (International Standards Organization)
ISPJAE	Instituto Superior Politecnico Jose Antonio Echeverría (<i>José Antonio Echeverría</i> Higher Polytechnic Institute)
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)
mbnm (mbmsl)	Metros bajo el nivel del mar (meters below mean sea level)
MEF (FEM)	Método de elemento finito (Finite Element Method)
MES	Ministerio de Educación Superior (Ministry of Higher Education)
MFP	Ministerio de Finanzas y Precios (Ministry of Finance and Prices)
MICONS	Ministerio de la Construcción (Ministry of Construction)
MINAGRI	Ministerio de la Agricultura (Ministry of Agriculture)
MINAL	Ministerio de la Industria Alimentaria (Ministry of the Food Industry)
MINBAS	Ministerio de la Industria Básica (Ministry of Basic Industry)
MINCEX	Ministerio de Comercio Exterior e Inversión Extranjera (Ministry of Foreign Trade and Investment)

MINCIN	Ministerio del Comercio Interior (Ministry of Domestic Trade)
MINED	Ministerio de Educación (Ministry of Education)
MINEM	Ministerio de Energía y Minas (Ministry of Energy and Mining)
MINFAR	Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (Ministry of the Armed Revolutionary Forces)
MINIL	Ministerio de la Industria Ligera (Ministry of the Light Industry)
MININT	Ministerio del Interior (Ministry of the Interior)
MINSAP	Ministerio de Salud Pública (Ministry of Public Health)
MINTUR	Ministerio del Turismo (Ministry of Tourism)
MIP	Ministerio de la Industria Pesquera (Ministry of the Fishing Industry)
msnm (mamsl)	Metros sobre el nivel del mar (meters above mean sea level)
NMP (MPN)	Número Más Probable (Most Probable Number)
OACE	Organismos de la Administración Central del Estado (Central Government Agencies)
OD (DO)	Oxígeno Disuelto (Dissolved Oxygen)
OIEA (IAEA)	Organización Internacional de Energía Atómica (International Atomic Energy Agency)
OJT	Capacitación en el empleo (On-the-job Training)
OLPP	Órganos Locales del Poder Popular (Local Organs of People's Power)
OMS (WHO)	Organización Mundial de la Salud (World Health Organization)
ONEI	Oficina Nacional de Estadísticas e Información (National Information and Statistics Office)
ONG (NGO)	Organizaciones no gubernamentales (Non Governmental Organizations)

ONN	Oficina Nacional de Normalización (National Standardization Office)
OPS	Organización Panamericana de la Salud (Pan-American Health Organization)
PAURA	Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (Program for the Saving and Rational Use of Water)
PDM	Matriz de Diseño del Proyecto (Project Design Matrix)
PNUD (UNDP)	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (United Nations Development Programme)
PO	Plan de Operaciones (Plan of Operations)
RAS	Relación de Absorción de Sodio (Sodium Absorption Ratio)
R/D	Registro de Discusiones (Record of Discussions)
REEANE	Registro Estatal de Entidades Agropecuarias No Estatales (State Register of Non-State-Owned Agricultural Entities)
REEUP	Registro Estatal de Empresas y Unidades Presupuestadas (State Register of Companies and Budgeted Units)
REUCO	Registro Estatal de Unidades Básicas de Producción Cooperativa (State Register of Basic Units of Cooperative Production)
SEF	Servicio Estatal Forestal (State Forest Service)
SIG (GIS)	Sistema de Información Geográfica (Geographic Information System)
SMW	Muro de mezcla de suelo (Soil Mixing Wall)
SP	Potencial Espontáneo (Spontaneous Potential)
Ss	Almacenamiento Específico (Specific Storage)
SST (TDS)	Sólidos Solubles Totales (Total Dissolved Solids)
Sy	Rendimiento Específico (Specific Yield)
TOT	Capacitación de Instructores (Training of Trainers)

UBPC	Unidad Básica de Producción Cooperativa (Basic Unit of Cooperative Production)
UEB	Unidad Empresarial de Base (Basic Business Unit)
UNAICC	Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (National Union of Architects and Construction Engineers)
URA	Dirección de Uso Racional del Agua (Rational Water Use Division)
V2D	Vertical 2 (two) Dimensional

Índice

Mapa del área objetivo del Proyecto

Fotos del Proyecto

Listado de abreviaturas

1	PERFIL DEL PROYECTO.....	1-1
1.1	Antecedentes del Proyecto.....	1-1
1.2	Objetivo y Resultados del Proyecto	1-2
1.3	Alcance del Proyecto.....	1-3
2	MODIFICACIÓN DE PDM	2-1
3	CONTENIDO DE LAS ACTIVIDADES	3-1
3.1	Cronograma de Realización de Actividades	3-1
3.2	Contenido de las Actividades Principales	3-4
3.2.1	Actividades relacionadas con la transferencia técnica de monitoreo de aguas subterráneas	3-4
3.2.2	Actividades relacionadas con la transferencia técnica sobre Modelos de Aguas Subterráneas	3-14
3.2.3	Actividades relacionadas con la transferencia técnica para la Recarga de Aguas Subterráneas y el Control de la Intrusión Salina.....	3-17
3.2.4	Actividades relacionadas con la transferencia técnica para el Manejo de Acuíferos	3-20
4	APORTES.....	4-1
4.1	Envío de Expertos	4-1
4.2	Recepción de Participantes Cubanos en la Capacitación en Japón	4-5
4.3	Equipos y Materiales	4-10
4.4	Trabajos Realizados en Cuba.....	4-13
4.4.1	Gastos para la ejecución del trabajo	4-13
4.4.2	Trabajos de consultores locales (subcontratados).....	4-16
5	REGISTRO DE CELEBRACIÓN DE CCC, PEC, SEMINARIO, TALLER DE TRABAJO, etc.	5-1
5.1	Registro de Celebración de la Reunión sobre el Informe Inicial	5-1
5.2	Reuniones del Comité de Coordinación Conjunta (CCC)	5-3
5.3	Registro de Celebración del Comité de Ejecución del Proyecto (CEP)	5-7
5.4	Registro de Celebración del Taller de Trabajo.....	5-15
5.4.1	Actividades relacionadas con el Resultado 1	5-23

5.4.2	Actividades relacionadas con el Resultado 2.....	5-64
5.4.3	Actividades relacionadas con el Resultado 3.....	5-77
5.4.4	Actividades relacionadas con el Resultado 4.....	5-83
5.5	Registro de la Celebración del Seminario Técnico	5-97
6	LOGRO DEL OBJETIVO DEL PROYECTO.....	6-1
6.1	Contenido y Resultados Obtenidos de la Transferencia Técnica	6-1
6.1.1	Transferencia técnica de Monitoreo del Agua Subterránea	6-1
6.1.2	Transferencia técnica en Modelación del Agua Subterránea	6-14
6.1.3	Transferencia técnica sobre la Recarga de Acuíferos y Medidas Contra la Intrusión Salina	6-18
6.1.4	Transferencia técnica sobre el Manejo de las Aguas Subterráneas	6-22
6.2	Lista de Resultados del Proyecto	6-25
6.3	Objetivo del Proyecto.....	6-30
7	REVISIÓN INTERMEDIA Y EVALUACIÓN FINAL	7-1
7.1	Revisión Intermedia	7-1
7.1.1	Resumen de la revisión intermedia.....	7-1
7.1.2	Resultados de la revisión intermedia.....	7-2
7.2	Evaluación Final	7-6
7.2.1	Resumen de la evaluación final	7-6
7.2.2	Resultados de la evaluación final	7-7
7.3	Situación y lineamiento sobre la Respuesta a las Recomendaciones Dadas Durante la Evaluación Final	7-17
8	RECOMENDACIONES PARA EL LOGRO DE LAS METAS SUPERIORES.....	8-1
9	PROBLEMAS, IDEAS INTRODUCIDAS Y LECCIONES APRENDIDAS EN LA EJECUCIÓN Y LA OPERACIÓN DEL PROYECTO	9-1
9.1	Problemas e Ideas.....	9-1
9.2	Lecciones Aprendidas.....	9-3

Documentos adjuntos

- 1 Plan de Manejo del Agua Subterránea
 - 2 Listado de los participantes cubanos en el Proyecto
 - 3 Resultados de la evaluación sobre el progreso de las actividades
 - 4 Boletín (No.1 ~ No.8)
 - 5 Actas : Acta de la reunión del Comité de Coordinación Conjunta (JCC) (1^{er} ~ 4^{to})
Acta de la reunión sobre el Informe Inicial (IC/R)
Acta de la reunión del Comité de Ejecución del Proyecto (PEC) (1^{er} ~ 8^{vo})
-
-

1 PERFIL DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes del Proyecto

Cuba, país insular ubicado en el mar Caribe, está formado de unas 1.600 islas y tiene una superficie de 110 mil km² con una población aproximada de 11,24 M de habitantes. La capital La Habana (2,2 M de habitantes, aprox.) tiene una demanda de agua que se estima en unos 600 M de m³/año, pero el caudal real suministrado alcanza sólo al 60%, lo que está ocasionando un gran déficit.

En las Provincias de Mayabeque y de Artemisa, ubicadas en el área costera al suroeste de La Habana, existe un área de 300 km² llamada Cuenca Sur, que es fuente de agua subterránea, siendo la principal fuente de suministro de agua a la ciudad de La Habana, entregando un 17,3% del volumen total del agua de abasto a la capital cubana. El agua subterránea de la Cuenca Sur también se aprovecha como agua potable y agua de riego en las dos Provincias, por lo que es una fuente de agua sumamente importante para dicha área.

Por otra parte, estudios del gobierno cubano indican que el cambio climático en la Cuenca Sur causa la disminución de la precipitación anual y la subida del nivel medio del mar, conduciendo a la disminución del volumen de captación a casi la mitad en los últimos 10 años, de 105 M de m³/año en el año 2000 a 55 M de m³/año en el 2010. Además, se informa que en los últimos 5 años el nivel medio del mar subió en un 0,05 m entre el 2005 y el 2010, provocando como consecuencia una avanzada intrusión salina en el agua subterránea. Por lo general, cuando la concentración de sal sobrepasa los 1.000 mg/L, empiezan a aparecer sus impactos sobre los cultivos, y actualmente en la Provincia de Artemisa se han identificado varios pozos que presentan valores superiores al indicado, a una profundidad mayor de 40 m. El agua subterránea representó en el 2011 el 33,3% del consumo de agua total del país (según el Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos: GEARH), y en ausencia de un manejo adecuado del agua subterránea, se prevé que la intrusión salina siga avanzando en los acuíferos en todas las áreas costeras cubanas, causando dificultades en garantizar un volumen suficiente de abasto nacional. Sin embargo, tanto el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) como las demás entidades encargadas de la administración de los recursos de agua no cuentan con suficientes conocimientos técnicos y recursos humanos para estudiar los impactos de la intrusión salina sobre los acuíferos, y para realizar una reproducción y pronóstico de la salinización con el uso de un modelo de agua subterránea, y para analizar y ejecutar métodos y medidas eficientes, a pesar de que se considera apremiante tomar medidas relacionadas con un desarrollo y manejo sustentable del agua subterránea.

Ante tal situación, el Gobierno de Cuba presentó al Gobierno de Japón un proyecto de cooperación técnica (en adelante denominado “Proyecto”) que contribuya a solucionar dichos

problemas. En respuesta a esta solicitud, JICA mantuvo deliberaciones sostuvo conversaciones con las entidades cubanas competentes sobre el contenido del Proyecto a ejecutar, y resumió sus resultados en un Registro de Discusiones (R/D), que fue firmado e intercambiado por ambas partes.

1.2 Objetivo y Resultados del Proyecto

El Proyecto, de acuerdo con el R/D, tiene como objetivo el mejoramiento de las capacidades de desarrollo y manejo del agua subterránea, incluyendo las medidas contra la intrusión salina, en el área meta. Se espera que sea una contribución a un manejo adecuado del agua subterránea que toma en consideración el cambio climático, en una parte del área costera sur de las Provincias de Mayabeque y de Artemisa.

(1) Meta superior

La meta superior ha sido modificada como sigue, de acuerdo con las recomendaciones de la revisión intermedia realizada en enero de 2015.

- **Redacción anterior:** Se maneja adecuadamente el agua subterránea en el área seleccionada de la Costera Sur de las Provincias Mayabeque y Artemisa, tomando en cuenta las influencias del cambio climático.
- **Redacción modificada:** El método de preparación del Plan de Manejo del Agua Subterránea, desarrollado en este Proyecto, es diseminado y utilizado en otras áreas.

(2) Objetivo del Proyecto

Al igual que la meta superior, el objetivo del Proyecto ha sido modificado.

- **Redacción anterior:** Se mejoran las capacidades de las instituciones que participan en el Proyecto en la prospección y manejo del agua subterránea en el área objetivo incluyendo el control de la intrusión salina.
- **Redacción modificada:** Se mejoran las capacidades de las instituciones que participan en el Proyecto para el desarrollo del agua subterránea en el área objetivo, incluyendo la detención de la intrusión salina.

(3) Resultados esperados

Resultado 1. Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo.

- Resultado 2. Se elaboran los modelos de agua subterránea en el área objetivo.
- Resultado 3. Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.
- Resultado 4. Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.

1.3 Alcance del Proyecto

(1) Área objetivo

El área objetivo será un área de unos 690 km² seleccionada en la Cuenca Sur de las Provincias de Mayabeque y de Artemisa. Concretamente se refiere a una parte de las dos áreas HS-3 y HS-4 (Tramo) denominadas por el gobierno cubano en la Cuenca Sur (Figura 1-1).

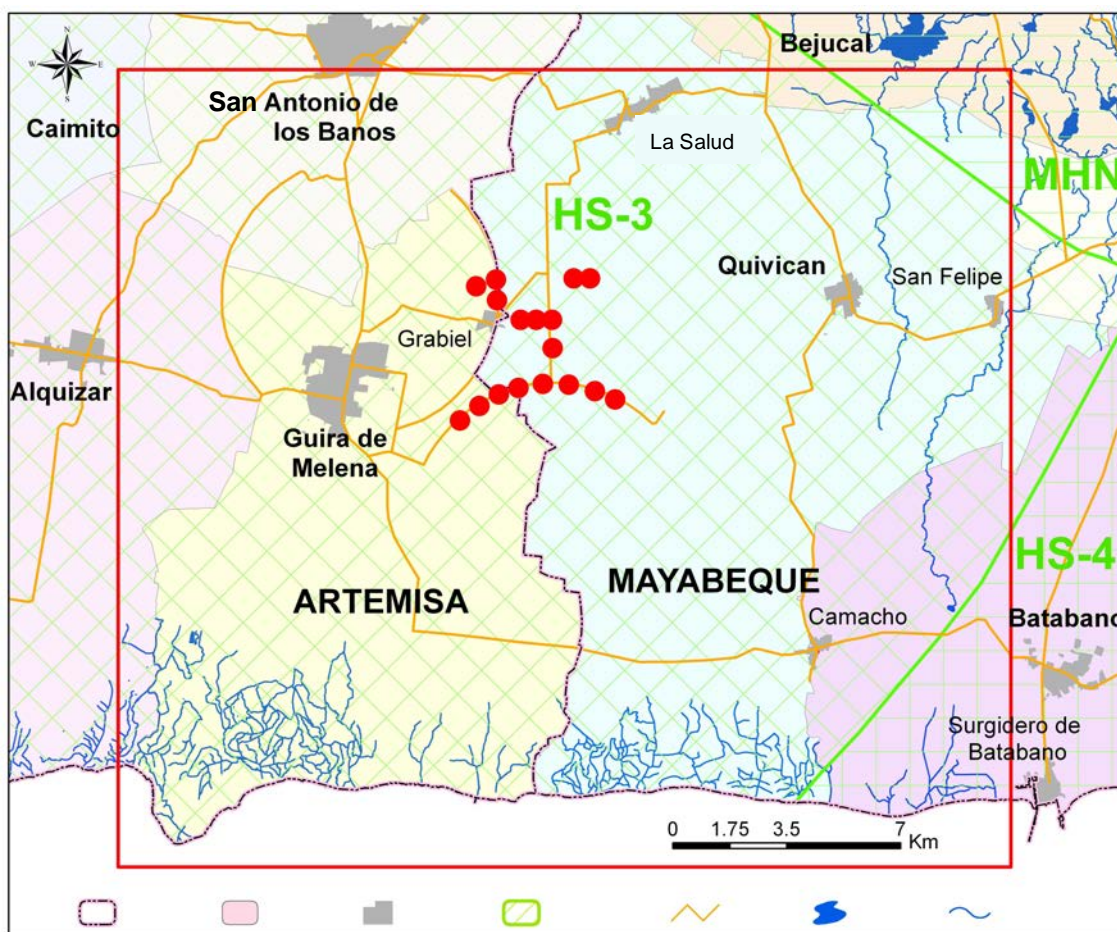


Figura 1-1: Área objetivo del Proyecto

(2) Bases de actividades

Una oficina de EIPH-Habana en la ciudad de La Habana servirá de base para el trabajo de análisis, y la oficina perteneciente a GEARH ubicada en la comunidad de Quivicán, Provincia de Mayabeque, servirá como base de las actividades de los estudios en el campo.

(3) Entidades competentes

a. Entidad responsable

- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos: INRH

b. Instituciones ejecutoras

- Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería: GEIPI
- Empresa de Investigaciones, Proyectos Hidráulicos La Habana: EIPH-Habana (EIPH-H)
- Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos: GEARH
- Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Mayabeque: EAH-Mayabeque (EAH-M)
- Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Artemisa: EAH-Artemisa (EAH-A)

(4) Sistema de colaboración entre las entidades participantes

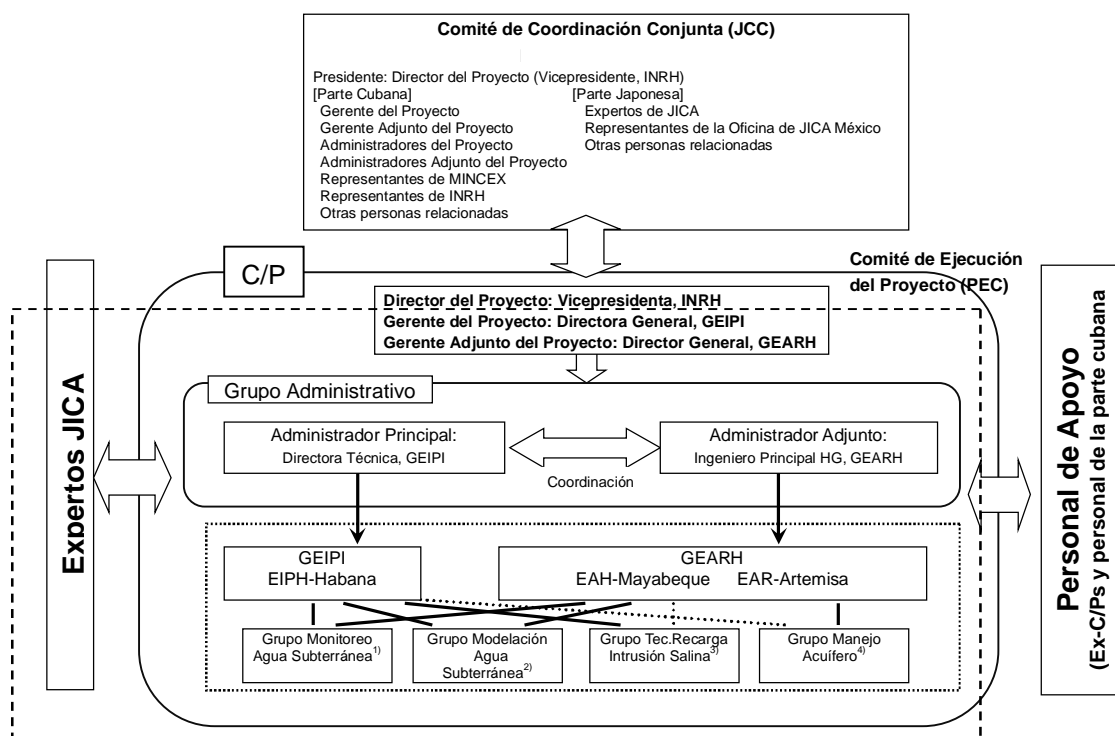
En el presente Proyecto se organizó el sistema de ejecución indicado en la Figura 1-2, teniendo en cuenta la experiencia en el proyecto realizado en Cuba por JICA: “Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático”. En la Tabla 1-1 se resumen las funciones y los miembros de dicho sistema. En el Proyecto se están llevando a cabo las actividades sin problemas ni contratiempos, confirmándose siempre el funcionamiento adecuado de este sistema.

Además, aunque por una parte GEIPI y EIPH-Habana y por la otra GEARH, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa tienen la responsabilidad conjunta de la ejecución de este Proyecto, cada parte tiene las responsabilidades específicas que se indican a continuación (Figura 1-3).

- GEIPI y EIPH-Habana tendrán la responsabilidad primaria de los Estudios Hidrogeológicos, así como también de la Recarga del Agua Subterránea y el Control de la Intrusión Salina.
- GEARH, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa tendrán la responsabilidad primaria de las actividades de Monitoreo, y del Manejo del Agua Subterránea.
- Serán de responsabilidad conjunta de las partes el establecimiento y el aprovechamiento del SIG y por el Modelo del Agua Subterránea.

El Comité de Coordinación Conjunta (Joint Coordinating Committee: CCC) estudiará y analizará los lineamientos generales y el sistema de implementación, con el fin de establecer y mantener un sistema satisfactorio de colaboración por medio de informaciones comunes y conocimientos compartidos sobre el Proyecto, e impulsará la toma de decisiones y las soluciones a los problemas relacionados con el Proyecto. El CCC considerará la participación de instituciones relacionadas (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, etc.) de acuerdo a la necesidad.

Además, se crea el Comité de Ejecución del Proyecto (Project Execution Committee: PEC). El PEC tiene la responsabilidad directa del contenido e implementación de las actividades del Proyecto, y es la organización de enlace a nivel de personas responsables por la asistencia técnica en la implementación del plan de desarrollo y manejo de agua subterránea aún después de la conclusión del Proyecto, de tal manera a garantizar la sustentabilidad del plan.



Líderes de Grupos e Instituciones

1): Sub-Grupo Estructura Hidrogeológica/Análisis Hidrológicos, EIPH-Habana; Sub-Grupo Monitoreo del Agua Subterránea, GEARH; Sub-Grupo SIG/BD, EIPH-Habana; 2): GEARH, 3): GEIPI, 4): GEARH

Figura 1-2: Estructura operativa del Proyecto

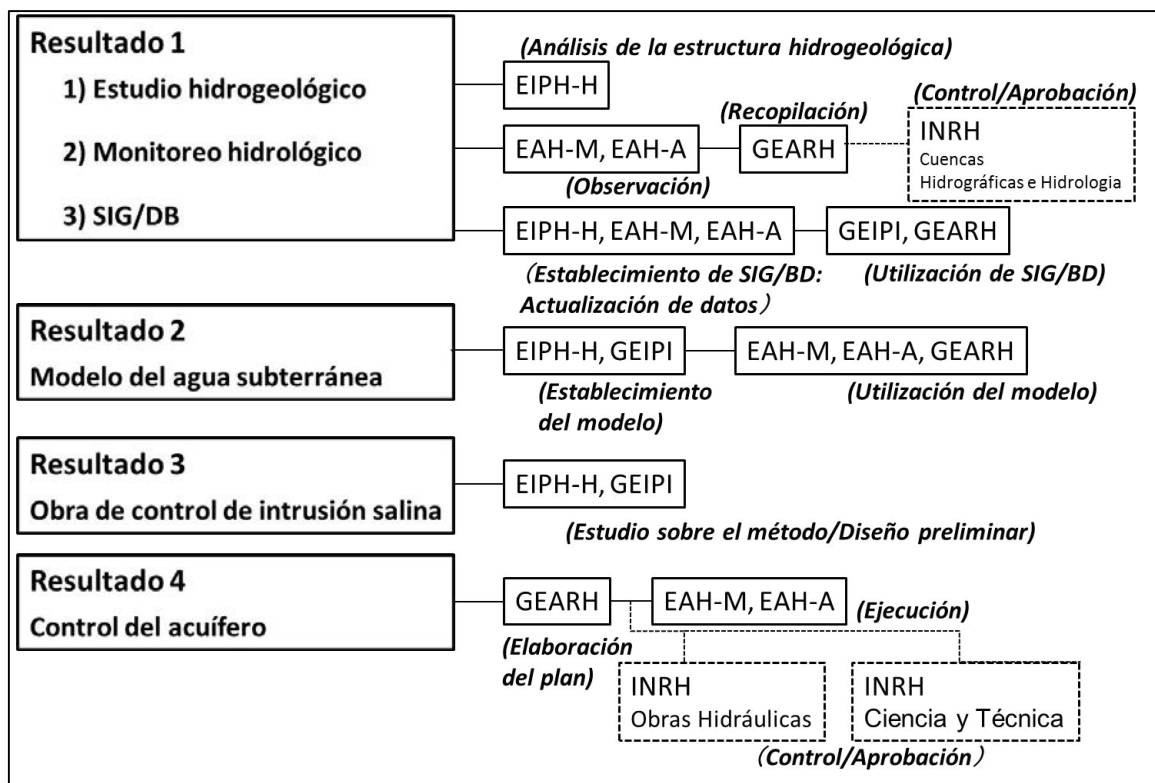


Figura 1-3: Resultados obtenidos y entidades C/P relacionadas

Tabla 1-1: Funciones y miembros de la organización operativa del Proyecto

Organización	Miembros	Funciones	Frecuencia de las reuniones
Comité de Coordinación Conjunta (JCC=CCC)	<u>Presidente</u> <ul style="list-style-type: none"> • Director del Proyecto (Vicepresidente, INRH) <u>Miembros cubanos</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gerente del Proyecto (Directora General, GEIPI) • Gerente Adjunto del Proyecto (Director General, GEARH) • Administrador Principal del Proyecto (Directora Técnica, GEIPI) • Administrador Adjunto (Ingeniero Principal de Hidrogeología, GEARH) • Representantes de MINCEX • Otras personas relacionadas <u>Miembros japoneses</u> <ul style="list-style-type: none"> • Expertos de JICA • Representante de la oficina de JICA en México • Otras personas relacionadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Deliberaciones sobre los principales lineamientos para la administración y coordinación del Proyecto • Examen y aprobación del Plan de Operación anual elaborado por el PEC • Monitoreo y evaluación del avance del Proyecto • Toma de decisiones sobre la administración general del Proyecto • En principio, se mantendrá más de una reunión al año, ya sea al inicio o al final de cada año fiscal del Proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Más de una reunión en cada año fiscal
Comité de Ejecución del Proyecto (PEC=CEP)	<u>Presidente</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gerente del Proyecto (Directora General, GEIPI) <u>Vicepresidente</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gerente Adjunto del Proyecto (Director General, GEARH) <u>Miembros cubanos</u> <ul style="list-style-type: none"> • Administrador Principal del Proyecto (Directora Técnica, GEIPI) • Administrador Adjunto (Ingeniero Principal de Hidrogeología, GEARH) • Representantes del Grupo de Monitoreo de Agua Subterránea • Representantes del Grupo de Modelación del Agua Subterránea • Representantes del Grupo Técnico de Recarga y Medidas contra la Intrusión Salina • Representantes del Grupo de Manejo del Agua Subterránea • Otras personas relacionadas <u>Miembros japoneses</u> <ul style="list-style-type: none"> • Expertos de JICA • Otras personas relacionadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar instrucciones sobre el avance del Proyecto de acuerdo con el Plan de Operación anual. • Elaboración de Plan de Operación anual • Intercambio de opiniones técnicas sobre la implementación del Proyecto y asuntos relacionados • Toma de decisiones sobre los asuntos necesarios para la ejecución del Proyecto, y acuerdo de los miembros • Deliberaciones sobre los informes del Proyecto • En principio, las reuniones del PEC se celebrarán en forma mensual cuando estén presentes los expertos JICA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez al mes cuando estén presentes los expertos JICA • Antes de presentar los informes

(5) Sistema de implementación del Proyecto

a. Equipo de expertos

El equipo de expertos está integrado por los representantes de las siguientes 9 áreas:

Cargo	Nombre	Institución a la que pertenece	Observaciones
Líder/Manejo del Agua Subterránea	Shigeki Kihara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	
Sub-líder/Calidad del Agua	Hirokatsu Utagawa	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	
Modelación del Agua Subterránea 1	Lei Peifeng	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	
Modelación del Agua Subterránea 2	Naoaki Shibasaki	Universidad de Fukushima	
Hidrogeología	Kiyoshi Yamada	Earth System Science Co., Ltd.	1er año
	Takuya Yabuta	Earth System Science Co., Ltd.	Desde 2° año hasta el 4° año
Prospección Geofísica	Tsugio Ishikawa	Mitsui Mineral Development Engineering Co., Ltd.	
SIG/Base de Datos	Masahiko Ikemoto	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	
Diseño/Intrusión Salina	Hiroshi Fujita	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	
Programa de Capacitación /Coordinación	Masaru Obara	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	Desde 1° año hasta el 3° año
	Makoto Tokuda	Kokusai Kogyo Co., Ltd.	4° año

b. Parte Cubana

Las personas encargadas en la Parte Cubana son las siguientes.

Cargo	Título o nombre	Institución perteneciente (Período)
Director del Proyecto	Vicepresidente	INRH
	(Aimeé Aguirre Hernández)	(Feb. de 2013 -)
	(Abel Salas García)	(Oct. de 2013 -)
Gerente del Proyecto	Directora General	GEIPI
	(Miriam Valdés Pérez) *	(Feb. de 2013 -)
Gerente Adjunto del Proyecto	Director General	GEARH
	(Fermín Sarduy Quintanilla)	(Feb. de 2013 -)
	(Dixie Castillo Díaz)	(Jun. de 2014 -)
	(Rigoberto Morales Palacios)	(Ene. de 2016 -)
Administrador Principal	Directora Técnica	GEIPI
	(Ana Lydia Hernández) **	(Feb. de 2013 -)
	(Bernardo Rodríguez Fernández)	(Oct. de 2015 -)

Administrador Adjunto	Ingeniero Principal de Hidrogeología (Ibrahim Plaza Peñalver)	GEARH (Feb. de 2013 -)
Grupo de Monitoreo de Agua Subterránea		
Líder del Sub-Grupo de Hidrología / Hidrogeología	Ernesto Flores Valdés	EIPH-Habana
Líder del Sub-Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea	Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH
Líder del Sub-Grupo de SIG/BD	Pedro Luis García Pérez	EIPH-Habana
Líder del Grupo de Modelación del Agua Subterránea	Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH
Líder del Grupo de Tecnología de Recarga y Control de la Intrusión Salina	Arturo González Báez	GEIPI
Sub-líder	Rafael Feitó Olivera	EIPH-Habana
Líder del Grupo de Manejo del Agua Subterránea	Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH

* : Miriam Valdés Pérez asumió el cargo de Jefa de Despacho de INRH en diciembre del año 2015. Sin embargo, se ha decidido que seguiría desempeñando el cargo de Gerente del Proyecto durante el resto del periodo del proyecto.

** : Ana Lydia Hernández asumió el cargo de Directora Ciencia y Técnica de INRH en octubre del año 2015. Sin embargo, se ha decidido que seguiría desempeñando el cargo de Administrador Principal durante el resto del periodo del proyecto.

En el documento adjunto al final del presente Informe se muestran los miembros que integran el “Grupo de Monitoreo de Agua Subterránea”, “Grupo de Modelación de Agua Subterránea”, “Grupo Técnico de Recarga de acuíferos y Medidas contra la Intrusión Salina”, y “Grupo de Manejo del Agua Subterránea”.

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

(6) Cronograma

Año calendario	2013								2014								2015															
Año del Proyecto	Primer Año								Segundo Año								Tercer Año															
Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Estudio local	■								■								■															
Trabajo en Japón	□								□												□											
Plan de trabajo	★ Plan de trabajo en el 1er año								★ Plan de trabajo en el 2o año								★ Plan de trabajo en el 3er año															
Informe inicial (I/IN), Informe de avance del Proyecto (I/A), Informe Intermedio (I/IT), Informe final del Proyecto (I/F)		★									★															★					★	
Nota breve del Proyecto	◆ Nota breve del Proyecto (1er año)								◆ Nota breve del Proyecto (2o año)								◆ Nota breve del Proyecto (3er año)															
Comité de Coordinación Conjunta (CCC) Comité de Ejecución del Proyecto (CEP)			◇								◇										◇								◇			
Taller de trabajo (WS)/Seminario						■																										
Capacitación en el Japón																					▲											
Evaluación																																

Año calendario	2015				2016								2017						
Año del Proyecto	Cuarto Año																		
Mes	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	
Estudio local	■																		
Trabajo en Japón	□														□				
Plan de trabajo	★ Plan de trabajo en el 4o año																		
Informe inicial (I/IN), Informe de avance del Proyecto (I/A), Informe Intermedio (I/IT), Informe final del Proyecto (I/F)																			
Nota breve del Proyecto	◆ Nota breve del Proyecto (Final)																		
Comité de Coordinación Conjunta (CCC) Comité de Ejecución del Proyecto (CEP)																			
Taller de trabajo (WS)/Seminario																			
Capacitación en el Japón																			
Evaluación																			
Productos técnicos																			

☆ Plan de bombeo actual en pozos productores
 ☆ Plan de manejo de agua subterránea y la pauta de su implementación
 ☆ Plan de manejo de agua subterránea a mediano y largo plazo

2 MODIFICACIÓN DE PDM

(1) Primer año

Como resultado de las discusiones sobre el Informe Inicial, el PDM_{0,1}, elaborado en el Estudio de Elaboración del Plan Detallado, se modificó al PDM_{1,1}.

Los puntos modificados en el PDM_{1,1} son: 1) Adición de un subgerente del Proyecto en los aportes (disposición de personal) de la Parte Cubana, 2) Adición del periodo concreto del Proyecto (año y mes) y 3) Modificación de descripción del Resultado 4.

(2) Segundo año

El PDM_{1,1} se ha revisado y convertido en el PDM_{1,2}, de acuerdo con el resultado de la primera reunión de CCC, indicado en la Sección 10.1 “Reuniones del Comité de Coordinación Conjunta (CCC)”.

Los puntos modificados en el PDM_{1,2} son los aspectos relacionados con la unificación de la terminología y manera de expresión en español e inglés, por lo que en la versión japonesa no hay revisiones.

(3) Tercer año

En atención a las siguientes recomendaciones de la revisión intermedia, PDM, que fue modificada de PDM_{1,2} a PDM_{2,1}, ha sido aprobada en la 2ª reunión de CCC (28 de enero de 2015).

Revisión de las actividades e indicadores de PDM

Respecto a las actividades del Resultado 3, relacionadas con las Medidas contra la intrusión salina, fue determinado que tiene poco efecto la construcción de una estructura subterránea para impedir la intrusión salina, debido a las condiciones naturales del área objetivo del Proyecto donde existe a una profundidad exactamente no medible una capa impermeable que constituye la base por debajo de la piedra caliza componente del estrato. Razón por la cual, fueron eliminadas de PDM las actividades como el diseño borrador de las obras del Resultado 3 y el Resultado 4 y de ahora en adelante será necesario determinar las medidas factibles a corto, mediano y largo plazo en el área objetivo y reanalizar el plan de actividades futuras.

En cuanto a los objetivos del Proyecto y las metas superiores en PDM, existen indicadores actuales que no concuerdan con el planteamiento de PDM y no hay mucha diferencia entre los objetivos del Proyecto y las metas superiores, por lo que se propone revisar el contenido de las metas superiores y los indicadores de las metas superiores y los objetivos del Proyecto.

En cuanto a los objetivos del Proyecto y las metas superiores en PDM, existen indicadores actuales que no concuerdan con el planteamiento de PDM y no hay mucha diferencia entre los objetivos del Proyecto y las metas superiores, por lo que se propone revisar el contenido de las metas superiores y las directrices de las metas superiores y los objetivos del Proyecto.

Los ítems revisados para PDM_{2,1} se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2-1: Ítems revisados

PDM _{1,2}	PDM _{2,1}
Meta Superior	
Se maneja adecuadamente el agua subterránea en el área seleccionada de la Costera Sur de las Provincias Mayabeque y Artemisa, tomando en cuenta las influencias del cambio climático.	El método de preparación del Plan de Manejo del Agua Subterránea, desarrollado en este Proyecto, es diseminado y utilizado en otras áreas.
Indicadores Objetivamente Verificables de la Meta Superior	
Se mantienen de forma sustentable las condiciones hidrogeológicas definidas por los resultados del Proyecto en el área objetivo. < Método de verificación > Datos de monitoreo del agua subterránea.	Se inicia la preparación del Plan de Manejo del Agua Subterránea en más de un área diferente del área objetivo de este Proyecto. < Método de verificación > Informes de GEARH.
Meta del Proyecto	
Se mejoran las capacidades de las instituciones ¹⁾ que participan en el Proyecto en el desarrollo del agua subterránea en el área objetivo incluyendo el control de la intrusión salina. ¹⁾ : GEIPI y GEARH dan capacitaciones como parte de sus propios trabajos a las instituciones regionales dependientes y otras organizaciones relacionadas con el agua y está programado que en una parte de las actividades del Presente Proyecto participan también instituciones que no sean del Grupo Meta (las instituciones ejecutoras y el Ministerio responsable). Por tanto, se llamarán “Instituciones Participantes en el Proyecto” incluyendo dichas instituciones.	Se mejoran las capacidades de las instituciones ¹⁾ que participan en el Proyecto para el desarrollo ²⁾ del agua subterránea en el área objetivo, incluyendo la detención de la intrusión salina. ¹⁾ : GEIPI y GEARH dan capacitaciones como parte de sus propios trabajos a las instituciones regionales dependientes y otras organizaciones relacionadas con el agua y está programado que en una parte de las actividades del Presente Proyecto participan también instituciones que no sean del Grupo Meta (las instituciones ejecutoras y el Ministerio responsable). Por tanto, se llamarán “Instituciones Participantes en el Proyecto” incluyendo dichas instituciones. ²⁾ : Un correcto conocimiento y manejo de nivel de agua subterránea permite realizar nuevo desarrollo de agua subterránea.
Indicadores Objetivamente Verificables de la Meta del Proyecto	
1. Se asigna el personal necesario en cada institución que interviene en el manejo del agua subterránea de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación elaborados por el Proyecto. 2. Se logra un nivel tecnológico satisfactorio del personal C/P.	Se ejecuta el control del volumen de agua extraída en base al Plan de Manejo del Agua Subterránea. < Método de verificación > Datos de monitoreo del agua subterránea

< Método de verificación > 1. Informe del Proyecto 2. Evaluación por los expertos japoneses.	
Indicadores Objetivamente Verificables del Resultado 1	
Los datos de monitoreo son archivados periódicamente en la base de datos de SIG. < Método de verificación > Base de datos de SIG	Los datos de observación del área objetivo son archivados periódicamente en la base de datos del SIG por el Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea. < Método de verificación > Base de datos de SIG
Indicadores Objetivamente Verificables del Resultado 2	
Se lleva a cabo una vez al año la calibración de los modelos del agua subterránea. < Método de verificación > Informe de calibración	El Grupo de Modelación del Agua Subterránea lleva a cabo una vez al año la calibración (corrección • renovación) de los modelos de agua subterránea del área objetivo. < Método de verificación > Informe de calibración
Indicadores Objetivamente Verificables del Resultado 3	
La parte cubana propone más de una (1) medida apropiada para la recarga del acuífero y el control de la intrusión salina en el área objetivo. < Método de verificación > Informe del Proyecto.	Se incorporan al Plan de Manejo del Agua Subterránea los resultados de los estudios de tecnologías sobre la recarga del acuífero y el control de la intrusión salina. < Método de verificación > Plan de Manejo del Agua Subterránea
Indicadores Objetivamente Verificables del Resultado 4	
La primera versión de los Lineamientos y Manuales de Operación está preparada y distribuida a las personas relacionadas. < Método de verificación > Informe del Proyecto. Primera versión de Lineamientos y Manuales.	Se establece y se utiliza la Versión 1 de las Instrucciones de Ejecución (Lineamientos y Manuales). < Método de verificación > Un ejemplar de la primera versión de las Instrucciones de Ejecución (Lineamientos y Manuales) del Plan de Manejo del Agua Subterránea.
Actividad 3-4	
Elaborar el diseño preliminar para el método adecuado y estudiar su aplicabilidad.	(eliminado)
Actividad 4-6	
Preparar el plan de implementación de obras de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.	Preparar un plan de introducción de tecnologías referentes a la detención de la intrusión salina desde el punto de vista de largo plazo.
Actividad 4-7	
Preparar el Plan de Manejo del Agua Subterránea a largo plazo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático, así como las obras de recarga y control de intrusión salina.	Preparar un Plan de Manejo del Agua Subterránea a largo plazo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático, así como también los efectos resultantes de las medidas de la detención de la intrusión salina.

PDM_{0,1}

Matriz de Diseño del Proyecto (PDM)

Nombre del Proyecto: “Proyecto para el Fortalecimiento de las Capacidades del Manejo del Agua Subterránea y el Control de la Intrusión Salina”

Área objetivo: Área seleccionada de la Cuenca Sur de las Provincias Mayabeque y Artemisa.

Grupo objetivo: GEIPI, EIPH-Habana, GEARH, EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa e INRH (entidad supervisora)

Período: Cuatro (4) años (48 meses)

PDM ver 0: 28 de junio de 2012

Resumen narrativo del Proyecto	Indicadores	Método de verificación	Condiciones externas
<p><u>Meta superior</u> Se manejará adecuadamente el agua subterránea en el área seleccionada de la Costera Sur de las Provincias Mayabeque y Artemisa, tomando en cuenta las influencias del cambio climático.</p>	<p>1. Se mantienen de forma sustentable las condiciones hidrogeológicas definidas por los resultados del Proyecto en el área objetivo.</p>	<p>1. Datos de monitoreo del agua subterránea.</p>	
<p><u>Meta del Proyecto</u> Se mejoran las capacidades de las instituciones que participan en el Proyecto en la prospección y manejo del agua subterránea en el área objetivo incluyendo el control de la intrusión salina.</p>	<p>1. Se asigna el personal necesario en cada institución que intervienen en la gestión del agua subterránea de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación elaborados por el Proyecto. 2. Se logra un nivel tecnológico satisfactorio del personal C/P.</p>	<p>1. Informe del Proyecto. 2. Evaluación por los expertos japoneses.</p>	<p>● Se mantiene la política del gobierno cubano sobre la explotación y manejo del agua subterránea.</p>
<p><u>Resultados</u> 1. Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo. 2. Se elaboran los modelos del agua subterránea en el área objetivo. 3. Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.</p>	<p>1. Los datos de monitoreo son archivados periódicamente en la base de datos de SIG 2. Se lleva a cabo una vez al año la calibración de los modelos del agua subterránea. 3. La parte cubana propone más de una (1) medida apropiada para la recarga del acuífero y el control de la intrusión salina</p>	<p>1. Base de datos de SIG 2. Informe de calibración. 3. Informe del Proyecto.</p>	<p>● Los que están sujetos a la transferencia de tecnología no renuncian a su puesto.</p>

<p>4. Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.</p>	<p>en el área objetivo. 4. La primera versión de los lineamientos y manuales de operación está preparada y distribuida a las personas relacionadas.</p>	<p>4. Informe del Proyecto. Primera versión de lineamientos y manuales.</p>	
Actividades	Aportes		Condiciones externas
<p>1-1 Formar el grupo de monitoreo del agua subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo. 1-2 Llevar a cabo el estudio hidrogeológico, prospección geofísica y estudio hidrológico. 1-3 Instalar los equipos de observación en los pozos existentes de monitoreo. 1-4 Perforar nuevos pozos de estudio e instalar los equipos de observación. 1-5 Establecer la red de observación. 1-6 Elaborar la base de datos SIG y almacenar los datos recolectados.</p> <p>2-1 Formar el grupo de modelación del agua subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo. 2-2 Analizar los diferentes factores para calcular el balance de agua y el volumen de la recarga del agua subterránea. 2-3 Elaborar los modelos del agua subterránea y de intrusión salina. 2-4 Calibrar los modelos con los datos nuevamente recolectados (aproximadamente una vez al año). 2-5 Llevar a cabo el análisis para la predicción del mecanismo de flujo del agua subterránea e intrusión salina.</p> <p>3-1 Formar el grupo de tecnología de recarga del agua subterránea y control de intrusión salina. 3-2 Estudiar diferentes casos en el mundo. 3-3 Examinar los métodos de obras adecuadas, considerando las condiciones naturales, sociales, económicas y políticas del área objetivo. 3-4 Elaborar el diseño preliminar para el método adecuado y estudiar su aplicabilidad.</p>	<p>[Parte Japonesa]</p> <p>1. Expertos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líder/Gestión de agua Subterránea. • Modelo de agua subterránea. • Hidrogeología. • Prospección geofísica. • Calidad de agua. • SIG/Base de datos. • Diseño/Intrusión salina. • Coordinación/Programa de capacitación. <p>2. Equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un juego de equipos de observación de agua subterránea. • GPS. • Computadoras. • Software: <ul style="list-style-type: none"> — Análisis de intrusión Salina. — Modelo de agua Subterránea. — SIG. 	<p>[Parte Cubana]</p> <p>1. Recursos humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Director del Proyecto. • Gerente del Proyecto. • Administrador Principal. • Administrador Adjunto. • Ingenieros. • Técnicos. • Personal administrativo. • Conductor(es). <p>2. Instalaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oficina para los expertos japoneses (en La Habana y Quivicán). • Depósito de equipos (en La Habana y Quivicán). <p>3. Gastos para actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perforación de pozos de estudio (materiales y obras). • Talleres. <p>4. Gastos locales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo de administración para la oficina de los expertos japoneses 	<p>● La parte cubana participa activamente en el Proyecto.</p> <p>● El trámite aduanero y el transporte de los equipos no sufren considerables demoras.</p> <p><Premisas></p> <p>● Las organizaciones relacionadas asignan adecuadamente el personal C/P.</p>

<p>4-1 Formar el grupo de manejo del acuífero.</p> <p>4-2 Verificar los resultados de simulación de los modelos del agua subterránea y de intrusión salina.</p> <p>4-3 Establecer las condiciones hidrogeológicas permisibles del acuífero.</p> <p>4-4 Preparar el plan de bombeo anual de cada pozo de explotación en base a los resultados de análisis del modelo del agua subterránea calibrado cada año.</p> <p>4-5 Preparar el plan de manejo del agua subterránea, sus lineamientos y manuales de operación.</p> <p>4-6 Preparar el plan de implementación de obras de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.</p> <p>4-7 Preparar el plan de manejo del agua subterránea a largo plazo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático, así como las obras de recarga y control de intrusión salina.</p> <p>4-8 Organizar seminarios técnicos sobre la implementación del plan de manejo del agua subterránea.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vehículo(s) para el Proyecto con piezas de repuesto. <p>3. Capacitación en Japón.</p> <p>4. Seminarios técnicos (alquiler de la sala de seminario, materiales impresos, alimentación y alojamiento de participantes cubanos)</p>	<p>(energía eléctrica y agua)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viáticos y alojamientos de C/P. 	
--	--	---	--

PDM_{1.1}

Matriz de Diseño del Proyecto (PDM)

Nombre del Proyecto: “Proyecto para el Fortalecimiento de las Capacidades del Manejo del Agua Subterránea y el Control de la Intrusión Salina”

Área objetivo: Área seleccionada de la Cuenca Sur de las Provincias Mayabeque y Artemisa.

Grupo objetivo: GEIPI, EIPH-Habana, GEARH, EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa e INRH (entidad supervisora)

Período: Cuatro (4) años (enero de 2013 – diciembre de 2016)

PDM ver 1.1 06 de febrero de 2013

Resumen narrativo del Proyecto	Indicadores	Método de verificación	Condiciones externas
<p><u>Meta superior</u> Se manejará adecuadamente el agua subterránea en el área seleccionada de la Costera Sur de las Provincias Mayabeque y Artemisa, tomando en cuenta las influencias del cambio climático.</p>	<p>1. Se mantienen de forma sustentable las condiciones hidrogeológicas definidas por los resultados del Proyecto en el área objetivo.</p>	<p>1. Datos de monitoreo del agua subterránea.</p>	
<p><u>Meta del Proyecto</u> Se mejoran las capacidades de las instituciones que participan en el Proyecto en la prospección y manejo del agua subterránea en el área objetivo incluyendo el control de la intrusión salina.</p>	<p>1. Se asigna el personal necesario en cada institución que intervienen en la gestión del agua subterránea de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación elaborados por el Proyecto. 2. Se logra un nivel tecnológico satisfactorio del personal C/P.</p>	<p>1. Informe del Proyecto. 2. Evaluación por los expertos de JICA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Se mantiene la política del gobierno cubano sobre la explotación y manejo del agua subterránea.
<p><u>Resultados</u> 1. Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo. 2. Se elaboran los modelos del agua subterránea en el área objetivo. 3. Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.</p>	<p>1. Los datos de monitoreo son archivados periódicamente en la base de datos de SIG. 2. Se lleva a cabo una vez al año la calibración de los modelos del agua subterránea. 3. La parte cubana propone más de una (1) medida apropiada para la recarga del acuífero y el control de la intrusión salina</p>	<p>1. Base de datos de SIG. 2. Informe de calibración. 3. Informe del Proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Los que están sujetos a la transferencia de tecnología no renuncian a su puesto.

<p>4. Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.</p>	<p>en el área objetivo al equipo de los expertos de JICA.</p> <p>4. La primera versión de los lineamientos y manuales de operación está preparada y distribuida a las personas relacionadas.</p>	<p>4. Informe del Proyecto. Primera versión de lineamientos y manuales.</p>	
Actividades	Aportes		Condiciones externas
<p>1-1 Formar el grupo de monitoreo del agua subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo.</p> <p>1-2 Llevar acabo el estudio hidrogeológico, prospección geofísica y estudio hidrológico.</p> <p>1-3 Instalar los equipos de observación en los pozos de monitoreo existentes.</p> <p>1-4 Perforar nuevos pozos de estudio e instalar los equipos de observación.</p> <p>1-5 Establecer la red de observación.</p> <p>1-6 Elaborar la base de datos SIG y almacenar los datos recolectados.</p> <p>2-1 Formar el grupo de modelación del agua subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo.</p> <p>2-2 Analizar los diferentes factores para calcular el balance de agua y el volumen de la recarga del agua subterránea.</p> <p>2-3 Elaborar los modelos del agua subterránea y de intrusión salina.</p> <p>2-4 Calibrar los modelos con los datos nuevamente recolectados (aproximadamente una vez al año).</p> <p>2-5 Llevar a cabo el análisis para la predicción del mecanismo de flujo del agua subterránea e intrusión salina.</p> <p>3-1 Formar el grupo de tecnología de recarga del agua subterránea y control de intrusión salina.</p> <p>3-2 Estudiar diferentes casos en el mundo.</p> <p>3-3 Examinar los métodos de obras adecuadas, considerando las condiciones naturales, sociales, económicas y políticas del área objetivo.</p> <p>3-4 Elaborar el diseño preliminar para el método adecuado y estudiar su aplicabilidad.</p>	<p>[Parte Japonesa]</p> <p>1. Expertos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líder/Gestión de agua Subterránea. • Sub-líder/Calidad de agua. • Modelo de Agua Subterránea 1. • Modelo de agua subterránea 2. • Hidrogeología. • Prospección geofísica. • SIG/Base de datos. • Diseño/Intrusión salina. • Programa de capacitación /Coordinación. <p>2. Equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un juego de equipos de observación de agua subterránea. • GPS. • Computadoras. • Software: <ul style="list-style-type: none"> -Análisis de intrusión salina. 	<p>[Parte Cubana]</p> <p>1. Recursos humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Director del Proyecto. • Gerente del Proyecto. • Gerente Adjunto del Proyecto. • Administrador Principal. • Administrador Adjunto. • Ingenieros. • Técnicos. • Personal administrativo. • Conductor(es). <p>2. Instalaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oficina para los expertos de JICA (en La Habana y Quivicán). • Depósito de equipos (en La Habana y Quivicán). <p>3. Gastos para actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perforación de pozos de estudio (materiales y obras). • Talleres. <p>4. Gastos locales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo de administración para la 	<ul style="list-style-type: none"> • La parte cubana participa activamente en el Proyecto. • El trámite aduanero y el transporte de los equipos no sufren considerables demoras. <p><Premisas></p> <ul style="list-style-type: none"> • Las organizaciones relacionadas asignan adecuadamente el personal C/P.

<p>4-1 Formar el grupo de manejo del acuífero y evaluar su habilidad técnica. 4-2 Verificar los resultados de simulación de los modelos del agua subterránea y de intrusión salina. 4-3 Establecer las condiciones hidrogeológicas permisibles del acuífero. 4-4 Preparar el plan de bombeo anual de cada pozo de explotación en base a los resultados de análisis del modelo del agua subterránea calibrado cada año. 4-5 Preparar el plan de manejo del agua subterránea, la pauta (lineamientos y manuales) de operación. 4-6 Preparar el plan de implementación de obras de recarga de acuífero y control de intrusión salina. 4-7 Preparar el plan de manejo del agua subterránea a largo plazo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático, así como las obras de recarga y control de intrusión salina. 4-8 Organizar seminarios técnicos sobre la implementación del plan de manejo del agua subterránea.</p>	<p>-Modelo de agua subterránea. -SIG • Vehículo(s) para el Proyecto con piezas de repuesto. 3. Capacitación en Japón. 4. Seminarios técnicos (alquiler de la sala de seminario, materiales impresos, alimentación y alojamiento de participantes cubanos)</p>	<p>oficina de los expertos de JICA (energía eléctrica y agua) • Viáticos y alojamientos de C/P.</p>	
---	---	--	--

¹⁾: GEIPI y GEARH dan capacitaciones como parte de sus propios trabajos a las instituciones regionales dependientes y otras organizaciones relacionadas con el agua y está programado que en una parte de las actividades del Presente Proyecto participan también instituciones que no sean del Grupo Meta (las instituciones ejecutoras y el Ministerio responsable). Por tanto, se llamarán “Instituciones Participantes en el Proyecto” incluyendo dichas instituciones.

PDM_{1,2}

Matriz de Diseño del Proyecto (PDM)

Nombre del Proyecto: “Proyecto para el Fortalecimiento de las Capacidades del Manejo del Agua Subterránea y el Control de la Intrusión Salina”

Área objetivo: Área seleccionada de la Cuenca Sur de las Provincias Mayabeque y Artemisa.

Grupo objetivo: GEIPI, EIPH-Habana, GEARH, EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa e INRH (entidad supervisora)

Período: Cuatro (4) años (enero de 2013 – diciembre de 2016)

PDM ver 1.1 06 de febrero de 2013

Resumen narrativo del Proyecto	Indicadores	Método de verificación	Condiciones externas
<p><u>Meta superior</u> Se maneja adecuadamente el agua subterránea en el área seleccionada de la Costera Sur de las Provincias Mayabeque y Artemisa, tomando en cuenta las influencias del cambio climático.</p>	<p>1. Se mantienen de forma sustentable las condiciones hidrogeológicas definidas por los resultados del Proyecto en el área objetivo.</p>	<p>1. Datos de monitoreo del agua subterránea.</p>	
<p><u>Meta del Proyecto</u> Se mejoran las capacidades de las instituciones que participan en el Proyecto en el desarrollo del agua subterránea en el área objetivo incluyendo el control de la intrusión salina.</p>	<p>1. Se asigna el personal necesario en cada institución que interviene en el manejo del agua subterránea de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación elaborados por el Proyecto. 2. Se logra un nivel tecnológico satisfactorio del personal C/P.</p>	<p>1. Informe del Proyecto. 2. Evaluación por los expertos japoneses.</p>	<p>● Se mantiene la política del gobierno cubano sobre el desarrollo del agua subterránea.</p>
<p><u>Resultados</u> 1. Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo. 2. Se elaboran los modelos del agua subterránea en el área objetivo. 3. Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.</p>	<p>1. Los datos de monitoreo son archivados periódicamente en la base de datos de SIG 2. Se lleva a cabo una vez al año la calibración de los modelos del agua subterránea. 3. La parte cubana propone más de una (1) medida apropiada para la recarga del acuífero y el control de la intrusión salina</p>	<p>1. Base de datos de SIG 2. Informe de calibración. 3. Informe del Proyecto.</p>	<p>● Los que están sujetos a la transferencia de tecnología no renuncian a sus cargos.</p>

<p>4. Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.</p>	<p>en el área objetivo.</p> <p>4. La primera versión de los lineamientos y manuales de operación está preparada y distribuida a las personas relacionadas.</p>	<p>4. Informe del Proyecto. Primera versión de lineamientos y manuales.</p>	
Actividades	Aportes		Condiciones externas
<p>1-1 Formar el Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo.</p> <p>1-2 Llevar a cabo el estudio hidrogeológico, prospección geofísica y estudio hidrológico.</p> <p>1-3 Instalar los equipos de observación en los pozos existentes de monitoreo.</p> <p>1-4 Perforar nuevos pozos de estudio e instalar los equipos de observación.</p> <p>1-5 Establecer la red de observación.</p> <p>1-6 Elaborar la base de datos SIG y almacenar los datos recolectados.</p> <p>2-1 Formar el Grupo de Modelación del Agua Subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo.</p> <p>2-2 Analizar los diferentes factores para calcular el balance de agua y el volumen de la recarga del agua subterránea.</p> <p>2-3 Elaborar los modelos del agua subterránea y de intrusión salina.</p> <p>2-4 Calibrar los modelos con los nuevos datos recolectados más recientemente (aproximadamente una vez al año).</p> <p>2-5 Llevar a cabo el análisis para la predicción del mecanismo de flujo del agua subterránea e intrusión salina.</p> <p>3-1 Formar el Grupo de Tecnología de Recarga del Agua Subterránea y Control de Intrusión Salina.</p> <p>3-2 Estudiar diferentes casos en el mundo.</p> <p>3-3 Examinar los métodos de obras adecuadas, considerando las condiciones naturales, sociales, económicas y políticas del área objetivo.</p> <p>3-4 Elaborar el diseño preliminar para el método adecuado y estudiar su aplicabilidad.</p>	<p>[Parte Japonesa]</p> <p>1. Expertos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líder/Manejo del Agua Subterránea • Modelación del Agua Subterránea. • Hidrogeología. • Prospección Geofísica. • Calidad del Agua. • SIG/Base de Datos. • Diseño/Intrusión Salina. • Coordinación/Programa de Capacitación. <p>2. Equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un juego de equipos de observación de agua subterránea. • GPS. • Computadoras. • Software: <ul style="list-style-type: none"> – Análisis de Intrusión Salina. – Modelo de Agua Subterránea. 	<p>[Parte Cubana]</p> <p>1. Recursos humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Director del Proyecto. • Gerente del Proyecto. • Gerente Adjunto del Proyecto. • Administrador Principal. • Administrador Adjunto. • Ingenieros. • Técnicos. • Personal administrativo. • Conductor(es). <p>2. Instalaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oficina para los expertos de JICA (en La Habana y Quivicán). • Depósito de equipos (en La Habana y Quivicán). <p>3. Gastos para actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perforación de pozos de estudio (materiales y obras). • Talleres. <p>4. Gastos locales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo de administración para la 	<p>●La Parte Cubana participa activamente en el Proyecto.</p> <p>●El trámite aduanero y el transporte de los equipos no sufren considerables demoras.</p> <p><Premisas></p> <p>●Las organizaciones relacionadas asignan adecuadamente el personal C/P.</p>

<p>4-1 Formar el Grupo de Manejo del Acuífero y evaluar su habilidad técnica. 4-2 Verificar los resultados de simulación de los modelos del agua subterránea y de intrusión salina. 4-3 Establecer las condiciones hidrogeológicas permisibles del acuífero. 4-4 Preparar el plan de bombeo anual de cada pozo de explotación en base a los resultados de análisis del modelo del agua subterránea calibrado cada año. 4-5 Preparar el plan de manejo del agua subterránea, sus lineamientos y manuales de operación. 4-6 Preparar el plan de implementación de obras de recarga de acuíferos y control de intrusión salina. 4-7 Preparar el plan de manejo del agua subterránea a largo plazo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático, así como las obras de recarga y control de intrusión salina. 4-8 Organizar seminarios técnicos sobre la implementación del plan de manejo del agua subterránea.</p>	<p>– SIG</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vehículo(s) para el Proyecto con piezas de repuesto. <p>3. Capacitación en Japón.</p> <p>4. Seminarios técnicos (alquiler de la sala de seminario, materiales impresos, alimentación y alojamiento de participantes cubanos)</p>	<p>oficina de los expertos de JICA (energía eléctrica y agua)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Viáticos y alojamientos de C/P. 	
---	---	---	--

¹⁾: GEIPI y GEARH dan capacitaciones como parte de sus propios trabajos a las instituciones regionales dependientes y otras organizaciones relacionadas con el agua y está programado que en una parte de las actividades del Presente Proyecto participan también instituciones que no sean del Grupo Meta (las instituciones ejecutoras y el Ministerio responsable). Por tanto, se llamarán “Instituciones Participantes en el Proyecto” incluyendo dichas instituciones.

PDM_{2.1}

Matriz de Diseño del Proyecto (PDM)

Nombre del Proyecto: “Proyecto para el Fortalecimiento de las Capacidades del Manejo del Agua Subterránea y el Control de la Intrusión Salina”

Área objetivo: Área seleccionada de la Cuenca Sur de las Provincias Mayabeque y Artemisa.

Grupo objetivo: GEIPI, EIPH-Habana, GEARH, EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa e INRH (entidad supervisora)

Período: Cuatro (4) años (enero de 2013 – diciembre de 2016)

PDM 2.1: 28 de enero de 2015

Resumen narrativo del Proyecto	Indicadores	Método de verificación	Condiciones externas
<p><u>Meta superior</u> El método de preparación del Plan de Manejo del Agua Subterránea, desarrollado en este Proyecto, es diseminado y utilizado en otras áreas.</p>	<p>Se inicia la preparación del Plan de Manejo del Agua Subterránea en más de un área diferente del área objetivo de este Proyecto.</p>	<p>Informes de GEARH</p>	
<p><u>Meta del Proyecto</u> Se mejoran las capacidades de las instituciones¹⁾ que participan en el Proyecto para el desarrollo del agua subterránea en el área objetivo, incluyendo la detención de la intrusión salina.</p>	<p>Se ejecuta el control del volumen de agua extraída en base al Plan de Manejo del Agua Subterránea.</p>	<p>Datos de monitoreo del agua subterránea</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Se mantiene la política del gobierno cubano sobre el desarrollo del agua subterránea.
<p><u>Resultados</u> 1. Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo. 2. Se elaboran los modelos del agua subterránea en el área objetivo.</p>	<p>1. Los datos de observación del área objetivo son archivados periódicamente en la base de datos del SIG por el Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea. 2. El Grupo de Modelación del Agua Subterránea lleva a cabo una vez al año la calibración (corrección • renovación) de los modelos de agua subterránea del</p>	<p>1. Base de datos del SIG 2. Informe de calibración</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● No renuncian de sus cargos ni son transferidos a otros cargos los responsables de la transferencia de tecnología.

<p>3. Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.</p> <p>4. Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.</p>	<p>área objetivo.</p> <p>3. Se incorporan al Plan de Manejo del Agua Subterránea los resultados de los estudios de tecnologías sobre la recarga del acuífero y el control de la intrusión salina.</p> <p>4. Se establece y se utiliza la Versión 1 de las Instrucciones de Ejecución (Lineamientos y Manuales).</p>	<p>3. Plan de Manejo del Agua Subterránea</p> <p>4. Un ejemplar de la primera versión de las Instrucciones de Ejecución (lineamientos y manuales) del Plan de Manejo del Agua Subterránea</p>	
Actividades	Aportes		Condiciones externas
<p>1-1 Formar el Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo.</p> <p>1-2 Llevar a cabo el estudio hidrogeológico, prospección geofísica y estudio hidrológico.</p> <p>1-3 Instalar los equipos de observación en los pozos existentes de monitoreo.</p> <p>1-4 Perforar nuevos pozos de estudio e instalar los equipos de observación.</p> <p>1-5 Establecer la red de observación.</p> <p>1-6 Elaborar la base de datos SIG y almacenar los datos recolectados.</p> <p>2-1 Formar el Grupo de Modelación del Agua Subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo.</p> <p>2-2 Analizar los diferentes factores para calcular el balance de agua y el volumen de la recarga del agua subterránea.</p> <p>2-3 Elaborar los modelos del agua subterránea y de intrusión salina.</p> <p>2-4 Calibrar los modelos con los nuevos datos recolectados más recientemente (aproximadamente una vez al año).</p>	<p>[Parte Japonesa]</p> <p>1. Expertos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Líder/Manejo del Agua Subterránea • Modelación del Agua Subterránea. • Hidrogeología. • Prospección Geofísica. • Calidad del Agua. • SIG/Base de Datos. • Diseño/Intrusión Salina. • Coordinación/Programa de Capacitación. <p>2. Equipos:</p>	<p>[Parte Cubana]</p> <p>1. Recursos humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Director del Proyecto. • Gerente del Proyecto. • Gerente Adjunto del Proyecto. • Administrador Principal. • Administrador Adjunto. • Ingenieros. • Técnicos. • Personal administrativo. • Conductor(es). <p>2. Instalaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oficina para los expertos de JICA (en La Habana y Quivicán). 	<ul style="list-style-type: none"> • La Parte Cubana participa activamente en el Proyecto. • El trámite aduanero y el transporte de los equipos no sufren considerables demoras. <p><Premisas></p> <ul style="list-style-type: none"> • Las organizaciones relacionadas asignan

<p>2-5 Llevar a cabo el análisis para la predicción del mecanismo de flujo del agua subterránea e intrusión salina.</p> <p>3-1 Formar el Grupo de Tecnología de Recarga del Agua Subterránea y Control de Intrusión Salina.</p> <p>3-2 Estudiar diferentes casos en el mundo.</p> <p>3-3 Examinar los métodos de obras adecuadas, considerando las condiciones naturales, sociales, económicas y políticas del área objetivo.</p> <p>4-1 Formar el Grupo de Manejo del Acuífero y evaluar su habilidad técnica.</p> <p>4-2 Verificar los resultados de simulación de los modelos del agua subterránea y de intrusión salina.</p> <p>4-3 Establecer las condiciones hidrogeológicas permisibles del acuífero.</p> <p>4-4 Preparar el plan de bombeo anual de cada pozo de explotación en base a los resultados de análisis del modelo del agua subterránea calibrado cada año.</p> <p>4-5 Preparar el plan de manejo del agua subterránea, sus lineamientos y manuales de operación.</p> <p>4-6 Preparar un plan de introducción de tecnologías referentes a la detención de la intrusión salina desde el punto de vista de largo plazo.</p> <p>4-7 Preparar un Plan de Manejo del Agua Subterránea a largo plazo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático, así como también los efectos resultantes de las medidas de la detención de la intrusión salina.</p> <p>4-6 Organizar seminarios técnicos sobre la implementación del plan de manejo del agua subterránea.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un juego de equipos de observación de agua subterránea. • GPS. • Computadoras. • Software: <ul style="list-style-type: none"> — Análisis de Intrusión Salina. — Modelo de Agua Subterránea. — SIG. • Vehículo(s) para el Proyecto con piezas de repuesto. <p>3. Capacitación en Japón.</p> <p>4. Seminarios técnicos (alquiler de la sala de seminario, materiales impresos, alimentación y alojamiento de participantes cubanos)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito de equipos (en La Habana y Quivicán). <p>3. Gastos para actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perforación de pozos de estudio (materiales y obras). • Talleres. <p>4. Gastos locales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo de administración para la oficina de los expertos de JICA (energía eléctrica y agua) • Viáticos y alojamientos de C/P. 	<p>adecuadamente el personal C/P.</p>
--	---	--	---------------------------------------

¹⁾: GEIPI y GEARH dan capacitaciones como parte de sus propios trabajos a las instituciones regionales dependientes y otras organizaciones relacionadas con el agua y está programado que en una parte de las actividades del Presente Proyecto participan también instituciones que no sean del Grupo Meta (las instituciones ejecutoras y el Ministerio responsable). Por tanto, se llamarán “Instituciones Participantes en el Proyecto” incluyendo dichas instituciones.

3 CONTENIDO DE LAS ACTIVIDADES

3.1 Cronograma de Realización de Actividades

En la Figura 3-1 se muestra el organigrama de las actividades del presente Proyecto, y en la Figura 3-2 el Plan de Operaciones (PO_{2.1}).

El presente informe muestra el periodo de actividades, el cuál está dividido en etapas, según se indica en la siguiente tabla, en función del periodo de actividades en Cuba.

Tabla 3-1: División del periodo de actividades

Nombre		Periodo de actividades
1 ^{er} año		De enero de 2013 a julio de 2013
2 ^o año	1 ^a etapa	De noviembre de 2013 a mediados de enero de 2014
	2 ^a etapa	Desde finales de enero de 2014 a marzo de 2014
	3 ^a etapa	De abril de 2014 a junio de 2014
3 ^{er} año	1 ^a etapa	De septiembre de 2014 a diciembre de 2014
	2 ^a etapa	De enero de 2015 a marzo de 2015
	3 ^a etapa	De abril de 2015 a junio de 2015
4 ^o año	1 ^a etapa	De octubre de 2015 a febrero de 2016
	2 ^a etapa	De marzo de 2016 a julio de 2016
	3 ^a etapa	De agosto de 2017 a diciembre de 2017

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

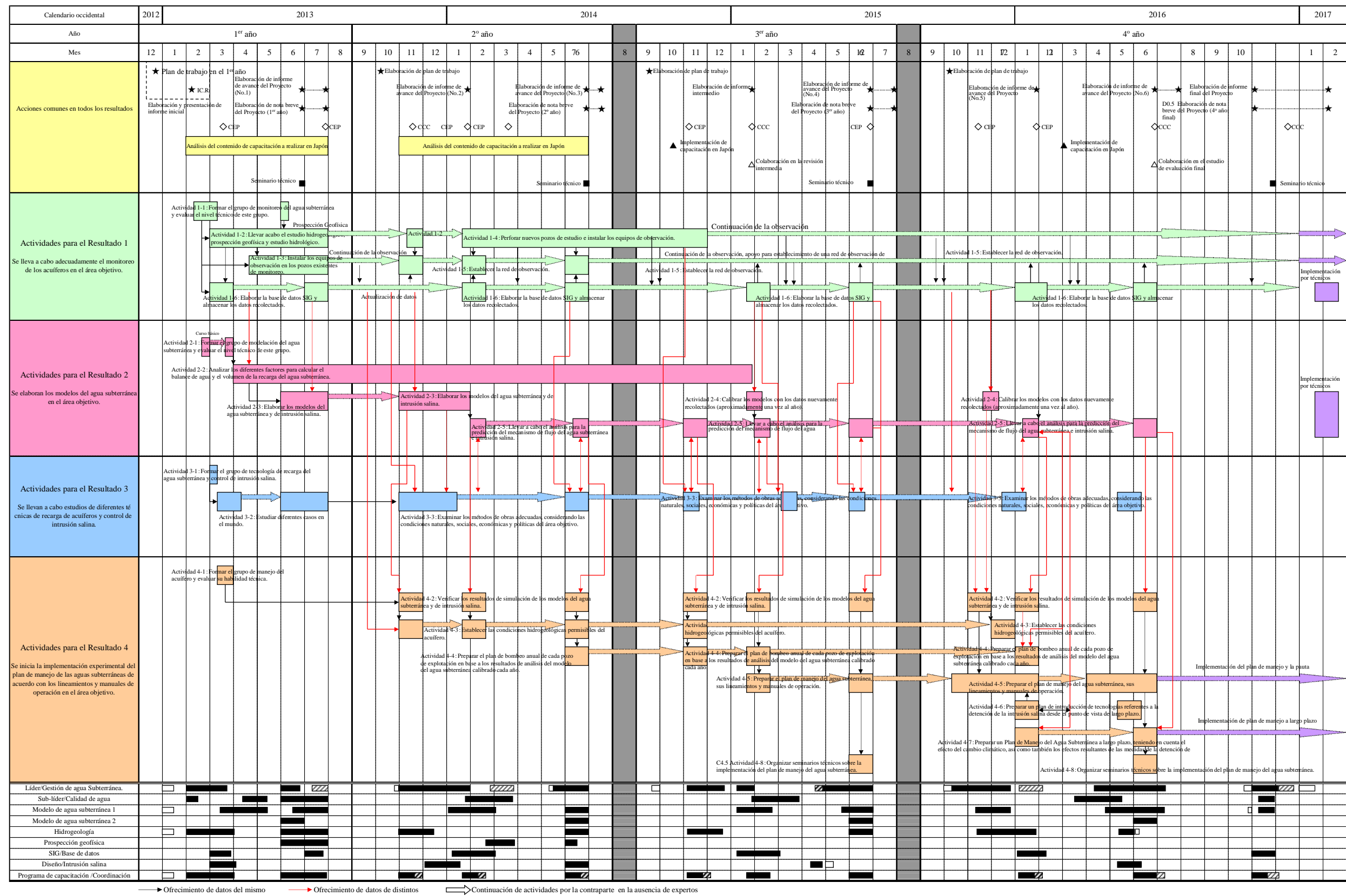


Figura 3-1: Organigrama del Proyecto

3.2 Contenido de las Actividades Principales

3.2.1 Actividades relacionadas con la transferencia técnica de monitoreo de aguas subterráneas

(1) **Actividad 1-1: Formar el Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo**

Las actividades relacionadas con la Actividad 1-1 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-2: Actividades relacionadas con la Actividad 1-1

Periodo de actividades	Contenido de actividades
1 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Al inicio del 1^{er} año fue organizada una reunión para formar un grupo de monitoreo del agua subterránea (subgrupo de análisis de estructura hidrogeológica/análisis hidrológico y subgrupo de observación de agua subterránea) y fue elaborado un plan de actividades (febrero de 2013). Fue diagnosticada la capacidad técnica de los dos subgrupos arriba mencionados (entre febrero y marzo de 2013).
	<ul style="list-style-type: none"> Celebración de la 1^a reunión del subgrupo de SIG/BD, elaboración de un plan de actividades y diagnóstico de la capacidad técnica (marzo de 2013).
2 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> Al finalizar el 2^o año, se hizo la re-evaluación de la capacidad técnica del grupo de monitoreo del agua subterránea (junio de 2014).
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Al terminar el 3^{er} año, se hizo la re-evaluación de la capacidad técnica del grupo de monitoreo del agua subterránea (julio de 2015).
4 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> En noviembre de 2016 se hizo la evaluación final de la capacidad técnica del grupo de monitoreo del agua subterránea.

(2) **Actividad 1-2: Llevar a cabo el estudio hidrogeológico, prospección geofísica y estudio hidrológico**

Las actividades relacionadas con la Actividad 1-2 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-3: Actividades relacionadas con la Actividad 1-2

Periodo de actividades	Contenido de actividades
<Estudio hidrogeológico en general>	
1 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Recopilación y ordenamiento de datos geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos y de calidad de agua existentes y análisis hidrogeológico (de febrero a julio de 2013) Exploración local conjunta sobre la geología, hidrogeología, hidrología y calidad de

	agua (entre marzo y junio: en 4 ocasiones)
2° año	<ul style="list-style-type: none"> Continuación de la recopilación y ordenamiento de datos geológicos e hidrogeológicos existentes y el análisis de dichos datos (estructura hidrogeológica, nivel de agua subterránea, precipitaciones y mareas) (entre noviembre de 2013 y junio de 2014).
3er año	<ul style="list-style-type: none"> Al igual que en el 2° año, continuación de la recopilación y ordenamiento de datos geológicos e hidrogeológicos existentes y el análisis de dichos datos (estructura hidrogeológica, nivel de agua subterránea, precipitaciones y mareas) (entre noviembre y diciembre de 2014).
	<ul style="list-style-type: none"> En la 3ª etapa del 3er año (junio de 2015), EIPH-Habana en dos ocasiones se organizó una capacitación sobre la prueba de bombeo.
4° año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1ª etapa del 4° año (octubre de 2015), se hicieron deliberaciones sobre los resultados del análisis de la prueba de bombeo de JICA-3. Asimismo, se organizaron deliberaciones sobre la estructura hidrogeológica (en un total de 19 ocasiones) (de noviembre de 2015 a enero de 2016).
<Prospección geofísica>	
1er año	<ul style="list-style-type: none"> Se elaboró un plan de prospección geofísica y se realizaron prospecciones eléctricas utilizando equipos pertenecientes a EIPH- Habana (julio de 2013).
2° año	<ul style="list-style-type: none"> A mediados del 2° año (entre febrero y marzo de 2014), con el uso de equipos pertenecientes a EIPI- Matanzas se realizaron prospecciones eléctricas en los lugares previstos para el sondeo y en los alrededores de los pozos con un registrador automático de nivel de agua instalado.
	<ul style="list-style-type: none"> A finales del 2° año (junio de 2014), con el uso de equipos donados se impartió una capacitación sobre la prospección eléctrica y el análisis utilizando programas. Igualmente a finales del 2° año, se hizo una capacitación sobre el registro geofísico utilizando equipos donados (junio de 2014).
3er año	<ul style="list-style-type: none"> En la 3ª etapa del 3er año (junio de 2015), se realizó una práctica de prospección geofísica dirigida a estudiantes de la especialidad de prospección geofísica del ISPJAE (Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría), fungiendo como instructor un ingeniero de EIPH-Habana
4° año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1ª etapa del 4° año (enero de 2016), se llevo a cabo una capacitación adicional sobre registro geofísico en el pozo exploratorio (JICA-3).
	<ul style="list-style-type: none"> En la 2ª etapa del 4° año (junio de 2016) en el ISPJAE, al igual que en el 3er año, técnicos de EIPH-Habana llevaron a cabo una práctica de prospección geoeléctrica dirigida a estudiantes universitarios
<Monitoreo de agua subterránea>	
1er año	<ul style="list-style-type: none"> Fue organizada una capacitación sobre el monitoreo de agua subterránea en 5 ocasiones (de abril a julio de 2013).
2° año	<ul style="list-style-type: none"> A principios del 2° año (de noviembre de 2013 a enero de 2014) se organizó una capacitación sobre la observación de nivel de agua subterránea con el uso de un registrador automático de nivel de agua en 4 ocasiones. Entre el comienzo hasta mediados del 2° año (de diciembre de 2013 a marzo de 2014) se organizó una capacitación sobre la calidad de agua en 7 ocasiones y comenzó a realizarse la medición continua de la calidad de agua (en principio una vez/mes) empleando un medidor de calidad de agua con múltiples parámetros desde marzo de 2014.

3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Los resultados de la medición del agua subterránea fueron deliberados con los encargados de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa y se hizo una capacitación sobre los métodos de comparación y verificación de los datos del nivel de agua subterránea medidos manualmente y su corrección (diciembre de 2014).
	<ul style="list-style-type: none"> En la 2^a etapa del 3^{er} año (de enero de marzo de 2015) en 13 ocasiones se realizó una capacitación sobre la calidad de agua.
	<ul style="list-style-type: none"> En la 3^a etapa del 3^{er} año (junio de 2015) se realizaron deliberaciones con los encargados de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa sobre el nivel de precisión de los resultados de la medición del nivel de agua subterránea.
4 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1^a etapa del 4^o año (de noviembre a diciembre de 2015) nuevamente se realizaron deliberaciones con los encargados de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa sobre el nivel de precisión de los resultados de la medición del nivel de agua subterránea.
	<ul style="list-style-type: none"> En la 2^a etapa del 4^o año (de abril a mayo de 2016) se organizó una capacitación sobre la calidad del agua en 11 ocasiones.
	<ul style="list-style-type: none"> En la 3^a etapa del 4^o año (noviembre de 2016) se organizó una capacitación sobre la calidad del agua en 3 ocasiones.

(3) Actividad 1-3: Instalar los equipos de observación en los pozos de monitoreo existentes

La ubicación de los pozos de observación existentes con un medidor de nivel de agua de auto registro (4 pozos en la Provincia de Mayabeque y 3 pozos en la Provincia de Artemisa) se presenta en la Tabla 3-4 y la Figura 3-3. En estos pozos, en principio una vez al mes se obtienen datos y se mide el nivel de agua subterránea manualmente.

En cuanto al pozo HSC-523 de la Provincia de Artemisa que se desplomó, se está excavando un nuevo pozo de observación en sus inmediaciones y se volverá a instalar el medidor de nivel de agua. Asimismo, en cuanto al pozo LSU-3 de la Provincia de Mayabeque, se comenzó a observar datos anormales desde septiembre de 2014, y además, la observación quedó suspendida desde los últimos días de noviembre, por lo que el personal técnico de EAH-Mayabeque está estudiando las posibles medidas a tomar de ahora en adelante.

Tabla 3-4: Pozos existentes con medidor de nivel de agua de auto registro

Nombre del punto (No. de ID)	Provincia	Norte	Este	Fecha de la instalación del medidor de nivel de agua de auto registro	Observaciones
HSC-523	Artemisa	332.700	346.200	13/01/2014	Suspendida
HSC-541	Mayabeque	329.800	351.500	12/12/2013	
HSC-543	Artemisa	324.250	350.600	13/01/2014	
HSC-563	Mayabeque	335.800	357.800	21/11/2013	

LSU-1	Artemisa	324.350	343.100	05/12/2013	
LSU-3	Mayabeque	338.850	351.400	12/12/2013	Suspendida
LSU-8	Mayabeque	322.550	359.900	08/11/2013	

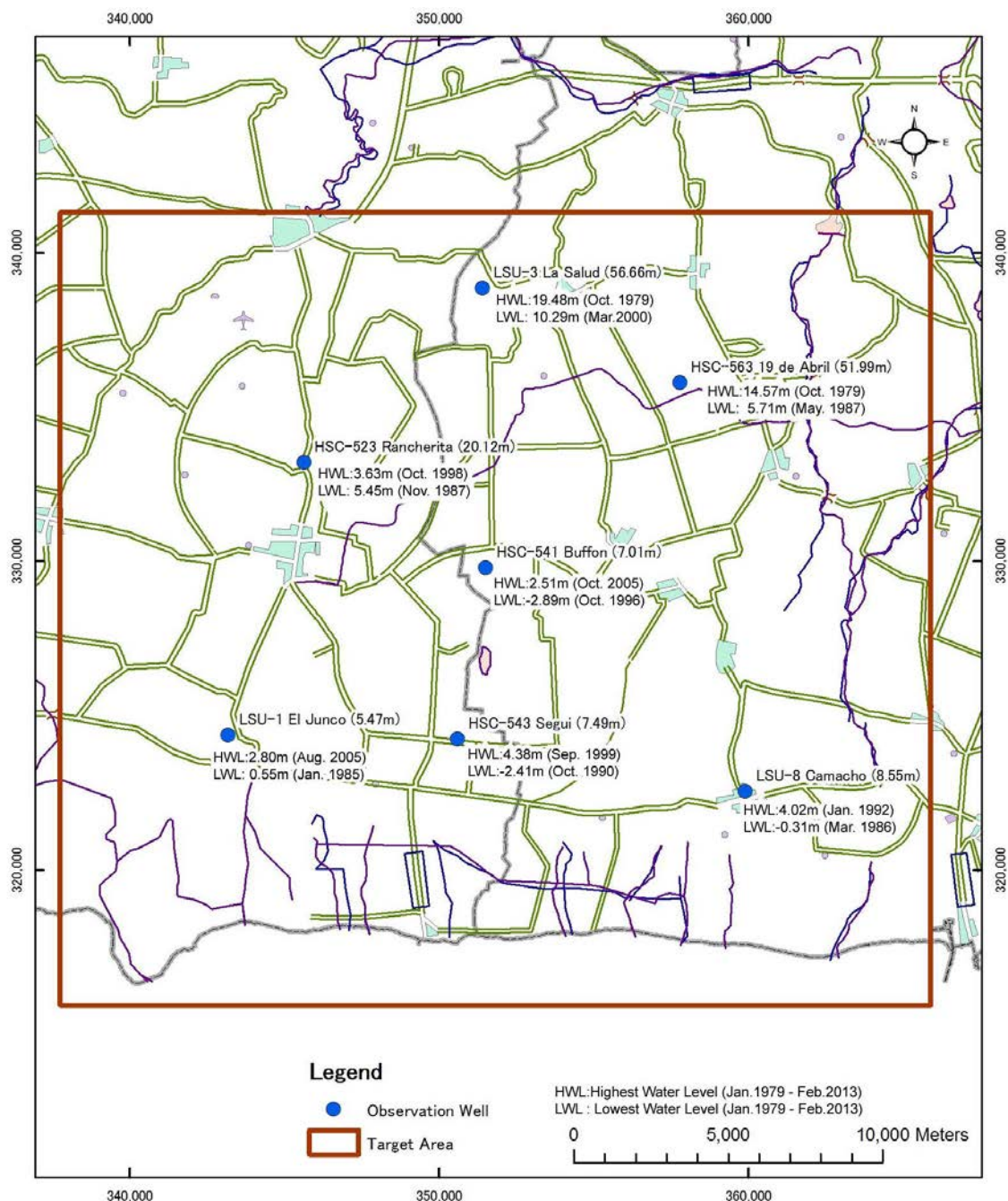


Figura 3-3: Mapa de ubicación de los pozos existentes con el medidor de nivel de agua de auto registro

(4) Actividad 1-4: Perforar nuevos pozos de estudio e instalar los equipos de observación

La perforación de pozos de observación se realizó por cuenta de la Parte Cubana incluyendo los gastos del registro de la perforación, la prueba de bombeo y la instalación de los equipos de observación (medidor de nivel de agua de auto registro). En consideración a la fecha de llegada de los equipos de donación en Cuba, fue determinado que el inicio de la excavación sería a partir de mayo de 2014 y empezó la excavación del primero pozo el 17 de junio de 2014. La excavación fue llevada a cabo por la empresa perforadora ENPC (Empresa Nacional de Perforación y Construcciones), afiliada al INRH y en la Provincia de Artemisa se ha cargado del sondeo ENPC-Artemisa y en la Provincia de Mayabeque, ENPC-Matanzas. La observación mediante el medidor de nivel de auto registro se inició en el pozo JICA-1 desde el 29 de julio de 2015, en el pozo JICA-2 desde el 10 de julio de 2015, y en el pozo JICA-3 desde el 8 de marzo de 2016. Asimismo, los resultados del análisis de la prueba de bombeo realizado en el pozo JICA-2 y en el pozo JICA-3 (2 veces) son los que se indican en la Tabla 3-7 y Tabla 3-8.

Tabla 3-5: Actividades relacionadas con la Actividad 1-4

Periodo de actividades	Contenido de actividades
1 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Selección de los sitios para la excavación de pozos de observación (julio de 2013)
2 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de las especificaciones del sondeo a mediados del 2^o año de acuerdo con los resultados de la prospección geofísica realizada en los alrededores de los sitios propuestos (marzo de 2014).
	<ul style="list-style-type: none"> Inicio de la excavación del 1^{er} pozo de observación (JICA-1, Provincia Artemisa) el 17 de junio de 2014.
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> En noviembre de 2014 se realizó el registro geofísico y el análisis de calidad de agua en los 3 pozos de observación según su profundidad. En el mismo mes comenzó la prueba de bombeo en el pozo de observación JICA-3 (Mayabeque), pero fue suspendida por condiciones desfavorables del equipo perteneciente a la parte cubana.
	<ul style="list-style-type: none"> En la 2^a etapa del 3^{er} año (enero de 2015) se hizo una prueba de bombeo en JICA-3 (Provincia de Mayabeque) y en febrero, en JICA-2 (Provincia de Mayabeque).
	<ul style="list-style-type: none"> En la 3^a etapa del 3^{er} año (de abril a junio de 2015) avanzó la obra de los pozos JICA-1 (Provincia de Artemisa), JICA-2 (Departamento de Mayabeque) y de sus alrededores.
De julio a septiembre de 2015	<ul style="list-style-type: none"> Al terminar la perforación del pozo JICA-3, se llevó a cabo la prueba de bombeo entre los días 27 y 29 de agosto de 2015. Se inició la observación por medidor de nivel de agua de auto registro en el pozo JICA-1 (29 de julio de 2015) y en el pozo JICA-2 (10 de julio de 2015).
4 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> En la 2^a etapa del 4^o año (el 8 de marzo de 2016) empezó el monitoreo del nivel de agua subterránea en el pozo JICA-3.

Tabla 3-7: Resultado de la prueba de bombeo por fases

Pozo	Fase	Volumen bombeado Q (m ³ /día)	Reducción del nivel de agua subterráneas (m)	Capacidad específica Sc (m ² /día)	Rendimiento del pozo Ew (%)	Coefficiente de pérdida en el acuífero (B)	Coefficiente de pérdida en el pozo (C)
JICA-2	1	2056,3	0,22	9347	67	7,14E-5	1,72E-8
	2	3594,2	0,48	7488	54		
	3	5235,8	0,90	5818	42		
	4	6946,6	1,33	5223	37		
JICA-3 (65m excavado)	1	1907,2	0,05	38144	(142)	3,72E-5	2,20E-9
	2	3605,7	0,16	22536	84		
	3	5188,7	0,26	19957	74		
	4	6947,6	0,36	19299	72		
JICA-3 (80m excavado)	1	1253,7	0,05	25074	95	3,80E-5	1,34E-9
	2	2687,0	0,09	29856	(114)		
	3	3957,1	0,17	23277	89		
	4	7473,6	0,36	20760	79		

Tabla 3-8: Constante hidráulica calculada a partir de la prueba de bombeo

Pozo	Método de análisis	Coefficiente de permeabilidad (m ² /día)	Coefficiente de almacenamiento
JICA-2	Prueba de bombeo por fases (Fórmula aproximada de Logan)	17087	—
	Fórmula de Cooper-Jacob	4257	3,50E-01
	Fórmula de Theis	5528	1,71E-02
	Método de recuperación	4945	—
JICA-3 (65m excavado)	Prueba de bombeo por fases (Fórmula aproximada de Logan)	32796	—
	Fórmula de Cooper-Jacob	8645	2,06E+02
	Fórmula de Theis	6032	5,08E+02
	Método de recuperación	25974	—
JICA-3 (80m excavado)	Prueba de bombeo por fases (Fórmula aproximada de Logan)	32105	—
	Fórmula de Cooper-Jacob	4918	1,2E+03
	Fórmula de Theis	6582	5,51E+02
	Método de recuperación	10979	—

(5) Actividad 1-5: Establecer la red de observación

Como sistema de observación del nivel de aguas subterráneas, la EAH-Mayabeque y la EAH-Artemisa propusieron cambiar la observación estacionaria (2 veces al año) por la observación mensual en los pozos indicados en la Tabla 3-9 y en la Figura 3-5. Por otra parte, como pozos de observación de la calidad de las aguas subterráneas (salinización), se propuso añadir de nuevo los pozos indicados en la Tabla 3-10 y en la Figura 3-6.

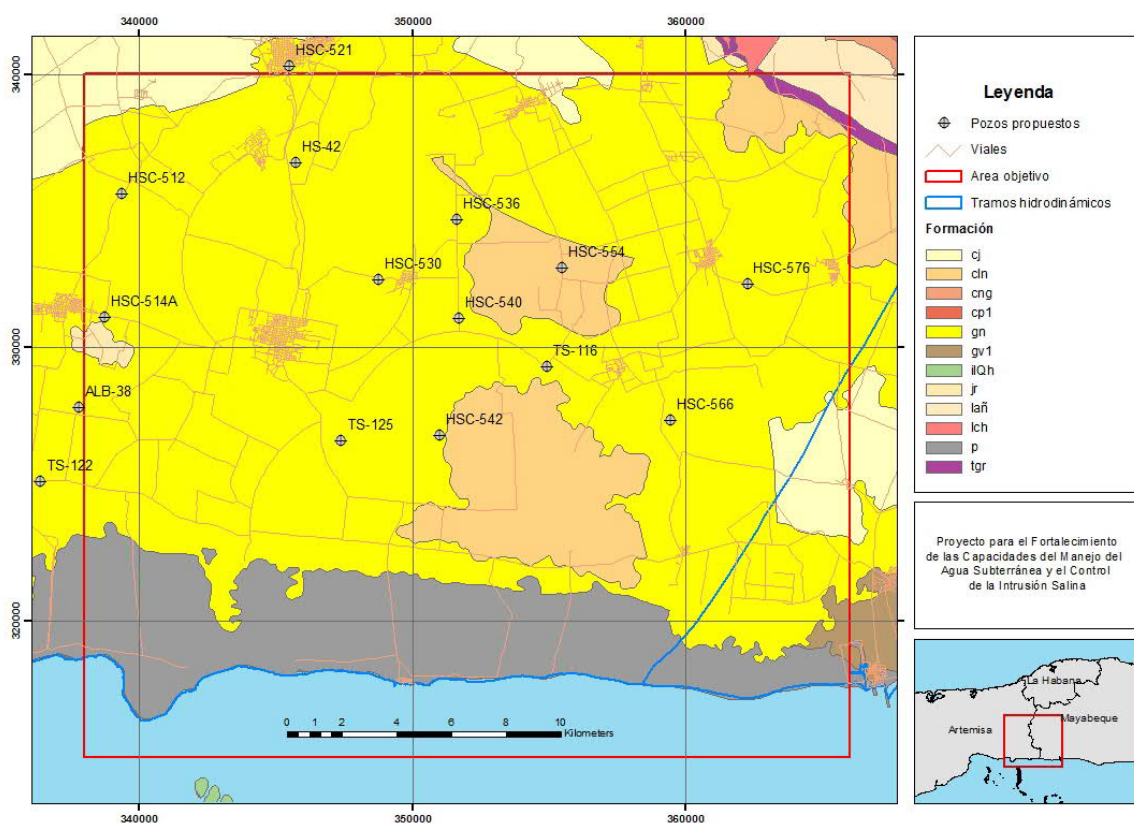


Figura 3-5: Mapa de ubicación de los pozos propuestos para cambiar la frecuencia de observación del nivel de las aguas subterráneas (observación mensual)

Tabla 3-9: Pozos propuestos para cambiar la frecuencia de observación del nivel de las aguas subterráneas (observación mensual)

Tramo	Código del pozo	X	Y	Altura (m)	Ítems de observación	Frecuencia de observación actual	Clasificación del pozo	Diámetro del pozo (mm)	Profundidad del pozo (m)
HS-3	HSC-536	351623	334673	37.87	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	500	75.00
HS-3	HSC-540	351704	331081	17.69	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	200	95.00
HS-3	TS-116	354900	329300	16.52	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	400	95.00

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

HS-3	HSC-576	362239	332324	42.24	Profundidad del nivel del agua	Semestral	Básica secundaria	300	51.00
HS-3	HSC-566	359422	327355	22.85	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	300	80.00
HS-3	HSC-544	355479	332928	35.41	Profundidad del nivel del agua	Semestral	Básica secundaria	300	65.00
HS-3	ALB-38	337800	327800	5.22	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	300	75.00
HS-3	HS-42	345750	336750	30.09	Profundidad del nivel del agua	Semestral	Básica secundaria	1500	33.00
HS-3	HSC-512	339370	335630	28.65	Profundidad del nivel del agua	Semestral	Básica secundaria	300	35.00
HS-3	HSC-514	338750	331100	16.49	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	500	80.00
HS-3	HSC-521	345500	340300	49.52	Profundidad del nivel del agua	Semestral	Básica secundaria	500	19.00
HS-3	HSC-530	348750	332500	23.53	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	300	90.00
HS-3	HSC-542	351000	326800	10.86	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	300	75.00
HS-3	TS-122	336400	325100	4.88	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	400	60.00
HS-3	TS-125	347400	326610	8.58	Nivel del agua, temperatura y propiedades químicas	Semestral	Básica secundaria	300	75.00

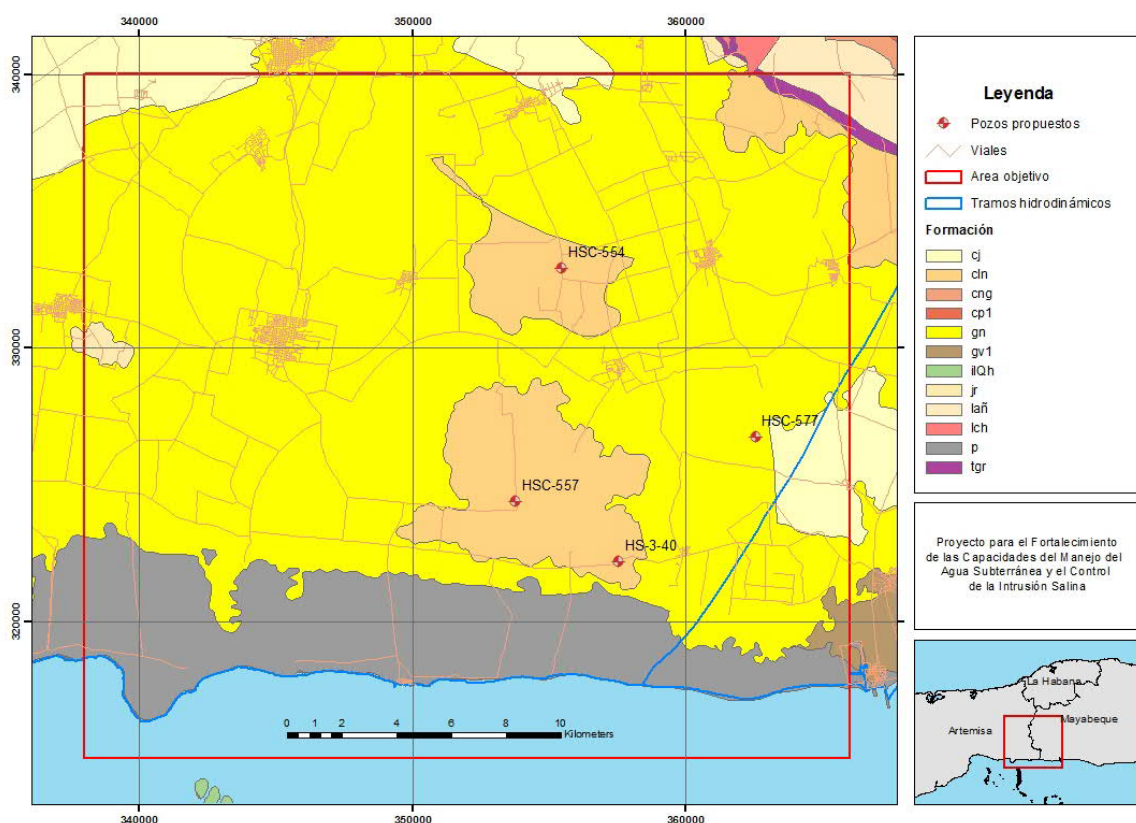


Figura 3-6: Mapa de ubicación de los nuevos pozos propuestos para observar la calidad de las aguas subterráneas (salinización)

Tabla 3-10: Nuevos pozos propuestos para observar la calidad de las aguas subterráneas (salinización)

Tramo	Código del pozo	Nombre	X	Y	Altura (m)	Método de construcción	Diámetro del pozo (mm)	Profundidad del pozo (m)
HS-3	HSC-554	Güiro Boñingal	355479	332928	35.41	Reperforar	300	85
HS-3	HSC-557	Las Nieves	353784	324392	9.65	Reperforar	300	75
HS-3	HSC-577	Cobarrubias	362550	326750	21.28	Reperforar	300	80
HS-3	HS-3-40	Jesús María y José	357547	322187	5.73	Perforar	300	70

(6) Actividad 1-6: Elaborar la base de datos SIG y almacenar los datos recopilados

Las actividades relacionadas con la Actividad 1-6 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-11: Actividades relacionadas con la Actividad 1-6

Periodo de actividades	Contenido de actividades
1 ^{er} año	• Recolección y ordenamiento de los datos existentes conjuntamente con la Actividad 1-2 (marzo y julio de 2013) .
	• Análisis de diseño y formato de SIG/BD (marzo y julio de 2013)
	• Capacitación sobre el uso de programas de SIG donados (julio de 2013)
2 ^o año	• Capacitación de seguimiento sobre SIG y la creación de base de datos y capacitación sobre la elaboración de los planos correspondientes, principalmente en EIPH-Habana entre el principio y a mediados del 2 ^o año y trabajo para el establecimiento del SIG/BD (de enero a marzo de 2014, en 32 ocasiones).
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> • Continuación del trabajo de mejoramiento de la base de datos existente principalmente por el personal técnico de EAH-Mayabeque para avanzar en el intercambio de la misma entre las instituciones relacionadas (de diciembre de 2014 a febrero de 2015). • Capacitación de seguimiento sobre SIG en EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa con la participación del personal técnico de EIPH-Habana (de enero a febrero de 2015). • Los miembros que integran el subgrupo de SIG/BD visitaron la EAH- Holguín y la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de Camagüey para observar el estado de operación de la base de datos establecida en un proyecto anterior (proyecto de mejoramiento de la capacidad de manejo y desarrollo subterráneo para tomar medidas contra el cambio climático) e intercambiar opiniones con técnicos de ambas empresas. (febrero de 2015) • El contenido de las capacitaciones sobre SIG realizadas hasta la fecha fue resumido en un video didáctico. • El subgrupo de SIG/BD elaboró un plan de monitoreo (tentativo) tras deliberar sobre los tipos y formatos de datos que se debe utilizar para compartir la base de datos de monitoreo, métodos de extracción y adición de datos a la base de datos, frecuencia de monitoreo y mapas a elaborar.

	<ul style="list-style-type: none"> Continuando las actividades de la 2ª etapa del 3º año, en la 3ª etapa (de abril a junio de 2015) se continuó actualizando los datos sobre el nivel de agua subterránea y calidad del agua en la base de datos para compartirlos entre las 3 empresas: EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa y EIPH-Habana.
4º año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1ª etapa del 4º año (de octubre de 2015 a febrero de 2016), al igual que en la 2ª y 3ª etapa del 3º año, continuó la actualización de los datos sobre el nivel de agua subterránea y calidad del agua en la base de datos para compartirlos entre las instituciones involucradas. En la 2ª etapa del 4º año (de abril a mayo de 2016) se elaboraron los planos del SIG para el plan de manejo de agua subterránea (borrador).

3.2.2 Actividades relacionadas con la transferencia técnica sobre Modelos de Aguas Subterráneas

(1) Actividad 2-1: Formar el Grupo de Modelos de Agua Subterránea y evaluar el nivel técnico de este grupo

Las actividades relacionadas con la Actividad 2-1 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-12: Actividades relacionadas con la Actividad 2-1

Periodo de actividades	Contenido de actividades
1º año	<ul style="list-style-type: none"> A inicios del 1er año se organizó una reunión para formar un grupo de elaboración de modelos de agua subterránea y se elaboró un plan de actividades (de marzo a abril de 2013). Se diagnosticó la capacidad técnica del grupo antes mencionado (marzo de 2013).
2º año	<ul style="list-style-type: none"> Al finalizar el 2º año, se realizó la re-evaluación de la capacidad técnica del grupo de elaboración de modelos de agua subterránea (junio de 2014).
3º año	<ul style="list-style-type: none"> Al final del 3º año, se re-evaluó la capacidad técnica del grupo de modelación de agua subterránea (julio de 2015).
4º año	<ul style="list-style-type: none"> En noviembre de 2016 se realizó la evaluación final de la capacidad técnica del grupo de modelación de agua subterránea.

(2) Actividad 2-2: Analizar los diferentes factores para calcular el balance de agua y el volumen de la recarga del agua subterránea

Las actividades relacionadas con la Actividad 2-2 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-13: Actividades relacionadas con la Actividad 2-2

Periodo de actividades	Contenido de actividades
2º año	<ul style="list-style-type: none"> En la 2^{da} etapa del 2^{do} año comenzó la verificación de los datos del conteo del caudal bombeado entre el 2011 y el 2013 y se determinaron los puntos problemáticos.
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1^{ra} etapa del 3^{er} año se resumieron los datos rectificadas del caudal bombeado, recolectados en el 2º año por EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa (diciembre de 2014). En la elaboración del plan de manejo de agua subterránea iniciada en la 3^{ra} etapa del 3^{er} año (abril de 2015), se realizó el análisis del balance hídrico por cuenca (HS-3 y HS-4). En junio de 2015 se realizó análisis de los datos del caudal bombeado mensualmente por pozo, entre el 2011 y el 2014, se determinaron los puntos con problemas y se analizaron las medidas de mejoramiento.
4º año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1ª etapa del 4º año (diciembre de 2015) se modificó el modelo de depósito para calcular la recarga de agua subterránea y se revisó la cantidad de recarga/mes. En la 2ª etapa del 4º año (mayo de 2016), basándose en los resultados de la revisión del conteo del caudal bombeado entre el 2011 y el 2015 y los resultados del conteo del caudal bombeado en el 2015, se hizo un cálculo estimado de la cantidad de recarga de agua subterránea empleando el modelo de depósito. En el 4º año, con el uso de modelo tridimensional detallado de agua subterránea (3D) se obtuvo la relación entre la recarga mensual de agua subterránea y el caudal bombeado mensualmente empleando el modelo (junio de 2016). En el seminario de manejo de agua subterránea se presentaron los resultados del análisis del balance hídrico en el área objetivo (junio de 2016).

(3) Actividad 2-3: Elaborar los modelos de agua subterránea y de intrusión salina

Las actividades relacionadas con la Actividad 2-3 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-14: Actividades relacionadas con la Actividad 2-3

Periodo de actividades	Contenido de actividades
1 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación básica sobre la elaboración del modelo de agua subterránea a principios del 1^{er} año (febrero de 2013). Estructura de modelo tridimensional (3D) y ordenamiento y análisis de los datos necesarios (de marzo a julio de 2013). Capacitación sobre el modelo de sección transversal bidimensional (V2D) (junio de 2013). Intercambio de información con CUJAE (Ciudad Universitaria José Antonio Echavarría) =ISPJAE (Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría) (junio de 2013)..
2º año	<ul style="list-style-type: none"> De la 2ª etapa a la 3ª etapa del 2º año (de enero a junio de 2014), se modificó el modelo de sección transversal bidimensional (V2D) elaborado en el 1^{er} año y se

	<p>elaboró el modelo tridimensional (3D).</p> <ul style="list-style-type: none"> En la 3ª etapa del 2º año (junio de 2014) se llevó a cabo durante 4 días una capacitación sobre modelo de agua subterránea.
3º año	<ul style="list-style-type: none"> En la 2ª etapa del 3º año (de enero a febrero de 2015), se llevó a cabo una capacitación semanal en EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa sobre el modelo de agua subterránea y la colaboración en la elaboración y modificación del modelo 3D de flujo de agua subterránea/modelo de intrusión salina. En la 3ª etapa del 3er año (junio de 2015), se organizó una capacitación sobre el modelo de agua subterránea en dos ocasiones en EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa y EIPH-Habana respectivamente.
4º año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1ª etapa del 4º año (de noviembre a diciembre de 2015), se organizó una capacitación sobre el modelo de agua subterránea, en un total de 14 ocasiones en EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa y EIPH-Habana. En la 2ª etapa del 4º año (de mayo a junio de 2016), se organizó una capacitación sobre el modelo de agua subterránea, en un total de 8 ocasiones en EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa y EIPH-Habana. En junio de 2016, se completó un modelo 3D detallado del 4º año y se organizó una capacitación en EIPH-Habana sobre el trabajo de mejoramiento y los métodos de cálculo de pronósticos.

(4) Actividad 2-4: Calibrar los modelos con los nuevos datos recopilados más recientemente (aproximadamente una vez al año)

Las actividades relacionadas con la Actividad 2-4 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-15: Actividades relacionadas con la Actividad 2-4

Periodo de actividades	Contenido de actividades
3º año	<ul style="list-style-type: none"> Desde enero de 2015, se agregaron nuevos datos al modelo 3D inicial (1er modelo 3D) elaborado en el 2º año y comenzó la rectificación y actualización del mismo, el modelo 3D del 3er año se completó en junio. Además, el modelo V2D se modificó de acuerdo con el mejoramiento estructural de dicho modelo 3D.
4º año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1ª etapa del 4º año (de noviembre a diciembre de 2015), basándose en los resultados de la revisión del caudal bombeado y la cantidad de recarga de agua subterránea, se modificó el modelo 3D del 3er año. En la 2ª etapa del 4º año (junio de 2016), con el uso de los nuevos datos del caudal bombeado registrados en la actividad 2-2 se completó el modelo 3D detallado del 4º año.

(5) Actividad 2-5: Llevar a cabo el análisis de la predicción del mecanismo de flujo del agua subterránea e intrusión salina

Las actividades relacionadas con la Actividad 2-5 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-16: Actividades relacionadas con la Actividad 2-5

Periodo de actividades	Contenido de actividades
1 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> En junio de 2013 se hizo un análisis predictivo utilizando el modelo V2D de manera experimental, y se conoció de manera resumida el mecanismo de intrusión salina en el área objetivo.
4 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> En la 2^a etapa del 4^o año (mayo de 2016), utilizando el modelo 3D modificado del 3^{er} año se hizo un cálculo predictivo sobre el cambio del nivel y calidad de las aguas subterráneas dentro de 100 años de continuar las condiciones actuales, utilizando para ello el Modelo Tridimensional de Simulación de amplio espectro del 3^{er} año, para hacer un análisis de los aspectos dudosos de este modelo. En junio de 2016, se realizó un estudio sobre el pronóstico para los siguientes 20 años (desde el año de referencia 2015 hasta el 2035), estableciéndose un total de 32 escenarios, incluyendo 8 patrones de volumen de recarga y 4 patrones de caudal de bombeo. En los meses de junio y julio, se hizo un cálculo predictivo del nivel de las aguas subterráneas en 14 escenarios de los puntos citados anteriormente mediante Modflow, utilizando el modelo tridimensional detallado del 4^o año, realizando un análisis predictivo de las aguas subterráneas y el transporte de materiales en 13 escenarios mediante SEAWAT. Además de los escenarios citados anteriormente, se elaboraron las condiciones del límite de incremento del nivel de agua debido a la subida del nivel del mar y los escenarios de incremento de la concentración de sal en la zona inundada del Dique Sur, para incluirlos en los modelos predictivos. Por otra parte, se elaboraron 2 escenarios sobre el desarrollo de nuevos pozos, para realizar el análisis predictivo correspondiente. En la 3^a etapa del 4^o año (de noviembre a diciembre de 2016) se completaron los modelos predictivos correspondientes al pronóstico de la subida del nivel del mar de CITMA (2050: subida de 0.27m y 2100: subida de 0.85m) y se hizo un análisis predictivo de la variación del nivel freático y de la distribución de concentraciones de sal hasta 2100.

3.2.3 Actividades relacionadas con la transferencia técnica para la Recarga de Aguas Subterráneas y el Control de la Intrusión Salina

(1) Actividad 3-1: Formar el Grupo de Tecnología de Recarga de Aguas Subterráneas y Control de la Intrusión Salina

Las actividades relacionadas con la Actividad 3-1 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-17: Actividades relacionadas con la Actividad 3-1

Contenido de actividades	Contenido de actividades
1 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Al inicio del 1^{er} año se efectuó una reunión para formar grupos técnicos de recarga de acuíferos y toma de medidas contra intrusión salina y se elaboró un plan de actividades (marzo de 2013). Fue diagnóstica la capacidad técnica de los grupos antes mencionados (marzo de 2013).
2 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> Al finalizar el 2^o año, se hizo la re-evaluación de la capacidad técnica de los grupos técnicos de recarga de acuíferos y toma de medidas contra intrusión salina (junio de 2014).
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Al terminar el 3er año, se hizo la re-evaluación de la capacidad técnica de los grupos técnicos de recarga de acuíferos y toma de medidas contra intrusión salina (julio de 2015).
4 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> En noviembre de 2016 se hizo la evaluación final de la capacidad técnica de los grupos técnicos de recarga de acuíferos y toma de medidas contra intrusión salina.

(2) Actividad 3-2: Estudiar diferentes casos en el mundo

Las actividades relacionadas con la Actividad 3-2 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-18: Actividades relacionadas con la Actividad 3-2

Periodo de actividades	Contenido de actividades
1 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación sobre la recarga de acuíferos en 3 ocasiones (marzo y julio de 2013). Capacitación sobre las medidas contra intrusión salina en 2 ocasiones (de marzo a abril de 2013).
2 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación sobre la recarga de acuíferos en 1 ocasión en el 2^o año (diciembre de 2013). Capacitación sobre las medidas contra la intrusión salina en 3 ocasiones en el 2^o año (de diciembre de 2013 a enero de 2014).
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1^a etapa del 3^{er} año (noviembre de 2014) se completó el “libro de texto sobre los métodos de diseño de presas subterráneas” (en español) editado sobre la base de las partes adaptables del “Capítulo 5: consideraciones en el diseño de instalaciones relacionadas con presas subterráneas” del “manual técnico para el desarrollo eficiente del agua subterránea (2004)” emitido por la Agencia de Recursos Verdes de Japón. En la 3^a etapa del 3er año (abril de 2015) se impartió una capacitación dirigida al personal técnico de EIPH-Habana para verificar su nivel de comprensión del libro de texto antes mencionado.

	<ul style="list-style-type: none"> En junio de 2015 se impartió una capacitación dirigida al personal técnico de EIPH-Habana sobre la recarga de acuífero, presentándoles nuevos casos identificados en el mundo.
4° año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1ª etapa del 4° año (de noviembre de 2015 a enero de 2016) se hizo una verificación y análisis del contenido de las instalaciones de recarga artificial de acuíferos existentes y las planificadas en el pasado en el área objetivo y sus alrededores. En la 2ª etapa del 4° año (mayo de 2016) se recopilaron casos reales de diferentes países del mundo, incluidos los de Cuba, en relación con el método de recarga artificial de aguas subterráneas.

(3) Actividad 3-3: Examinar los métodos de obras adecuadas, considerando las condiciones naturales, sociales, económicas y políticas del área objetivo

Las actividades relacionadas con la Actividad 3-3 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-19: Actividades relacionadas con la Actividad 3-3

Periodo de actividades	Contenido de actividades
2° año	<ul style="list-style-type: none"> En la 3ª etapa del 2° año (junio de 2014) los miembros de los grupos técnicos de recarga de acuíferos y toma de medidas contra la intrusión salina tuvieron un debate sobre los métodos y contenido de futuras actividades.
3er año	<ul style="list-style-type: none"> En la 3ª etapa del 3er año (abril de 2015), se organizó en EIPH-Habana una reunión para analizar el resumen de los lineamientos del diseño de una presa subterránea tomando como ejemplo la capa freática propuesta por EIPH-Habana e impartió una capacitación sobre un diseño práctico de presa subterránea comparando con la zona objetivo del Proyecto. En junio de 2015 se impartió una capacitación dirigida al personal técnico de EIPH-Habana sobre la recarga de acuíferos y empezó el trabajo analítico de métodos óptimos de recarga en el área objetivo, teniendo en cuenta el contenido de capacitaciones anteriores, proyectos existentes, situación actual de los proyectos ejecutados, puntos problemáticos en dicha área.
4° año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1ª etapa del 4° año (de octubre de 2015 a enero de 2016) se hizo estudio de campo de los sitios candidatos a instalaciones de recarga artificial del acuífero y se prepararon los datos básicos. En la 2ª etapa del 4° año (de mayo a junio de 2016) se sostuvieron discusiones sobre el Plan de Instalaciones de Recarga Artificial de Aguas Subterráneas (tentativo), el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) y otros aspectos relacionados con la recarga, y en junio del mismo año terminaron de elaborarse los rubros sobre la recarga artificial de aguas subterráneas, la filtración y almacenamiento de aguas pluviales y las presas subterráneas, que están incluidos en el Capítulo 6 del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo).

(4) Actividad 3-4: Elaborar el diseño preliminar para el método adecuado y estudiar su aplicabilidad

Estaba prevista empezar esta actividad en el 3^{er} año, sin embargo, debido a que las condiciones naturales de la zona objetivo no son adaptables a la construcción de una estructura subterránea para impedir la intrusión salina, en vista de las recomendaciones de la revisión intermedia se determinó la eliminación de dicha actividad¹.

3.2.4 Actividades relacionadas con la transferencia técnica para el Manejo de Acuíferos

(1) Actividad 4-1: Formar el Grupo de Manejo del Acuífero y evaluar su habilidad técnica

Las actividades relacionadas con la Actividad 4-1 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-20: Actividades relacionadas con la Actividad 4-1

Periodo de actividades	Contenido de actividades
1 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none">• Al inicio del 1^{er} año se organizó una reunión para formar un grupo de manejo de los acuíferos y se elaboró un plan de actividades (marzo de 2013).• Fue diagnosticada la capacidad técnica del grupo arriba mencionado (marzo de 2013)
2 ^o año	<ul style="list-style-type: none">• Al finalizar el 2^o año, se re-evaluó la capacidad técnica del grupo de manejo de los acuíferos (junio de 2014).
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none">• Al terminar el 3^{er} año, se re-evaluó la capacidad técnica del grupo de manejo de los acuíferos (julio de 2015).
4 ^o año	<ul style="list-style-type: none">• En noviembre de 2016 se hizo la evaluación final de la capacidad técnica del grupo de manejo de los acuíferos.

(2) Actividad 4-2: Verificar los resultados de simulación de los modelos de agua subterránea y de intrusión salina

Las actividades relacionadas con la Actividad 4-2 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

¹ El cambio en esta actividad fue aprobado en la reunión de JCC celebrada el 28 de enero de 2015.

Tabla 3-21: Actividades relacionadas con la Actividad 4-2

Periodo de actividades	Contenido de actividades
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Respecto al modelo 3D del 3^{er} año, en las actividades del Resultado 2 se hizo solamente una comparación cualitativa entre el “nivel de agua subterránea” y el “patrón de variación del nivel de agua subterránea” del nivel de aguas subterráneas medido y el nivel calculado.
4 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> En la 1^a etapa del 4^o año (enero de 2016) en una reunión para analizar la planificación del manejo de las aguas subterráneas (ver Actividad 4-5) se hizo una evaluación cuantitativa del modelo 3D sometido a modificación.
	<ul style="list-style-type: none"> En la 2^a etapa del 4^o año (mayo de 2016) se revisó el modelo modificado en la 1^a etapa del 4^o año y se examinaron los puntos problemáticos de dicho modelo. Se decidió realizar la verificación del modelo tridimensional detallado perfeccionado en junio, y hacer un análisis predictivo futuro utilizando el mismo (se pudo ajustar más o menos el nivel calculado al valor de medición real, sin corregir individualmente los parámetros a introducir, gracias a la mejora del balance general del modelo mediante repeticiones del cálculo estable en estado natural, del cálculo casi estable con caudal de bombeo y del cálculo inestable por meses durante 11 años).

(3) Actividad 4-3: Establecer las condiciones hidrogeológicas permisibles del acuífero

Las actividades relacionadas con la Actividad 4-3 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-22: Actividades relacionadas con la Actividad 4-3

Periodo de actividades	Contenido de las actividades
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> Mediante la capacitación sobre el monitoreo de las agua subterráneas (calidad del agua) organizada en la 2^a etapa del 3^{er} año (marzo de 2015), comenzó el análisis para; ① establecer los valores indicadores y valores metas de la calidad del agua subterránea, y ② seleccionar los pozos de referencia para la observación de la calidad del agua subterránea.
	<ul style="list-style-type: none"> En la 3^a etapa del 3^{er} año (de abril a mayo de 2015) en una reunión para analizar la planificación del manejo del agua subterránea, comenzó el análisis para seleccionar los pozos de referencia y establecer un nivel de agua subterránea meta para preservar el nivel de agua subterránea en el área objetivo.
4 ^o año	<ul style="list-style-type: none"> En una reunión para analizar la planificación del manejo del agua subterránea organizada en la 1^a etapa del 4^o año (de octubre a diciembre de 2015), técnicos de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa propusieron un nivel de agua meta para la preservación de los pozos de observación de nivel de agua existentes. En enero de 2016 se analizó la justificación del nivel de agua meta propuesto para la preservación.
	<ul style="list-style-type: none"> En el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) elaborado en la 2^a etapa del 4^o año (junio de 2016), en cuanto al nivel de aguas subterráneas en 29 pozos de observación, se estableció el valor meta a corto plazo (nivel meta de las aguas

	<p>subterráneas) y el valor meta final de conservación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En dicho plan de manejo del agua subterránea (tentativo), en cuanto a la calidad de las aguas subterráneas, se establecieron los valores de referencia de acuerdo con la Norma NC1021:2014, y con respecto a las aguas de uso doméstico y las aguas de riego, se fijaron 7 y 6 parámetros, respectivamente.
--	---

(4) Actividad 4-4: Preparar el plan de bombeo anual de cada pozo de explotación en base a los resultados del análisis del modelo de agua subterránea calibrado cada año

Las actividades relacionadas con la Actividad 4-4 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-23: Actividades relacionadas con la Actividad 4-4

Periodo de actividades	Contenido de actividades
4º año	<ul style="list-style-type: none"> • En la 3ª etapa del 4º año (de junio a julio de 2016), de acuerdo con los resultados del cálculo predictivo indicado en la Actividad 2-5, se dividieron las áreas objetivo dentro del Plan de Manejo de las Aguas Subterráneas (tentativo) entre (1) área donde es deseable reducir el caudal de bombeo en más del 90%, (2) área donde es deseable reducir el caudal de bombeo en un 90%, (3) área donde es posible aumentar el caudal de bombeo en un 10% y (4) área donde es posible aumentar el caudal de bombeo en un 20%, al compararlos con los datos del 2015. • De ahora en adelante, se analizará el balance de agua evaluando integralmente los resultados arriba mencionados y los del análisis hecho por GCBAS y se determinarán volúmenes de bombeo de cada trimestre para cada caudal de bombeo.

(5) Actividad 4-5: Preparar el plan de manejo del agua subterránea, sus lineamientos y manuales de operación

Las actividades relacionadas con la Actividad 4-5 desde el inicio del Proyecto hasta el final de las actividades en Cuba son las siguientes.

Tabla 3-24: Actividades relacionadas con la Actividad 4-5

Periodo de actividades	Contenido de las actividades
3º año	<ul style="list-style-type: none"> • En la 1ª etapa del 3º año (noviembre de 2014) comenzó el análisis del índice del plan de manejo de agua subterránea (tentativo), en diciembre se examinaron los encargados de su redacción y en la 2ª etapa (enero de 2015) se terminó la selección de los encargados de la redacción. • En la 3ª etapa del 3º año (de abril a mayo de 2015) en EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa se celebró un total de 14 reuniones para analizar

	la planificación del manejo del agua subterránea.
4º año	<ul style="list-style-type: none"> • En la 1ª etapa del 4º año (de octubre de 2015 a febrero de 2016) en EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa se celebró un total de 30 reuniones para analizar la planificación del manejo del agua subterránea. • En la 3ª etapa del 4º año (de abril a julio de 2016) en EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa se celebró un total de 21 reuniones para analizar la planificación del manejo del agua subterránea. • En dos ocasiones: abril y julio de 2016, se reunieron las personas relacionadas en EIPH-Habana para celebrar una reunión conjunta (reunión del comité de redacción conjunta para tratar el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo).

(6) Actividad 4-6: Preparar un plan de introducción de tecnologías referentes a la detención de la intrusión salina desde el punto de vista de largo plazo

Debido a la eliminación de la actividad 3-4, el contenido de esta actividad se ha modificado².

(Redacción anterior) Preparar el plan de implementación de obras de recarga de acuíferos y control de la intrusión salina.

(Redacción nueva) Preparar un plan de introducción de tecnologías referentes a la detención de la intrusión salina desde el punto de vista de largo plazo.

Tabla 3-25: Actividades relacionadas con la Actividad 4-6

Periodo de actividades	Contenido de actividades
4º año	<ul style="list-style-type: none"> • Entre la 2ª y la 3ª etapa del 4º año, se planeó en el plan de manejo de aguas subterráneas (tentativa) un plan de introducción de tecnologías relacionadas con el control de la entrada de agua salina (instalaciones de recarga artificial de aguas subterráneas e instalaciones de depósito e infiltración de aguas pluviales), analizadas en la Actividad 3-3.

(7) Actividad 4-7: Preparar un Plan de Manejo del Agua Subterránea a largo plazo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático, así como también los efectos resultantes de las medidas de detención de la intrusión salina

Al igual que la actividad 4-6, esta actividad también fue modificada en cuanto a su contenido debido a la eliminación de la actividad 3-4².

(Redacción anterior) Preparar el plan de manejo del agua subterránea a largo plazo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático, así como las obras de recarga y de control de la

² El cambio en esta actividad fue aprobado en la reunión de JCC celebrada el 28 de enero de 2015.

intrusión salina.

(Redacción nueva) Preparar un Plan de Manejo del Agua Subterránea a largo plazo, teniendo en cuenta el efecto del cambio climático, así como también los efectos resultantes de las medidas de la detención de la intrusión salina.

Tabla 3-26: Actividades relacionadas con la Actividad 4-7

Periodo de actividades	Contenido de actividades
4º año	<ul style="list-style-type: none"> En la 3ª etapa del 4º año (de noviembre a diciembre de 2016) se analizaron y propusieron medidas necesarias de acuerdo con los resultados del análisis predictivo de la variación del nivel freático y de la distribución de concentraciones de sal mediante un modelo de aguas subterráneas con un pronóstico de la subida del nivel del mar incorporado de CITMA, mencionado en la Actividad 2-5.

(8) Actividad 4-8: Organizar Seminarios Técnicos sobre la implementación del plan de manejo del agua subterránea

Se realizó un seminario técnico sobre la administración del Plan de Manejo de Agua Subterránea en el 3^{er} y el 4º año respectivamente, en un total de 2 ocasiones.

Tabla 3-27: Actividades relacionadas con la Actividad 4-8

Periodo de actividades	Contenido de las actividades
3 ^{er} año	<ul style="list-style-type: none"> El seminario en el 3^{er} año fue organizado el 24 de junio de 2015 en forma de “seminario técnico y sobre el manejo de agua subterránea del 3^{er} año” y se dio una explicación sobre el índice (tentativa) del plan de manejo de agua subterránea que se encuentra en elaboración y el resumen de la primera mitad del año.
4º año	<ul style="list-style-type: none"> El 24 de junio de 2016, se celebró el seminario del 4º año en La Habana (Hotel Acuario - Marina Hemingway) y se dio una explicación sobre el plan de manejo de aguas subterráneas.

4 APORTES

4.1 Envío de Expertos

Los resultados reales del envío de expertos de la JICA en el Proyecto se presenta a continuación (el envío a cargo del consultor se describe al margen).

Tabla 4-1: Resultados reales del envío de expertos (desde el 1er año hasta principios de julio de 2016 del 4º año)

Especialidad	Personal designado	Año del proyecto	Período de envío (No. de días de asignación excepto los días con cargo a la firma consultora)	M/M
Líder/Manejo del Agua Subterránea	Shigeki Kihara	Primer año	2 de febrero - 23 de marzo de 2013 (51 días)	2.53
			1 - 25 de junio de 2013 (25 días)	
			18 de julio - 2 de agosto de 2013 (0 días) ¹⁾	
		Segundo año	31 de octubre de 2013 - 29 de enero de 2014 (91 días)	4.50
			25 de febrero - 26 de marzo de 2014 (0 día) ²⁾	
			15 de mayo - 28 de junio de 2014 (44 días) ³⁾	
		Tercer año	6 de noviembre - 21 de diciembre de 2014 (46 días)	4.50
			8 de enero - 1 de febrero de 2015 (25 días)	
			8 de enero - 1 de febrero de 2015 (64 días) ⁴⁾	
		Cuarto año	10 de octubre - 23 de diciembre de 2015 (75 días)	6.67
			7 de enero - 5 de febrero de 2016 (0 día) ⁵⁾	
			15 de abril - 13 de julio de 2016 (90 días)	
1 de noviembre - 24 de diciembre de 2016 (35 días) ⁶⁾				
Sublíder/Calidad del Agua	Hirokatsu Utagawa	Primer año	2 - 15 de febrero de 2013 (14 días)	3.50
			16 de abril - 16 de mayo de 2013 (31 días)	
			3 de junio - 1 de agosto de 2013 (60 días)	
		Segundo año	16 de enero - 16 de marzo de 2014 (60 días)	2.00
		Tercer año	25 de enero - 25 de marzo de 2015 (60 días)	2.00
		Cuarto año	15 de marzo - 13 de mayo de 2016 (60 días)	2.67
			10 - 29 de noviembre de 2016 (20 días)	
Modelo de Agua	Lei Peifeng	Primer año	18 de marzo - 16 de mayo de 2013	3.50

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Subterránea 1			(60 días)		
			16 de junio - 1 de agosto de 2013 (45 días) ⁷⁾		
		Segundo año		7 de enero - 7 de marzo de 2014 (60 días)	3.00
				28 de mayo - 26 de junio de 2014 (30 días)	
		Tercer año		7 de enero - 20 de febrero de 2014 (45 días)	2.83
				23 de mayo - 1 de julio de 2015 (40 días)	
		Cuarto año		10 de noviembre - 24 de diciembre de 2015 (45 días)	4.67
				23 de abril - 6 de julio de 2016 (75 días)	
10 - 29 de noviembre de 2016 (20 días)					
Modelo de Agua Subterránea 2	Naoaki Shibasaki	Primer año	30 de mayo - 28 de junio de 2013 (30 días)	1.00	
		Segundo año	29 de mayo - 27 de junio de 2014 (30 días)	1.00	
		Tercer año	2 de junio - 1 de julio de 2015 (30 días)	1.00	
		Cuarto año	1 de julio - 30 de julio de 2016 (30 días)	1.00	
Hidrogeología	Kiyoshi Yamada	Primer año	2 de febrero - 2 de abril de 2013 (60 días)	4.00	
			4 de junio - 2 de agosto de 2013 (60 días)		
	Takuya Yabuta	Segundo año	31 de octubre - 13 de diciembre de 2013 (44 días)	2.50	
			30 de mayo - 29 de junio de 2014 (31 días)		
		Tercer año	5 de noviembre - 19 de diciembre de 2014 (45 días)	1.50	
		Cuarto año	12 de noviembre de 2015 - 25 de enero de 2016 (75 días)	3.17	
	13 de mayo - 1 de julio de 2016 (20 días)				
	Prospección geofísica	Tsugio Ishikawa	Primer año	4 de junio - 2 de agosto de 2013 (60 días)	2.00
Segundo año			19 de febrero - 26 de marzo de 2014 (36 días)	1.70	
			8 de junio - 22 de junio de 2014 (15 días)		
SIG/BD	Masahiko Ikemoto	Primer año	1 - 27 de marzo de 2013 (27 días)	1.70	
			2 - 25 de julio de 2013 (24 días)		
		Segundo año	7 de enero - 2 de marzo de 2014 (55 días)	1.83	
		Tercer año	8 de enero - 3 de marzo de 2015 (55 días)	1.83	
		Cuarto año	14 de abril - 18 de mayo de 2016 (35 días)	2.17	
1 - 30 de noviembre de 2016 (30 días)					
Medidas contra la	Hiroshi Fujita	Primer año	1 de marzo - 4 de abril de 2013	1.17	

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

intrusión salina			(35 días)	
		Segundo año	4 de diciembre de 2013 - 17 de enero de 2014 (45 días)	2.00
			8 de junio - 22 de junio de 2014 (15 días)	
		Tercer año	12 -26 de abril de 2015 (15 días)	0.50
	Cuarto año	22 de mayo - 20 de julio de 2016 (30 días)	1.00	
Plan de capacitación/ Coordinación	Masaru Obara	Primer año	2 de febrero - 2 de abril de 2013 (60 días)	3.93
			31 de mayo - 27 de julio de 2013 (58 días)	
		Segundo año	31 de octubre - 19 de noviembre de 2013 (20 días) ⁸⁾	2.50
			16 de enero - 14 de febrero de 2014 (20 días) ⁹⁾	
			16 de mayo - 29 de junio de 2014 (35 días) ¹⁰⁾	
	Tercer año	5 de noviembre - 4 de diciembre de 2014 (20 días) ¹¹⁾	2.67	
		8 de enero - 6 de febrero de 2015 (30 días)		
		2 de junio - 1 de julio de 2015 (30 días)		
	Makoto Tokuda	Cuarto año	7 de enero - 5 de febrero de 2016 (20 días) ¹²⁾	2.33
			27 de mayo - 13 de julio de 2016 (30 días) ¹³⁾	
27 de octubre - 30 de noviembre de 2016 (20 días) ¹⁴⁾				

- ¹⁾: Los gastos de envío de personal desde el 18 de julio hasta el 2 de agosto de 2013 (16 días) serán cubiertos por la firma consultora
- ²⁾: Los gastos de envío de personal desde el 25 de febrero de hasta el 26 de marzo de 2014 (30 días) serán cubiertos por la firma consultora
- ³⁾: El gasto de envío de personal del 28 de junio de 2014 (1 día) será cubierto por la firma consultora
- ⁴⁾: Los gastos de envío de personal desde el 19 hasta el 28 de abril de 2015 (10 días) serán cubiertos por la firma consultora
- ⁵⁾: Los gastos de envío de personal desde el 7 de enero hasta el 5 de febrero (30 días) serán cubiertos por la firma consultora
- ⁶⁾: Los gastos de envío de personal desde el 6 hasta el 24 de diciembre de 2016 (19 días) serán cubiertos por la firma consultora
- ⁷⁾: El 16 de junio y el 1 de agosto de 2013 (2 días) corresponden al envío con cargo al Consultor.
- ⁸⁾: Los gastos de envío de personal desde el 25 de febrero de hasta el 26 de marzo de 2014 (30 días) serán cubiertos por la firma consultora
- ⁹⁾: El gasto de envío de personal del 28 de junio de 2014 (1 día) será cubierto por la firma consultora
- ¹⁰⁾: Los gastos de envío de personal desde el 20 hasta el 29 de noviembre de 2013 (10 días) serán cubiertos por la firma consultora
- ¹¹⁾: Los gastos de envío de personal desde el 25 de noviembre hasta el 4 de diciembre de 2014 (10 días) serán cubiertos por el Consultor.
- ¹²⁾: Los gastos de envío de personal desde el 27 de enero hasta el 5 de febrero (10 días) serán cubiertos por la firma consultora
- ¹³⁾: Los gastos de envío de personal desde el 26 de junio hasta el 13 de julio de 2016 (18 días) fueron cubiertos por el Consultor.
- ¹⁴⁾: Los gastos de envío de personal desde el 16 hasta el 30 de noviembre de 2016 (15 días) serán cubiertos por la firma consultora

4.2 Recepción de Participantes Cubanos en la Capacitación en Japón

La capacitación en Japón del presente Proyecto se impartió 2 veces en total: la primera en el 3^{er} año y la segunda en el 4^o año.

(1) Tercer año

Al iniciar el 3^{er} año se realizó una capacitación en Japón (octubre de 2014) con el programa indicado en la Tabla 4-3, que contó con la participación de 5 técnicos de GEIPI, EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, quienes recibieron la capacitación de acuerdo con los siguientes 5 apartados, la cual tuvo como objetivo principal la adquisición de la tecnología sobre medidas contra la intrusión salina en el agua subterránea y tecnologías periféricas.

- Aprender la tecnología más avanzada sobre estudios y medidas contra la intrusión salina en el agua subterránea.
- Visitar presas subterráneas, una de las medidas contra la intrusión salina, y aprender la técnica de operación y administración de las mismas.
- Aprender el método de manejo y el método de monitoreo del agua subterránea realizados a nivel municipal de Japón.
- Aprender la técnica de construcción más avanzada de estructuras subterráneas visitando sitios de obra de muro subterráneo consecutivo.
- Observar casos reales de problemas causados por agua subterránea (hundimiento del terreno).

En la reunión de evaluación de la capacitación los participantes citaron las presas subterráneas en general, el sistema de almacenamiento e infiltración, el manejo y monitoreo del agua subterránea, la recarga de acuíferos, el uso racional de los recursos de agua y las obras de excavación como temas más beneficiosos dentro de la capacitación y mencionaron las siguientes actividades como actividades concretas que querían ejercer en Cuba después de la capacitación.

- Transmitir los conocimientos necesarios para el diseño de presas subterráneas a los interesados.
- Buscar áreas donde se pueda aplicar la técnica de presa subterránea y averiguar la factibilidad investigando el posible costo (sobre todo costo de equipamientos y materiales).
- En cuanto al aprovechamiento de lluvias, parece que es una técnica aplicable en Cuba.
- En Cuba ocurren problemas similares a que los que sufren los lugares visitados, por lo

cual quieren aprovechar las informaciones y conocimientos obtenidos en la capacitación como pistas para solucionar problemas.

- Quieren aplicar las informaciones y conocimientos obtenidos en la capacitación a los casos de investigación hidrogeológica.

En las actividades realizadas a partir del 3^{er} año se han observado los siguientes efectos, entre otros: 1) Se ha profundizado la comprensión sobre presas subterráneas como estructuras para impedir la intrusión salina y se ha observado un efecto en cadena de que se analizara la posibilidad de construir dichas estructuras también fuera del área objetivo del proyecto; 2) Al observar que el administrador del agua subterránea conoce el volumen de agua subterránea extraído por las empresas, han comenzado a estudiar la posibilidad de introducir esa práctica en Cuba; 3) Al asistir a la clase sobre instalaciones de almacenamiento e infiltración de agua de lluvia, en las instituciones contraparte se ha iniciado el estudio sobre nuevas instalaciones de recarga de agua subterránea que todavía no existen en Cuba; 4) En cuanto al estudio geológico e hidrogeológico que no se había realizado suficientemente sobre el terreno debido a la falta de equipamiento y materiales desde el desplome de la Unión Soviética, ha aumentado aún más la voluntad de transmisión de técnicas de los técnicos veteranos a los técnicos jóvenes; 5) Los técnicos jóvenes que participaron en la capacitación en Japón, toman la iniciativa en las actividades y ejercen buena influencia sobre otros técnicos jóvenes.

Tabla 4-3: Itinerario de la capacitación en Japón en el 3^{er} año

Día	Fecha	Día de la semana	Programa de capacitación	Alojamiento
1	4 de octubre	Sa.	Llegada a Japón	JICA Tokio (Hatagaya)
2	5 de octubre	Do.	Descanso	JICA Tokio (Hatagaya)
3	6 de octubre	Lu.	Reunión de orientación 【JICA Tokio】 Confirmación del programa y contenido de la capacitación 【Kokusai Kogyo】	JICA Tokio (Hatagaya)
4	7 de octubre	Ma.	Métodos de estudio y medidas de la presa subterránea y de lentejón de agua dulce en islas pequeñas 【Instituto nacional de ingeniería rural, Organización de investigación de agricultura y alimentación】	JICA Tokio (Hatagaya)
5	8 de octubre	Mie.	Tokio→Okinawa (Naha) Técnica de extracción de testigo de sondeo para un estudio hidrogeológico 【Ryukyu Kokusai Kogyo y Kuniken】	Okinawa (Naha)
6	9 de octubre	Jue.	Visita a instalaciones de medida contra intrusión salina en el agua subterránea en la isla de Okinawa (presa subterránea de Komesu y otros) 【Oficina General de Mejoramiento del Suelo, Oficina General de Okinawa】	Okinawa (Naha)
7	10 de octubre	Vie.	Okinawa (Naha)→Isla de Miyako Visita a la presa subterránea de Miyako, la operación y administración de presa existente y sitio de construcción de	Isla de Miyako (Hirara)

			una presa subterránea 【Oficina nacional de proyectos de irrigación en Miyako Irabu, Oficina general de Okinawa】	
8	11 de octubre	Sa.	Vista geológica y vertientes en la isla de Miyako y resumen de las Medidas contra la intrusión salina en una área de caliza 【Kokusai Kogyo】	Isla de Miyako (Hirara)
9	12 de octubre	Do.	Descanso	Isla de Miyako (Hirara)
10	13 de octubre	Lu.	Isla de Miyako→Tokio (Vía Naha)	JICA Tokio (Hatagaya)
11	14 de octubre	Ma.	Visita a instalaciones del servicio de agua potable del municipio de Akishima y medidas de preservación del agua subterránea 【Departamento municipal de servicio de agua potable de Akishima】	JICA Tokio (Hatagaya)
12	15 de octubre	Mie.	Visita a problemas ocurridos en el agua subterránea en el centro de la ciudad de Tokio (huella del hundimiento del suelo) 【Kokusai Kogyo】 Visita a un sitio de obras de instalación de un muro subterráneo continuo 【Tone Engineering】	JICA Tokio (Hatagaya)
13	16 de octubre	Jue.	Recarga de acuíferos desde el punto de vista del ciclo hidrológico (Pasos y perspectivas de la tecnología de almacenamiento e infiltración de agua de lluvia en Japón) 【Asociación de interés público con personería jurídica de tecnología de almacenamiento e infiltración de agua de lluvia】 Elaboración del informe de la capacitación	JICA Tokio (Hatagaya)
14	17 de octubre	Vie.	Presentación de los informes de la capacitación/evaluación	JICA Tokio (Hatagaya)
15	18 de octubre	Sa.	Salida de Japón	

Tabla 4-4: Participantes en la capacitación en Japón del 3^{er} año

Nombre	Institución/Cargo
Ana Lydia Hernández González	Directora Técnica, GEIPI
Ernesto Flores Valdés	Especialista Superior, EIPH-Habana
Adrián Abilio Lugo Barro	Especialista, EIPH-Habana
Martin Humberto García Acosta	Especialista, EAH-Mayabeque
Ernesto Morales Chirino	Especialista, EAH-Artemisa

(2) Cuarto año

La capacitación en Japón del 4^o año se llevó a cabo de acuerdo con la Tabla 4-5, invitando a 5 técnicos como becarios participantes al igual que en el 3^{er} año. La capacitación del 4^o año tuvo por objeto aprender el método de manejo del agua subterránea, abordando los siguientes 5 temas:

- Aprender el método de manejo y monitoreo del agua subterránea aplicado a nivel

municipal.

- Aprender el método de manejo y monitoreo del agua subterránea aplicado a nivel provincial.
- Aprender el método de manejo del agua subterránea en el que participan los habitantes.
- Aprender la historia de medidas japonesas contra contaminaciones geológicas y del agua subterránea, así como los métodos más avanzados contra contaminaciones.
- Visitar instalaciones de recarga artificial y de infiltración de agua de lluvia.

Los participantes en la capacitación manifestaron en la reunión de evaluación posterior sus deseos de estudiar los ítems abajo indicados para incluirlos en el Plan de Manejo del Agua Subterránea del presente Proyecto, como frutos de la capacitación.

- Recarga artificial de aguas subterráneas utilizando terrenos agrícolas.
- Técnicas de filtración y almacenamiento de aguas pluviales.
- Método de utilización del modelo de agua subterránea.
- Actividades de sensibilización de los residentes.

Además de todo esto, dichos participantes indicaron los ítems abajo señalados, como técnicas que desean utilizar y divulgar dentro del país.

- Técnica de recarga de aguas subterráneas.
- Método de utilización del modelo de agua subterránea.
- Control estricto de todos los recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas) para responder a la demanda de agua del país.
- Medidas para solucionar problemas relacionadas con aguas subterráneas.
- Medidas contra la contaminación de la tierra y aguas subterráneas, y sistema jurídico relacionado.
- Actividades de sensibilización de los residentes.

Por otra parte, en la reunión de presentación del resultado de la capacitación en Japón, que tuvo lugar el 28 de marzo de 2016 en EIPH-Habana, el manejo del agua subterránea junto con el sistema de deshielo de la ciudad de Kanazawa llamó la atención especial de los participantes, ya que no hay nieve en Cuba. Asimismo, cuando se hizo la visita al Museo Histórico de Conducción de Agua de Tokio, construido para las actividades de sensibilización sobre la administración del agua, la mayoría de los participantes manifestó su opinión de que debería de construirse un establecimiento similar también en Cuba, con el objeto de utilizarlo para presentar la historia del servicio de agua y para realizar la educación ambiental.

Tabla 4-5: Itinerario de la capacitación del 4º año en Japón

Día	Fecha	Día de la semana	Programa de capacitación	Alojamiento
1	28 de febrero	Do.	Llegada a Japón	JICA Tokio (Hatagaya)
2	29 de febrero	Lu.	Reunión orientativa 【JICA Tokio】 Confirmación del programa y contenido de la capacitación 【Kokusai Kogyo】	JICA Tokio (Hatagaya)
3	1 de marzo	Ma.	Tokio → Kanazawa Manejo del agua subterránea de la Ciudad de Kanazawa, Prefectura de Ishikawa, y visita a los pozos de observación del hundimiento de tierra y del nivel del agua subterránea 【Departamento de Medio Ambiente, Ciudad de Kanazawa, Prefectura de Ishikawa】	Ciudad de Kanazawa
4	2 de marzo	Mie.	Visita al lugar del hundimiento de tierra en la ciudad de Kanazawa, prefectura de Ishikawa, y análisis del mismo (simulación del agua subterránea) 【Departamento de Medio Ambiente, Ciudad de Kanazawa, Prefectura de Ishikawa】 Kanazawa → Tokio	JICA Tokio (Hatagaya)
5	3 de marzo	Jue.	Visita al sistema de manejo y monitoreo del agua subterránea y a los pozos de observación del hundimiento de tierra de la Prefectura de Saitama 【Departamento de Medio Ambiente de la Prefectura de Saitama】 Visita al agua manantial del Santuario de Meiji 【Kokusai Kogyo Co., Ltd.】	JICA Tokio (Hatagaya)
6	4 de marzo	Vie.	Técnicas de control de contaminaciones del agua subterránea 【Kokusai Kogyo】	JICA Tokio (Hatagaya)
7	5 de marzo	Sa.	Ordenamiento del contenido de la capacitación	JICA Tokio (Hatagaya)
8	6 de marzo	Do.	Tokio → Aizuwakamatsu	Ciudad de Aizuwakamatsu
9	7 de marzo	Lu.	Observación de la topografía y geología de la cuenca de Aizuwakamatsu, visita al pozo de observación del manantial de agua en el Parque de Osyozu, Ciudad de Kitakata, visita al lugar experimental de arrozales de invierno y pozo de observación 【Universidad de Fukushima】 , y reunión de intercambio con la Red de Kitakata-Shimizu.	Ciudad de Kitakata
10	8 de marzo	Ma.	Presentación de las actividades de la Red de Kitakata-Shimizu, y visita de observación de la topografía, geología y aguas subterráneas de los alrededores de la montaña Bandaisan 【Red de Kitakata-Shimizu y Universidad de Fukushima】 Kitakata → Tokio	JICA Tokio (Hatagaya)
11	9 de marzo	Mie.	Presentación y visita a instalaciones de almacenamiento e infiltración de agua de lluvia de Japón 【Asociación Técnica de Filtración y Almacenamiento de Aguas Pluviales】	JICA Tokio (Hatagaya)
12	10 de marzo	Jue.	Actividad de concienciación sobre el uso del agua (Visita al Museo Histórico de Conducción de Agua de Tokio) Preparación de la presentación de los informes de la capacitación	JICA Tokio (Hatagaya)
13	11 de	Vie.	Presentación de los informes de la capacitación/ valuación	JICA Tokio

	marzo			(Hatagaya)
14	12 de marzo	Sa.	Salida de Japón	

Tabla 4-6: Participantes en la capacitación en Japón del 4º año

Nombre	Institución/Cargo
Sebastián Crespo Delgado	Director de Gestión de Sistemas
Andrés Portal Casanova	Especialista, EIPH-Habana
Amadelis Quesada Torres	Especialista, EIPH-Habana
Ibrahim Plaza Peñalver	Hidrogeólogo Principal, GEARH
Dulce M. Rodríguez Lugo	Especialista Superior, EAH-Mayabeque

4.3 Equipos y Materiales

Para la transferencia técnica en las diferentes especialidades, se han suministrado equipos y materiales de donación y otros han sido transportados personalmente, señalados en las tablas de la Tabla 4-7 a la Tabla 4-10. Todos estos equipos y materiales se encuentran custodiados tal como se indica en la Tabla 4-11 y la Tabla 4-12.

Tabla 4-7: Equipos y materiales de donación adquiridos por JICA

Ítem	Uso y especificaciones	Cantidad	Origen de adquisición	Año de adquisición
Bomba sumergible de pozo	Bomba sumergible, cables de bomba, etc.	1	Japón.	Segundo año
Generador eléctrico	Para la operación de la bomba sumergible arriba mencionada	1	Japón	Segundo año
Equipo de registro electro físico	Medición de resistividad, SP y gamma natural	1	México	Segundo año
Equipo de prospección de resistividad	Prospección eléctrica vertical	1	México	Segundo año

Tabla 4-8: Equipos y materiales de donación a traer por JICA

Ítem	Uso y especificaciones	Cantidad	Origen de adquisición	Año de adquisición
Vehículo	Camioneta	2	México	Segundo año

Tabla 4-9: Equipos y materiales de donación adquiridos por el Grupo de Expertos

Ítem	Uso y especificaciones	Cantidad	Origen de adquisición	Año de adquisición
Medidor de nivel de agua portátil	Sensor de nivel de agua y temperatura, 100 m	5	Japón	Primer año

Medidor de nivel de agua de auto registro y sus accesorios	Nivel de agua	10	Japón	Primer año
	Barómetro de nivel de agua de auto registro y cables	10	Japón	Primer año
	Instrumento de lectura del medidor de nivel de agua de auto registro (USB)	2	Japón	Primer año
Instrumento de toma de muestra de agua subterránea y sus accesorios	φ50 mm, 600 mL	3	Japón	Primer año
	130 m de cable, torno	3	Japón	Primer año
Medidor de calidad de agua de pozo y sus accesorios	pH, EC, DO, Temp., TDS, etc.	3	Japón	Primer año
	100m de cable: 2, 150m de cable: 1	3	Japón	Primer año
Kit de análisis de calidad de agua	Pequeño absorciómetro y Kit de análisis de agua potable	1	Japón	Primer año
Programa de SIG	Que no sean productos estadounidenses	3	México	Primer año
Programa tridimensional de flujo de agua subterránea y transporte de materiales (1)	FEM	3	Japón	Segundo año
Programa tridimensional de flujo de agua subterránea y transporte de materiales (2)	Método de diferencias finitas	3	Japón	Primer año
GPS	Que no sean productos estadounidenses	3	Japón	Primer año
Computadora de escritorio (Desktop)	Que tengan suficiente capacidad para hacer funcionar los modelos de agua subterránea y el programa del SIG	6	México	Primer año
PC Laptop	Para recopilar los datos observados de agua subterránea	3	México	Primer año
Equipos y materiales relacionados con lo arriba mencionado	UPS	6	México	Primer año

Tabla 4-10: Equipos y materiales de donación traídos por el Grupo de Expertos

Ítem	Uso y especificaciones	Cantidad	Origen de adquisición	Año de adquisición
Impresora de color	Imprimir documentos	1	México	Primer año
Impresora	Imprimir documentos	2	México	Primer año
Fotocopiadora	Que pueda trabajar con A3 y la copia en ambas caras	1	México	Primer año

Tabla 4-11: Estado de custodia de los equipos y materiales de donación

Ítem	Cantidad	Pertenencia	Responsable
Bomba sumergible de pozo	1	GEIPI (ENPC)	Ing. Reynaldo Zapata Beltrán (ENPC)
Generador eléctrico	1	GEIPI (ENPC)	Ing. Reynaldo Zapata Beltrán (ENPC)
Equipo de registro electro físico	1	EIPH-Habana	Ing. Andrés Portal Casanova
Equipo de prospección de resistividad	1	EIPH-Habana	Ing. Andrés Portal Casanova
Medidor de nivel de agua portátil	3	EIPH-Habana	Ing. Orlando Laiz Averhoff
	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles

	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
Medidor de nivel de agua de auto registro	6	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	4	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
Lector de datos del medidor de nivel de agua de auto registro	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
Instrumento de toma de muestra de agua subterránea y sus accesorios	1	EIPH-Habana	Ing. Orlando Laiz Averhoff
	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
Medidor de calidad de agua de pozo y sus accesorios	1	EIPH-Habana	Ing. Orlando Laiz Averhoff
	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
Kit de análisis de calidad de agua	1	EAH-Mayabeque (Quivicán)	Ing. Dulce M. Rodríguez Lugo
Software de SIG	1	EIPH-Habana	Ing. Pedro Luis García Pérez
	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
Software de flujo de aguas subterráneas tridimensional y transporte de materiales (FEM))	1	EIPH-Habana	Ing. Ernesto Flores Valdés
	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
Software de flujo de aguas subterráneas tridimensional y transporte de materiales (método de diferencia)	1	EIPH-Habana	Ing. Ernesto Flores Valdés
	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
GPS	1	EIPH-Habana	Ing. Ernesto Flores Valdés
	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
PC de escritorio (Desktop) y equipos y materiales relacionados	1	EIPH-Habana	Ing. Ernesto Flores Valdés
	1		Tec. Adrián A. lugo
	1		Ing. Pedro Luis García Pérez
	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela
	1	GEARH	Ing. Lázaro Gonzalez Martinez
PC Laptop	1	EIPH-Habana	Ing. Andrés Portal Casanova
	1	EAH-Mayabeque	Ing. Danieli Amaury Romero Artiles
	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela

Tabla 4-12: Estado de custodia de los equipos y materiales de donación traídos

Ítem	Cantidad	Pertenencia	Responsable
Vehículo	1	EIPH-Habana (Dirección de Investigaciones)	Ing. Annia Morales Hondal
	1	GEARH (Dirección Técnica)	Ing. Ibrahim Plaza Peñalver
Accesorios (Vehículo)	1	EIPH-Habana (Dirección de Investigaciones)	Ing. Annia Morales Hondal

	1	GEARH (Dirección Técnica)	Ing. Ibrahim Plaza Peñalver
Impresora de color	1	GEARH (Dirección Técnica)	Ing. Ibrahim Plaza Peñalver
Impresora	1	EAH-Mayabeque (Quivicán)	Ing. Dulce M. Rodríguez Lugo
Fotocopiadora	1	EAH-Artemisa	Ing. Carlos Manuel Antela

4.4 Trabajos Realizados en Cuba

4.4.1 Gastos para la ejecución del trabajo

Los gastos de las actividades locales del primer año al tercer año requeridos para realizar las actividades del presente Proyecto, son como se indica en las Tabla 4-13, Tabla 4-14 y Tabla 4-15. Asimismo, los ítems e importes indicados en la Tabla 4-16 se consideran gastos de las actividades locales de los expertos para el 4º año.

Tabla 4-13: Gastos de las actividades locales (1^{er} año)

Ítems		Primer año (yenes japoneses)	Observaciones
1	Gastos para trabajos generales	5.683.000	Desechar cualquier suma que no llegue a 1.000 yenes.
1.1	Gastos para empleados	1.049.000	
1.2	Gastos de mantenimiento de equipos y materiales	747.000	
1.3	Gastos para artículos de consumo	244.000	
1.4	Gastos de viajes	0	
1.5	Gastos de comunicación y transporte	69.000	
1.6	Gastos para la elaboración de documentos	944.000	
1.7	Gastos de alquileres	2.125.000	
1.8	Gastos de agua y luz	0	
1.9	Gastos para la formación de personal	0	
1.10	Gastos de capacitación local	505.000	
1.11	Otros	0	
2	Gastos para la compra de equipos y materiales de donación (excepto los equipos y materiales suministrados por JICA)	7.884.000	
3	Gastos para transporte de equipos y materiales de donación	554.000	
4	Gastos para la compra de los equipos y materiales transportados personalmente	290.000	
5	Gasto de transporte de los equipos y materiales llevados por los expertos	75.000	
6	Gastos para la compra de otros equipos y materiales	0	

7	Gastos para transporte de otros equipos y materiales	0	
8	Gastos para la elaboración de informes (impresión y encuadernación)	260.000	
9	Gastos para la elaboración de informes (aparte de la impresión y encuadernación)	4.000	
10	Contrato con consultores locales	0	
11	Contrato con ONG locales	0	
12	Gastos de conferencia	0	
13	Capacitación en Japón (con cargo a firma consultora)	0	
Total		14.750.000	

Tabla 4-14: Gastos de las actividades locales (2º año)

Ítems		Segundo año (yenes japoneses)	Observaciones
1	Gastos generales	4.303.000	Desechar cualquier suma que no llegue a 1.000 yenes.
1.1	Gasto de empleados generales	1.438.000	
1.2	Gasto de empleados especiales	0	
1.3	Gasto relacionado con vehículos	1.967.000	
1.4	Gasto de arrendamiento	0	
1.5	Gasto de mantenimiento de facilidades, equipos y materiales	13.000	
1.6	Gasto de artículos de consumo	224.000	
1.7	Gasto de viático	0	
1.8	Gasto de comunicación y transporte	24.000	
1.9	Gasto de elaboración de documentos	39.000	
1.10	Gasto de agua y luz	0	
1.11	Otros gastos	598.000	
2	Gasto de elaboración de productos finales	863.000	
3	Gasto de equipos y materiales (excluidos los suministrados por JICA)	3.619.000	
4	Gastos de subcontratación local	0	
5	Gastos de subcontratación en Japón	0	
6	Gasto de capacitación en Japón (con cargo a firma consultora)	0	
Total		8.758.000	

Tabla 4-15: Gastos de las actividades locales (3º año)

Ítems		Tercer año (yenes japoneses)	Observaciones
1	Gastos generales	3,878.000	Desechar cualquier suma que no llegue
1.1	Gasto de empleados generales	1.558.000	

	1.2	Gasto de empleados especiales	0	a 1.000 yenes.
	1.3	Gasto relacionado con vehículos	791.000	
	1.4	Gasto de arrendamiento	0	
	1.5	Gasto de mantenimiento de facilidades, equipos y materiales	0	
	1.6	Gasto de artículos de consumo	625.000	
	1.7	Gasto de viático	0	
	1.8	Gasto de comunicación y transporte	38.000	
	1.9	Gasto de elaboración de documentos	36.000	
	1.10	Gasto de agua y luz	0	
	1.11	Otros gastos	830.000	
	2	Gasto de elaboración de productos finales	1.071.000	
	3	Gasto de equipos y materiales (excluidos los suministrados por JICA)	279,000	
	4	Gastos de subcontratación local	0	
	5	Gastos de subcontratación en Japón	0	
	6	Gasto de capacitación en Japón (con cargo a firma consultora)	575.000	
Total			5.803.000	

Tabla 4-16: Presupuesto de actividades locales (4° año)

Ítems		Tercer año (yenes japoneses)	Observaciones	
1	Gastos generales	7.775.000	Desechar cualquier suma que no llegue a 1.000 yenes.	
	1.1	Gasto de empleados generales		2.683.000
	1.2	Gasto de empleados especiales		0
	1.3	Gasto relacionado con vehículos		1.106.000
	1.4	Gasto de arrendamiento		0
	1.5	Gasto de mantenimiento de facilidades, equipos y materiales		5.000
	1.6	Gasto de artículos de consumo		1.002.000
	1.7	Gasto de viático		0
	1.8	Gasto de comunicación y transporte		145.000
	1.9	Gasto de elaboración de documentos		686.000
	1.10	Gasto de agua y luz		0
	1.11	Otros gastos	2.148.000	
2	Gasto de elaboración de productos finales	3.631.000		
3	Gasto de equipos y materiales (excluidos los suministrados por JICA)	0		
4	Gastos de subcontratación local	0		
5	Gastos de subcontratación en Japón	0		

6	Gasto de capacitación en Japón (con cargo a firma consultora)	921.000	
Total		12.327.000	

4.4.2 Trabajos de consultores locales (subcontratados)

En el presente Proyecto no está previsto contratar consultores locales (subcontratados).

5 REGISTRO DE CELEBRACIÓN DE CCC, PEC, SEMINARIO, TALLER DE TRABAJO, etc.

En el presente Proyecto se celebraron las reuniones de Comité de Coordinación Conjunta (CCC), Comité de Ejecución del Proyecto (CEP) y de deliberaciones sobre el Informe Inicial, según lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 5-1: Reuniones celebradas en el presente Proyecto

Reunión	Fecha	Lugar
Reunión sobre el Informe Inicial	6 de febrero de 2013	La Habana / Sala de Reunión de INRH
Reunión 1 PEC	19 de marzo de 2013	La Habana / Sala de Reunión de INRH
Reunión 2 PEC	23 de julio de 2013	La Habana / Sala de Reunión de INRH
Reunión 1 CCC	15 de noviembre de 2013	La Habana / Sala de Reunión de INRH
Reunión 3 PEC	23 de enero de 2014	La Habana / Sala de Reunión de INRH
Reunión 4 PEC	24 de junio de 2014	La Habana / Sala de Reunión de INRH
Reunión 5 PEC	2 de diciembre de 2014	La Habana / Sala de Reunión de INRH
Reunión 2 CCC	28 de enero de 2015	La Habana / Hotel Chateau Miramar
Reunión 6 PEC	25 de junio de 2015	La Habana / Sala de Reunión de INRH
Reunión 7 PEC	24 de noviembre de 2015	La Habana / Sala de Reunión de INRH
Reunión 8 PEC	22 de enero de 2016	La Habana / Sala de Reunión de EIPH-H
Reunión 3 CCC	17 de junio de 2016	La Habana / Hotel Chateau Miramar
Reunión 4 CCC	13 de diciembre de 2016	La Habana / Hotel Capri

5.1 Registro de Celebración de la Reunión sobre el Informe Inicial

El 6 de febrero de 2013 tuvo lugar la reunión sobre el Informe Inicial en la Sala de Reuniones del INRH, acordándose con las instituciones C/P los siguientes puntos:

- La Parte Japonesa y la Parte Cubana (en adelante, denominadas “ambas partes”) han acordado el contenido básico del Informe Inicial (borrador). Los puntos detallados serán tratados en la próxima semana, para elaborar la versión final entre ambas partes.
- La Parte Cubana ha mostrado la disposición de C/P (dividir en grupos), la cual ha sido acordada entre ambas partes.
- En cuanto al sistema de ejecución del Proyecto, se ha designado un sub-gerente del Proyecto, cuyo cargo no estaba contemplado en el Registro de Discusiones (R/D). El Presidente del GEARH asumirá dicho cargo, siendo incorporado entre los miembros del CCC. Asimismo, en relación con este aspecto, se han modificado los aportes de la Parte Cubana indicados en la PDM.

- Ambas partes han acordado la organización del Comité de Ejecución del Proyecto (CEP), al igual que en el “Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático”. La primera reunión de CEP se plantea celebrarla en marzo. Por otra parte, se ha acordado celebrar la primera reunión de CCC en julio.
- Ambas partes han acordado las modificaciones de PDM antes indicadas y el Plan de Operaciones (PO) del Proyecto. Se utilizarán el PDM y el PO acordados aquí como versiones tentativas, de acuerdo con las cuales se llevarán a cabo las actividades, para ser aprobados oficialmente en la primera reunión del CCC.
- Ambas partes han confirmado y acordado “las facilidades a prestarse por la Parte Cubana”, “los aportes de la Parte Cubana”, “las especificaciones de equipos y materiales de donación a adquirir por el Equipo de Expertos” y “la capacitación en Japón”. Especialmente, en cuanto a los gastos de perforación, el Subgerente del INRH ha asegurado que la Parte Cubana podrá cubrirlos sin ningún problema. En lo que se refiere a la capacitación en Japón, según el PO indicado en el R/D, la misma debe ser impartida por 2 veces, sin embargo, la Parte Cubana ha acordado la modificación de esta frecuencia a sólo una vez.

Participantes de la Parte Cubana:

- Aimeé Aguirre Hernández (Vice Presidenta, INRH)
- Hildelisa Rodríguez (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)
- Yaney Abreu Díaz (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)
- Miriam Valdés Pérez (Directora General, GEIPI)
- Ana Lydia Hernández González (Directora Técnica, GEIPI)
- Fermín E. Sarduy (Director General, GEARH)
- Ibrahim Plaza (Especialista en Hidrogeología, GEARH)
- Juana Dobarganes (Especialista de Colaboración, MINCEX)

Participantes de la Parte Japonesa:

- Yuji Maruo (Especialista en la Colaboración Internacional, Departamento de Recursos Humanos para la Cooperación Internacional de JICA)
- Jun Moriguchi (Investigador, Departamento de Medio Ambiente Global de JICA)
- Kenichiro Kawaji (Coordinador de JICA)
- Atsushi Tsukiyama (Secretario, Embajada del Japón)
- Shigeki Kihara (Líder/Gestión de Agua Subterránea)
- Hirokatsu Utagawa (Sub-líder/Calidad de Agua)

- Kiyoshi Yamada (Hidrogeología)
- Masaru Obara (Programa de Capacitación/Coordinación)

5.2 Reuniones del Comité de Coordinación Conjunta (CCC)

(1) Reunión 1 del Comité de Coordinación Conjunta (15 de noviembre de 2013)

En la reunión realizada en fecha 15 de noviembre 2013 en la Sala de Protocolo del INRH se lograron de los miembros del Comité los acuerdos y las confirmaciones siguientes.

- Resumen de las actividades del Primer Año y Plan de Operaciones del Segundo Año
- Equipos y materiales adquiridos por la Parte Japonesa y su administración.
- Equipos a ser adquiridos por la Parte Japonesa durante el Segundo Año y solicitud a la Parte Cubana de los procedimientos de importación de los equipos.
- Corrección de PDM en inglés y español (sin cambios en el contenido, uniformización de la terminología).
- Coordinación con otras instituciones.

Además, la Parte Cubana presentó las debidas explicaciones sobre los cambios en el personal involucrado en el Proyecto, y sobre los preparativos de las perforaciones exploratorias. La Parte Japonesa presentó las explicaciones sobre los criterios de evaluación del Proyecto. En referencia al retraso en la llegada a Cuba de los equipos para el registro de pozos y los equipos de resistividad, los cuales estaban previstos para el año 2013 pero llegarán recién en el año 2014, la Parte Cubana solicitó la presentación por escrito de los motivos del retraso, que fue cumplida por la oficina de JICA México inmediatamente después de la reunión del CCC:

Participantes por la Parte Cubana:

- Vladimir Cabranes Alpizar (Director de Relaciones Internacionales, INRH)
- Miriam Valdés Pérez (Directora General, GEIPI)
- Ana Lydia Hernández González (Directora Técnica, GEIPI)
- Ibrahim Plaza Peñalver (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Jorge Fernández Crespo (Funcionario, Dirección de Política Comercial con Asia y Oceanía, MINCEX)
- Arturo González Báez (Especialista Superior en Proyectos e Ingeniería, GEIPI)
- Aimeé Aguirre Hernández (Directora General, EIPH-La Habana)
- Ernesto Flores Valdés (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Hildelisa Rodríguez Fumero (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Naoki Kamijo (Director, JICA México)
- Eiji Araki (Oficial, JICA México)
- Atsushi Tsukiyama (Secretario Cooperación, Embajada de Japón en Cuba)
- Tatsuo Suzuki (JICA Cuba, Experto Coordinador en Cooperación)
- Shigeki Kihara (Líder de Expertos/Manejo del Agua Subterránea)
- Takuya Yabuta (Experto en Hidrogeología)
- Masaru Obara (Plan de Capacitación/Coordinación)

(2) Reunión 2 del Comité de Coordinación Conjunta del Proyecto (28 de enero de 2015)

El 28 de enero de 2015 fue celebrada la 2ª reunión del CCC en el Hotel Chateau Miramar, Habana, y los siguientes ítems fueron verificados y aprobados por el comité. Asimismo, en la misma reunión fue aprobada PDM_{2.1}.

- Resultados de la revisión intermedia
- Deliberaciones sobre la modificación de PDM
- Las medidas tomadas por el equipo del Proyecto para solucionar los temas tratados en la reunión de CEP celebrada en diciembre de 2014 y otros temas derivados posteriormente.

Participantes por la Parte Cubana:

- Abel Salas García (Vice Presidente, INRH)
- Vladimir Cabranes Alpizar (Director de Relaciones Internacionales, INRH)
- Miriam Valdés Pérez (Directora General, GEIPI)
- Ana Lydia Hernández González (Directora Técnica, GEIPI)
- Arturo González Báez (Especialista Superior en Proyectos e Ingeniería, GEIPI)
- Lázaro González (Director de Aprovechamiento, GEARH)
- Annia Morales Hondal (Directora de Investigaciones Aplicadas, EIPH-La Habana)
- Jesús Mayoral García (Director General, EAH-Artemisa)
- Ernesto Morales Chirino (Especialista, EAH-Artemisa)
- Ivón Martínez Geniz (Funcionaria, Dirección de Política Comercial con Asia y Oceanía, MINCEX)
- Argelio Fernández (Equipo de Revisión Conjunta, INRH)
- Carlos A. Luaces (Equipo de Revisión Conjunta, DPRH-La Habana)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Naoki Kamijo (Director, JICA México)
- Eiji Araki (Oficial, JICA México)
- Masami Shukunobe (JICA Cuba, Experto Coordinador en Cooperación)
- Yukihiko Ejiri (Líder, Equipo de Revisión Intermedia)
- Yousuke Sasaki (Asesor Técnico, Equipo de Revisión Intermedia)
- Yuto Yanagawa (Planificación y Estudio, Equipo de Revisión Intermedia)
- Satoshi Nagashima (Análisis y Evaluación, Equipo de Revisión Intermedia)
- Sachiyo Sakurai (Intérprete, Equipo de Revisión Intermedia)
- Shigeki Kihara (Líder de Expertos / Manejo del Agua Subterránea)
- Hirokatsu Utagawa (Vice-líder / Calidad del Agua)
- Peifeng Lei (Modelación del Agua Subterránea 1)
- Masahiko Ikemoto (SIG/BD)
- Masaru Obara (Programa de Capacitación/Coordinación)

(3) Reunión 3 del Comité de Coordinación Conjunta del Proyecto (17 de junio de 2016)

La 3ª reunión del CCC tuvo lugar el 17 de junio de 2016 en el Hotel Chateau Miramar, para confirmar y aprobar los temas abajo indicados por parte del Comité.

- Resultados de la Evaluación Final (Informe de Evaluación Final del Proyecto)
- Cronograma futuro del Plan de Manejo del Agua Subterránea

Participantes por la Parte Cubana:

- Rosemaire Ricardo Batista (Directora de Relaciones Internacionales, INRH)
- Ana Lydia Hernández González (Directora de Gestión, Innovación y Tecnología, INRH)
- Anett Juriño Hernández (Especialista en Colaboración Internacional, INRH)
- Manuel González (Especialista en Colaboración Internacional, INRH)
- Bernardo Rodríguez Fernández (Director General, GEIPI)
- Sebastián Crespo Delgado (Director de Gestión de Sistema, GEIPI)
- Hildelisa Jiménez Ponce de León (Especialista Superior, GEIPI)
- Aimée Aguirre Hernández (Directora General, EIPH-Habana)
- Francis Guerra Vázquez (Director Interino de Investigación Aplicada, EIPH-Habana)
- Lázaro González Martínez (Director Técnico, GEARH)
- Ibrahim Plaza Peñalver (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Danielis Amaury Romero (Director técnico, EAH-Mayabeque)
- Dulce M. Rodríguez Lugo (Especialista Superior, EAH-Mayabeque)

- Carlos Manuel Antela Acosta (Director Técnico, EAH-Artemisa)
- Carlos M. Muro Padilla (Especialista Superior, EAH-Artemisa)
- Rigoberto Enoa Novo (Director, Dirección de Política Comercial de Asia y Oceanía, MINCEX)
- Ivon Martínez Genis (Oficial, Dirección de Política Comercial de Asia y Oceanía, MINCEX)
- Yenisset Figueredo Chávez (Equipo de Evaluación Conjunta, INRH)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Jun Komase (Jefe de la sección de cooperación para el desarrollo, Embajada del Japón en Cuba)
- Yoshihiro Miyamoto (JICA en Cuba)
- Akihiro Miyazaki (Jefe de Equipo de Evaluación Final)
- Yosuke Sasaki (Asesor Técnico, Equipo de Evaluación Final)
- Takashi Kaji (Planificación de Estudio, Equipo de Evaluación Final)
- Erika Tanka (Evaluación y Análisis, Equipo de Evaluación Final)
- Sachiyo Sakurai (Intérprete, Equipo de Evaluación Final)
- Shigeki Kihara (Líder de Expertos / Manejo del Agua Subterránea)
- Lei Peifeng (Modelación del Agua Subterránea 1)
- Naoaki Shibasaki (Modelo del Agua Subterránea 2)
- Hiroshi Fujita (Medidas contra Intrusión Salina)
- Makoto Tokuda (Programa de Capacitación/Coordinación)

(4) Reunión 4 del Comité de Coordinación Conjunta del Proyecto (13 de diciembre de 2016)

El día 13 de diciembre de 2016 fue celebrada la 4ª reunión del CCC en el Hotel Capri en La Habana y el comité confirmó y aprobó los siguientes ítems.

- Informe final del Proyecto (borrador)
- Logro de los Resultados y Objetivo del Proyecto
- Cumplimiento con y/o Expectativas de Cumplir con las Recomendaciones hechas en la Evaluación Final del Proyecto
- Listado de distribución del plan de manejo del agua subterránea
- Certificado de Donación de Equipos (incluyendo lista de ubicación de los equipos y personas responsables) y Lista de Nombres y Direcciones de Servicios al Usuario y Proveedores de Consumibles para los Equipos

- Plan de Actividades después de la Conclusión del Proyecto por la Parte Cubana

Participantes por la Parte Cubana:

- Rosemaire Ricardo Batista (Directora de Relaciones Internacionales, INRH)
- Ana Lydia Hernández González (Directora de Gestión, Innovación y Tecnología, INRH)
- Yusniel Peña Peña (Especialista en Colaboración Internacional, INRH)
- Bernardo Rodríguez Fernández (Director General, GEIPI)
- Sebastián Crespo Delgado (Director de Gestión de Sistema, GEIPI)
- Hildelisa Jiménez Ponce de León (Especialista Superior, GEIPI)
- Aimée Aguirre Hernández (Directora General, EIPH-Habana)
- Annia Morales Hondal (Directora de Investigación Aplicada, EIPH-Habana)
- Rigoberto Morales Palacios (Director General, GEARH)
- Lazaro Gonzalez Martinez (Director Técnico, GEARH)
- Ibrahim Plaza Peñalver (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Danielis Amaury Romero (Director técnico, EAH-Mayabeque)
- Dulce M. Rodríguez Lugo (Especialista Superior, EAH-Mayabeque)
- Carlos Manuel Antela Acosta (Director Técnico, EAH-Artemisa)
- Ernesto Morales Chirino (Especialista, EAH-Artemisa)
- Loida Rivera Fabr  (Subdirectora, Dirección de Política Comercial de Asia y Oceanía, MINCEX)
- Felix Colina Hernandez (Especialista, Dirección de Política Comercial de Asia y Oceanía, MINCEX)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Jun Komase (Jefe de la sección de cooperación para el desarrollo, Embajada del Japón en Cuba)
- Shoji Ozawa (JICA en Cuba)
- Tetsuya Kawakami (JICA en Cuba)
- Shigeki Kihara (Líder de Expertos / Manejo del Agua Subterránea)

5.3 Registro de Celebración del Comité de Ejecución del Proyecto (CEP)

(1) Reunión 1 del Comité de Ejecución del Proyecto (19 de marzo de 2013)

La primera reunión de CEP tuvo lugar en la sala de reuniones del INRH el 19 de marzo de 2013,

y se confirmaron y acordaron con las instituciones C/P los siguientes puntos:

- Resumen de las actividades a realizarse desde febrero hasta mediados de marzo de 2013
- Plan de Operaciones de cada grupo y subgrupo
- Estado de adquisición de los equipos y materiales necesarios para el Proyecto

Asimismo, el Equipo de Expertos ha solicitado: 1) Recolección de datos disponibles en otras instituciones (datos meteorológicos, caudal de bombeo de los pozos para la ciudad de La Habana, etc.), 2) Búsqueda de datos perdidos, 3) Capacitación sobre la operación de SIS, 4) Participación de los técnicos claves del proyecto anterior en la prospección geofísica, etc. La Parte Cubana ha contestado que el punto 1) ya está en proceso, manifestando su consentimiento básico sobre los otros puntos.

Participantes de la Parte Cubana:

- Fermín E. Sarduy (Director General, GEARH)
- Ana Lydia Hernández González (Directora Técnica, GEIPI)
- Ibrahim Plaza (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Arturo González Báez (Especialista Superior en Proyectos e Ingeniería, GEIPI)
- Ernesto Flores Valdés (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Pedro Luis García Pérez (Especialista en investigación y proyectos, EIPH-La Habana)
- Dulce M. Rodríguez Lugo (Directora Técnica, EAH-Mayabeque)
- Carlos Manuel Antela (Director Técnico, EAH-Artemisa)
- Yosvanis Batista Cruz (Especialista en Desarrollo y Mantenimiento de Recursos del Agua, EAH-Granma)
- Celia Y. Garcés Batista (Especialista en Desarrollo y Mantenimiento de Recursos del Agua, EAH-Holguín)
- Yaney Abreu Díaz (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)

Participantes de la Parte Japonesa:

- Kenichiro Kawaji (Coordinador de JICA)
- Shigeki Kihara (Líder/Gestión de Agua Subterránea)
- Kiyoshi Yamada (Hidrogeología)
- Masahiko Ikemoto (SIG/BD)
- Hiroshi Fujita (Diseño/Intrusión Salina)
- Masaru Obara (Programa de Capacitación/Coordinación)

(2) Reunión 2 del Comité de Ejecución del Proyecto (23 de julio de 2013)

La segunda reunión de PEC tuvo lugar en la sala de reunión del INRH el 23 de julio de 2013, y se han confirmado y acordado con las instituciones de la C/P los siguientes puntos:

- Resumen de las actividades del primer año
- Resultados de las actividades de cada Grupo y Sub-Grupo
- Adquisición de materiales y equipos y soluciones posibles
- PO del segundo año y actividades pedidas a la Parte Cubana durante la ausencia de los Expertos JICA (agosto-octubre)

Las actividades específicas pedidas por los Expertos JICA a la Parte Cubana entre el fin del primer año y el inicio del segundo año, y aceptadas por la Parte Cubana, son las siguientes.

- Continuación de la prospección geofísica de acuerdo al plan preparado
- Recopilación y ordenamiento de datos sobre el agua de pozos utilizado por los habitantes de La Habana y por los habitantes del área del proyecto, tanto para consumo humano como para riego
- Observación del agua subterránea y superficial
- Capacitación en el uso del software para el SIG (Cardcorp Map Modeller)

Participantes por la Parte Cubana:

- Aimeé Aguirre Hernández (Vice Presidenta, INRH)
- Vladimir Cabranes Alpizar (Director de Relaciones Internacionales, INRH)
- Miriam Valdés Pérez (Directora General, GEIPI)
- Fermín E. Sarduy Quintanilla (Director General, GEARH)
- Ana Lydia Hernández González (Directora Técnica, GEIPI)
- Ibrahim Plaza (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Abel Fernández Díaz (Departamento de Uso Racional del Agua, INRH)
- Arturo González Báez (Especialista Superior en Proyectos e Ingeniería, GEIPI)
- Ernesto Flores Valdés (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Rafael Feitó Olivera (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Andrés Portal Casanova (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Lourdes Valdés González (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Pedro Luis García Pérez (Especialista en investigación y proyectos, EIPH-La Habana)
- Orlando Laiz Averhoff (Especialista en Medio Ambiente y Ecología Acuática, EIPH-La Habana)
- Arturo Lorenzo Ferras (Especialista Superior, EIPH-Colón/Matanzas)
- Dulce M. Rodríguez Lugo (Directora Técnica, EAH-Mayabeque)
- Hildelisa Rodríguez Fumero (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)

- Yaney Abreu Díaz (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)

Participantes por la Parte Japonesa :

- Atsushi Tsukiyama (Secretario Cooperación, Embajada de Japón)
- Tatsuo Suzuki (JICA Cuba, Experto Coordinador en Cooperación)
- Shigeki Kihara (Líder de Grupo / Manejo del Agua Subterránea)
- Hirokatsu Utagawa (Vice-líder / Calidad del Agua)
- Peifeng Lei (Modelación del Agua Subterránea 1)
- Kiyoshi Yamada (Hidrogeología)
- Tsugio Ishikawa (Geofísica)
- Masahiko Ikemoto (SIG / BD)
- Masaru Obara (Capacitación / Coordinación)

(3) Reunión 3 del Comité de Ejecución del Proyecto (23 de enero de 2014)

En la reunión realizada en fecha 23 de enero 2014 en la Salón de Protocolo del INRH los miembros del Comité llegaron a los acuerdos y confirmaciones siguientes.

- Resumen de las actividades en la etapa inicial del Segundo Año (de noviembre 2013 a mediados de enero 2014)
- Resultados de las actividades de cada Grupo y Sub-Grupo
- Situación en la adquisición de los equipos y materiales para el Proyecto
- Plan de actividades para la etapa intermedia del Segundo Año (fin de enero hasta marzo 2014)

Participantes por la Parte Cubana:

- Vladimir Cabranes Alpizar (Director de Relaciones Internacionales, INRH)
- Miriam Valdés Pérez (Directora General, GEIPI)
- Ana Lydia Hernández González (Directora Técnica, GEIPI)
- Ibrahim Plaza Peñalver (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Arturo González Báez (Especialista Superior en Proyectos e Ingeniería, GEIPI)
- Hildelisa Jiménez Ponce (Especialista Superior, HEIPI)
- Aimeé Aguirre Hernández (Directora General, EIPH-La Habana)
- Ernesto Flores Valdés (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Rafael Feitó Olivera (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Pedro Luis García Pérez (Especialista en investigación y proyectos, EIPH-La Habana)
- Manuel Aguiar Lamas (Director General, EAH-Mayabeque)
- Dulce M. Rodríguez Lugo (Directora Técnica, EAH-Mayabeque)

- Carlos Manuel Antela (Director Técnico, EAH-Artemisa)
- Ernesto Morales Chirino (Especialista, EAH-Artemisa)
- Yainet Hernández (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Tatsuo Suzuki (JICA Cuba, Experto Coordinador en Cooperación)
- Shigeki Kihara (Líder de Expertos / Manejo del Agua Subterránea)
- Hirokatsu Utagawa (Vice Líder / Calidad del Agua)
- Lei Peifeng (Modelación del Agua Subterránea 1)
- Masahiko Ikemoto (SIG / BD)
- Masaru Obara (Plan de Capacitación / Coordinación)

(4) 4ª Reunión del Comité de Ejecución del Proyecto (24 de junio de 2014)

El 24 de junio de 2014 se celebró la 4ª reunión del CEP en el salón de reuniones del INRH, llegándose a un acuerdo sobre los puntos abajo indicados con las entidades de la C/P.

- Resumen de las actividades desde mediados hasta finales del segundo año (desde finales de enero hasta junio de 2014).
- Resultado de las actividades realizadas por los diferentes Grupos y Sub-grupos.
- Estado de la custodia de los equipos y materiales donados.
- Plan de actividades del tercer año

Participantes por la Parte Cubana:

- Vladimir Cabranes Alpizar (Director de Relaciones Internacionales, INRH)
- Miriam Valdés Pérez (Directora General, GEIPI)
- Eliy Alonso M (Especialista Principal, GEARH)
- Ibrahim Plaza Peñalver (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Arturo González Báez (Especialista Superior en Proyectos e Ingeniería, GEIPI)
- Ernesto Abreu Castillo (Director de Logística y Administración, GEIPI)
- Ernesto Flores Valdés (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Andrés Portal Casanova (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Yenisset Figueredo Chávez (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Tatsuo Suzuki (JICA Cuba, Experto Coordinador en Cooperación)
 - Shigeki Kihara (Líder de Expertos / Manejo del Agua Subterránea)
 - Lei Peifeng (Modelación del Agua Subterránea 1)
-

- Naoaki Shibasaki (Modelación del Agua Subterránea 1)
- Takuya Yabuta (Hidrogeología)
- Masaru Obara (Plan de Capacitación / Coordinación)

(5) Reunión 5 del Comité de Ejecución del Proyecto (2 de diciembre de 2014)

El 2 de diciembre de 2014 tuvo lugar la 5ª reunión de CEP en un salón de reuniones del INRH y los aspectos siguientes a fueron acordados y confirmados con las instituciones contrapartes.

- Resumen del plan de actividades en el 3^{er} año
- Resultados de la capacitación en Japón
- Prueba de bombeo en los pozos observatorios
- Recolección y ordenamiento de datos para el modelo de agua subterránea
- Estado de mantenimiento de los equipos donados
- Métodos de uso y manejo de los vehículos del Proyecto

Participantes por la Parte Cubana:

- Vladimir Cabranes Alpizar (Director de Relaciones Internacionales, INRH)
- Ana Lydia Hernández González (Directora Técnica, GEIPI)
- Ibrahim Plaza Peñalver (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Arturo González Báez (Especialista Superior en Proyectos e Ingeniería, GEIPI)
- Aimeé Aguirre Hernández (Directora General, EIPH-La Habana)
- Annia Morales Hondal (Directora de Investigaciones Aplicadas, EIPH-La Habana)
- Ernesto Flores Valdés (Especialista en Hidrogeología, EIPH-La Habana)
- Adrián Abilio Lugo Barro (Especialista en Topógrafo, EIPH-La Habana)
- Dulce M. Rodríguez Lugo (Directora Técnica, EAH-Mayabeque)
- Manuel González Rodríguez (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)
- Yenisset Figueredo Chávez (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)
- Yanisleidi Revilla CH. (Especialista en Cooperación Internacional, INRH)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Jun Komase (Jefe de la sección de cooperación para el desarrollo, Embajada de Japón)
- Masami Shukunobe (JICA Cuba, Experto Coordinador en Cooperación)
- Shigeki Kihara (Líder de Expertos / Manejo del Agua Subterránea)
- Takuya Yabuta (Hidrogeología)
- Masaru Obara (Plan de Capacitación / Coordinación)

(6) Reunión 6 del Comité de Ejecución del Proyecto (25 de junio de 2015)

El 25 de junio de 2015 fue organizada la 6ª reunión de CEP en el salón de reuniones del INRH, obteniendo acuerdos y confirmaciones de las instituciones contraparte sobre los siguientes ítems.

- Resumen de las actividades desarrolladas entre el periodo medio y el periodo final del 3^{er} año (de enero a junio de 2015)
- Resultados de las actividades de cada grupo y subgrupo
- Actividades de la parte cubana en ausencia del equipo de expertos
- Plan de actividades del 4º año
- Pedidos de la Parte Cubana para el 4º Año de Actividades
- Informe de Avance del Trabajo del Proyecto (4)

Participantes por la Parte Cubana:

- Vladimir Cabranes Alpizar (Director de Relaciones Internacionales, INRH)
- Miriam Valdés Pérez (Directora General, GEIPI)
- Ana Lydia Hernández González (Directora Técnica, GEIPI)
- Ibrahim Plaza Peñalver (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Ernesto Morales Chirino (Especialista, EAH-Artemisa)
- Yenisset Figueredo Chávez (Especialista, INRH)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Jun Komase (Jefe de la sección de cooperación para el desarrollo, Embajada del Japón en Cuba)
- Shigeki Kihara (Líder de Expertos / Manejo del Agua Subterránea)
- Lei Peifeng (Modelación del Agua Subterránea 1)
- Naoaki Shibasaki (Modelación del Agua Subterránea 1)
- Takuya Yabuta (Hidrogeología)
- Masaru Obara (Plan de Capacitación / Coordinación)

(7) Reunión 7 del Comité de Ejecución del Proyecto (24 de noviembre de 2015)

El 24 de noviembre de 2015 se celebró la séptima reunión del CEP en el salón de reuniones del INRH, en la cual se obtuvo el consentimiento y la confirmación de las instituciones contrapartes sobre los siguientes asuntos.

- Perfil del plan de actividades del 4º año

- Cronograma de ejecución indicado abajo
 - Capacitación en Japón: Desde finales de febrero hasta mediados de marzo de 2016
 - Evaluación de fin del proyecto y seminario sobre el manejo del agua subterránea: junio de 2016
 - Seminario técnico (final) del 4º año: noviembre de 2016
- Estado de elaboración del plan de manejo del agua subterránea
- Cronograma de elaboración del plan de manejo del agua subterránea

Participantes por la Parte Cubana:

- Vladimir Cabranes Alpizar (Director de Relaciones Internacionales, INRH)
- Miriam Valdés Pérez (Directora General, GEIPI)
- Ibrahim Plaza Peñalver (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Hildelisa Jiménez Ponce de León (Especialista Superior, GEIPI)
- Sebastián Crespo Delgado (Director de Gestión de Sistemas, GEIPI)
- Aimée Aguirre Hernández (Directora General, EIPH-Habana)
- Annia Morales Hondal (Directora de Investigaciones Aplicadas, EIPH-Habana)
- Ernesto Flores Valdés (Especialista Superior, EIPH-Habana)
- Dulce M. Rodríguez Lugo (Especialista Superior, EAH-Mayabeque)
- Ernesto Morales Chirino (Especialista, EAH-Artemisa)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Jun Komase (Jefe de la Sección de Cooperación para el Desarrollo, Embajada del Japón en Cuba)
- Shoji Ozawa (Representante, JICA)
- Masami Shukunobe (Experto Coordinador en Cooperación, JICA)
- Shigeki Kihara (Líder de Expertos / Manejo del Agua Subterránea)
- Lei Peifeng (Modelación del Agua Subterránea 1)
- Takuya Yabuta (Hidrogeología)

(8) Reunión 8 del Comité de Ejecución del Proyecto (22 de enero de 2016)

El 22 de enero de 2016 se celebró la octava reunión del CEP en el salón de reuniones de la EIPH-Habana, en la cual se obtuvo el consentimiento y la confirmación de las instituciones contrapartes sobre los siguientes asuntos.

- Contenido del informe sobre el avance de las actividades del proyecto (5)

- Resumen de las actividades del primer periodo del 4º año (desde octubre de 2015 hasta mediados de enero de 2016)
- Estado de elaboración del plan de manejo del agua subterránea
- Estado de preparación de la capacitación en Japón
- Plan de actividades del periodo medio del 4º año (desde marzo hasta julio de 2016)

Participantes por la Parte Cubana:

- Miriam Valdés Pérez (Jefa de Despacho, INRH)
- Lázaro González Martínez (Director Técnico, GEARH)
- Ana Lydia Hernández González (Directora Ciencia y Técnica, INRH)
- Ibrahim Plaza Peñalver (Especialista Superior en Hidrogeología, GEARH)
- Hildelisa Jiménez Ponce de León (Especialista Superior, GEIPI)
- Sebastián Crespo Delgado (Director de Gestión de Sistemas, GEIPI)
- Odet C. Herrera Betancourt (Especialista, GEIPI)
- Aimée Aguirre (Directora General, EIPH-Habana)
- Annia Morales Hondal (Directora de Investigaciones Aplicadas, EIPH-Habana)
- Ernesto Flores Valdés (Especialista Superior, EIPH-Habana)
- Rafael Feitó Olivera (Especialista Superior, EIPH-Habana)
- Amadelis Quesada Torres (Especialista, EIPH-Habana)
- Dulce M. Rodríguez Lugo (Especialista Superior, EAH-Mayabeque)
- Humberto García Acosta (Especialista, EAH-Mayabeque)
- Carlos Manuel Antela Acosta (Director Técnico, EAH-Artemisa)
- Ernesto Morales Chirino (Especialista, EAH-Artemisa)

Participantes por la Parte Japonesa:

- Jun Komase (Jefe de la sección de cooperación para el desarrollo, Embajada del Japón en Cuba)
- Yuichi Takemura (JICA)
- Masami Shukunobe (Experto Coordinador en Cooperación, JICA)
- Shigeki Kihara (Líder de Expertos / Manejo del Agua Subterránea)
- Takuya Yabuta (Hidrogeología)
- Makoto Tokuda (Programa de Capacitación / Coordinación)

5.4 Registro de Celebración del Taller de Trabajo

En el Proyecto se impartieron las capacitaciones y los talleres de trabajo indicados a

continuación.

Tabla 5-2: Registro de Celebración de Talleres de Trabajo y Capacitaciones

Temas tratados	Fecha	Lugar	No. de participantes cubanos	Instructor
Relacionados con el Resultado 1				
< Capacitación sobre hidrogeología >				
Capacitación sobre la hidrogeología (Deliberación) 1	desde el 18 de noviembre hasta el 23 de diciembre de 2015 (11 días)	La Habana/ EIPH-Habana	7 personas máximo	Takuya Yabuta
<Capacitación sobre el análisis de pruebas de bombeo>				
Capacitación sobre el análisis de prueba de bombeo 1	6 de junio de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	6 personas	Naoaki Shibasaki
Capacitación sobre el análisis de prueba de bombeo 2	26 de junio de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	4 personas	Naoaki Shibasaki
< Capacitación sobre prospección geofísica >				
Capacitación en prospección geofísica 1 (registro geofísico)	9, 10, 17 y 18 de junio de 2014	La Habana / pozo existente, EIPH-La Habana	2 personas	Tsugio Ishikawa
Capacitación sobre prospección geofísica 2 (registro eléctrico)	16 y 18 de junio de 2014	Artemisa / sitio, La Habana / EIPH-La Habana	2 personas	Tsugio Ishikawa
Capacitación sobre prospección geofísica 3 (registro geofísico)	7 y 17 de noviembre de 2014	Mayabeque / JICA-2, 3 Artemisa / JICA-1	3 personas	Takuya Yabuta
Capacitación sobre prospección geofísica 4 (registro geofísico)	19 de enero de 2016	Mayabeque / JICA-3	2 personas	Takuya Yabuta
< Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas >				
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 1 (calidad del agua)	30 de abril de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	9 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 2 (calidad del agua)	7 de mayo de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	9 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 3 (calidad del agua)	9 de mayo de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	6 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 4 (nivel del agua y calidad del agua)	8 de julio de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	9 personas	Kiyoshi Yamada, Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre	19 de julio de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	4 personas	Kiyoshi Yamada,

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

monitoreo de aguas subterráneas 5 (nivel del agua)				Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 6 (nivel del agua)	8 de noviembre de 2013	Mayabeque/pozo existente de monitoreo	6 personas	Takuya Yabuta
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 7 (nivel del agua)	21 de noviembre de 2013	Mayabeque/pozo existente de monitoreo	7 personas	Takuya Yabuta
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 8 (nivel del agua)	5 de diciembre de 2013	Artemisa y Mayabeque/pozo existente de monitoreo	10 personas	Takuya Yabuta
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 9 (calidad del agua)	11 de diciembre de 2013	Artemisa/EAH-Artemisa	7 personas	Takuya Yabuta, Shigeki Kihara
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 10 (nivel del agua)	13 de enero de 2014	Artemisa /pozo existente de monitoreo	3 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 11 (calidad del agua)	17 de enero de 2014	Mayabeque / Oficina de Quivicán	11 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 12 (calidad del agua)	30 de enero de 2014	Artemisa / EAH-Artemisa	11 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 13 (calidad del agua)	4 de febrero de 2014	Mayabeque / Oficina de Quivicán	9 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 14 (calidad del agua)	20 de febrero de 2014	Artemisa / EAH-Artemisa	14 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 15 (calidad del agua)	12 de marzo de 2014	Mayabeque / EAH-Mayabeque	7 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 16 (calidad del agua)	14 de marzo de 2014	Artemisa / EAH-Artemisa	5 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 17 (nivel del agua)	11 de diciembre de 2014	Mayabeque / EAH-Mayabeque	1 Persona	Takuya Yabuta
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 18	12 de diciembre de 2014	Artemisa / EAH-Artemisa	1 Persona	Takuya Yabuta

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

(nivel del agua)				
Capacitación sobre monitoreo de aguas subterráneas 19 (calidad del agua)	26 de enero de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	3 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 20 (calidad del agua)	26 de febrero de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	5 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 21 (calidad del agua)	2 de marzo de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	3 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 22 (calidad del agua)	4 de marzo de 2015	Artemisa / EAH-Artemisa	3 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 23 (calidad del agua)	5 de marzo de 2015	Mayabeque / EAH-Mayabeque	17 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre el monitoreo de agua subterránea 24 (calidad del agua)	9 de marzo de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	5 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 25 (calidad del agua)	10 de marzo de 2015 (por la mañana)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	11 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 26 (calidad del agua)	10 de marzo de 2015 (por la tarde)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	11 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 27 (calidad del agua)	16 de marzo de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	5 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 28 (calidad del agua)	18 de marzo de 2015	Mayabeque / EAH-Mayabeque	11 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 29 (calidad del agua)	20 de marzo de 2015 (por la mañana)	Artemisa / EAH-Artemisa	8 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 30 (calidad del agua)	20 de marzo de 2015 (por la tarde)	Artemisa / EAH-Artemisa	8 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 31 (calidad del agua)	23 de marzo de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	6 personas	Hirokatsu Utagawa

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 32 (Nivel de agua)	25 de noviembre de 2015	Mayabeque / EAH-Mayabeque	1 persona	Takuya Yabuta
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 33 (Nivel de agua)	3 de diciembre de 2015	Artemisa/ EAH-Artemisa	1 persona	Takuya Yabuta
Capacitación sobre monitoreo de agua subterránea 34 (Nivel de agua)	14 de diciembre de 2015	Artemisa/ EAH-Artemisa	1 persona	Takuya Yabuta
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 35 (calidad del agua)	4 de abril de 2016	La Habana / EIPH-La Habana	7 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 36 (calidad del agua)	5 de abril de 2016	Artemisa / EAH-Artemisa	4 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 37 (calidad del agua)	6 de abril de 2016	Mayabeque / EAH-Mayabeque	7 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 38 (calidad del agua)	11 de abril de 2016	La Habana / EIPH-La Habana	7 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 39 (calidad del agua)	12 de abril de 2016	Artemisa / EAH-Artemisa	5 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 40 (calidad del agua)	13 de abril de 2016	Mayabeque / EAH-Mayabeque	5 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 41 (calidad del agua)	18 de abril de 2016	La Habana / EIPH-La Habana	6 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 42 (calidad del agua)	19 de abril de 2016	Artemisa / EAH-Artemisa	3 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 43 (calidad del agua)	20 de abril de 2016	Mayabeque / EAH-Mayabeque	7 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 44 (calidad del agua)	26 de abril de 2016	La Habana / EIPH-La Habana	11 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua	11 de mayo de 2016	Mayabeque / EAH-Mayabeque	5 personas	Hirokatsu Utagawa

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

subterránea 45 (calidad del agua)				
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 46 (calidad del agua)	18 de noviembre de 2016	La Habana / GEARH	3 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 47 (calidad del agua)	22 de noviembre de 2016	Artemisa / EAH-Artemisa	2 personas	Hirokatsu Utagawa
Capacitación sobre monitoreo del agua subterránea 48 (calidad del agua)	23 de noviembre de 2016	Mayabeque / EAH-Mayabeque	8 personas	Hirokatsu Utagawa
< Capacitación sobre SIG/BD >				
Capacitación sobre SIG/BD 1	Del 17 al 23 de julio de 2013 (5 días)	La Habana / Salón de reuniones de la EIPH-La Habana	4 Personas máximo	Masahiko Ikemoto
Capacitación sobre SIG/BD 2	Del 13 de enero al 27 de febrero de 2014 (32 días)	La Habana / Salón de reuniones de la EIPH-La Habana (capacitaciones adicionales en EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa)	10 Personas máximo	Masahiko Ikemoto
Capacitación sobre SIG/BD 3	Del 20 al 26 de enero de 2015 (5 días)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	9 Personas máximo	Masahiko Ikemoto
Capacitación sobre SIG/BD 4	Del 27 de enero al 19 de febrero de 2015 (5 días)	Artemisa / EAH-Artemisa	5 Personas máximo	Masahiko Ikemoto
Capacitación sobre SIG/BS 5	Del 18 de abril al 13 de mayo de 2016 (15 días)	La Habana / EIPH-Habana, Mayabeque / EAH-Mayabeque Artemisa / EAH-Artemisa	Máximo de 6 personas	Masahiko Ikemoto
Relacionados con el Resultado 2				
Capacitación básica sobre el modelo de aguas subterráneas	26 y 27 de febrero de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	10 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas (V2D)	25 de junio de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	6 personas	Naoaki Shibasaki, Lei Peifeng
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 1	Del 10 al 13 de junio de 2014 (4 días)	La Habana / EIPH-La Habana	9 Personas máximo	Lei Peifeng, Naoaki Shibasaki
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 2	Del 19 de enero al 10 de febrero de 2015 (4 días)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	6 Personas máximo	Lei Peifeng
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 3	Del 20 de enero al 11 de febrero de 2015 (4 días)	Artemisa / EAH-Artemisa	9 Personas máximo	Lei Peifeng
Capacitación sobre el modelo de aguas	Del 2 al 9 de febrero de 2015 (3	La Habana / EIPH-La Habana	4 Personas máximo	Lei Peifeng

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

subterráneas 4	días)			
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 5	9 y 16 de junio de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	11 Personas máximo	Lei Peifeng Naoaki Shibasaki
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 6	10 y 17 de junio de 2015	Mayabeque / EAH-Mayabeque	9 Personas máximo	Lei Peifeng Naoaki Shibasaki
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 7	11 y 18 de junio de 2015	Artemisa / EAH-Artemisa	17 Personas máximo	Lei Peifeng Naoaki Shibasaki
Capacitación sobre modelos de agua subterránea 8	Del 16 de noviembre al 17 de diciembre de 2015 (6 días)	La Habana/ EIPH-Habana	6 personas como máximo	Lei Peifeng
Capacitación sobre modelos de agua subterránea 9	Del 25 de noviembre al 15 de diciembre de 2015 (4 días)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	7 personas como máximo	Lei Peifeng
Capacitación sobre modelos de agua subterránea 10	Del 27 de noviembre al 16 de diciembre de 2015 (4 días)	Artemisa/ EAH-Artemisa	8 personas como máximo	Lei Peifeng
Capacitación sobre el modelo de agua subterránea 11	5 y 20 de mayo de 2016	La Habana / EIPH-La Habana	Máximo de 2 personas	Lei Peifeng
Capacitación sobre el modelo de agua subterránea 12	Del 17 de mayo al 13 de junio de 2016 (3 días)	Artemisa / EAH-Artemisa	Máximo de 4 personas	Lei Peifeng
Capacitación sobre el modelo de agua subterránea 13	Del 18 de mayo al 24 de junio de 2016 (3 días)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	Máximo de 3 personas	Lei Peifeng
Capacitación sobre el modelo de agua subterránea 14	Del 20 al 23 de junio de 2016 (3 días)	La Habana / EIPH-La Habana	1 persona	Naoaki Shibasaki
Relacionados con el Resultado 3				
< Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas >				
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 1	12 de marzo de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	4 personas	Kiyoshi Yamada
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 2	17 de julio de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	4 personas	Kiyoshi Yamada
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 3	24 de julio de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	3 personas	Kiyoshi Yamada
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 4	9 de diciembre de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	8 personas	Takuya Yabuta
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 5	26 de junio de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	4 Personas	Takuya Yabuta
Capacitación sobre la recarga de agua	Del 20 de noviembre de 2015	La Habana / EIPH-La Habana	3 personas	Takuya Yabuta

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

subterránea 6	al 22 de diciembre de 2015 (4 días)			
Capacitación sobre la recarga de agua subterránea 7	Del 5 de enero de 2016 al 6 de enero de 2016 (2 días)	La Habana / EIPH-La Habana	2 personas	Takuya Yabuta
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 8	Del 19 de mayo al 13 de junio de 2016 (8 días)	La Habana / EIPH-La Habana	3 personas	Hiroshi Fujita Takuya Yabuta
< Capacitación sobre las obras contra la salinización >				
Capacitación sobre las obras contra la salinización 1	15 de marzo de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	13 personas	Hiroshi Fujita
Capacitación sobre las obras contra la salinización 2	1 de abril de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	13 personas	Hiroshi Fujita
Capacitación sobre las obras contra la salinización 3	26 de diciembre de 2013	La Habana / EIPH-La Habana	2 personas	Hiroshi Fujita
Capacitación sobre las obras contra la salinización 4	6 de enero de 2014	La Habana / EIPH-La Habana	6 personas	Hiroshi Fujita
Capacitación sobre las obras contra la salinización 5	10 de enero de 2014	La Habana / EIPH-La Habana	7 personas	Hiroshi Fujita
Capacitación sobre las obras contra la salinización 6	Del 15 al 24 de abril de 2015 (4 días)	La Habana / EIPH-La Habana	5 Personas máximo	Hiroshi Fujita
Relacionados con el Resultado 4				
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 1	Del 28 de abril al 26 de mayo de 2015 (4 días)	La Habana / EIPH-La Habana	9 Personas máximo	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 2	Del 29 de abril al 27 de mayo de 2015 (5 días)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	6 Personas máximo	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 3	Del 30 de abril al 29 de mayo de 2015 (5 días)	Artemisa / EAH-Artemisa	4 Personas máximo	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 4	Del 20 de octubre al 14 de diciembre de 2015 (8 días)	La Habana / EIPH-La Habana	13 personas como máximo	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 5	Del 21 de octubre al 16 de diciembre de 2015 (9 días)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	6 personas como máximo	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 6	Del 19 de octubre al 17 de diciembre de 2015 (7 días)	Artemisa/ EAH-Artemisa	5 personas como máximo	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 7	Del 20 de enero al 28 de enero de 2016 (2 días)	La Habana / EIPH-La Habana	3 personas como máximo	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 8	Del 20 de enero al 1 de febrero de 2016 (2 días)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	4 personas como máximo	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el	Del 21 de enero al	Artemisa/ EAH-Artemisa	3 personas	Shigeki Kihara

manejo del agua subterránea 9	2 de febrero de 2016 (2 días)		como máximo	
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 10	26 de abril de 2016	La Habana / EIPH-La Habana	10 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 11	Del 20 de abril al 28 de junio de 2016 (7 días)	La Habana / EIPH-La Habana	Máximo de 9 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 12	Del 21 de abril al 6 de julio de 2016 (10 días)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	Máximo de 9 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 13	Del 19 de mayo al 1 de julio de 2016 (4 días)	Artemisa / EAH-Artemisa	Máximo de 7 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 14	7 de julio de 2016	La Habana / EIPH-La Habana	11 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 15	Del 5 al 21 de diciembre de 2016 (3 días)	La Habana / EIPH-La Habana	Máximo de 7 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 16	Del 13 al 19 de diciembre de 2016 (3 días)	Mayabeque / EAH-Mayabeque	Máximo de 3 personas	Shigeki Kihara
Capacitación sobre el manejo del agua subterránea 17	Del 14 al 20 de diciembre de 2016 (3 días)	Artemisa / EAH-Artemisa	Máximo de 3 personas	Shigeki Kihara

5.4.1 Actividades relacionadas con el Resultado 1

En relación al Resultado 1, fueron realizadas las capacitaciones sobre “hidrogeología”, “análisis de pruebas de bombeo”, “prospección geofísica (registro físico y prospección eléctrica)”, “monitoreo de agua subterránea (nivel y calidad de agua)” y “SIG/BD”. El resumen de cada capacitación se presenta entre la Tabla 5-3 y la Tabla 5-12.

Tabla 5-3: Resumen de la capacitación sobre hidrogeología

Capacitación sobre hidrogeología	
Fecha	Del 18 de noviembre al 22 de enero de 2015 (entre los cuales, 18 días completos)
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Los técnicos de EIPH-Habana entienden y adquieren los conocimientos y técnicas sobre la hidrogeología necesarios para el manejo del agua subterránea a través de la elaboración de figuras y tablas relacionadas con la hidrogeología.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar figuras y tablas relacionadas con la hidrogeología, aprovechando, además de materiales y documentos existentes, los resultados de la perforación de prueba y de la prospección geofísica obtenidos hasta ahora por la capacitación.
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	7 personas máximo (EIPH-H: 7)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Sobre los materiales existentes y los resultados de la perforación de prueba y de la prospección geofísica, etc., se han ordenado los datos básicos hasta cierto grado, pero los

	<p>técnicos de EIPH-Habana están muy ocupados con otros trabajos cotidianos, etc. por lo cual no se lleva a cabo suficientemente el análisis y resumen de los datos.</p> <ul style="list-style-type: none"> En cuanto a este problema, además de proporcionar orientación y apoyo técnico en el trabajo de análisis y estudio, se espera ordenar un régimen que permita realizar dicho trabajo.
--	--

Tabla 5-4: Participantes en la capacitación sobre la hidrogeología

No.	1	
Fecha	2015/11/18 -12/22 (18 días)	
Lugar	EIPH-H	
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	4 veces en 4 días
Lourdes Valdés González	EIPH-H	5 veces en 5 días
Rafael Feitó Olivera	EIPH-H	1 vez en 1 día
Andrés Portal Casanova	EIPH-H	8 veces en 8 días
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H	2 veces en 2 días
María Díaz García	EIPH-H	13 veces en 12 días
Adrián A. Lugo Barro	EIPH-H	2 veces en 2 días

Tabla 5-5: Resumen de la capacitación sobre el análisis de pruebas de bombeo

Capacitación sobre el análisis de prueba de bombeo 1	
Fecha	5 de junio de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<p>1) Evaluar las características de acuíferos en base a características del gráfico de Tiempo/Descenso del nivel de agua según los resultados de la prueba de bombeo continuo.</p> <p>2) Analizar con el método Cooper-Jacob los resultados de la prueba de bombeo continuo y obtener el coeficiente de permeabilidad y el coeficiente de almacenamiento. 3) Analizar con el método de la línea recta los resultados de la prueba de recuperación y calcular el coeficiente de permeabilidad.</p>
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Trazar los resultados de la prueba de bombeo continuo en un gráfico semilogarítmico y reconocer las características de acuíferos por medio de las características del gráfico de Tiempo/Descenso del nivel de agua. 2) Utilizando Excel u otros softwares de creación y/o representación gráfica, aplicar la ecuación de regresión logarítmica en la sección de la línea recta del trazado semilogarítmico de los resultados de la prueba de bombeo continuo y calcular el coeficiente de permeabilidad y el coeficiente de almacenamiento con el método Cooper-Jacob. 3) Trazar los resultados de la prueba de recuperación posterior a la prueba de bombeo continuo en el gráfico proporcional de Descenso del nivel de agua remanente/Tiempo, aplicar la ecuación de regresión logarítmica en la sección de la línea recta y calcular el coeficiente de permeabilidad.
Instructor	Naoaki Shibasaki (Modelo de Agua Subterránea 2)
Participantes	6 personas (EIPH-H: 2, GEIPI: 1, ISPAJE: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Se adquirió un conocimiento profundo acerca de los métodos de análisis de la prueba de bombeo en base a realizar prácticas de análisis de la prueba de bombeo utilizando PC con Excel y otros softwares para creación o representación gráfica. Antes del análisis concreto, se explicaron características hidrogeológicas interpretadas por medio del gráfico de Tiempo/Descenso del nivel de agua, por lo que se profundizó aún más en la comprensión

	sobre la sección de la línea recta en que debería segmentarse la curva de regresión. Según la ecuación de la curva de regresión segmentada, se hicieron prácticas de los métodos de obtención de la inclinación de la curva y el tiempo t_0 con condiciones del descenso de nivel de agua = 0 sin errores de conversión unitaria, de este modo se reconoció aún más la importancia de prevenir errores en cálculo y de la homogenización de unidades. Se compararon los resultados del análisis de los datos del nivel de agua del pozo de bombeo con los datos del pozo de monitoreo, y se comprendió concretamente que aunque los valores del coeficiente de permeabilidad eran casi iguales, el coeficiente de almacenamiento variaba según el valor r .
Capacitación sobre el análisis de prueba de bombeo 2	
Fecha	26 de junio de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Analizar con el método clásico de Thiem los resultados reales de la prueba de bombeo continuo en zona de acuíferos no confinados y obtener valores aproximados del análisis. 2) Trazar en el gráfico los datos de la prueba de bombeo y aprender métodos de comprensión de condiciones de prueba y métodos de verificación y corrección de datos. 3) Aprender métodos y procedimientos reales de análisis, utilizando softwares de análisis de pruebas de bombeo.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Ítems de capacitación: 1) Indicar gráficamente la posición correlativa y la estructura de los pozos de bombeo y de monitoreo, para comprobar las condiciones de la prueba de bombeo. 2) Calcular manualmente el análisis de la prueba para acuíferos no confinados en estado estacionario utilizando el descenso del nivel de agua en la última hora de bombeo. 3) Trazar todos los resultados de la prueba de bombeo continuo en el gráfico de Descenso del nivel de agua/Tiempo y revisar si hay errores de datos. 4) Introducir el método de análisis real con AQTESOLV, software analítico para pruebas de bombeo, y demostrar cómo se obtienen los valores del coeficiente de permeabilidad, coeficiente de almacenamiento, y rendimiento específico mediante cálculos reiterados.
Instructor	Naoaki Shibasaki (Modelo de Agua Subterránea 2)
Participantes	4 personas (EIPH-H: 3, GEARH: 3)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Se comprendió cómo son los softwares especializados en análisis de pruebas de bombeo. El software para análisis de pruebas de bombeo en poder de EIPH-Habana era obsoleto, ya que funciona con un anticuado sistema operativo DOS, y no puede utilizarse en PCs actuales sin una intervención muy compleja de avezados técnicos informáticos. Se comprendió la importancia de los procedimientos previos al análisis con softwares especializados, como calcular manualmente los valores aproximados, comprobar los datos de pruebas de bombeo sin errores, etc.

Tabla 5-6: Participantes en la capacitación sobre el análisis de la prueba de bombeo

No.		1	2
	Fecha	2015/6/6	2015/6/26
	Lugar	EIPH-H	EIPH-H
Lourdes Valdés González	EIPH-H	○	○
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H	○	○
María Díaz García	EIPH-H	○	○
Andrés Portal Casanova	EIPH-H	○	
Odet C. Herrera Betancourt	GEIPI	○	
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH		○
David Marón	ISPAJE	○	

Tabla 5-7: Resumen de la capacitación sobre prospección geofísica

Capacitación en prospección geofísica 1 (registro geofísico)	
Fecha	9, 10, 17 y 18 de junio de 2014
Lugar	La Habana / pozo existente y EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al geofísico del Grupo de Estructura Hidrogeológica / Análisis Hidrológico en 1) la ejecución del registro geofísico, 2) la identificación y clasificación de estratos geológicos a partir de los datos del registro geofísico, y 3) la preparación de planos y gráficos a partir de datos del registro geofísico.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Ensamblaje del equipo de registro geofísico, 2) Operaciones básicas con el software de Geo Vista, 3) Medición del interior del pozo (mediciones en la bajada y en la subida), 4) Preparación de datos del registro (selección de colores, cambio de escala, etc.), 5) Identificación y clasificación de estratos geológicos a partir de datos del registro
Instructor	Tsugio Ishikawa (Prospección Geofísica)
Participantes	2 personas (EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • A pesar de no tener experiencia en registro geofísico, se realizó el ensamblaje del equipo de registro sin problemas, siguiendo las instrucciones del Manual, y ayudado por las explicaciones brindadas antes de la práctica en el terreno. • La operación del software Geo Vista es compleja, por lo cual se preparó un Manual simplificado para la capacitación. La repetición hizo posible que la C/P pueda efectuar sin asistencia la operación del software para obtener los datos del registro. • Son 3 tipos de registro, el registro eléctrico, el registro SP, y el registro gamma natural, pero la C/P no ha alcanzado el nivel de poder discernir e identificar de cada tipo de datos los estratos geológicos y la litología. Se espera que la experiencia que acumule la C/P en sitios de estratos geológicos diferentes lo capacite en la identificación e interpretación de los estratos geológicos. • La C/P logró la comprensión de los cambios de escala en los planos de los datos del registro, así como también las formas de impresión de los planos. • La capacitación en esta oportunidad se limitó a un periodo muy corto, por lo cual se considera que no se ha podido brindar a la C/P la suficiente capacitación. Se considera que la C/P necesitará de seguimiento en el análisis e interpretación de los datos del registro.
Capacitación en prospección geofísica 2 (registro eléctrico)	
Fecha	16 y 18 de junio de 2014
Lugar	Artemisa / sitio, La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al geofísico del Grupo de Estructura Hidrogeológica / Análisis Hidrológico en 1) ejecución de la prospección eléctrica, 2) obtención de datos de medición de la prospección, 3) ejecución de análisis de los datos de prospección, 4) preparación de los planos como resultados del análisis, y 5) interpretación de la estructura de resistividad aparente a partir de los resultados del análisis.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Operación básica de la prospección eléctrica, 2) Obtención de datos, 3) Operación básica de análisis, 4) Interpretación de la estructura de resistividad aparente
Instructor	Tsugio Ishikawa (Prospección Geofísica)
Participantes	2 personas (EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • La C/P comprende sin problemas las normas de medición de la prospección, así como también la operación del equipo de prospección, a pesar de ser diferente del equipo de prospección utilizado desde el primer año. • La C/P no tiene problemas en la obtención de los datos, y tiene una comprensión cabal de las funciones de los botones de control del equipo de prospección. • Se presentaron explicaciones sobre el software de análisis, IX1Dv3, antes de la capacitación sobre el análisis de los datos obtenidos en el terreno. Debido a que el software realiza el análisis en el idioma inglés, se prepararon instrucciones sencillas en el idioma español. De esta manera, la C/P adquirió la capacidad de realizar el análisis sin la asistencia del Experto JICA. Sin embargo, existen muchas herramientas de análisis, se considera que la C/P

	necesita de un seguimiento con el fin de perfeccionar sus técnicas analíticas.
Capacitación en prospección geofísica 3 (registro geofísico)	
Fecha	7 y 17 de noviembre de 2014
Lugar	Sitio en Artemisa (JICA-1) y sitios en Mayabeque (JICA-2 y 3)
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación del nivel de comprensión de la capacitación sobre prospección geofísica (registro físico) realizada en el 2º año
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Ensamblaje del equipo de registro geofísico, 2) Operaciones básicas con el software de Geo Vista, 3) Medición del interior del pozo (mediciones en la bajada y en la subida), 4) Preparación de datos del registro (selección de colores, cambio de escala, etc.), 5) Identificación y clasificación de estratos geológicos a partir de datos del registro
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	3 personas (EIPH-H: 3)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • La habilidad para el registro físico de los técnicos de EIPH-Habana no ha mejorado desde junio tanto en la medición de campo como en el análisis, por lo que el experto encargado de hidrogeología continuó la capacitación, el equipo de expertos propuso a la parte cubana el mejoramiento del sistema de ejecución de prospección geofísica y aumentó el número de encargados incluyendo técnicos jóvenes. • Sobre el resumen de los resultados de los sondeos, debido a que en Cuba no hay costumbre de elaborar gráficas prismáticas de columnas integrales que comprendan los resultados de registros eléctricos y la estructura de pozos, tomando como referencia los ejemplos dados por el equipo de expertos, los técnicos cubanos intentan elaborar gráficas por sí mismos.
Capacitación en prospección geofísica 4 (registro geofísico)	
Fecha	19 de enero de 2016
Lugar	Sitios en Mayabeque (JICA- 3)
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Los técnicos de EIPH-Habana entienden y adquieren a través del registro geofísico los conocimientos y técnicas sobre la hidrogeología necesarios para el manejo del agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Registro geofísico en el pozo de prueba (JICA-3).
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	2 personas (EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Con respecto al trabajo de medición sobre el terreno, los técnicos pueden realizar el procedimiento más o menos sin problema. • Con respecto al ordenamiento y análisis de los resultados de la medición, se observan algunos aspectos a los que no están bien acostumbrados. • Sobre todo, con respecto al trabajo de análisis, se espera que lo aprendan a fondo de ahora en adelante, teniendo más experiencias.

Tabla 5-8: Participantes en la capacitación sobre prospección geofísica

No.		1	2	3	4
Fecha		2014/6/9-6/18 (4 días)	2014/6/16, 6/18	2014/11/7, 11/17	2016/1/9
Lugar		sitio	sitio	sitio	sitio
Andrés Portal Casanova	EIPH-H	○	○	○	○
Henry Sánchez Carrero	EIPH-H	○	○	○	
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H			○	
María Díaz García	EIPH-H				○

Tabla 5-9: Resumen de la capacitación sobre monitoreo del agua subterránea

Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 1 (calidad del agua)	
Fecha	30 de abril de 2013
Lugar	La Habana / Salón de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmar los conocimientos de la C/P sobre el monitoreo y análisis de la calidad del agua (Estudio de Línea de Base)
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación del Plan de Trabajo sobre el monitoreo de aguas subterráneas y estudio de la solicitud de la C/P para la capacitación correspondiente.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sub-líder/Calidad del Agua)
Participantes	8 personas (EIPH-H: 4, GEARH: 1, EAH-M: 1, EAH-A: 2)
Mención especial	—
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 2 (calidad del agua)	
Fecha	7 de mayo de 2013
Lugar	La Habana / Salón de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar los parámetros de análisis de la calidad del agua y adquirir los conocimientos básicos para determinar la frecuencia y método de monitoreo.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación sobre el principio de los equipos y materiales para análisis de la calidad del agua y sobre los parámetros de análisis general de la calidad del agua (explicación sobre qué estado de agua muestran los diferentes parámetros).
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sub-líder/Calidad del Agua)
Participantes	8 personas (EIPH-H:3, GEARH:2, EAH-M: 2, EAH-A: 1), Otros: 7 personas
Mención especial	—
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 3 (calidad del agua)	
Fecha	9 de mayo de 2013
Lugar	La Habana / Salón de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y compartir el objetivo de realizar el monitoreo de la calidad del agua.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración del plan de monitoreo de la calidad del agua (Clasificar el flujo de monitoreo en 6 etapas y confirmar el objetivo del monitoreo en cada etapa.)
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sub-líder/Calidad del Agua)
Participantes	6 personas (EIPH-H: 3, GEARH: 2, EAH-M: 1)
Mención especial	—
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 4 (nivel del agua y calidad del agua)	
Fecha	8 de julio de 2013
Lugar	La Habana / Salón de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de 7 pozos de observación existentes en donde se colocarán los medidores automáticos del nivel de aguas, selección de los sitios para la perforación exploratoria, selección de pozos de observación para el monitoreo de la calidad de aguas.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de selección de los pozos de observación en donde se colocarán los medidores automáticos del nivel de aguas, selección de pozos de observación, discusiones sobre la red de monitoreo de la calidad de aguas.
Instructor	Kiyoshi Yamada (Hidrogeología), Hirokatsu Utagawa (Vice líder / Calidad de aguas)
Participantes	9 personas (EIPH-H: 2, GEARH: 1, EAH-M: 3, EAH-A: 3)
Mención especial	—
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 5 (nivel del agua)	
Fecha	19 de julio de 2013
Lugar	La Habana / Salón de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Principios del medidor automático del nivel de aguas y recopilación de datos.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del Manual sobre el medidor automático del nivel de aguas (traducido al español) y discusiones subsiguientes.

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Instructor	Kiyoshi Yamada (Hidrogeología), Hirokatsu Utagawa (Vice líder / Calidad de aguas)
Participantes	4 personas (EIPH-H: 3, GEARH: 1)
Mención especial	—
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 6 (nivel del agua)	
Fecha	8 de noviembre de 2013
Lugar	Mayabeque / pozo existente de monitoreo
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje del método de instalación del medidor del nivel de agua de auto registro.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación del medidor del nivel de agua de auto registro en el pozo de monitoreo existente (LSU-8).
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	6 personas (EIPH-H: 1, GEARH: 1, EAH-M: 2, EAH-A: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • La capacitación estaba dirigida a los profesionales cubanos responsables por el monitoreo del agua subterránea, y a los directores técnicos de las oficinas en las dos provincias. Este tipo de medidores automáticos del nivel de las aguas subterráneas es novedoso en el país, motivo por el cual los profesionales cubanos comprendieron el manejo del equipo a través de la observación del Experto JICA y siguiendo las indicaciones de este Experto.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 7 (nivel del agua)	
Fecha	21 de noviembre de 2013
Lugar	Mayabeque / pozo existente de monitoreo
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje del método de instalación del medidor del nivel de agua de auto registro y el método de recuperación de datos.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Instalación del medidor del nivel de agua de auto registro (HSC-563) y 2) recuperación de los datos de monitoreo en el pozo de monitoreo existente (LSU-8).
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	7 personas (EIPH-H: 1, GEARH: 1, EAH-M: 3, EAH-A: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se continuó con la capacitación sobre la instalación de los medidores automáticos del nivel de las aguas subterráneas, teniendo como protagonistas a los profesionales cubanos También se aprovechó el medidor automático ya instalado en la capacitación anterior con el fin de impartir la capacitación sobre la recuperación de los datos (datos acumulados que son transferidos a las computadoras personales) por parte del Experto JICA, cuyas acciones fueron observadas y comprendidas por los profesionales cubanos.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 8 (nivel del agua)	
Fecha	5 de diciembre de 2013
Lugar	Artemisa y Mayabeque / pozo existente de monitoreo
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje del método de instalación del medidor del nivel de agua de auto registro y el método de recuperación de datos.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Instalación del medidor del nivel de agua de auto registro (LSU-1) y 2) recuperación de los datos de monitoreo en el pozo de monitoreo existente (LSU-8).
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	10 personas (EIPH-H: 1, GEARH: 1, EAH-M: 3, EAH-A: 5)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se presentaron otros profesionales de EAH-Artemisa como nuevos participantes en la capacitación, para quienes los profesionales cubanos realizaron las debidas explicaciones mientras instalaban los medidores automáticos del nivel de aguas subterráneas, proceso que indudablemente contribuyó a mejorar la comprensión de los mismos profesionales que efectuaron las explicaciones. Además, siguiendo las indicaciones del Experto JICA, los profesionales cubanos realizaron la recuperación de los datos acumulados. Se acordó en que EAH-Mayabeque realizaría la instalación de los medidores automáticos en los pozos de observación previstos en la Provincia de Mayabeque.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 9 (calidad del agua)	
Fecha	11 de diciembre de 2013
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje del manejo del equipo de análisis de la calidad de agua tipo portátil (WQC-24).

capacitación	
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Dar explicaciones sobre la configuración inicial, calibración y manejo del equipo de análisis de la calidad de agua de pozos tipo portátil (WQC-24), y elaborar el plan de monitoreo de la calidad de las aguas superficiales. (Dar explicaciones también sobre el manejo sencillo de SIG suministrado por donación, para poder obtener las coordenadas de la posición del punto de monitoreo de la calidad de agua.)
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología), Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	7 personas (GEARH: 1, EAH-A: 7)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Esta capacitación se refirió al manejo del equipo portátil de análisis de la calidad del agua de pozos. Siguiendo las instrucciones de los Expertos JICA, los profesionales cubanos experimentados orientaron a los profesionales cubanos jóvenes en la inicialización y en la calibración del equipo. El plan es continuar con la capacitación buscando profundizar la comprensión, a través de las mediciones reales en el área objetivo, sobre el uso del equipo y sobre el ordenamiento y análisis de los datos observados.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 10 (nivel del agua)	
Fecha	13 de enero de 2014
Lugar	Artemisa / pozo existente de monitoreo
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje del método de instalación del medidor del nivel de agua de auto registro y el método de recuperación de datos.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) instalación de medidores automáticos en los pozos de observación existentes 「HSC-523」 y 「HSC-543」, 2) recuperación de datos del pozo de observación existente 「LSU-1」.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder de Expertos/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	3 personas (EIPH-H: 1, EAH-A: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se pudo verificar que los profesionales de EAH-Artemisa han aprendido a la perfección el método de instalación de los medidores automáticos del nivel de las aguas subterráneas. Además, se pudo confirmar que los pozos de observación en donde se han instalado los medidores automáticos se encuentran suficientemente protegidos.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 11 (calidad del agua)	
Fecha	17 de enero de 2014
Lugar	Mayabeque / Oficina de Quivicán
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Operación del medidor portátil de la calidad de agua de pozos (Modelo WQC-24).
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialización, método de calibración, operación del medidor portátil de la calidad de agua de pozos (Modelo WQC-24).
Instructor	Shigeki Kihara (Líder de Expertos/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	11 personas (EIPH-H: 3, GEARH: 1, EAH-M: 6, otros: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • La capacitación se basó en el Manual de Operación del Medidor Portátil de la Calidad de Agua de Pozos, contando con la asesoría de un Experto JICA, y las explicaciones adicionales estuvieron a cargo de Daily Izquierdo López de ISPAJE. Esta capacitación sobre la inicialización y la calibración del equipo fue realizada en una sala, pero se planean otras capacitaciones más detalladas sobre mediciones en el terreno. Se tiene previsto que el funcionario de ISPAJE Daily Izquierdo López continuará participando en el futuro en las actividades relacionadas a la calidad del agua.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 12 (calidad del agua)	
Fecha	30 de enero de 2014
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar y discutir las actividades realizadas desde mediados hasta finales del segundo año, así como hacer el seguimiento de la capacitación anterior con el uso del medidor portátil de la calidad del agua del pozo (modelo WQC-24).
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Revisión de la capacitación del primer año, 2) Explicación de las actividades de monitoreo de la calidad del agua del segundo año, 3) Contenido de la presentación en el seminario técnico previsto en junio de 2014 y discusiones al respecto, 4) Lección sobre los ítems básicos del análisis de la calidad del agua (pH, conductividad, concentración de sal y

	turbiedad), 5) Prácticas de observación con el uso del medidor portátil de la calidad del agua en los pozos de observación existentes.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	11 personas (EIPH-H: 5, GEARH: 1, EAH-A: 5)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • La comprensión de la parte teórica fue muy buena por haberse revisado primeramente la capacitación realizada en el primer año. Los participantes mostraron gran interés en el medidor portátil de la calidad del agua del pozo, suministrado por el presente Proyecto, con una actitud muy activa en las mediciones realizadas en los pozos existentes. Por otra parte, en cuanto al mantenimiento de dicho medidor, la comprensión es baja, faltando conocimientos muy elementales de O&M, razón por la cual se intentó cubrir hasta los aspectos no explicados en el manual correspondiente.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 13 (calidad del agua)	
Fecha	4 de febrero de 2014
Lugar	Mayabeque / Oficina de Quivicán
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Explicar y discutir las actividades realizadas desde mediados hasta finales del segundo año, así como hacer el seguimiento de la capacitación anterior con el uso del medidor portátil de la calidad del agua del pozo (modelo WQC-24).
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Revisión de la capacitación del primer año, 2) Explicación de las actividades de monitoreo de la calidad del agua del segundo año, 3) Contenido de la presentación en el seminario técnico previsto en junio de 2014 y discusiones al respecto, 4) Lección sobre los ítems básicos del análisis de la calidad del agua (pH, conductividad, concentración de sal y turbiedad), 5) Prácticas de observación con el uso del medidor portátil de la calidad del agua en los pozos de observación existentes.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	9 personas (GEARH: 1, EAH-M: 8)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En las prácticas de observación en los pozos existentes, se impartieron ejercicios de tipo TOT (entrenamiento de entrenadores) por el instructor cubano, líder del Subgrupo de Observación del Agua Subterránea. • En comparación con la capacitación anterior en la provincia de Artemisa, pareció que la comprensión de la parte teórica fue relativamente baja y suscitó menos interés. Por otra parte, las mediciones realizadas en los pozos existentes fueron muy eficientes, lo cual hizo suponer que los participantes desplegaban la experiencia adquirida hasta entonces en los estudios locales. Teniendo en cuenta el resultado de la capacitación en Artemisa, se dio la explicación dando importancia al método de O&M del medidor portátil de la calidad del agua del pozo, para tratar de elevar la comprensión al respecto. Por otra parte, los ejercicios mediante TOT resultaron sumamente efectivos, por lo que se considera necesario aumentar esta práctica de ahora en adelante.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 14 (calidad del agua)	
Fecha	20 de febrero de 2014
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del espectrofotómetro, prácticas de medición, y comentarios sobre la norma para el agua potable en Cuba.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Lección sobre las características de la norma de la calidad del agua establecida en Cuba (calcio, dureza total, hierro, sodio, sulfuro, cloruro, ácido nítrico y ácido nitroso), y sobre la salud e influencia en la vida, 2) Explicación sobre el principio del espectrofotómetro y método de medición, 3) Prácticas de medición con el uso de muestras reales, 4) Discusiones sobre la selección de puntos de monitoreo y establecimiento de la red de trabajo.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	14 personas (EIPH-H: 4, GEARH: 1, EAH-M: 3, EAH-A: 6)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • El interés de los participantes fue alto, ya que la mayoría de los parámetros tratados en la clase teórica tenía una relación muy estrecha con la vida real. Especialmente, hubo numerosas preguntas sobre el ion nítrico que puede afectar seriamente a la salud de los niños pequeños. Para todos los participantes, excepto una persona, fue la primera

	<p>experiencia en análisis químico, razón por la cual demostraron una actitud muy seria en la medición de muestras reales con el uso del espectrofotómetro. Se continuará la capacitación en las mediciones de ahora en adelante, para lograr rapidez y precisión en el procedimiento operativo.</p>
<p>Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 15 (calidad del agua)</p>	
Fecha	12 de marzo de 2014
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico técnico para el Grupo de Observación del Agua Subterránea (diagnóstico sobre la comprensión y capacidad técnica respecto al análisis de la calidad del agua).
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Lección sobre las características de la norma de la calidad del agua establecida en Cuba (arsénico, cadmio, cianuro, cromo, fluoruro, mercurio, plomo, selenio, aluminio y cobre), y sobre la salud e influencia en la vida, 2) Explicación sobre el principio del espectrofotómetro y método de medición, 3) Prácticas de medición con el uso de muestras reales, 4) Diagnóstico técnico, 5) Discusiones sobre la selección de puntos de monitoreo y establecimiento de la red de trabajo.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	7 personas (EAH-M: 7)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En la clase teórica se habló principalmente de los elementos y compuestos químicos que pueden afectar seriamente a la salud, entre los parámetros contemplados en la norma de la calidad del agua establecida en Cuba. Los participantes demostraron una actitud más seria que nunca, gracias a las fotografías de las víctimas de salud aquejadas de diferentes síntomas. Por otra parte, en cuanto al análisis químico mediante el espectrofotómetro, se intentó promover la comprensión de los participantes utilizando manuales sencillos elaborados en español por el Experto. De esta manera, no hubo confusiones en la operación del análisis, y todos los participantes comprendieron el procedimiento operativo del análisis cuantitativo. Por otra parte, para el diagnóstico de la comprensión de las lecciones teóricas, se hizo escribir la procedencia de cada uno de los parámetros contemplados en la norma. Como consecuencia de esto, se considera que todos los participantes han podido entender el significado de cada parámetro.
<p>Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 16 (calidad del agua)</p>	
Fecha	14 de marzo de 2014
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico técnico para el Grupo de Observación del Agua Subterránea (diagnóstico sobre la comprensión y capacidad técnica respecto al análisis de la calidad del agua).
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Lección sobre las características de la norma de la calidad del agua establecida en Cuba (arsénico, cadmio, cianuro, cromo, fluoruro, mercurio, plomo, selenio, aluminio y cobre), y sobre la salud e influencia en la vida, 2) Explicación sobre el principio del espectrofotómetro y método de medición, 3) Prácticas de medición con el uso de muestras reales, 4) Diagnóstico técnico, 5) Discusiones sobre la selección de puntos de monitoreo y establecimiento de la red de trabajo.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	6 personas (EIPH-H: 1, EAH-A: 5)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Al igual que en la capacitación anterior realizada en EAH-Mayabeque, los participantes mostraron un alto interés en los elementos y compuestos químicos que pueden causar daños a la salud, haciendo numerosas preguntas. Por otra parte, los manuales sencillos en versión española tuvieron un gran éxito, dando lugar a la operación fluida del espectrofotómetro. Por otra parte, como evaluación general de la capacidad técnica, se ha tenido la impresión de que la comprensión del personal de Artemisa sobre los temas teóricos es más alta que la del de Mayabeque. A partir de este resultado, se intentará mejorar el contenido de la capacitación e igualar la capacidad del personal de ambas empresas en el siguiente año.
<p>Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 17 (nivel del agua)</p>	
Fecha	10 de diciembre de 2014
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Control de precisión de la observación de nivel de agua subterránea
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Verificación de los valores anormales, advertencias para la recolección de datos, métodos de rectificación de datos, re-instalación de sensor de nivel de agua, etc.
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	1 persona (EAH-M: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Fue analizado y deliberado sobre el estado de ordenamiento de los datos registrados automáticamente de nivel de agua subterránea en la ausencia del equipo de expertos y fue confirmado que no hubo problemas en la recolección de datos y están incorporados los datos registrados en la base de datos que se encuentra en construcción por el subgrupo de SIG/BD.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 18 (nivel del agua)	
Fecha	11 de diciembre de 2014
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Control de precisión de la observación de nivel de agua subterránea
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Verificación de los valores anormales, advertencias para la recolección de datos, métodos de rectificación de datos, re-instalación de sensor de nivel de agua, etc.
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	1 persona (EAH-A: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Fue analizado y deliberado sobre el estado de ordenamiento de los datos registrados automáticamente de nivel de agua subterránea en la ausencia del equipo de expertos y como que fue equivocado el método de rectificación de datos obtenidos del sensor de nivel de agua, se dio asesoramiento sobre un método de correcta rectificación mediante una comparación y verificación con datos de nivel de agua subterránea medidos manualmente. Con este asesoramiento, se supone que se ha intensificado la comprensión del control de precisión de nivel de agua subterránea. EAH-Artemisa comprende los problemas de los pozos observatorios existentes y tiene planeado reparar y rehabilitar 10 pozos en toda la Provincia en 2015, entre los cuales 6 candidatos corresponden a pozos observatorios que se utilizan en el Proyecto.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 19 (calidad del agua)	
Fecha	26 de enero de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Reconfirmar el estado de WQC-24, los valores rectificadas y métodos de mantenimiento en el momento de la prueba de bombeo en los nuevos pozos perforados, y 2) aprender métodos de transmitir los datos observados y registrados en el medidor a un computador mediante un cable exclusivo y un programa adquiridos recientemente.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Interpretación de las características de la calidad de agua subterránea con el uso de datos de monitoreo existentes (imágenes de SIG), y 2) selección de los parámetros de análisis de calidad de agua que representen la calidad de agua subterránea, descripción científica de dichos parámetros y descripción y confirmación de los principios del equipo de medición y su uso.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	3 personas (EIPH-H: 3)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Sobre el mantenimiento de WQC-24, más que sus métodos tratamos de dar a conocer las acciones innecesarias y que no deben realizarse (re-calibración de la conductividad eléctrica, etc.). Los 3 participantes son veteranos con muchos años de experiencia y tratándose de un contenido continuado del 2º año, tienen suficiente nivel de comprensión. Por otra parte, en cuanto a la conexión de WQC-24 con un computador, era necesario unificar el número del puerto de comunicación de ambos lados y como que les costaba comprender este punto, el instructor de capacitación les dio asesoramiento en práctica. Además, les explicó el modo de comunicación de datos mostrando imágenes en el monitor con un proyector. Los participantes lo observaron tomando nota y finalmente obtuvieron suficiente comprensión.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 20 (calidad del agua)	

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Fecha	26 de febrero de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar a los técnicos cubanos el reconocimiento y la conciencia de problema de la actual calidad de agua subterránea en la zona del Proyecto y una comprensión científica de los parámetros de análisis de calidad de agua.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Explicación del contenido general de plan de manejo de agua subterránea y de las 3 cláusulas relacionadas con la calidad de agua subterránea, 2) discusiones sobre los parámetros de análisis de calidad de agua que representen la zona del Proyecto, 3) confirmación de las definiciones científicas de cada parámetro de análisis de calidad de agua y los principios de medición, y 4) discusiones sobre la circunstancia de la calidad de agua subterránea en la zona del Proyecto.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	5 personas (EIPH-H: 5)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • EIPH-Habana es una institución de investigación hidráulica incluyendo la perforación de pozos, por tanto, al comparar con EAH, tiene menos interés por las actividades de monitoreo. Por otra parte, sobre la interpretación de datos y la comprensión de la situación superficial y puntual como las que se tratan en esta capacitación, tienen mayor conocimiento y experiencia y un nivel de comprensión mejor que EAH. Los participantes plantearon que deben ser discutidas las características de la calidad de agua subterránea separando las de la estación seca de la estación de lluvias y hubo un intercambio de opiniones muy activo.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 21 (calidad del agua)	
Fecha	2 de marzo de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Discusiones sobre los problemas de la calidad de agua subterránea en la zona del Proyecto.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Explicación de la norma de calidad de agua establecida en Cuba (Norma Cubana), 2) clasificación de las sustancias de contaminación orgánica contenidas en el agua subterránea, y 3) comparación de mecanismos de contaminación inorgánica (causada por metales pesados y nitrógeno en varias formas) y de contaminación orgánica.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	5 personas (EIPH-H: 5)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Convencionalmente la contaminación orgánica de agua subterránea ha sido un tópico importante a nivel mundial y en realidad en muchos de los países en vías de desarrollo incluyendo Cuba adelantan estudios y medidas contra sustancias de contaminación inorgánica. Entre los técnicos de la contraparte cubana del Proyecto, no hay casi ninguno que se haya especializado en química y tienen poco conocimiento de las 19 sustancias de contaminación orgánica establecidas en la norma de calidad de agua del país. Se puede decir que esta capacitación es la primera conferencia sobre la química orgánica para ellos y será necesario seguir dando capacitaciones de ahora en adelante.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 22 (calidad del agua)	
Fecha	4 de marzo de 2015
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar a los técnicos cubanos el reconocimiento y la conciencia de problema de la actual calidad de agua subterránea en la zona del Proyecto y una comprensión científica de los parámetros de análisis de calidad de agua.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Explicación del contenido general de plan de manejo de agua subterránea y de las 3 cláusulas relacionadas con la calidad de agua subterránea, 2) discusiones sobre los parámetros de análisis de calidad de agua que representen la zona del Proyecto, 3) confirmación de las definiciones científicas de cada parámetro de análisis de calidad de agua y los principios de medición, y 4) discusiones sobre la condición de la calidad de agua subterránea en la zona del Proyecto.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	3 personas (EAH-A: 3)

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> La EAH es una institución ejecutora de monitoreo de agua subterránea, por lo que tiene profundo conocimiento de las diferencias puntuales y estacionales de calidad de agua subterránea. Además, la transferencia técnica sobre el ordenamiento de datos con el uso de SIG en el Proyecto le ha permitido comprender de forma espacial la circunstancia de la calidad de agua subterránea. No obstante, en cuanto a la interpretación del mecanismo de calidad de agua todavía falta la capacidad prospectiva y será necesario seguir dando capacitaciones de ahora en adelante.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 23 (calidad del agua)	
Fecha	5 de marzo de 2015
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Impulsar a los técnicos cubanos el reconocimiento y la conciencia de problema de la actual calidad de agua subterránea en la zona del Proyecto y una comprensión científica de los parámetros de análisis de calidad de agua.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Explicación del contenido general de plan de manejo de agua subterránea y de las 3 cláusulas relacionadas con la calidad de agua subterránea, 2) discusiones sobre los parámetros de análisis de calidad de agua que representen la zona del Proyecto, 3) confirmación de las definiciones científicas de cada parámetro de análisis de calidad de agua y los principios de medición, y 4) discusiones sobre la circunstancia de la calidad de agua subterránea en la zona del Proyecto.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	17 personas (EAH-M: 15, GEARH: 1, CITMA: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Aunque el nivel de comprensión varía bastante entre los participantes, los que tienen buen conocimiento explican a otros, que es la forma más eficiente y eficaz y que permite discusiones activas. En esta capacitación se discutieron entre los participantes sobre todo los valores extremos de datos de la calidad de agua subterránea y fue comprobada la necesidad de un correcto monitoreo. Se puede decir que es sumamente alto el nivel de comprensión de esta capacitación.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 24 (calidad del agua)	
Fecha	9 de marzo de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender métodos de establecimiento de valores objetivos de la conservación de la calidad de agua subterránea (valores de indicadores y metas). Asimismo, seleccionar provisionalmente pozos referenciales en la zona del Proyecto y calcular los valores objetivos de conservación a partir de datos existentes.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Métodos de establecimiento de valores objetivos de la conservación de la calidad de agua subterránea y valores de indicadores y metas correspondientes, 2) selección provisional de pozos referenciales en la zona del Proyecto, y 3) cálculo estimado de los valores objetivos de conservación.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	5 personas (EIPH-H: 5)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> El grupo de manejo de capa freática tiene a su cargo el establecimiento de valores objetivos de conservación de agua subterránea. El subgrupo de observación de agua subterránea, estando en condiciones de dar comentarios a los valores de conservación a establecer, ha comprendido métodos de establecimiento de valores de indicadores y metas mediante la presente capacitación y discutió la selección provisional de 6 pozos referenciales en la zona del Proyecto (3 en la Provincia de Artemisa y 3 en la Provincia de Mayabeque). El contenido de la capacitación incluye el repaso de las capacitaciones realizadas en el 1^{er} año, por lo que no hay problema en el nivel de comprensión de los participantes. Los pozos referenciales serán determinados en la discusión general del 23 de marzo (31^a capacitación sobre el monitoreo de agua subterránea), tomando como tentativa el planteamiento de ambas EAH.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 25 (calidad del agua)	
Fecha	10 de marzo de 2015, por la mañana

Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Discusiones sobre los problemas de la calidad de agua subterránea en la zona del Proyecto.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Explicación de la norma de calidad de agua establecida en Cuba (Norma Cubana), 2) clasificación de las sustancias de contaminación orgánica contenidas en el agua subterránea, y 3) comparación de mecanismos de contaminación inorgánica (causada con metales pesados y nitrógeno en varias formas) y de contaminación orgánica.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	11 personas (EAH-M: 11)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • La norma cubana de calidad de agua establece 19 parámetros como sustancias de contaminación orgánica, de los cuales 11 son provenientes de pesticida y los participantes de la Provincia de Mayabeque, donde se extiende gran área agrícola, se mostraron muy interesados en la presente capacitación. Al explicarles que las características del suelo afectan fuertemente la diferencia del comportamiento de sustancias inorgánicas (metales pesados y nutrientes) y de sustancias orgánicas en el medio ambiente, solicitaron una capacitación adoptando este tema como tópico. Respecto a la contaminación orgánica de agua subterránea, puede que las EAH que tienen buen conocimiento de pesticida, tengan un nivel de comprensión mejor que EIPH-Habana. Continuaremos la capacitación sobre la contaminación orgánica de agua subterránea procurando utilizar lo menos posible las fórmulas químicas y estructurales.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 26 (calidad del agua)	
Fecha	10 de marzo de 2015, por la tarde
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender métodos de establecimiento de valores objetivos de la conservación de la calidad de agua subterránea (valores de indicadores y metas), seleccionar provisionalmente pozos referenciales en la zona del Proyecto y hacer cálculo estimado de valores objetivos de conservación a partir de datos existentes.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Métodos de establecimiento de valores objetivos de la conservación de la calidad de agua subterránea y valores de indicadores y metas correspondientes, 2) selección provisional de pozos referenciales en la zona del Proyecto, y 3) cálculo estimado de los valores objetivos de conservación.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	11 personas (EAH-M: 11)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Para calcular valores de indicadores, fue menos de lo esperado el conocimiento de términos básicos tales como la diferencia entre un valor medio y una mediana de datos existentes. En la capacitación del próximo año será necesario dar una exposición sobre la estadística (hidráulica) básica. Por otra parte, para la selección de pozos referenciales, acordamos con el grupo de manejo de capa freática en seleccionar 3 lugares, en vista de la diferencia relativa de la salinidad, que es el tema principal del Proyecto, y la diferencia estacional.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 27 (calidad del agua)	
Fecha	16 de marzo de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender las características del suelo distribuido en la zona del Proyecto y los mecanismos de traslado de sustancias de contaminación orgánica, sobre todo pesticida, a la capa freática.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Procedimiento de formación y características de tierra roja distribuida en la zona del Proyecto, 2) datación estimada del suelo, y 3) explicación de proyectos de JICA de conservación de suelo (ejemplos de Ecuador y Perú).
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	5 personas (EIPH-H: 5)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a que los participantes de EIPH-Habana tienen profundo conocimiento de la geología, se mostraron muy interesados por el procedimiento de formación de minerales secundarios (minerales arcillosos) y presentaron alto nivel de comprensión a pesar de que se

	<p>traba de reacciones químicas. Además, los participantes que tienen experiencia en trabajar conjuntamente con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en el pasado, hicieron activamente presentación de su experiencia sobre el radioisótopo a utilizar en la dotación absoluta. La calidad del agua subterránea de la zona del Proyecto está afectada de manera complicada de agua marina, geología y actividades humanas, por tanto, es necesario comprender el medio ambiente de la zona en su conjunto, en vez de considerar sólo el sistema de agua subterránea. Esta explicación brindada detalladamente, mostrando ejemplos fue muy bien acogida por los participantes.</p>
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 28 (calidad del agua)	
Fecha	18 de marzo de 2015
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender las características del suelo distribuido en la zona del Proyecto y los mecanismos de traslado de sustancias de contaminación orgánica, sobre todo pesticida, a la capa freática.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Procedimiento de formación y características de tierra roja distribuida en la zona del Proyecto, 2) datación estimada del suelo, y 3) explicación de proyectos de JICA de conservación de suelo (ejemplos de Ecuador y Perú).
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	11 personas (EAH-M: 11)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> La norma cubana de calidad de agua establece 19 parámetros como sustancias de contaminación orgánica. Puesto que esta capacitación se basó en una solicitud de EAH-Mayabeque (de la capacitación del 10 de marzo), se tuvieron discusiones muy positivas. Primero, participantes pertenecientes a la oficina de Quivicán explicaron de manera resumida sobre el estado de uso de pesticidas y sistema de sembrado en la Provincia de Mayabeque y luego otros participantes describieron el sistema de clasificación de suelo en Cuba. Los participantes esencialmente tienen mayor conocimiento en la agricultura que en la calidad de agua subterránea y llevaron adelante las discusiones adoptando como tópico el contenido explicado en esta capacitación. Los instructores, a su vez, tuvieron mucho que aprender de los participantes (por ejemplo, la clasificación de suelo en Cuba todavía sigue el sistema de clasificación de la antigua Unión Soviética y también métodos de determinación de características de suelo de la escuela soviética.), lo que servirá mucho de referencia para resumir en adelante los datos del ambiente natural de la zona del Proyecto. Los participantes presentaron solicitudes sobre el contenido de la capacitación del próximo año, como la explicación de cultivos resistentes a la salinidad y presentación de casos de contaminación de agua subterránea causada con pesticidas utilizadas también en Cuba.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 29 (calidad del agua)	
Fecha	20 de marzo de 2015, por la mañana
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Discusiones sobre los problemas de la calidad de agua subterránea en la zona del Proyecto.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Explicación de la norma de calidad de agua establecida en Cuba (Norma Cubana), 2) clasificación de las sustancias de contaminación orgánica contenidas en el agua subterránea, y 3) comparación de mecanismos de contaminación inorgánica (causada con metales pesados y nitrógeno en varias formas) y de contaminación orgánica.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	8 personas (EAH-A: 7, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> A pesar de que se dio una explicación detallada sobre la contaminación orgánica de agua subterránea, en comparación con la capacitación celebrada en otras 2 instituciones, los participantes mostraron una reacción bastante floja. Además, no hubo respuestas a las preguntas de los instructores dirigidas a los participantes para averiguar el nivel de comprensión. Ya que dentro del tiempo limitado no es posible preparar un material de capacitación individual (según el programa Power Point), para lograr un nivel de comprensión similar al de otras instituciones, será necesario repetir explicaciones orales o

	realizar TOT por participantes de EAH-Mayabeque o EIPH- Habana que tienen buenos conocimientos. Sobre el tema de contaminación orgánica continuará la capacitación el año próximo también.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 30 (calidad del agua)	
Fecha	20 de marzo de 2015, por la tarde
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender métodos de establecimiento de valores objetivos de la conservación de la calidad de agua subterránea (valores de indicadores y metas). Asimismo, seleccionar provisionalmente pozos referenciales en la zona del Proyecto y hacer cálculo estimado de los valores objetivos de conservación a partir de datos existentes.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Métodos de establecimiento de valores objetivos de la conservación de la calidad de agua subterránea y valores de indicadores y metas correspondientes, 2) selección provisional de pozos referenciales en la zona del Proyecto, y 3) cálculo estimado de los valores objetivos de conservación.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	8 personas (EAH-A: 7, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Aunque los participantes mostraron una reacción floja en general sobre el contenido de la capacitación, presentaron instantáneamente 3 lugares candidatos (HSC-53, TS-125 y HSC-546) para la selección de pozos referenciales. Estos serán transmitidos al grupo de manejo de capa freática para que contribuyan al establecimiento de los valores objetivos de conservación. En cuanto a la estadística elemental, falta la comprensión al igual que EAH-Mayabeque, por tanto, en el próximo año se dará una capacitación como parte del análisis de datos observados.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 31 (calidad del agua)	
Fecha	23 de marzo de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Resumen y discusiones integrales sobre las capacitaciones sobre el monitoreo de agua subterránea realizadas en el periodo medio del 3^{er} año y atención a las solicitudes a la capacitación del próximo año.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Revisión de los temas 1-3 de capacitación, aclaración de las dudas entre los participantes, y 2) atención a las solicitudes a la capacitación sobre el monitoreo de agua subterránea (relacionada con la calidad de agua) del próximo año.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	6 personas (EIPH-H: 3, EAH-A: 2, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> El nivel de comprensión de cada tema de capacitación se ha mencionado anteriormente. Se dará un seguimiento en la capacitación del próximo año. Por otra parte, creemos que todo el subgrupo de observación de agua subterránea ha comprendido suficientemente el futuro procedimiento para elaborar un plan de manejo de agua subterránea. Las solicitudes presentadas para la capacitación sobre la calidad de agua fueron: 1) asesoramiento de análisis cuantitativo de elementos químicos y compuestos orgánicos utilizando el espectrofotómetro adquirido en el Proyecto, 2) asesoramiento de procesamiento y análisis de datos medidos con el medidor de calidad de agua de multiparámetros adquiridos en el Proyecto, y 3) asistencia en el aseguramiento de la ruta de adquisición de reactivos.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 32 (nivel de agua)	
Fecha	25 de noviembre de 2015
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Los técnicos de EAH-Mayabeque entienden y adquieren a través de la observación del nivel de agua subterránea los conocimientos y técnicas relacionados con tal observación necesarios para el manejo del agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Confirmación del estado de observación del nivel de agua más reciente y recopilación y resumen de los datos observados, así como confirmación de los problemas actuales y del régimen de observación de ahora en adelante.
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)

Participantes	1 persona (EAH-M: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En el pozo HSC-563, donde se volvió a instalar el medidor de nivel de agua, se ha comenzado de nuevo la observación a partir de enero de 2015, y en otros pozos de observación excepto LSU-3 se continúa la observación, acumulando datos de nivel de agua. • En el pozo LSU-3 la observación sigue suspendida y se espera confirmar el estado actual y tomar las medidas necesarias.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 33 (nivel de agua)	
Fecha	3 de diciembre de 2015
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Los técnicos de EAH-Artemisa entienden y adquieren a través de la observación del nivel de agua subterránea los conocimientos y técnicas relacionados con tal observación necesarios para el manejo del agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmación del estado de observación del nivel de agua más reciente y recopilación y resumen de los datos observados, así como confirmación de los problemas actuales y del régimen de observación de ahora en adelante.
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	1 personas (EIAH-A: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Excepto en el pozo HSC-523 que se excavó de nuevo debido al daño sufrido, la observación del nivel de agua continúa y se acumulan datos del nivel de agua. • En EAH-Artemisa hay una tendencia a que no siempre se recopilan periódicamente datos de nivel de agua de auto registro, por lo cual hay un riesgo de que no se verifiquen anomalías y faltas durante un largo periodo en caso de que surjan problemas. Se espera ordenar un régimen de observación que permita recoger datos a intervalos de un mes aproximadamente. • Para mejorar la precisión de los datos de nivel de agua de auto registro, es necesario comparar los datos recogidos con los datos medidos a mano en el momento de la recopilación de datos para corregir errores. Se espera realizar este procedimiento exhaustivamente.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 34 (nivel de agua)	
Fecha	14 de diciembre de 2015
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • El técnico de EAH-Artemisa entiende y adquiere a través de la observación del nivel de agua subterránea los conocimientos y técnicas relacionados con tal observación necesarios para el manejo del agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmación del estado de observación del nivel de agua más reciente y recopilación y resumen de los datos observados, así como confirmación de los problemas actuales y del régimen de observación de ahora en adelante. • Sobre todo, se indicó de nuevo al técnico que midiera el nivel de agua con el medidor de nivel de agua portátil en el momento de la recopilación de datos y lo verificara comparándolo con los datos de nivel de agua de auto registro.
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	1 personas (EIAH-A: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta ahora no siempre se ha medido el nivel de agua con el medidor portátil en el momento de la recopilación de datos para compararlo con los datos del medidor de nivel de agua de auto registro. • Se juzga que se ha fortalecido el entendimiento sobre la necesidad de detectar anomalías del sensor y/o del ambiente de medición tempranamente, comparando el valor medido con el medidor de nivel de agua portátil con el valor medido con el medidor de auto registro para minimizar la anomalía/falta de datos del medidor de nivel de agua de auto registro.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 35, 36, y 37 (calidad del agua)	
Fecha	4, 5 y 6 de abril de 2016
Lugar	35 (4 de abril): La Habana / EIPH-La Habana, 36 (5 de abril): Artemisa / EAH-Artemisa, 37 (6 de abril): Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender la manera de establecer los valores indicadores y valores objetivos en la

capacitación	conservación de la calidad del agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Tema de capacitación 1: 1) Método de establecer los objetivos para la conservación de la calidad del agua subterránea, valores indicadores y valores objetivos, 2) Construcción del pozo de referencia en el área del proyecto, y 3) Estimación de valores objetivos para la conservación.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	35 (4 de abril): La Habana / EIPH-La Habana: 7 personas (EIPH-H: 6, GEARH: 1) 36 (5 de abril): Artemisa / EAH-Artemisa: 4 personas (EAH-A: 2, EIPH-H: 1, GEARH: 1) 37 (6 de abril): Mayabeque / EAH-Mayabeque: 7 personas (EAH-M: 5, EIPH-H: 1, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> En cuanto al tema de capacitación 1, por tratarse de la revisión de temas ya explicados en el 3^{er} año, el grado de comprensión por parte de los participantes es muy alto. A continuación, se indican algunos comentarios según cada pertenencia. EIPH-Habana es una empresa de investigación de proyectos hidráulicos y perforación de pozos, razón por la cual existe tendencia a que no muestre demasiado interés en las propias actividades de monitoreo, por comparación con GEARH y EAH. Por otro lado, está muy interesado en establecer los valores objetivos para la conservación utilizando los datos existentes de aguas subterráneas, siendo muy alto el grado de comprensión. En EAH-Artemisa hubo discusiones sobre las siguientes preguntas: (1) ¿Se puede utilizar el valor medio o valor centro de un año a la hora de establecer valores indicadores para los lugares donde la variación estacional de la calidad del agua es grande (o se deben cambiar valores indicadores según cada estación) ?, y (2) ¿Se pueden establecer los valores indicadores de la calidad del agua, antes de determinar los valores indicadores del nivel del agua subterránea? (Hay casos en que la concentración de agua varía de acuerdo con la bajada del nivel del agua subterránea.) En EAH-Mayabeque los participantes en la capacitación siempre mostraban alto interés en aprender, manteniendo discusiones muy activas. Ya que las actividades de producción agrícola son muy intensas en esta provincia, hubo opiniones de que se tenía que hacer, además de la vigilancia de la calidad del agua, el monitoreo frecuente de la concentración del ácido nítrico dentro del agua subterránea, para ver el grado de salinización, estableciendo valores indicadores y objetivos para dicho elemento.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 38, 39, y 40 (calidad del agua)	
Fecha	11, 12 y 13 de abril de 2016
Lugar	38 (11 de abril): La Habana / EIPH-La Habana, 39 (12 de abril): Artemisa / EAH-Artemisa, 40 (13 de abril): Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un sistema de vigilancia tanto del agua subterránea, como del agua superficial dentro del área del Proyecto. Sintetizar la situación actual de los embalses dentro de Cuba, tema que no se abordó hasta entonces, y comprender otro mecanismo de formación de la calidad del agua diferente al agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Tema de capacitación 2: 1) Historia y situación actual sobre la construcción de presas en Cuba, 2) Objetos de conservación del agua superficial, 3) Concepto de eutrofización, y forma química y circulación de nitrógeno y fósforo, 4) Parámetros de monitoreo del agua superficial, 5) Ejemplos reales del valor de monitoreo y significado del valor de medición, y 6) Discusiones.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua), Orlando Laíz Averhoff (EIPH-H)
Participantes	38 (11 de abril): La Habana / EIPH-La Habana: 7 personas (EIPH-H: 6, GEARH: 1) 39 (12 de abril): Artemisa / EAH-Artemisa: 5 personas (EAH-A: 3, EIPH-H: 1, GEARH: 1) 40 (13 de abril): Mayabeque / EAH-Mayabeque: 5 personas (EAH-M: 3, EIPH-H: 1, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Se impartió el curso en español, razón por la cual hubo numerosas preguntas de los participantes desde el inicio. Se enseñaron nociones generales sobre la calidad del agua superficial, por lo que se puede decir que el interés y el grado de comprensión de los participantes fueron suficientemente altos. A continuación, se indican algunos comentarios según cada pertenencia.

	<ul style="list-style-type: none"> • La edad de los participantes de EIPH-Habana era relativamente alta, y había técnicos con experiencia de haber trabajado en la construcción y mantenimiento de las presas en Cuba y del Dique Sur, ofreciéndose explicaciones adicionales sobre estas estructuras por parte de dichos técnicos, por lo que intercambiaron activamente sus opiniones desde el inicio. La eutrofización provocada por la entrada de la sal nutritiva fue un tema que llamó especialmente la atención de los participantes. Sin embargo, daba la impresión de que no era suficiente la comprensión sobre el mecanismo de eutrofización y su influencia en la red de drenaje (en los embalses). Era una impresión común a los participantes y a los instructores, por lo que se decidió explicar de nuevo este tema en la capacitación de la siguiente semana, desde el punto de vista científico, utilizando varias figuras y dibujos para facilitar la explicación de los expertos japoneses. • Igualmente, los técnicos de EAH-Artemisa hicieron numerosas preguntas en relación con la historia de construcción de presas. Los participantes manifestaron su deseo de tratar más en la capacitación las aguas superficiales y los embalses, de los cuales tenían escasos conocimientos, ya que conocían bien las aguas subterráneas. Por otra parte, en la provincia de Artemisa se realizaba recientemente la determinación fraccional de cromo dentro de aguas superficiales (determinación de cromo trivalente y cromo hexavalente por separado), razón por la cual hubo solicitud de incluir en la capacitación de la siguiente semana, sobre las medidas contra la contaminación de aguas subterráneas, la explicación detallada del método de análisis de cromo y su influencia en la salud. En respuesta a esta solicitud, se decidió dar explicaciones al respecto a la hora de abordar el tema de los metales pesados en relación con la contaminación por carga de fuentes puntuales. • En EAH-Mayabeque hubo discusiones activas sobre la manera de eliminación de la sal nutritiva que sale desde el fondo del embalse. Se hablaba del dragado de sedimentos del embalse para minimizar la eutrofización y utilizar los sedimentos descargados como fertilizantes de terrenos agrícolas. Esta idea se pone en práctica en Japón y otros países del mundo, sin embargo, antes de utilizar los sedimentos, se necesita examinar el contenido de los metales pesados, etc., lo cual fue sugerido por los expertos japoneses. El grado de comprensión de los temas tratados en esta capacitación fue muy alto también en EAH-Mayabeque, por lo que se espera que todo esto pueda elevar el interés de los participantes en el monitoreo de aguas subterráneas y promover la conciencia de problemas.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 41, 42, y 43 (calidad del agua)	
Fecha	18, 19 y 20 de abril de 2016
Lugar	41 (18 de abril): La Habana / EIPH-La Habana, 42 (19 de abril): Artemisa / EAH-Artemisa, 43 (20 de abril): Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el mecanismo de contaminación por carga de fuentes no puntuales y características de los contaminantes. Suponer también dicha contaminación susceptible de producirse dentro del área del Proyecto, y tomar medidas realistas.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Tema de capacitación 3: 1) 5 categorías del monitoreo de contaminación de la calidad del agua, 2) Mecanismo de formación de la calidad del agua, 3) Resumen de la contaminación por carga de fuentes no puntuales y localización de problemas, 4) Detalles sobre la contaminación por carga de fuentes no puntuales (Nitrógeno nitrato, nitrógeno nitrito, contaminantes no orgánicos y contaminantes orgánicos), 5) Agricultura orgánica y aproximación para la conversión en agricultura ecológica, y 6) Discusiones.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	41 (18 de abril): La Habana / EIPH-La Habana: 6 personas (EIPH-H: 5, GEARH: 1) 42 (19 de abril): Artemisa / EAH-Artemisa: 3 personas (EAH-A: 2, GEARH: 1) 43 (20 de abril): Mayabeque / EAH-Mayabeque: 7 personas (EAH-M: 5, EIPH-H: 1, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En esta capacitación se dieron explicaciones sobre los contaminantes de origen agrícola (nitrógeno dentro del abono y pesticida orgánico) y los contaminantes de origen geológico (arsénico y flúor dentro de minerales), como elementos causantes de la contaminación por carga de fuentes no puntuales, en relación con los títulos de capacitación arriba indicados, además de las discusiones al respecto. En cuanto a la eutrofización producida por el

	<p>nitrógeno, para complementar la clase de la semana anterior, se dieron explicación con el uso de figuras y fotografías sobre: 1) el mecanismo de producción de plancton ($06CO_2 + 90H_2O + 16NO_3^- + PO_4^{3-} \rightarrow C_{106}H_{180}O_{45}N_{16}P$) dentro de la red de drenaje por la entrada de sal nutritiva, 2) la causa de subida de pH en lagos, pantanos y embalses por el aumento del plancton vegetal, 3) el mecanismos de producción del estado de falta de oxígeno debido a la cadena trófica provocada por dicho plancton y la eutrofización, y 4) las sustancias muy toxicas, como microcistina producida por cianobacterias. A continuación, se indican los comentarios según cada pertenencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En EIPH-Habana hubo numerosas preguntas sobre el fósforo (P), como sustancia de eutrofización (sal nutritiva). Esto se debía a que el fosforo era menos familiar que el nitrógeno para los participantes. Por esta razón, se hizo la presentación del resultado del estudio de mediciones realizado por el instructor sobre la forma química de fósforo dentro del medio ambiente y la dinámica del mismo, así como se dieron explicaciones adicionales mediante fotografías del fósforo en sólido suspenso tomadas por microscopio electrónico, imágenes de análisis por rayos X, imágenes por resonancia magnética, etc. Por otra parte, los participantes tenían interés en los sedimentos del fondo del embalse, sobre los que se había discutido la semana anterior también en EAH-Mayabeque, solicitando explicaciones respecto al método de estudio y análisis de los mismos. • En EAH-Artemisa hubo discusiones muy activas sobre el flúor, como contaminante de origen geológico. En Cuba existen pocos minerales que contengan flúor, tales como fluorita, criolita, etc., no habiéndose producido, hasta ahora, accidentes en la calidad de agua por exceso de flúor, como se observan frecuentemente en los países asiáticos. Según los participantes en la capacitación, hay casos en que se añade intencionalmente el flúor en las bebidas, como micronutrientes, para compensar la cantidad necesaria al cuerpo humano. • En EAH-Mayabeque se propuso el uso activo de compost y abono verde para disminuir la cantidad de abono químico. Por otra parte, hubo preguntas sobre el uso de lombrices para mejorar la calidad de la tierra. Como respuesta a esta pregunta, se explicó que la mejora de la tierra debía realizarse generalmente desde los aspectos físico y químico, por lo que el uso de lombrices resultaba efectivo para ambos aspectos, dando ejemplos reales de dicho uso practicado en Ecuador por el instructor. Se explicó igualmente que el uso de pesticidas no era siempre perjudicial, y la cantidad adecuada de los mismos podía mejorar la cosecha de cultivos, sirviendo incluso para conservar las aguas subterráneas.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 44 (calidad del agua)	
Fecha	26 de abril de 2016
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el mecanismo de contaminación por carga de fuentes puntuales y las características de los contaminantes. Suponer la contaminación por carga de fuentes puntuales susceptible de producirse en el área objeto, y discutir sobre las medias realistas. Estudiar sobre la contaminación de la calidad del agua a la que se debe prestar actualmente la mayor atención dentro del área objeto, en relación con la contaminación por carga de fuentes puntuales y no puntuales.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Tema de capacitación 4: 1) Revisión de la contaminación por carga de fuentes no puntuales, 2) Dinámica de metales pesados y materiales orgánicas dentro de la tierra y del agua subterránea, 3) Nociones de carga de fuentes puntuales y localización de problemas, 4) Detalles sobre los contaminantes de fuentes puntuales (características del cadmio, cromo, plomo, mercurio, benceno y trihalometano, influencia sobre el cuerpo humano, método de tratamiento básico del agua, comparación con los valores internacionales estandarizados, etc.), y 5) Discusiones.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	11 personas (EIPH-H: 5, EAH-A: 2, EAH-M:3, GEARH:1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En la capacitación del segundo y tercer año se explicó varias veces sobre los metales pesados perjudiciales al cuerpo humano designados por la Norma Cubana, por lo que fue muy alto el grado de comprensión de la dinámica ambiental de metales pesados por parte de los participantes. Por otra parte, en cuanto a los químicos orgánicos incluidos

	<p>principalmente en los efluentes industriales, no eran familiares para los participantes, siendo complicada su estructura química, por lo que había tendencia a evitarse aprender este tema. Bajo esta tendencia, se impartió esta capacitación haciendo enfoque al benceno y trihalometano, para explicar de qué fábricas se descargaban las aguas residuales con estos elementos químicos, y qué influencia podían causar los mismos al cuerpo humano. Se explicó que no quedaba ninguna duda sobre la toxicidad de benceno, y en cuanto al trihalometano, se dio la explicación de que el cloro residual del agua potable podía generar este elemento, pero la falta de la cloración provocaría una contaminación extensa por coliformes, razón por la cual no había necesidad de preocuparse excesivamente. Cabe señalar también que en las discusiones generales, los participantes llegaron a la conclusión de que la contaminación que tenía la mayor posibilidad de producirse en el área objeto, entre las contaminaciones de la calidad del agua por carga de fuentes puntuales o no puntuales, era la que se debía al nitrógeno (especialmente, nitrógeno nitrato) existente dentro del abono, y de que se necesitaba tomar medidas transversales entre los ministerios.</p>
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 45 (calidad del agua)	
Fecha	11 de mayo de 2016
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender el método de análisis de los principales iones.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Composición de los principales iones mediante un diagrama trilineal, 2) Relación entre la cantidad total de iones principales y la conductividad eléctrica, y 3) Balance entre los iones positivos y negativos principales.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	5 personas (EAH-M: 4, EIPH-H: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Cada EAH solicitaba a ENEST, perteneciente a GEIP, el análisis de los iones principales dentro del agua subterránea, y los datos analizados se introducían posteriormente en la base de datos, sin verificarse la fiabilidad de los mismos. Bajo esta situación, en esta capacitación se enseñó el método elemental de análisis de dichos iones, verificando su fiabilidad. Se elaboró un diagrama trilineal con los datos de los iones principales desde 2007 hasta 2015 (32 sitios y 374 conjuntos de datos), obteniéndose las siguientes observaciones: (1) El contenido de calcio (Ca) y ácido carbónico (HCO_3) dentro del agua subterránea de Mayabeque es relativamente alto, debido a la fuerte influencia de las piedras calizas, (2) El contenido de sodio (Na) y cloro (Cl) no es alto, por lo que se puede considerar que el avance de la salinización es lento y la influencia de la sal marina es mínima, y (3) El contenido de ácido sulfúrico (SO_4) es relativamente alto, desconociéndose la razón. A continuación de esto, como confirmaciones que debía hacer la EAH, antes de llegar a las observaciones arriba indicadas, se enseñaron (1) la manera de confirmar la relación entre el contenido de iones principales y la conductividad eléctrica, y (2) el balance entre los iones positivos y negativos principales. La conductividad eléctrica se refiere a la cantidad total de electrolitos. Es decir, la cantidad total de iones se expresa como resistencia eléctrica, por lo que se debe apreciar teóricamente una correlación muy positiva entre ambos parámetros. En primer lugar, se debe confirmar este aspecto, y una vez confirmada la linealidad entre ambos, se confirma, en segundo lugar, el balance de los iones. Normalmente, debe haber una correlación altamente positiva también entre los iones positivos y los negativos, sin embargo, debido a la influencia de iones de ácido orgánico dentro del agua, el balance de iones se inclina ligeramente hacia los iones positivos. Sin embargo, cuando se hizo un estudio sobre dicho balance con los datos recibidos de ENEST, no se observaba una relación clara entre ambos iones, lo cual sugirió la falta de fiabilidad de estos datos para someterlos al análisis. El equipo de análisis de la calidad del agua (espectrofotómetro) suministrado mediante el presente Proyecto sólo puede medir el cloro, ácido nítrico y ácido sulfúrico, siendo imposible hacer la comprobación cruzada. Por lo tanto, como una medida alternativa, se orientará a los participantes en la capacitación de modo que hagan la verificación de datos de manera exhaustiva, para intentar acumular datos correctos de monitoreo.
Capacitación en el monitoreo de aguas subterráneas 46, 47, y 48 (calidad del agua)	

Fecha	18, 22 y 23 de noviembre de 2016
Lugar	46 (18 de noviembre): La Habana / GEARH, 47 (19 de noviembre): Artemisa / EAH-Artemisa, 48 (20 de noviembre): Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar de manera definitiva los ítems claves de la capacitación sobre el monitoreo de aguas subterráneas (sector de calidad de agua) llevada a cabo en el presente Proyecto, y al mismo tiempo fomentar más una conciencia de responsabilidad de la contraparte sobre el manejo de aguas subterráneas a través de la introducción de críticos casos de contaminación de calidad de agua ocurridos en el pasado.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Revisión del mecanismo de la formación de calidad de agua y cargas de fuente zonal y fuente puntual, 2) presentación de casos de contaminación de calidad de agua a causa de mercurio orgánico y medidas tomadas por el Estado, 3) tendencia mundial de medidas contra contaminación por mercurio, 4) resumen de las capacitaciones de monitoreo de aguas subterráneas (sector de calidad e agua) y, 5) discusiones.
Instructor	Hirokatsu Utagawa (Sublíder/Calidad de Agua)
Participantes	46 (18 de noviembre): 3 personas (EIPH-H: 2, GEARH: 1), Otros observadores (GEARH): 2 47 (22 de noviembre): 2 personas (EAH-A: 1, GEARH: 1) 48 (23 de noviembre): 8 personas (EAH-M: 8)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En esta capacitación, como un crítico caso real de contaminación accidental de calidad de agua proveniente de una carga de fuente puntual, se presentaron la descarga de mercurio orgánico (mercurio de metilo) ocasionada en 1956 en el Departamento de Kumamoto, Japón, y la consecuente enfermedad de Minamata como tópico. Los signos de dicha enfermedad se presentaron en un video de enfermos. El mecanismo del desarrollo de la enfermedad, ahora que han transcurrido los 60 años desde su ocurrencia, todavía no se ha aclarado por completo, por tanto, en esta capacitación se mostró en forma concisa la vanguardia de la investigación epidemiológica sobre la enfermedad de Minamata, con ilustraciones del principio de los instrumentos de medición cuyo inventor técnico japonés recibió el Premio Nobel de Química en 2002, junto con ejemplos de aplicación. Asimismo, se explicó de manera resumida la “Convención Minamata sobre el Mercurio”, la que el gobierno de Japón intenta poner en vigor en 2017. Las primeras impresiones de los participantes son las siguientes. • En EIPH-Habana se recibieron una tras otra las preguntas académicas y realistas sobre la forma de presencia de mercurio en el suelo su nivel de solución y medidas de eliminación del mercurio tomadas en el golfo contaminado (golfo de Minamata). Los participantes tenían conocimiento de daños de la salud por un metal pesado a través de libros, pero siendo por supuesto la primera vez ver el video de imágenes reales, parecían haberse asustado bastante. Lo mismo pasó con los participantes de ambas EAH, que se menciona abajo. Por recibir una pregunta sobre casos reales de la contaminación de metales pesados que no sea mercurio, se explicó una contaminación de calidad de agua provocada por cadmio (enfermedad de Itai Itai), además del plomo explicado en diapositivas de la capacitación. • En EAH-Artemisa, se recibió una pregunta sobre casos reales de una indemnización del Estado en caso de producirse una contaminación accidental de calidad de agua. Para responderla, se explicaron el procedimiento de juicios de enfermos de Minamata y el contenido de la indemnización del Estado que se hizo en tres ocasiones. En Artemisa desde antes viene analizando el cromo en el agua superficial, por tanto, se dio una explicación especial sobre los daños del cromo hexavalente sobre la salud. • En EAH-Mayabeque, se recibió una pregunta sobre casos reales de contaminación por mercurio en otros países, se dio explicación sobre la Región de América Central y del Sur (Nicaragua, Brasil, etc.) con activas explotaciones de oro de pequeña escala y sobre proyectos realizados por JICA para el control de mercurio. Hubo opiniones que las industrias que siguen utilizando el mercurio desde el pasado pueden convertirse en fuentes puntuales de carga y se explicó el uso del mercurio en las industrias de materiales agrícolas (insecticidas y desinfectantes) en el pasado y las industrias de lámparas fluorescentes e instrumentos médicos en el presente y el comportamiento del mercurio en los productos. Presentando la pregunta recibida en EAH-Mayabeque sobre medidas después de la

	<p>contaminación accidental de calidad de agua (indemnización del Estado), se dio a comprender que es importante desde luego continuar la vigilancia de la calidad de agua mediante un monitoreo en el manejo de aguas subterráneas, y también elaborar una pauta o manuales en caso de ocurrir contaminación accidental y establecer un mecanismo de comunicación.</p>
--	---

Tabla 5-10: Participantes en la capacitación sobre monitoreo de agua subterránea

No.		1	2	3	4	5	6
Fecha		2013/4/30	2013/5/7	2013/5/9	2013/7/8	2013/7/19	2013/11/8
Lugar		EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	Mayabeque (sitio)
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H	○	○	○	○		
Lourdes Valdés González	EIPH-H	○	○	○	○	○	
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	○	○	○		○	○
Rafael Feito Olivera	EIPH-H	○				○	
Andiés Portal	EIPH-H						
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H						
Andrés Portal Casanova	EIPH-H						
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H						
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H	○	○				
María Díaz García	EIPH-H						
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	○	○	○	○	○	○
Celia Hernández	GEARH		○	○			
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M	○	○	○	○		○
Humberto García Acosta	EAH-M		○		○		
Pedro L. Hernández	EAH-M				○		
Pedro García Rodríguez	EAH-M						○
Pedro López Rodríguez	EAH-M						
Aida Reyes Lamach	EAH-M						
Norma Viera	EAH-M						
Jesús León	EAH-M						
Jorge Lius Pérez Hernández	EAH-M						
Yenida Hernández	EAH-M						
Adonis L. Somoth	EAH-M						
Alicia Albuto Rodríguez	EAH-M						
Yenida Rodríguez	EAH-M						
Adonis Sizoro	EAH-M						
Ana L. López Gasca	EAH-M						
Euralia Martínez	EAH-M						
Isabel M. Martínez Campa	EAH-M						
Katy Álvarez Gasca	EAH-M						
Mabel Hernández Catilla	EAH-M						
Maidelis Álvarez	EAH-M						
Mailyn Hernández	EAH-M						
Osmani Tejeda Pino	EAH-M						
Wilber Fernández Ríos	EAH-M						
Amanda García Martínez	EAH-M						
Leonardo Barrueta Volcarial	EAH-M						
Manuel Gil Piloto	EAH-M						
Yamila M. Pérez Espinosa	EAH-M						

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Daniel Amaury Romero	EAH-M						
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A				○		○
Ernesto Morales Chirino	EAH-A	○	○		○		○
Héctor Medina Alfonso	EAH-A	○			○		
Adrián Hernández Parupas	EAH-A						
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A						
Ivelle Ramírez Victores	EAH-A						
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A						
Osmany Martínez Ruz	EAH-A						
Dayamí Martínez Acosta	EAH-A						
Eugenio Díaz Padilla	EAH-A						
Roberto Vallés Ulloz	EAH-A						
Maibel Rodríguez	EAH-A						
Daymi Pereda Cordero	EAH-A						
Liuvi González	EAH-A						
Daily Izquierdo López	ISPAJE						
Otros observadores			7 personas				

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		7	8	9	10	11	12
Fecha		2013/11/21	2013/12/5	2013/12/11	2014/1/13	2014/1/17	2014/1/30
Lugar		Mayabeque (sitio)	Artemisa (sitio)	EAH-A	Artemisa (sitio)	Quivicán	EAH-A
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H					o	o
Lourdes Valdés González	EIPH-H						o
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	o	o		o	o	o
Rafael Feito Olivera	EIPH-H						o
Andiés Portal	EIPH-H					o	
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H						o
Andrés Portal Casanova	EIPH-H						
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H						
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H						
María Díaz García	EIPH-H						
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	o	o	o		o	o
Celia Hernández	GEARH						
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M	o	o			o	
Humberto García Acosta	EAH-M	o	o			o	
Pedro L. Hernández	EAH-M						
Pedro García Rodríguez	EAH-M	o	o			o	
Pedro López Rodríguez	EAH-M						
Aida Reyes Lamach	EAH-M					o	
Norma Viera	EAH-M					o	
Jesús León	EAH-M					o	
Jorge Lius Pérez Hernández	EAH-M						
Yenida Hernández	EAH-M						
Adonis L. Somoth	EAH-M						
Alicia Albuto Rodríguez	EAH-M						
Yenida Rodríguez	EAH-M						
Adonis Sizoro	EAH-M						
Ana L. Lopez Gasca	EAH-M						
Euralia Martínez	EAH-M						
Isabel M. Martínez Campa	EAH-M						
Katy Álvarez Gasca	EAH-M						
Mabel Hernández Catilla	EAH-M						
Maidelis Álvarez	EAH-M						
Mailyn Hernández	EAH-M						
Osmani Tejeda Pino	EAH-M						
Wilber Fernández Ríos	EAH-M						
Amanda García Martínez	EAH-M						
Leonardo Barrueta Volcarial	EAH-M						
Manuel Gil Piloto	EAH-M						
Yamila M. Pérez Espinosa	EAH-M						

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Daniel Amaury Romero	EAH-M						
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A	○	○	○	○		
Ernesto Morales Chirino	EAH-A	○	○	○	○		
Héctor Medina Alfonso	EAH-A		○	○			○
Adrián Hernández Parupas	EAH-A		○	○			○
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A		○				
Ivelle Ramírez Victores	EAH-A			○			○
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A			○			
Osmany Martínez Ruz	EAH-A			○			
Dayamí Martínez Acosta	EAH-A						○
Eugenio Díaz Padilla	EAH-A						○
Roberto Vallés Ulloz	EAH-A						
Maibel Rodríguez	EAH-A						
Daymi Pereda Cordero	EAH-A						
Liuvi González	EAH-A						
Daily Izquierdo López	ISPAJE					○	
Otoros observadores							

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		13	14	15	16	17	18
Fecha		2014/2/4	2014/2/20	2014/3/12	2014/3/14	2014/12/10	2014/12/11
Lugar		Quivicán	EAH-A	EAH-M	EAH-A	EAH-M	EAH-A
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H		o				
Lourdes Valdés González	EIPH-H		o				
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H		o		o		
Rafael Feito Olivera	EIPH-H						
Andiés Portal	EIPH-H						
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H						
Andrés Portal Casanova	EIPH-H		o				
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H						
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H						
María Díaz García	EIPH-H						
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	o	o				
Celia Hernández	GEARH						
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M	o	o	o			
Humberto García Acosta	EAH-M	o	o	o		o	
Pedro L. Hernández	EAH-M	o					
Pedro García Rodríguez	EAH-M						
Pedro López Rodríguez	EAH-M	o		o			
Aida Reyes Lamach	EAH-M	o	o	o			
Norma Viera	EAH-M						
Jesús León	EAH-M	o					
Jorge Lius Pérez Hernández	EAH-M	o					
Yenida Hernández	EAH-M	o		o			
Adonis L. Somoth	EAH-M			o			
Alicia Albuto Rodríguez	EAH-M			o			
Yenida Rodríguez	EAH-M						
Adonis Sizoro	EAH-M						
Ana L. López Gasca	EAH-M						
Euralia Martínez	EAH-M						
Isabel M. Martínez Campa	EAH-M						
Katy Álvarez Gasca	EAH-M						
Mabel Hernández Catilla	EAH-M						
Maidelis Álvarez	EAH-M						
Mailyn Hernández	EAH-M						
Osmani Tejeda Pino	EAH-M						
Wilber Fernández Ríos	EAH-M						
Amanda García Martínez	EAH-M						
Leonardo Barrueta Volcarial	EAH-M						
Manuel Gil Piloto	EAH-M						
Yamila M. Pérez Espinosa	EAH-M						

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Daniel Amaury Romero	EAH-M						
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A		○		○		
Ernesto Morales Chirino	EAH-A		○		○		○
Héctor Medina Alfonso	EAH-A						
Adrián Hernández Parupas	EAH-A		○				
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A						
Ivelle Ramírez Victores	EAH-A		○		○		
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A						
Osmany Martínez Ruz	EAH-A						
Dayamí Martínez Acosta	EAH-A		○		○		
Eugenio Díaz Padilla	EAH-A						
Roberto Vallés Ulloz	EAH-A		○		○		
Maibel Rodríguez	EAH-A						
Daymi Pereda Cordero	EAH-A						
Liuvi González	EAH-A						
Daily Izquierdo López	ISPAJE						
Otros observadores							

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		19	20	21	22	23	24
Fecha		2015/1/26	2015/2/26	2015/3/2	2015/3/4	2015/3/4	2015/3/9
Lugar		EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	EAH-A	EAH-M	EIPH-H
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H	○	○	○			○
Lourdes Valdés González	EIPH-H	○	○	○			○
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H						
Rafael Feito Olivera	EIPH-H		○	○			○
Andiés Portal	EIPH-H						
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H						
Andrés Portal Casanova	EIPH-H	○	○	○			○
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H		○	○			○
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H						
María Díaz García	EIPH-H						
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH					○	
Celia Hernández	GEARH						
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M						
Humberto García Acosta	EAH-M					○	
Pedro L. Hernández	EAH-M					○	
Pedro García Rodríguez	EAH-M						
Pedro López Rodríguez	EAH-M					○	
Aida Reyes Lamach	EAH-M					○	
Norma Viera	EAH-M						
Jesús León	EAH-M						
Jorge Lius Pérez Hernández	EAH-M						
Yenida Hernández	EAH-M						
Adonis L. Somoth	EAH-M						
Alicia Albuto Rodríguez	EAH-M						
Yenida Rodríguez	EAH-M					○	
Adonis Sizoro	EAH-M					○	
Ana L. López Gasca	EAH-M					○	
Euralia Martínez	EAH-M					○	
Isabel M. Martínez Campa	EAH-M					○	
Katy Álvarez Gasca	EAH-M					○	
Mabel Hernández Catilla	EAH-M					○	
Maidelis Álvarez	EAH-M					○	
Mailyn Hernández	EAH-M					○	
Osmani Tejeda Pino	EAH-M					○	
Wilber Fernández Ríos	EAH-M					○	
Amanda García Martínez	EAH-M						
Leonardo Barrueta Volcarial	EAH-M						
Manuel Gil Piloto	EAH-M						
Yamila M. Pérez Espinosa	EAH-M						

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Daniel Amaury Romero	EAH-M						
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A				○		
Ernesto Morales Chirino	EAH-A				○		
Héctor Medina Alfonso	EAH-A						
Adrián Hernández Parupas	EAH-A						
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A						
Ivelle Ramírez Victores	EAH-A						
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A						
Osmany Martínez Ruz	EAH-A						
Dayamí Martínez Acosta	EAH-A						
Eugenio Díaz Padilla	EAH-A						
Roberto Vallés Ulloz	EAH-A						
Maibel Rodríguez	EAH-A				○		
Daymi Pereda Cordero	EAH-A						
Liuvi González	EAH-A						
Daily Izquierdo López	ISPAJE						
Otros observadores						1 persona	

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		25	26	27	28	29	30
Fecha		2015/3/9 AM	2015/3/9 PM	2015/3/16	2015/3/18	2015/3/20AM	2015/3/20PM
Lugar		EAH-M	EAH-M	EIPH-H	EAH-M	EAH-A	EAH-A
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H			o			
Lourdes Valdés González	EIPH-H			o			
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H						
Rafael Feito Olivera	EIPH-H			o			
Andiés Portal	EIPH-H						
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H						
Andrés Portal Casanova	EIPH-H			o			
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H			o			
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H						
María Díaz García	EIPH-H						
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH					o	o
Celia Hernández	GEARH						
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M						
Humberto García Acosta	EAH-M	o	o		o		
Pedro L. Hernández	EAH-M	o	o		o		
Pedro García Rodríguez	EAH-M						
Pedro López Rodríguez	EAH-M	o	o		o		
Aida Reyes Lamach	EAH-M						
Norma Viera	EAH-M						
Jesús León	EAH-M						
Jorge Lius Pérez Hernández	EAH-M				o		
Yenida Hernández	EAH-M						
Adonis L. Somoth	EAH-M						
Alicia Albuto Rodríguez	EAH-M						
Yenida Rodríguez	EAH-M	o	o		o		
Adonis Sizoro	EAH-M						
Ana L. López Gasca	EAH-M	o	o		o		
Euralia Martínez	EAH-M						
Isabel M. Martínez Campa	EAH-M						
Katy Álvarez Gasca	EAH-M						
Mabel Hernández Catilla	EAH-M						
Maidelis Álvarez	EAH-M	o	o		o		
Mailyn Hernández	EAH-M						
Osmani Tejeda Pino	EAH-M						
Wilber Fernández Ríos	EAH-M	o	o				
Amanda García Martínez	EAH-M	o	o		o		
Leonardo Barrueta Volcarial	EAH-M	o	o		o		
Manuel Gil Piloto	EAH-M	o	o		o		
Yamila M. Pérez Espinosa	EAH-M	o	o		o		

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Daniel Amaury Romero	EAH-M						
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A					○	○
Ernesto Morales Chirino	EAH-A					○	○
Héctor Medina Alfonso	EAH-A						
Adrián Hernández Parupas	EAH-A					○	○
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A						
Ivelle Ramírez Victores	EAH-A						
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A						
Osmany Martínez Ruz	EAH-A						
Dayamí Martínez Acosta	EAH-A						
Eugenio Díaz Padilla	EAH-A					○	○
Roberto Vallés Ulloz	EAH-A					○	○
Maibel Rodríguez	EAH-A					○	○
Daymi Pereda Cordero	EAH-A					○	○
Liuvi González	EAH-A						
Daily Izquierdo López	ISPAJE						
Otros observadores							

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		31	32	33	34	35	36
Fecha		2015/3/23	2015/11/25	2015/12/3	2015/12/14	2016/4/4	2016/4/5
Lugar		EIPH-H	EAH-M	EAH-A	EAH-A	EIPH-H	EAH-A
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H	○				○	○
Lourdes Valdés González	EIPH-H						
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H					○	
Rafael Feito Olivera	EIPH-H	○				○	
Andiés Portal	EIPH-H						
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H						
Andrés Portal Casanova	EIPH-H	○				○	
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H					○	
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H						
María Díaz García	EIPH-H					○	
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	○				○	○
Celia Hernández	GEARH						
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M						
Humberto García Acosta	EAH-M		○				
Pedro L. Hernández	EAH-M						
Pedro García Rodríguez	EAH-M						
Pedro López Rodríguez	EAH-M						
Aida Reyes Lamach	EAH-M						
Norma Viera	EAH-M						
Jesús León	EAH-M						
Jorge Lius Pérez Hernández	EAH-M						
Yenida Hernández	EAH-M						
Adonis L. Somoth	EAH-M						
Alicia Albuto Rodríguez	EAH-M						
Yenida Rodríguez	EAH-M						
Adonis Sizoro	EAH-M						
Ana L. López Gasca	EAH-M						
Euralia Martínez	EAH-M						
Isabel M. Martínez Campa	EAH-M						
Katy Álvarez Gasca	EAH-M						
Mabel Hernández Catilla	EAH-M						
Maidelis Álvarez	EAH-M						
Mailyn Hernández	EAH-M						
Osmani Tejeda Pino	EAH-M						
Wilber Fernández Ríos	EAH-M						
Amanda García Martínez	EAH-M						
Leonardo Barrueta Volcarial	EAH-M						
Manuel Gil Piloto	EAH-M						
Yamila M. Pérez Espinosa	EAH-M						

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Daniel Amaury Romero	EAH-M						
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A	○					
Ernesto Morales Chirino	EAH-A	○		○	○		○
Héctor Medina Alfonso	EAH-A						
Adrián Hernández Parupas	EAH-A						
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A						
Ivelle Ramírez Victores	EAH-A						
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A						
Osmany Martínez Ruz	EAH-A						
Dayamí Martínez Acosta	EAH-A						
Eugenio Díaz Padilla	EAH-A						
Roberto Vallés Ulloz	EAH-A						
Maibel Rodríguez	EAH-A						○
Daymi Pereda Cordero	EAH-A						
Liuvi González	EAH-A						
Daily Izquierdo López	ISPAJE						
Otros observadores							

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		37	38	39	40	41	42
Fecha		2016/4/6	2016/4/11	2016/4/12	2016/4/13	2016/4/18	2016/4/19
Lugar		EIPH-H	EAH-M	EAH-A	EAH-A	EIPH-H	EAH-A
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H	○	○	○	○	○	
Lourdes Valdés González	EIPH-H						
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H		○			○	
Rafael Feito Olivera	EIPH-H		○				
Andiés Portal	EIPH-H						
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H						
Andrés Portal Casanova	EIPH-H		○			○	
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H		○			○	
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H						
María Díaz García	EIPH-H		○			○	
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	○	○	○	○	○	○
Celia Hernández	GEARH						
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M	○					
Humberto García Acosta	EAH-M	○			○		
Pedro L. Hernández	EAH-M						
Pedro García Rodríguez	EAH-M						
Pedro López Rodríguez	EAH-M						
Aida Reyes Lamach	EAH-M	○			○		
Norma Viera	EAH-M						
Jesús León	EAH-M						
Jorge Lius Pérez Hernández	EAH-M						
Yenida Hernández	EAH-M	○					
Adonis L. Somoth	EAH-M						
Alicia Albuto Rodríguez	EAH-M						
Yenida Rodríguez	EAH-M						
Adonis Sizoro	EAH-M						
Ana L. López Gasca	EAH-M						
Euralia Martínez	EAH-M						
Isabel M. Martínez Campa	EAH-M						
Katy Álvarez Gasca	EAH-M						
Mabel Hernández Catilla	EAH-M						
Maidelis Álvarez	EAH-M						
Mailyn Hernández	EAH-M						
Osmani Tejeda Pino	EAH-M						
Wilber Fernández Ríos	EAH-M						
Amanda García Martínez	EAH-M						
Leonardo Barrueta Volcarial	EAH-M						
Manuel Gil Piloto	EAH-M						
Yamila M. Pérez Espinosa	EAH-M						

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Daniel Amaury Romero	EAH-M	○			○		
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A						
Ernesto Morales Chirino	EAH-A			○			○
Héctor Medina Alfonso	EAH-A						
Adrián Hernández Parupas	EAH-A						
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A						
Ivelle Ramírez Victores	EAH-A						
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A						
Osmany Martínez Ruz	EAH-A						
Dayamí Martínez Acosta	EAH-A						
Eugenio Díaz Padilla	EAH-A						
Roberto Vallés Ulloz	EAH-A						
Maibel Rodríguez	EAH-A			○			○
Daymi Pereda Cordero	EAH-A						
Liuvi González	EAH-A			○			
Daily Izquierdo López	ISPAJE						
Otros observadores							

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		43	44	45	46	47	48
Fecha		2016/4/20	2016/4/26	2016/5/11	2016/11/18	2016/11/22	2016/11/23
Lugar		EAH-M	EIPH-H	EAH-M	GEARH	EAH-A	EAH-M
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H	○	○	○	○		
Lourdes Valdés González	EIPH-H						
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H		○		○	○	
Rafael Feito Olivera	EIPH-H						
Andiés Portal	EIPH-H						
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H						
Andrés Portal Casanova	EIPH-H		○				
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H		○				
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H						
María Díaz García	EIPH-H		○				
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	○	○		○		
Celia Hernández	GEARH						
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M	○	○	○			
Humberto García Acosta	EAH-M	○	○	○			○
Pedro L. Hernández	EAH-M						○
Pedro García Rodríguez	EAH-M						
Pedro López Rodríguez	EAH-M						
Aida Reyes Lamach	EAH-M	○	○	○			○
Norma Viera	EAH-M						
Jesús León	EAH-M						
Jorge Lius Pérez Hernández	EAH-M						
Yenida Hernández	EAH-M						○
Adonis L. Somoth	EAH-M						○
Alicia Albuto Rodríguez	EAH-M						
Yenida Rodríguez	EAH-M	○					○
Adonis Sizoro	EAH-M						
Ana L. López Gasca	EAH-M						
Euralia Martínez	EAH-M						
Isabel M. Martínez Campa	EAH-M						○
Katy Álvarez Gasca	EAH-M						
Mabel Hernández Catilla	EAH-M						
Maidelis Álvarez	EAH-M						
Mailyn Hernández	EAH-M						
Osmani Tejeda Pino	EAH-M						○
Wilber Fernández Ríos	EAH-M						
Amanda García Martínez	EAH-M						
Leonardo Barrueta Volcarial	EAH-M						
Manuel Gil Piloto	EAH-M						
Yamila M. Pérez Espinosa	EAH-M						

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Daniel Amaury Romero	EAH-M	○		○			
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A						
Ernesto Morales Chirino	EAH-A		○			○	
Héctor Medina Alfonso	EAH-A						
Adrián Hernández Parupas	EAH-A						
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A						
Ivelle Ramírez Victores	EAH-A						
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A						
Osmany Martínez Ruz	EAH-A						
Dayamí Martínez Acosta	EAH-A						
Eugenio Díaz Padilla	EAH-A						
Roberto Vallés Ulloz	EAH-A						
Maibel Rodríguez	EAH-A		○				
Daymi Pereda Cordero	EAH-A						
Liuvi González	EAH-A						
Daily Izquierdo López	ISPAJE						
Otros observadores						2 personas	

Tabla 5-11: Resumen de la capacitación sobre SIG/BD

Capacitación sobre SIG/BD 1	
Fecha	Del 17 al 23 de julio de 2013 (entre los cuales, 5 días completos)
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión del manejo del programa de SIG, uno de los equipos donados
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del programa de SIG (Cardcorp Map Modeller)
Instructor	Masahiko Ikemoto (SIG/BD)
Participantes	4 personas máximo (EIPH-H: 4)
Mención especial	—
Capacitación sobre SIG/BD 2	
Fecha	Del 13 de enero al 27 de febrero de 2014 (entre los cuales, 32 días completos)
Lugar	La Habana/ Salón de reuniones de la EIPH-La Habana (capacitaciones adicionales en EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa)
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) adquirir los conocimientos básicos de SIG/BD, 2) aprender a manejar el software de SIG/BD y 3) aprender a elaborar dibujos con el uso de SIG bajo la supervisión del Experto japonés sobre el tema.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Operación básica del software de SIG, 2) Elaboración de planos básicos utilizando los datos de SIG (configuración de colores y rotulación, y adición de las direcciones, leyenda, escala, etc.), 3) Ordenamiento de los datos dependientes (extracción, output, adición, eliminación y cálculo sencillo), 4) Elaboración y recopilación de gráficas circulares y de barras, 5) Explicación detallada del sistema de coordenadas y transformación de coordenadas, 6) Corrección geométrica, 7) Rotulación en las Figuras, 8) Elaboración de datos en polígonos, líneas y puntos, 9) Análisis de datos digitales de altura (Gtopo30, SRTM), 10) Elaboración de mapa de relieve sombreado, 11) Elaboración de mapa en 3D, 12) Elaboración de mapa de contorno, 13) Análisis hidrológico (Extracción de cuencas y ríos con el uso de datos DEM), 14) Análisis de imágenes satelitales, 15) Práctica de elaboración de planos de Cuba, 16) Práctica de uso de la base de datos.
Instructor	Masahiko Ikemoto (SIG/BD)
Participantes	10 Personas máximo (GEIPI:1, EIPH-H:5, GEARH: 1, EAH-M: 1, EAH-A: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Aunque existen diferencias entre los participantes, en términos generales, los técnicos principales han adquirido los conocimientos básicos de SIG y la operación básica del software. Los técnicos principales de EIPH-La Habana y GEARH, que han participado en casi la totalidad de los cursos, han adquirido los conocimientos básicos mínimos necesarios sobre SIG, así como la capacidad práctica de elaboración de planos. Aunque todavía no son capaces de elaborar planos perfectos por su propia cuenta, se espera que puedan elevar la capacidad técnica recibiendo los oportunos consejos del Experto JICA. • En cuanto a la base de datos, se ha decidido compartir entre las entidades relacionadas la base existente elaborada por el encargado de SIG/BD de EAH-Mayabeque (Humberto García), sin embargo, los técnicos de EAH-Artemisa y EIPH-La Habana no están acostumbrados al uso del software de la base de datos, y no son suficientemente capaces de manejar el programa. Por esta razón, después de regresar el Experto JICA al Japón, se ha previsto celebrar talleres de trabajo periódicos sobre el uso de la base de datos existente para el beneficio de los técnicos arriba indicados, por iniciativa de dicho encargado, que actuará como instructor. • El encargado de SIG/BD de EAH-Mayabeque ya contaba con los datos de monitoreo en el área objetivo, y ha venido acumulándolos en la base de datos, elaborando realmente Figuras y gráficas con dichos datos como trabajo cotidiano. Tiene conocimientos y experiencias de alto nivel en cuanto a SIG y base de datos, en comparación con otros miembros del Subgrupo de SIG/BD. Aunque no ha podido participar tan frecuentemente en esta capacitación, realiza prácticas por su propia cuenta consultando el manual de SIG elaborado por el Proyecto y comprende muy bien este tema. En EAH-Artemisa se realiza también el

	monitoreo de manera continua, sin embargo, se requiere un seguimiento posterior en cuanto a la manera de ordenar los datos.
Capacitación sobre SIG/BD 3	
Fecha	Del 20 al 27 de enero de 2015 (entre los cuales, 5 días completos)
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Una capacitación de seguimiento de SIG dirigida a los técnicos de EAH-Mayabeque que no pudieron participar suficientemente en la 2ª capacitación sobre SIG/BD realizada en el 2º año.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Métodos de ordenamiento de datos utilizando datos reales de monitores y métodos de elaboración de los siguientes planos de la zona objetivo del Proyecto aprovechando SIG.
Instructor	Masahiko Ikemoto (SIG/BD)
Participantes	9 personas máximo (EAH-M: 7, EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Los participantes elaboraron todos los planos, pero para adquirir la habilidad es importante repetir la elaboración de planos similares. Para los métodos de ordenamiento de datos y la identificación de errores hace falta mayor seguimiento.
Capacitación sobre SIG/BD 4	
Fecha	Del 26 de enero al 19 de febrero de 2015 (entre los cuales, 5 días completos)
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Una capacitación de seguimiento de SIG dirigida a los técnicos de EAH-Mayabeque que no pudieron participar suficientemente en la 2ª capacitación sobre SIG/BD realizada en el 2º año.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Métodos de ordenamiento de datos utilizando datos reales de monitores y métodos de elaboración de los siguientes planos de la zona objetivo del Proyecto aprovechando SIG. Traslado de datos de la base de datos existente a nueva base de datos establecida principalmente por EAH-Mayabeque en el Proyecto, e integración de la base de datos de monitoreo y la base de datos de SIG.
Instructor	Masahiko Ikemoto (SIG/BD)
Participantes	5 personas máximo (EAH-A: 2, EIPH-H: 3)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Debido a que fueron pocos los participantes de EAH-Artemisa, la capacitación se dio en forma casi individual. Los participantes se esfuerzan positivamente por aprender técnicas repitiendo prácticas aprovechando también los datos propios de EAH-Artemisa, además de los datos utilizados en la capacitación, por lo que es muy alto el nivel de comprensión.
Capacitación sobre SIG/BD 5	
Fecha	Del 18 de abril al 13 de mayo de 2016 (entre los cuales, 15 días completos)
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana: 11 días, Mayabeque / EAH-Mayabeque: 3 días, Artemisa / EAH-Artemisa: 1 día
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> (1) Ordenar los datos de monitoreo, (2) elaborar mapas y base de datos para el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) y (3) revisar el Plan de Monitoreo del Agua Subterránea en lo que se refiere al SIG/BD por parte del subgrupo de SIG/BD.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Confirmación del estado de ordenamiento de datos de monitoreo. Orientación sobre la elaboración de mapas y base de datos para el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo). Revisión del Plan de Monitoreo del Agua Subterránea en lo que se refiere al SIG/BD.
Instructor	Masahiko Ikemoto (SIG/BD)
Participantes	6 personas máximo (EIPH-H: 2, EAH-M: 3, EAH-A: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Los técnicos de EIPH-Habana se mostraban paulatinamente capaces de utilizar el software del SIG, sin embargo, necesitaban aprender la manera de ordenar los datos, interpretar los resultados, distinguir los errores, etc., elaborando repetitivamente mapas y base de datos del SIG por su cuenta. Mediante la elaboración de los mapas y base de datos necesarios hasta completar el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), se intentó mejorar aún más la capacidad técnica. Se observaban todavía algunos errores en los datos de EAH-Artemisa, por lo que se hizo la revisión de los mismos, de acuerdo con los puntos de confirmación y corrección señalados

	por los expertos japoneses. <ul style="list-style-type: none"> • Se debe fortalecer aún más la comunicación entre los encargados del SIG/BD de EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa en adelante, siendo necesario que el encargado de EIPH-Habana desempeñe de manera más positiva la función de coordinador para compartir los datos entre todos.
--	--

Tabla 5-12: Participantes en la capacitación sobre SIG/BD

No.		1	2	3	4	5
Fecha		2013/7/17-7/23 (5 días)	2014/1/13-2/27 (32 días)	2015/1/20-1/27 (5 días)	2015/1/26-2/19 (5 días)	2016/4/18-5/13 (15 días)
Lugar		EIPH-H	EIPH-H	EAH-M	EAH-A	EIPH-H EAH-M EAH-A
Hidelisa Jiménez Ponce	GEIPI		2 días			
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H	5 días	16 días	5 días	3 días	7 días
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H	5 días	31 días	4 días		15 días
Francis I. Guerra Vázquez	EIPH-H	5 días	26 días			
Laritz Socorro Rivero	EIPH-H	5 días	9 días		3 días	
Dariel Jerez Castro	EIPH-H		7 días			
Mirelis Cárlenas M.	GEARH		19 días			
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M			5 días		1 día
Humberto García Acosta	EAH-M		2 días	4 días		4 días
Aida Reyes Lamach	EAH-M			5 días		1 día
Dabiel Vargas Matos	EAH-M			4 días		
Meilyn Hernandez	EAH-M			5 días		
Nereida Hernandez	EAH-M			5 días		
Andrés Portuondo	EAH-M			5 días		
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A		5 días			
Ernesto Morales Chirino	EAH-A		6 días		5 días	2 días
Roberto Valdés Ulloa	EAH-A				3 días	

5.4.2 Actividades relacionadas con el Resultado 2

En relación al Resultado 2, se realizaron las capacitaciones sobre “lo básico del modelo de agua subterránea”, sobre “modelo de sección transversal bidimensional (V2D)” y sobre “modelo de agua subterránea”. El resumen de las capacitaciones relacionadas con modelos de agua subterránea se presenta entre la Tabla 5-13 y la Tabla 5-14.

Tabla 5-13: Resumen de las capacitaciones relacionadas con modelos de agua subterránea

Capacitación básica sobre el modelo de aguas subterráneas	
Fecha	26 y 27 de febrero de 2013
Lugar	La Habana/ Salón de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Los miembros del Grupo de Modelación de Agua Subterránea y el Grupo de Manejo de Agua Subterránea experimentan el modelo real para hacerse una idea de las actividades posteriores. 2) Los miembros de los grupos del Resultado 1 conocen el modelo de aguas subterráneas, y se dan cuenta de los datos que tienen que facilitar al Grupo de Modelación de Agua Subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación y puesta en práctica del análisis del modelo de flujo de aguas subterráneas en 3 dimensiones con el uso de datos del modelo en el distrito de Sola, lugar del proyecto anterior, y del método de estimación del volumen de recarga de aguas subterráneas mediante el modelo de tanque.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Gestión de Agua Subterránea)
Participantes	10 personas (GEIPI:1, EIPH-H: 2, GEARH: 1, EAH-M: 2, EAH-A: 2, Otros: 2)
Mención especial	—
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas (V2D)	
Fecha	25 de junio de 2013
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Teniendo como participantes al Grupo de Modelación del Agua Subterránea y al Grupo de Manejo del Agua Subterránea, se trató de brindar una imagen de la construcción de un modelo con la presentación de un modelo bidimensional vertical, y 2) explicaciones y deliberaciones sobre los resultados del análisis de los efectos del Dique Sur que fuera construido como una medida contra la salinización del agua subterránea
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Explicación sobre la construcción de un modelo bidimensional vertical, 2) explicación de los parámetros establecidos en el modelo bidimensional vertical para propósitos analíticos tentativos, y 3) explicaciones y deliberaciones de los resultados del análisis de los efectos del Dique Sur obtenidos con el modelo bidimensional vertical.
Instructor	Naoaki Shibasaki (Modelo de Agua Subterránea 2), Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	6 personas (GEIPI: 1, EIPH-H: 3, GEARH: 1, Otros: 1)
Mención especial	—
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 1	
Fecha	Del 10 al 13 de junio de 2014 (4 días)
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Día 1: Conocimientos base sobre modelos de agua subterránea. Con una presentación seguida de preguntas y respuestas se explicaron los conocimientos básicos sobre el agua subterránea, así como también las bases y la historia de modelos de agua subterránea. • Día 2: Tipos de modelos de agua subterránea y análisis de la simulación utilizando MODFLOW. Con una presentación seguida de preguntas y respuestas se explicaron las características de los códigos del modelo de agua subterránea que se establece en el Proyecto, los parámetros que deben ser introducidos, y las condiciones límites. • Día 3: Los miembros del grupo comparten el modelo tridimensional que se encuentra en el proceso de construcción. • Día 4: Se presentaron un resumen del modelo vertical bidimensional (V2D) construido durante el primer año, los resultados de sus cálculos, los análisis hidrológicos y geológicos en ejecución, y los análisis que pueden ser necesarios repetir en las pruebas de bombeo, y las informaciones y análisis que serán necesarios para mejorar la precisión analítica del modelo.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Día 1: 1) Presentación sobre las bases del agua subterránea, 2) Presentación sobre conocimientos básicos e historia de modelos de agua subterránea, seguida de preguntas y

	<p>respuestas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Día 2: 1) Presentación sobre tipos de modelos de agua subterránea, 2) Presentación de análisis de la simulación utilizando MODFLOW, seguida de preguntas y respuestas. • Día 3: 1) Presentación sobre las informaciones básicas necesarias en la construcción de modelos de agua subterránea, 2) Presentación sobre métodos de análisis de las informaciones básicas recolectadas (metodología de definición de dominios para la construcción de modelos de agua subterránea, métodos de diferenciación en estratos o capas y cuadrículas, ordenamiento de los datos básicos recolectados para su incorporación al modelo, selección y establecimiento de parámetros, y métodos de establecimiento de paquetes). • Día 4: 1) Presentación sobre consideraciones básicas para el modelo vertical bidimensional (V2D) , el establecimiento de este modelo, y resultados analíticos, 2) Presentación seguida de preguntas y respuestas sobre el mejoramiento de la precisión del modelo V2D, las necesidades de análisis detallados sobre hidrología, litología, y pruebas de bombeo para el mejoramiento citado en la precisión de los modelos.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1), Naoaki Shibasaki (Modelo de Agua Subterránea 2)
Participantes	9 personas máximo (GEIPI: 2, EIPH-H: 3, GEARH: 2, EAH-M: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • 1^{er} día: Se explicó de maneja comprensible el conocimiento y concepto básico: acuífero confinado y acuífero no confinado, coeficiente de permeabilidad y coeficiente de almacenamiento y coeficiente de almacenamiento específico, etc., necesarios para trabajar en un modelo de agua subterránea, por lo que la contraparte obtuvo alto nivel de comprensión y pudo tener conocimientos ordenados. Técnicos de EAH-Mayabeque preguntaron sobre el significado de piezómetro y la diferencia entre la superficie de agua subterránea y la carga hidráulica confinada y al responderles con detallada explicación, dieron comentarios de que pudieron comprenderlo en forma sistematizada. • 2^o día: A continuación de la capacitación del 1^{er} día, se dieron explicaciones sobre los tipos y clasificación de modelos de agua subterránea, las características de MODFLOW y FEFLOW a utilizar en el Proyecto, y las fórmulas básicas, sus parámetros necesarios y condiciones límite, de manera comprensible utilizando dibujos, por lo que la contraparte obtuvo alto nivel de comprensión. Para el caso de modelo de intrusión salina, también fueron explicados detalladamente los impactos de la diferencia de densidad entre el agua salada y el agua dulce sobre el movimiento del agua subterránea, por lo que la contraparte comprendió bien sobre el concepto de modelo de intrusión salina teniendo en cuenta la diferencia de densidad y los parámetros necesarios para el mismo. • 3^{er} día: A las preguntas formuladas a los participantes sobre los establecimientos realizados en la capacitación, un 90% de ellos pudo contestar correctamente. • 4^o día: Puesto que en el 1^{er} año se habían explicado los resultados del análisis con un modelo de sección transversal bidimensional (V2D), fue alto el nivel de comprensión del modelo V2D. La contraparte comprendió profundamente el significado y la importancia de la división y estructura geológica en los alrededores del modelo V2D y del re-análisis de pruebas de bombeo con el uso de los datos de registro eléctrico existente, que se realizan en el trabajo de este año, por lo que técnicos de EIPH-Habana llegaron a ofrecer muchos datos complementarios de registro eléctrico y pruebas de bombeo, que no fueron proporcionados el año pasado.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 2	
Fecha	Del 19 de enero al 10 de febrero de 2015 (entre los cuales, 4 días completos)
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicos de EAH-Mayabeque comprenden métodos de elaboración de modelos de agua subterránea incorporando varios factores relacionados con la formación de agua subterránea y la variación del nivel de agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de uso de varios paquetes incluidos en los modelos de agua subterránea y los parámetros relacionados con la variación del nivel de agua subterránea tales como la topografía, estructura geológica, precipitaciones, evapotranspiración, coeficiente de

	permeabilidad y coeficiente de almacenamiento.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	6 personas máximo (EAH-M: 4, EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Consideramos que los participantes de la capacitación han comprendido por lo general los factores de la formación de agua subterránea y la variación del nivel de agua subterránea y también los ítems fundamentales para el establecimiento básico de modelos de agua subterránea.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 3	
Fecha	Del 20 de enero al 11 de febrero de 2015 (entre los cuales, 4 días completos)
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Técnicos de EAH-Artemisa comprenden métodos de elaboración de modelos de agua subterránea incorporando varios factores relacionados con la formación de agua subterránea y la variación del nivel de agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Métodos de uso de varios paquetes incluidos en los modelos de agua subterránea y los parámetros relacionados con la variación del nivel de agua subterránea tales como la topografía, estructura geológica, precipitaciones, evapotranspiración, coeficiente de permeabilidad y coeficiente de almacenamiento.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	9 personas máximo (EAH-A: 7, EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Consideramos que los participantes de la capacitación han comprendido por lo general los factores de la formación de agua subterránea y la variación del nivel de agua subterránea y también los ítems fundamentales para el establecimiento básico de modelos de agua subterránea.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 4	
Fecha	Del 2 al 9 de febrero de 2015 (entre los cuales, 3 días completos)
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Técnicos de EIPH-Habana comprenden métodos de elaboración de modelos de agua subterránea incorporando varios factores relacionados con la formación de agua subterránea y la variación del nivel de agua subterránea. Analizan los problemas de los modelos de agua subterránea de tres dimensiones elaborados en el 2º año y métodos de solucionarlos.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Métodos de uso de varios paquetes incluidos en los modelos de agua subterránea y los parámetros relacionados con la variación del nivel de agua subterránea tales como la topografía, estructura geológica, precipitaciones, evapotranspiración, coeficiente de permeabilidad y coeficiente de almacenamiento. Averiguación de las causas de los problemas de los modelos de agua subterránea de tres dimensiones elaborados en el 2º año y análisis de la estructura de modelo para alizar solucionarlos.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	4 personas máximo (EIPH-H: 3, GEIPI: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Consideramos que los participantes de la capacitación han comprendido suficientemente los factores de la formación de agua subterránea y la variación del nivel de agua subterránea y también los problemas de los modelos de agua subterránea de tres dimensiones elaborados en el 2º y los métodos de modificación de la estructura de modelo para solucionar dichos problemas.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 5	
Fecha	9 y 16 de junio de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Explicación de metodología de elaboración de modelo tridimensional de aguas subterráneas en área amplia (modelo R3D) utilizando PM8. 2) Con PM8, elaboración de modelo bidimensional en plano (GWM-1) y modelo no estacionario de cinco capas (GWM-2) 3) Simulación real de cálculos de GWM-1 y GWM-2, y verificación y visualización de resultados.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Explicación de procedimientos para la elaboración de modelos R3D con PM8 y métodos de configuración de parámetros, paquetes y solvers, y métodos de detección y corrección de

	celdas secas cuando estas se produzcan. 2) Elaboración de modelo GWM-1, cálculos de simulación e interpretación comparativa de resultados. 3) Elaboración de modelo GWM-2, cálculos de simulación y visualización tridimensional de resultados.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1), Naoaki Shibasaki (Modelo de Agua Subterránea 2)
Participantes	11 personas máximo (EIPH-H: 5, GEIPI: 1, GEARH: 1, EAH-A: 1, ISPAJE: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se explicaron métodos concretos de elaboración de modelos R3D utilizando PM8, y se llegó a una cierta comprensión de métodos de configuración de diversos elementos necesarios, como parámetros, paquetes, solvers, etc. • Los participantes en sesiones de capacitación aprendieron el manejo de PM8 hasta dominarlo en forma práctica, llegando a elaboración de GWM-1 y GWM-2 utilizando cada uno su PC, por lo que pudieron profundizar en la comprensión del análisis de simulación. • Con GWM-1 se calcularon casos de acuíferos confinados y otros casos de acuíferos no confinados, por lo que se los pudo comparar en cuanto a distribución de nivel de agua calculado y diferencia de vectores de velocidad del agua subterránea, etc., de este modo se profundizó la comprensión acerca de aspectos fundamentales del flujo de agua subterránea. • Mediante elaboración de GWM-2 se experimentaron realmente los métodos de ingreso del caudal de recarga y/o bombeo, etc., en el cálculo no estacionario, por lo que se entendieron los métodos de ingreso de datos de series cronológicas con su complicación, los métodos de preparación de datos en los modelos reales, etc. • Los participantes en sesiones de capacitación aprendieron a visualizar los resultados de cálculo de simulación con diversos métodos y softwares, por lo que mostraron un mayor interés, si cabe. Es de destacar que aprendieron métodos de visualización en forma tridimensional o de imágenes animadas, etc., de resultados de cálculo de modelos tridimensionales, difíciles de entender en representaciones en plano o en corte, lo cual supuso una mayor implicación de los participantes sacando el máximo rendimiento a su PC.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 6	
Fecha	10 y 17 de junio de 2015
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Explicación de metodología de elaboración de modelo tridimensional de aguas subterráneas en área amplia (modelo R3D) utilizando PM8. 2) Con PM8, elaboración de modelo bidimensional en plano (GWM-1) y modelo no estacionario de cinco capas (GWM-2) 3) Simulación real de cálculos de GWM-1 y GWM-2, y verificación y visualización de resultados.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Explicación de procedimientos para elaboración de modelos R3D utilizando PM8, y métodos de configuración de parámetros, paquetes y solvers, además de métodos de detección y corrección de celdas secas cuando se produzcan. 2) Elaboración de modelo GWM-1, cálculos de simulación e interpretación comparativa de resultados. 3) Elaboración de modelo GWM-2 y cálculos de simulación.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1), Naoaki Shibasaki (Modelo de Agua Subterránea 2)
Participantes	9 personas máximo (EAH-M: 6, GEARH: 1, EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se explicaron métodos concretos de elaboración de modelos R3D utilizando PM8, y se llegó a una cierta comprensión de métodos de configuración de diversos elementos necesarios, como parámetros, paquetes, solvers, etc. • Los participantes en sesiones de capacitación aprendieron el manejo de PM8 hasta dominarlo en forma práctica, llegando a elaboración de GWM-1 y GWM-2 utilizando cada uno su PC, por lo que pudieron profundizar en la comprensión del análisis de simulación. • Con GWM-1 se calcularon los casos de acuíferos confinados y otros casos de acuíferos no confinados, por lo que se los pudo comparar en cuanto a distribución de nivel de agua calculado y diferencia de vectores de velocidad del agua subterránea, y diferencia de resultados de cálculo dependiendo de la existencia de bombeo y de celdas inactivas, de este modo se profundizó la comprensión acerca de aspectos fundamentales del flujo de agua subterránea.

	<ul style="list-style-type: none"> • Mediante elaboración de GWM-2 se experimentaron realmente los métodos de ingreso del caudal de recarga y/o bombeo, etc., en el cálculo no estacionario, por lo que se entendieron los métodos de ingreso de datos de series cronológicas con su complicación, los métodos de preparación de datos en los modelos reales, etc. • Se aprendió a visualizar los resultados de cálculos de simulación utilizando diversos métodos y softwares, aspecto éste por el que los participantes en sesiones de capacitación se mostraron especialmente interesados. • Una parte de los participantes no estaban acostumbrados a manejar PC, sin embargo, técnicos de EIPH-Habana ya capacitados en la Habana ayudaron a técnicos de EAH-Mayabeque, y como consecuencia todos los participantes pudieron elaborar modelos y hacer cálculos de simulación. • En el 17 de junio por la tarde hubo corte de suministro de energía eléctrica debido a gran aguacero con aparatoso acampamiento acústico y luminoso, durante el trabajo de ingreso de datos de bombeo de GWM-2, por lo que no fue posible utilizar proyectores para la capacitación y tampoco sirvieron de nada los PC de escritorio de C/P. Como consecuencia, se dio la instrucción de que los participantes mismos hicieran su propio cálculo con GWM-2 después de completar el ingreso de datos de bombeo. En esta situación no se pudo impartir la capacitación sobre visualización tridimensional de GWM-2, por lo que será necesario hacer un seguimiento posterior de esta sesión.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 7	
Fecha	11 y 18 de junio de 2015
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Explicación de metodología de elaboración de modelo tridimensional de aguas subterráneas en área amplia (modelo R3D) utilizando PM8. 2) Con PM8, elaboración de modelo bidimensional en plano (GWM-1) y modelo no estacionario de cinco capas (GWM-2) 3) Simulación real de cálculos de GWM-1 y GWM-2, y verificación y visualización de resultados.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • 1) Explicación de procedimientos para elaboración de modelos R3D con PM8 y métodos de configuración de parámetros, paquetes y solvers, además de métodos de detección y corrección de celdas secas cuando se produzcan. 2) Elaboración de modelo GWM-1, cálculos de simulación e interpretación comparativa de resultados, además de su visualización tridimensional. 3) Elaboración de modelo GWM-2, cálculos de simulación, visualización tridimensional de resultados de cálculos, y cálculo de seguimiento de partículas por PMPATH.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1), Naoaki Shibasaki (Modelo de Agua Subterránea 2)
Participantes	17 personas máximo (EAH-A: 12, DPRH-H: 1, GEARH: 1, EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se explicaron métodos concretos de elaboración de modelos R3D utilizando PM8, y se llegó a una cierta comprensión de métodos de configuración de diversos elementos necesarios, como parámetros, paquetes, solvers, etc. • Los participantes en sesiones de capacitación aprendieron el manejo de PM8 hasta dominarlo en forma práctica, llegando a elaboración de GWM-1 y GWM-2 utilizando cada uno su PC, por lo que pudieron profundizar en la comprensión del análisis de simulación. • Con GWM-1 se calcularon casos de acuíferos confinados y otros casos de acuíferos no confinados, por lo que se los pudo comparar en cuanto a distribución de nivel de agua calculado y diferencia de vectores de velocidad del agua subterránea, etc., de este modo se profundizó la comprensión acerca de aspectos fundamentales del flujo de agua subterránea. • Mediante elaboración de GWM-2 se experimentaron realmente los métodos de ingreso del caudal de recarga y/o bombeo, etc., en el cálculo no estacionario, por lo que se entendieron los métodos de ingreso de datos de series cronológicas con su complicación, los métodos de preparación de datos en los modelos reales, etc. • Los participantes en sesiones de capacitación aprendieron a visualizar los resultados de cálculo de simulación con diversos métodos y softwares, por lo que mostraron un mayor interés, si cabe. Es de destacar que aprendieron métodos de visualización en forma

	<p>tridimensional o de imágenes animadas, etc., de resultados de cálculo de modelos tridimensionales, difíciles de entender en representaciones en plano o en corte, lo cual supuso una mayor implicación de los participantes sacando el máximo rendimiento a su PC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En la capacitación práctica realizada el 18 de junio sobre modelos de aguas subterráneas, resultó que un técnico de EAH-Artemisa ya había participado en la misma sesión de capacitación práctica ejecutada el 16 de junio en la Habana, por lo que entendía muy rápido los contenidos, y ayudó pertinentemente a otros participantes. • En sesión de capacitación sobre modelos de aguas subterráneas del 18 de junio, un miembro de C/P quiso saber cómo se deben preparar archivos de datos para simulación, partiendo de la base de datos de pozos reales. Respondiendo a esto, el Sr. Shibazaki explicó los métodos de conversión en los valores de modelo en coordenadas L, I, y J del modelo R3D, indicando los archivos de Excel de datos reales de bombeo. De paso, el Sr. Shibazaki aprovechó para advertir a dicho miembro de C/P sobre los problemas de los datos de bombeo en la Provincia de Artemisa, y le solicitó examinar la posibilidad de mejorarlos. • Con el uso de resultados de cálculo de GWM-2 y de software PMPTH, anexo a PM8, se explicaron los métodos concretos para calcular el seguimiento de partículas y se hicieron cálculos reales. De esta forma se aprendieron métodos de visualización de resultados de cálculo de PMPATH con software de visualización tridimensional. Además, se explicó la configuración del campo de flujo para calcular el sistema de escurrimiento y la diferencia entre el cálculo estacionario y el no estacionario en el seguimiento de partículas, y se explicaron también los puntos de atención para su uso y métodos de aplicación.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 8	
Fecha	Del 16 noviembre al 17 de diciembre de 2015 (entre los cuales, 6 días completos)
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Los técnicos de EIPH-Habana y GEIPI adquieren el método de elaboración de modelos de agua subterránea y el método de verificación de modelos, que tienen en cuenta diferentes factores que influyen en la formación de agua subterránea y el cambio de nivel de agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Método de fijación del ámbito del cálculo (límites de la cuenca subterránea); método de fijación del tamaño de la rejilla y de la estructura del acuífero; método para definir las características del acuífero; método para definir las condiciones del contorno, método de fijación del intervalo del cálculo; método para definir el nivel de agua inicial, método de fijación del coeficiente de permeabilidad (horizontal y vertical), del coeficiente de almacenamiento, de la porosidad efectiva y del rendimiento específico; método de configuración del paquete de modelo de diversa índole de Modflow (por ejemplo, paquete de drenaje); método de configuración del solucionador del modelo de Modflow; método para definir los puntos de observación continua del nivel de agua subterránea calculado (ubicaciones de pozos de observación comparativa), método para definir ítems del resultado del cálculo; método de análisis (cálculo) del modelo después de configurar la parte de arriba; verificación del resultado del cálculo y método de output de datos; método para comparar el resultado del cálculo y los datos medidos; método para rectificar el modelo de acuerdo con el resultado comparativo.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	6 personas máximo (EIPH-H: 5, GEIPI: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En cuanto a los principales técnicos de EIPH-Habana y GEIPI, se ha profundizado su entendimiento sobre diferentes factores que pueden influir en la formación de agua subterránea y el cambio de nivel de agua y ellos comprenden más o menos el método básico para definir modelos de agua subterránea. Además, avanzan en su comprensión sobre métodos de cálculo posterior a la terminación de la configuración básica del modelo y método de registro de la perforación (comparación entre el resultado del cálculo y los datos de observación, evaluación y rectificación del modelo).
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 9	
Fecha	Del 25 noviembre al 15 de diciembre de 2015 (entre los cuales, 4 días completos)
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque

Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Los técnicos de EAH-Mayabeque adquieren el método de elaboración de modelos de agua subterránea y el método de verificación de modelos, que tienen en cuenta diferentes factores que influyen en la formación de agua subterránea y el cambio de nivel de agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Método de fijación del ámbito del cálculo (límites de la cuenca subterránea); método de fijación del tamaño de la rejilla y de la estructura del acuífero; método para definir las características del acuífero; método para definir las condiciones del contorno; método de fijación del intervalo del cálculo; método para definir el nivel de agua inicial; método de fijación del coeficiente de permeabilidad (horizontal y vertical), del coeficiente de almacenamiento, de la porosidad efectiva y del rendimiento específico, método de configuración del paquete de modelo de diversa índole de Modflow (por ejemplo, paquete de drenaje); método de configuración del solucionador del modelo de Modflow; método para definir los puntos de observación continua del nivel de agua subterránea calculado (ubicaciones de pozos de observación comparativa); método para definir ítems del resultado del cálculo; método de análisis (cálculo) del modelo después de configurar la parte de arriba; verificación del resultado del cálculo y método de output de datos; método para comparar el resultado del cálculo y los datos medidos; método para rectificar el modelo de acuerdo con el resultado comparativo.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	7 personas máximo (EAH-M: 4, EIPH-H: 2, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Al igual que los técnicos de EIPH-Habana, etc. los principales técnicos de EAH-Mayabeque también fortalecieron su comprensión sobre diferentes factores que pueden influir en la formación de agua subterránea y el cambio de nivel de agua y comprenden más o menos el método básico para definir modelos de agua subterránea. Además, avanzan en su comprensión sobre métodos de cálculo posterior a la terminación de la configuración básica del modelo y método de registro de la perforación (comparación entre el resultado del cálculo y los datos de observación, evaluación y rectificación del modelo).
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 10	
Fecha	Del 27 noviembre al 16 de diciembre de 2015 (entre los cuales, 4 días completos)
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Los técnicos de EAH-Artemisa adquieren el método de elaboración de modelos de agua subterránea y el método de verificación de modelos, que tienen en cuenta diferentes factores que influyen en la formación de agua subterránea y el cambio de nivel de agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Método de fijación del ámbito del cálculo (límites de la cuenca subterránea); método de fijación del tamaño de la rejilla y de la estructura del acuífero; método para definir las características del acuífero; método para definir las condiciones del contorno; método de fijación del intervalo del cálculo; método para definir el nivel de agua inicial; método de fijación del coeficiente de permeabilidad (horizontal y vertical), del coeficiente de almacenamiento, de la porosidad efectiva y del rendimiento específico; método de configuración del paquete de modelo de diversa índole de Modflow (por ejemplo, paquete de drenaje); método de configuración del solucionador del modelo de Modflow, método para definir los puntos de observación continua del nivel de agua subterránea calculado (ubicaciones de pozos de observación comparativa); método para definir ítems del resultado del cálculo; método de análisis (cálculo) del modelo después de configurar la parte de arriba; verificación del resultado del cálculo y método de output de datos; método para comparar el resultado del cálculo y los datos medidos; método para rectificar el modelo de acuerdo con el resultado comparativo.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	8 personas máximo (EAH-A: 6, EIPH-H: 1, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Al igual que los técnicos de EIPH-Habana, etc. los principales técnicos de EAH-Artemisa también fortalecieron su comprensión sobre diferentes factores que pueden influir en la formación de agua subterránea y el cambio de nivel de agua y comprenden más o menos el método básico para definir modelos de agua subterránea. Además, avanzan en su comprensión sobre métodos de cálculo posterior a la terminación de la configuración básica del modelo y método de registro de la perforación (comparación entre el resultado del

	cálculo y los datos de observación, evaluación y rectificación del modelo).
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 11	
Fecha	5 y 20 de mayo de 2015
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender la estructura del modelo del 3^{er} año y los puntos problemáticos del mismo y de los parámetros.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Estructura del modelo del 3^{er} año, datos introducidos y resultado de cálculo. Resultado de cálculo predictivo preliminar con el uso del modelo del 3^{er} año y puntos problemáticos.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	2 personas máximo (EIPH-H: 1, GEIPI: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> El experto japonés dio la explicación sobre la estructura del modelo del 3^{er} año, parámetros del modelo (datos introducidos) y resultado de verificación de interpolación, y los técnicos de EIPH-Habana y GEIPI entendieron esta explicación en términos generales. Se hizo un análisis predictivo preliminar de 20 años en caso de cambiar el volumen de recarga, utilizando el modelo del 3^{er} año, para discutir entre los participantes en la capacitación sobre los problemas del modelo detectados a partir del resultado de este análisis. Ya que en mayo de 2016 fueron entregados nuevos datos sobre el caudal de bombeo por EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, se decidió hacer una gran reforma para el modelo del 4^o año, con vistas a solucionar los problemas arriba indicados.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 12	
Fecha	17 y 24 de mayo y 13 de junio de 2016
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender la estructura del modelo del 3^{er} año y los puntos problemáticos del mismo y de los parámetros.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Estructura del modelo del 3^{er} año, datos introducidos y resultado de cálculo. Resultado de cálculo predictivo preliminar con el uso del modelo del 3^{er} año y puntos problemáticos.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	4 personas máximo (EAH-A: 2, EIPH-H: 1, GEIPI: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> El experto japonés y los técnicos de EIPH-Habana y GEIPI dieron la explicación sobre la estructura del modelo del 3^{er} año, parámetros del modelo (datos introducidos) y resultado de verificación de interpolación, y los técnicos de EAH-Artemisa entendieron esta explicación en términos generales. Los técnicos de EAH-Artemisa entendieron también los puntos problemáticos del modelo detectados a partir del análisis predictivo preliminar, indicados en el punto anterior (11), manifestando su conformidad con la gran reforma para el modelo del 4^o año.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 13	
Fecha	18 y 25 de mayo y 14 de junio de 2016
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender la estructura del modelo del 3^{er} año y los puntos problemáticos del mismo y de los parámetros.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Estructura del modelo del 3^{er} año, datos introducidos y resultado de cálculo. Resultado de cálculo predictivo preliminar con el uso del modelo del 3^{er} año y puntos problemáticos.
Instructor	Lei Peifeng (Modelo de Agua Subterránea 1)
Participantes	3 personas máximo (EAH-M: 1, EIPH-H: 1, GEIPI: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> El experto japonés y los técnicos de EIPH-Habana y GEIPI dieron la explicación sobre la estructura del modelo del 3^{er} año, parámetros del modelo (datos introducidos) y resultado de verificación de interpolación, y el técnico de EAH-Mayabeque entendió esta explicación en términos generales. El técnico de EAH-Mayabeque entendió también los puntos problemáticos del modelo detectados a partir del análisis predictivo preliminar, indicados en el punto anterior (11),

	manifestando su conformidad con la gran reforma para el modelo del 4º año.
Capacitación sobre el modelo de aguas subterráneas 14	
Fecha	20, 21 y 23 de junio de 2016
Lugar	La Habana / EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender los trabajos de reforma para el modelo del 4º año (modelo detallado tridimensional) y el método de cálculo predictivo.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Proceso de reforma del modelo del 4º año (modelo detallado tridimensional), estructura del mismo y datos introducidos. Método de cálculo predictivo con el uso del modelo del 4º año (modelo detallado tridimensional). Método de elaboración de mapas y figuras del resultado de cálculo con el uso del modelo del 4º año (modelo detallado tridimensional).
Instructor	Naoaki Shibasaki (Modelo de Agua Subterránea 2)
Participantes	1 Persona (EIPH-H: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Los técnicos de EIPH-Habana comprendieron el proceso de reforma del modelo del 4º año (modelo detallado tridimensional), estructura del mismo y datos introducidos, en términos generales. Los técnicos de EIPH-Habana comprendieron, en términos generales, los escenarios de cálculo predictivo y los datos básicos necesarios para el cálculo (datos de volumen de recarga y datos de caudal de bombeo), así como también los datos de reproducción de la subida del nivel del mar (condiciones sobre el límite de la subida del nivel y escenario de aumento de la concentración de sal en el embalse de Dique Sur). Durante la prueba del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), los técnicos de EIPH-Habana, por su iniciativa, deberán añadir los datos del primer semestre de 2016 para realizar el análisis predictivo a partir del segundo semestre de 2016.

Tabla 5-14: Participantes en la capacitación relacionada con el modelo de agua subterránea

No.		Básica	V2D	1	2	3	4
Fecha		2013/2/26, 2/27	2013/6/25	2014/6/10- 6/13 (4 días)	2015/1/19- 2/10 (4 días)	2015/1/20- 2/11 (4 días)	2015/2/2- 2/9 (3 días)
Lugar		EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	EAH-M	EAH-A	EIPH-H
Odet C. Herrera Betancourt	GEPI			3 días			3 días
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H	○	○	3 días			2 días
Lourdes Valdés González	EIPH-H	○	○	4 días	3 días	1 día	3 días
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	○	○	3 días	3 días	3 días	2 días
Andies Patal Laranon	EIPH-H		○				
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H			3 días			
María Díaz García	EIPH-H						
Andrés Portal Casanova	EIPH-H						
Rafael Feitó Olivera	EIPH-H						
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	○	○	2 días			
Mairelis Cárlenas M.	GEARH			3 días			
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M	○		2 días	4 días		
Humberto García Acosta	EAH-M	○		2 días	4 días		
Aida Reyes Lamach	EAH-M				4 días		
Dabiel Vargas Matos	EAH-M				2 días		
Pedro López Rodríguez	EAH-M						
Nereida Hernandez	EAH-M						
María Rodríguez Lugo	EAH-M						
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A	○				2 días	
Ernesto Morales Chirino	EAH-A	○				4 días	
Roberto Valdés Ulloa	EAH-A					4 días	
Daymi Pereda Cordero	EAH-A					3 días	
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A					2 días	
Adrián Hernandez Parups	EAH-A					1 día	
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A					1 día	
Camilo Alonzo Mall	EAH-A						
Julia Ortega López	EAH-A						
Alexander Abreu Qrtega	EAH-A						
Héctor M. Alfonso	EAH-A						
José Lázaro Dávila	EAH-A						
Kenia Stalvez Hernandez	EAH-A						
Miriam E. Canele Cruz	EAH-A						
Maibel Rodríguez	EAH-A						
Evelio Tartera de León	DPRH-A						
Yoandi Echevarría Cerro	DPRH-A						
Daniel Malena Perey	ISPAJE	○	○				
Lemuel Ramos Arzola	ISPAJE	○					
David Marón D.	ISPAJE						
Lisbeth Núñez Haugh	ISPAJE						
Karla Perdomo Velázquez	ISPAJE						

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		5	6	7	8	9	10
Fecha		2013/6/9, 6/16	2013/6/10, 6/17	2014/6/11, 6/18	2015/11/16 -12/17 (6 días)	2015/11/25 -12/15 (4 días)	2015/11/27 -12/16 (4 días)
Lugar		EIPH-H	EAH-M	EAH-A	EIPH-H	EAH-M	EAH-A
Odet C. Herrera Betancourt	GEIPI	1 día			3 días		
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H	2 días	1 día		5 días	1 día	
Lourdes Valdés González	EIPH-H	2 días	2 días	1 día	4 días		
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	1 día			4 días	1 día	2 días
Andies Patal Laranon	EIPH-H						
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H						
María Díaz García	EIPH-H	1 día			1 día		
Andrés Portal Casanova	EIPH-H	1 día		1 día			
Rafael Feitó Olivera	EIPH-H				2 días		
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	1 día	1 día	1 día		1 día	1 día
Mairelis Cárlenas M.	GEARH						
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M		1 día			2 días	
Humberto García Acosta	EAH-M		2 días			4 días	
Aida Reyes Lamach	EAH-M		1 día			1 día	
Dabiel Vargas Matos	EAH-M		1 día				
Pedro López Rodríguez	EAH-M		1 día				
Nereida Hernandez	EAH-M		1 día				
María Rodríguez Lugo	EAH-M					1 día	
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A						1 día
Ernesto Morales Chirino	EAH-A	1 día		2 días			3 días
Roberto Valdés Ulloa	EAH-A			2 días			3 días
Daymi Pereda Cordero	EAH-A			1 día			1 día
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A			1 día			3 días
Adrián Hernandez Parups	EAH-A						
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A						
Camilo Alonzo Mall	EAH-A			1 día			1 día
Julia Ortega López	EAH-A			1 día			
Alexander Abreu Qrtega	EAH-A			1 día			
Héctor M. Alfonso	EAH-A			1 día			
José Lázaro Dávila	EAH-A			1 día			
Kenia Stalvez Hernandez	EAH-A			1 día			
Miriam E. Canele Cruz	EAH-A			1 día			
Maïbel Rodríguez	EAH-A			1 día			
Evelio Tartera de León	DPRH-A			1 día			
Yoandi Echevarría Cerro	DPRH-A			1 día			
Daniel Malena Perey	ISPAJE						
Lemuel Ramos Arzola	ISPAJE						
David Marón D.	ISPAJE	1 día					
Lisbeth Núñez Haugh	ISPAJE	1 día					
Karla Perdomo Velázquez	ISPAJE	1 día					

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		11	12	13	14
Fecha		2016/5/5, 5/20	2016/5/17 -6/13 (3 días)	2016/5/18 -6/14 (3 días)	2016/6/20 -6/23 (3 días)
Lugar		EIPH-H	EAH-A	EAH-A	EIPH-H
Odet C. Herrera Betancourt	GEIPI	1 día	1 día	1 días	
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H	2 días	2 días	2 día	3 días
Lourdes Valdés González	EIPH-H				
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H				
Andies Patal Laranon	EIPH-H				
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H				
María Díaz García	EIPH-H				
Andrés Portal Casanova	EIPH-H				
Rafael Feitó Olivera	EIPH-H				
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH				
Mairelis Cárlenas M.	GEARH				
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M				
Humberto García Acosta	EAH-M			2 días	
Aida Reyes Lamach	EAH-M				
Dabiel Vargas Matos	EAH-M				
Pedro López Rodríguez	EAH-M				
Nereida Hernandez	EAH-M				
María Rodríguez Lugo	EAH-M				
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A				
Ernesto Morales Chirino	EAH-A		3 días		
Roberto Valdés Ulloa	EAH-A		1 día		
Daymi Pereda Cordero	EAH-A				
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A				
Adrián Hernandez Parups	EAH-A				
Nelson Eugenio Rodríguez	EAH-A				
Camilo Alonzo Mall	EAH-A				
Julia Ortega López	EAH-A				
Alexander Abreu Qrtega	EAH-A				
Héctor M. Alfonso	EAH-A				
José Lázaro Dávila	EAH-A				
Kenia Stalvez Hernandez	EAH-A				
Miriam E. Canele Cruz	EAH-A				
Maibel Rodríguez	EAH-A				
Evelio Tartera de León	DPRH-A				
Yoandi Echevarría Cerro	DPRH-A				
Daniel Malena Perey	ISPAJE				
Lemuel Ramos Arzola	ISPAJE				
David Marón D.	ISPAJE				
Lisbeth Núñez Haugh	ISPAJE				
Karla Perdomo Velázquez	ISPAJE				

5.4.3 Actividades relacionadas con el Resultado 3

En relación al Resultado 3, se realizaron las capacitaciones sobre “la recarga de acuíferos” y sobre “medidas contra la intrusión salina”. El resumen de cada capacitación se presenta entre la Tabla 5-15 y la Tabla 5-18.

Tabla 5-15: Resumen de la capacitación sobre la recarga de acuíferos

Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 1	
Fecha	12 de marzo de 2013
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Estudiar los casos ejemplares de aplicación de técnicas de recarga de aguas subterráneas en los diferentes sitios del mundo, así como aprender la aplicación efectiva de dichas técnicas en las áreas de distribución de caliza en Cuba, y adquirir los conocimientos básicos para la elaboración del plan correspondiente.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Lección sobre 4 casos ejemplares respecto a la recarga de aguas subterráneas: 1) Muros pantalla contra la salinización (3 líneas), 2) Estudio del área de alta permeabilidad de caliza en la península de Yucatán en México, 3) Casos ejemplares de infiltración de lluvias en las áreas urbanas en Japón, y 4) Calidad de suelo, abertura y factor de empaquetamiento de arcilla para presas subterráneas con la caliza de Ryukyu, del Cuaternario.
Instructor	Kiyoshi Yamada (Hidrogeología)
Participantes	4 personas (EIPH-H: 2, GEARH: 1, EAH-M: 1)
Mención especial	—
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 2	
Fecha	17 de julio de 2013
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Obtención de conocimientos básicos por medio del estudio de casos de utilización de la recarga del agua subterránea en el mundo, específicamente los casos relevantes para el uso eficaz de la tecnología de la recarga del agua subterránea en el área de alta distribución de calizas en Cuba y en la formulación del plan correspondiente.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Presentación de casos relacionados a la recarga del agua subterránea: 1) relación entre métodos de recarga del agua subterránea y efectividad de los muros de contención de la intrusión salina (en función de la hidrogeología del área), 2) puntos a ser considerados en caso de utilizarse la infiltración (ejemplos de otros países).
Instructor	Kiyoshi Yamada (Hidrogeología)
Participantes	4 personas (EIPH-H: 4)
Mención especial	—
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 3	
Fecha	24 de julio de 2013
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Obtención de conocimientos básicos por medio del estudio de casos de utilización de la recarga del agua subterránea en el mundo, específicamente los casos relevantes para el uso eficaz de la tecnología de la recarga del agua subterránea en el área de alta distribución de calizas en Cuba y en la formulación del plan correspondiente.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Preparación del texto en donde se presentan los casos estudiados en las reuniones de capacitación que se han realizado, la presentación de la contraparte en el Seminario, y posibles adiciones en el futuro.
Instructor	Kiyoshi Yamada (Hidrogeología)
Participantes	3 personas (EIPH-H: 3)
Mención especial	—
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 4	

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Fecha	9 de diciembre de 2013
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir los conocimientos básicos necesarios para deliberar sobre el método óptimo teniendo en cuenta las condiciones naturales, sociales, políticas y económicas del lugar objetivo.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> 1) Comparación de las características, aptitud, escala, costo, etc. de los diferentes métodos de recarga de aguas subterráneas, 2) selección del método óptimo de recarga, y extracción y deliberación sobre diversos factores del área objetiva que se deben tener en cuenta para elaborar el plan de construcción, y 3) presentación de casos ejemplares de Japón sobre el método de filtración de aguas pluviales y normas de instalación de estructuras.
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	8 personas (GEIPI: 1, EIPH-H: 6, EAH-M: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> En Cuba se realiza la recarga artificial de las aguas subterráneas (por ejemplo, en Matanzas), por lo cual tienen un conocimiento acabado sobre los detalles de la recarga artificial. Los profesionales cubanos han demostrado un profundo interés en la recarga de las aguas subterráneas con la participación de la comunidad que se practica en el Japón utilizando las cajas de infiltración en los patios traseros de los hogares.
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 5	
Fecha	26 de junio de 2015
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Con respecto al método óptimo de recarga de aguas subterráneas en el área objeto, se tomaron como objetivos una reconfirmación del contenido de capacitación ya realizada y mejoramiento en el grado de comprensión, además de estudio y evaluación concretos sobre instalaciones de recarga artificial en el área objeto en base a experiencias de la propia Cuba en el pasado en este mismo tema.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Reconfirmación del contenido de capacitación hasta la fecha (Flujo de estudio para seleccionar las instalaciones óptimas de recarga y los ítems estándar de evaluación, etc.). Presentación de ejemplos en distintos lugares del mundo (Adicional). Sobre planificación de proyectos de recarga artificial (considerados óptimos) en base a situación actual de proyectos existentes de recarga artificial planteados por la Parte Cubana en el pasado (Situación de ejecución y operación, problemática, etc.).
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	4 personas (EIPH-H: 4)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Se reconfirmaron el flujo de estudio y los ítems estándar de evaluación para seleccionar las instalaciones ideales de recarga artificial de aguas subterráneas, ya indicados en la capacitación realizada, y al mismo tiempo se intentó mejorar el grado de entendimiento de técnicos de la Parte Cubana, y se presentaron ejemplos de distintos lugares del mundo, adquiridos de forma adicional. Los expertos recomendaron una planificación de proyectos para las instalaciones ideales de recarga artificial en el área objeto tomando en consideración los proyectos existentes de instalaciones de recarga artificial planteados por la Parte Cubana en el pasado, con sus detalles, como situación de ejecución y operación, problemática, etc., y en base al flujo de estudio e ítems estándar de evaluación para selección de instalaciones ideales de recarga artificial de aguas subterráneas. Los técnicos de la Parte Cubana, de acuerdo con la propuesta de los expertos, están ejecutando los trabajos concretos de estudio y se espera que puedan entender y aplicar correctamente el contenido de capacitación exhibido hasta la fecha.
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 6	
Fecha	Del 20 noviembre al 22 de diciembre de 2015 (entre los cuales, 4 días completos)
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Analizar los documentos existentes y el plan existente sobre la recarga artificial de agua subterránea para estudiar las posibles instalaciones de recarga artificial de agua subterránea en el área objeto.
Temas de	<ul style="list-style-type: none"> Verificación y estudio de los documentos existentes sobre la recarga artificial de agua

capacitación	<p>subterránea.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación y estudio del plan existente sobre la recarga artificial de agua subterránea (Plan de instalaciones de recarga artificial de agua subterránea en el área objeto y sus alrededores elaborado en 1990 por EIPH-Habana).
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	3 personas (EIPH-H: 3)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En cuanto al Plan de instalaciones de recarga artificial de agua subterránea (1990), como no está claro el estado de realización/ ejecución en el área objeto en este momento, es necesario investigar sobre el terreno para confirmar las condiciones actuales. • El plan arriba mencionado no es un plan detallado, sino que es el perfil del plan, por lo cual tanto la escala de las instalaciones planificadas como su especificación son conceptuales. Por consiguiente, después de analizar la capacidad de recarga requerida, además de la verificación de las condiciones actuales a través de la investigación sobre el terreno, se espera que se estudie de nuevo un plan concreto de instalaciones.
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 7	
Fecha	5 y 6 de enero de 2016
Lugar	Mayabeque y Artemisa / Sitio del plan de recarga artificial de agua subterránea
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar las condiciones del sitio del plan de instalaciones de recarga artificial de agua subterránea existente y tomar sus datos como referencia a la hora de analizar las instalaciones de recarga artificial en el área objeto.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de las condiciones de los alrededores del sitio del plan de recarga artificial de agua subterránea.
Instructor	Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	2 personas (EIPH-H: 1, EAH-M: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Los técnicos comprenden el perfil de las instalaciones propuestas en el plan existente sobre las instalaciones de recarga artificial de agua subterránea (1990). • La situación general de los alrededores de las instalaciones planeadas ha sido verificada más o menos. • Para analizar la especificación adecuada a las condiciones del sitio, se requiere investigar el estado geológico local y el estado de la fuente de recarga aún más detalladamente.
Capacitación sobre la recarga de aguas subterráneas 8	
Fecha	desde el 19 mayo hasta el 13 de junio de 2016 (entre los cuales, 8 días completos)
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar la construcción del sistema de recarga artificial de aguas subterráneas y sistema de filtración y almacenamiento de aguas pluviales, y completar los rubros sobre la recarga de aguas subterráneas en el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo).
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño básico del sistema de recarga artificial de aguas subterráneas y estimación del costo aproximado del mismo. • Cálculo del costo unitario. • Selección del sistema de filtración y almacenamiento de aguas pluviales susceptible de introducirse en el área objeto, y cálculo de los precios unitarios correspondientes. • Determinar los rubros sobre la recarga de aguas subterráneas en el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) (incluyendo el resultado de estudio sobre las presas subterráneas).
Instructor	Hiroshi Fujita (Diseño/Intrusión Salina), Takuya Yabuta (Hidrogeología)
Participantes	3 personas (EIPH-H: 2, EAH-M: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se llevó a cabo un estudio sobre 2 sitios previstos para la construcción del sistema de recarga artificial de aguas subterráneas, de acuerdo con el plan elaborado en 1990, y se planificó dicha construcción en el sitio llamado "Sistema recarga X", haciéndose el diseño básico y estimación del costo aproximado de dicho sistema, teniendo en cuenta el resultado de estudio de campo realizado en mayo. • Se hizo también la selección del sistema de filtración y almacenamiento de aguas pluviales susceptible de introducirse en el área objeto, calculándose los precios unitarios correspondientes.

	<ul style="list-style-type: none"> • Ambos sistemas son relativamente sencillos, no habiendo dificultades en cuanto al diseño y cálculo del costo. Para la introducción de estos sistemas, los técnicos cubanos deberán realizar un diseño más detallado del sistema de recarga artificial de aguas subterráneas y calcular los gastos necesarios, así como realizar pruebas del sistema de filtración y almacenamiento de aguas pluviales.
--	--

Tabla 5-16: Participantes en la capacitación sobre la recarga de acuíferos

No.		1	2	3	4	5
Fecha		2013/3/12	2013/7/17	2013/7/24	2013/12/9	2015/6/26
Lugar		EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H
Odet C. Herrera Betancourt	GEIPI				○	
Rafael Feito Olivera	EIPH-H		○	○	○	○
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	○			○	
Lourdes Valdés González	EIPH-H	○	○		○	○
Isabel Pineiro Alfonso	EIPH-H		○	○	○	
Juan Alberto Hernandez Silva	EIPH-H		○	○	○	
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H				○	
Andrés Portal Casanova	EIPH-H					○
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H					○
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H					
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	○				
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M	○				
Humberto García Acosta	EAH-M				○	

No.		6	7	8
Fecha		2016/11/20 -12/22 (4 días)	2016/1/5, 1/6	2016/5/19 -6/13 (8 días)
Lugar		EIPH-H	Mayabeque (sitio)	EIPH-H
Odet C. Herrera Betancourt	GEIPI			
Rafael Feito Olivera	EIPH-H	3 días	○	3 días
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	1 día		5 días
Lourdes Valdés González	EIPH-H			
Isabel Pineiro Alfonso	EIPH-H			
Juan Alberto Hernandez Silva	EIPH-H			
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H			
Andrés Portal Casanova	EIPH-H			
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H			
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H	2 días		
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH			
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M		○	2 días (telefónica)
Humberto García Acosta	EAH-M			

Tabla 5-17: Resumen de la capacitación sobre las medidas contra intrusión salina

Capacitación sobre las obras contra la salinización 1	
Fecha	15 de marzo de 2013
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir los conocimientos básicos necesarios para la construcción de estructuras subterráneas impermeables, incluida la presa subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Tipos y características de las obras contra salinización.
Instructor	Hiroshi Fujita (Diseño/Intrusión Salina)
Participantes	13 personas (GEIPI:2, EIPH-H: 6, GEARH:1, EAH-M: 2, EAH-A:2)
Mención especial	—
Capacitación sobre las obras contra la salinización 2	
Fecha	1 de abril de 2013
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir los conocimientos básicos necesarios para la construcción de estructuras subterráneas impermeables, incluida la presa subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Ventajas y desventajas de las obras contra la salinización.
Instructor	Hiroshi Fujita (Diseño/Intrusión Salina)
Participantes	13 personas (GEIPI: 1, EIPH-H: 10, GEARH: 1, Otros: 1)
Mención especial	—
Capacitación sobre las obras contra la salinización 3	
Fecha	26 de diciembre de 2013
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender las normas de selección del método óptimo.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Existen varios métodos de construcción aplicables para la presa subterránea, pero cada método tiene sus ventajas y desventajas. También existen métodos de construcción de apoyo para cubrir las desventajas. Se dio la explicación sobre todos estos aspectos como continuación de la capacitación anterior, así como sobre las condiciones para seleccionar el método óptimo, resumiéndose las mismas en un flujograma.
Instructor	Hiroshi Fujita (Diseño/Intrusión Salina)
Participantes	2 personas (EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> A pesar de que los participantes de la capacitación fueron dos nada más, fue extraordinaria la cantidad de preguntas, lo cual quizá se debió a puntos comunes con el trabajo usual de los participantes. El contenido de las preguntas fue muy detallado y profundo. Se considera muy alto el grado de comprensión de los dos profesionales.
Capacitación sobre las obras contra la salinización 4	
Fecha	6 de enero de 2014
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Hacer prácticas sobre las normas de selección del método óptimo.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Se hizo la selección del método óptimo según las normas de selección utilizadas en la capacitación anterior, aprovechando las secciones de columnas geológicas y planos recolectados en las actividades del Resultado 1.
Instructor	Hiroshi Fujita (Diseño/Intrusión Salina)
Participantes	6 personas (GEIPI: 1, EIPH-H: 5)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Debido a que aún no se cuenta con los resultados de la simulación de la intrusión salina, la capacitación utilizó planos geológicos generales del área objetivo. La capacitación buscaba la comprensión de principios generales, pero quizá ocurrió una mezcla o confusión entre principios y realidad, por lo cual se han repetido las explicaciones.
Capacitación sobre las obras contra la salinización 5	

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Fecha	10 de enero de 2014
Lugar	La Habana/ Sala de reuniones de la EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender el método de diseño de la presa subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Se impartió una lección sobre los ítems de diseño (que se deben estudiar), las razones y la información necesaria para diseñar la presa subterránea.
Instructor	Hiroshi Fujita (Diseño/Intrusión Salina)
Participantes	7 personas (GEIPI: 1, EIPH-H: 2, GEARH: 1, EAH-M: 1, EAH-A: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> En el diseño de diques subterráneos prácticamente no existe lo que se puede calcular en el escritorio, sino que las cuestiones críticas se refieren a métodos de construcción y a los materiales de construcción. Sobre este punto, se cree que se ha logrado la comprensión de los participantes. Sin embargo, las obras y estructuras ejecutadas por la institución de C/P son de escalas reducidas, además de contarse con experiencias limitadas a métodos generales de construcción. Por lo tanto, en el futuro se requerirá de informaciones del Ministerio de la Construcción sobre los últimos métodos de construcción en Cuba.
Capacitación sobre las obras contra la salinización 6	
Fecha	Del 15 al 24 de abril de 2015 (entre los cuales, 4 días completos)
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Teniendo en cuenta la decisión de la Misión Intermedia de que es difícil construir una presa subterránea, el objetivo es comprobar y complementar el nivel de comprensión de los métodos de construcción de presa subterránea sobre los cuales venimos realizando las capacitaciones desde el 1^{er} año.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Sobre la base de los resultados de las capacitaciones realizadas hasta la fecha, EIPH-Habana llevó adelante por sí misma el análisis de lugares aptos para la construcción de presa subterránea en el país y propuso la construcción de presa subterránea en una capa freática distribuida en el área de La Cana, Provincia de Las Tunas. Se organizó una reunión para elaborar un resumen de lineamientos de diseño de presa subterránea para dicha área.
Instructor	Hiroshi Fujita (Diseño/Intrusión Salina)
Participantes	5 personas máximo (EIPH-H: 5)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Tuvieron lugar 4 reuniones de análisis práctico en que técnicos de EIPH-Habana propusieron un resumen de lineamientos de diseño de presa subterránea para dicha área y los expertos japoneses dieron comentarios. Los técnicos de EIPH-Habana hicieron modificaciones de acuerdo con los comentarios de los expertos japoneses y finalmente elaboraron por sí mismos un “documento de análisis”. En vista de los resultados de dicho documento elaborado, creemos que los técnicos de EIPH-Habana han adquirido conocimientos básicos para la construcción de presa subterránea a gran profundidad y tienen alto nivel de comprensión de una serie de ítems relacionados con el diseño que constan en “Technical Reference for Effective Groundwater Development” entregado, lo que servirá eficientemente en la práctica de ahora en adelante.

Tabla 5-18: Participantes en la capacitación sobre las medidas contra la intrusión salina

No.		1	2	3	4	5	6
Fecha		2013/3/15	2013/4/1	2013/12/26	2014/1/6	2014/1/10	2015/4/15 -4/24 (4 días)
Lugar		EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H	EIPH-H
Arturo González Báez	GEIPI	○			○		
Amadelis Quesada	GEIPI	○	○				
Odet C. Herrera Betancourt	GEIPI					○	
Rafael Feito Olivera	EIPH-H	○	○		○		1 día
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	○			○	○	4 días
Lourdes Valdés González	EIPH-H	○	○				
Andrés Portal Casanova	EIPH-H		○		○		
Isabel Pineiro Alfonso	EIPH-H	○	○	○	○		4 días
Juan Alberto Hernandez Silva	EIPH-H	○	○	○	○	○	3 días
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H	○	○				2 días
Luis Ernesto Batista	EIPH-H		○				
Rolando Varona García	EIPH-H		○				
Guillermo Adrián Odelín	EIPH-H		○				
Marsell R. González	EIPH-H		○				
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	○				○	
Francis F. Rguez. Rguez	GEARH		○				
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M	○					
Humberto García Acosta	EAH-M	○				○	
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A					○	
Ernesto Morales Chirino	EAH-A	○				○	
Héctor Medina Alfonso	EAH-A	○					
Celia Y. Garcés Batista	EAH-O		○				

5.4.4 Actividades relacionadas con el Resultado 4

Con relación al Resultado 4, se realizó la “capacitación sobre el manejo de agua subterránea (reunión para analizar el planeamiento de manejo de agua subterránea)”. El resumen de cada capacitación se presenta entre la Tabla 5-19 y la Tabla 5-20.

Tabla 5-19: Resumen de la capacitación sobre el manejo de agua subterránea

Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 1	
Fecha	Del 28 abril al 26 de mayo de 2015 (entre los cuales, 4 días completos)
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Técnicos de EIPH-Habana comprenden el resumen de manejo de agua subterránea a través de la elaboración de plan de manejo de agua subterránea y elaboran criterios de evaluación de plan de manejo de agua subterránea que puedan servir en otras zonas.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Ítems de capacitación: Del estudio de caso de la evaluación de plan de manejo de agua subterránea realizada en el estado de California, EE.UU. (An Evaluation of California Groundwater Management Planning, RMC (2014) y los ítems del índice de plan de manejo

	<p>de agua subterránea (tentativa), resumir los siguientes ítems en que tendrá iniciativa EIPH-Habana (GEIPI) y analizarlos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cláusula 2-2 (Topografía, geología, hidrogeología y situación general de agua subterránea) - Cláusula 2-6 (Circulación de agua subterránea) - Cláusula 2-8 (Obstáculos en el agua subterránea) - Cláusula 3-1 (Cambio del ambiente que rodea el agua subterránea: clima) - Cláusula 3-3 (Cambio del ambiente que rodea el agua subterránea: Agua marina y agua superficial) - Cláusula 5-1 (Pronóstico de futuro: Resumen del estudio de caso)
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	9 personas máximo (EIPH-H: 6, GEARH: 1, ISPAJE: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • El hecho de que hayan participado también en la capacitación en EIPH-Habana los técnicos de GEARH que participaron en capacitaciones en EAH, ha permitido compartir el contenido de análisis en EAH. El trabajo de resumen y análisis en esta capacitación requería el uso de los resultados de principalmente del Resultado 1 y a medida que fue avanzando el análisis, se determinaban las partes con deficiente ordenamiento de datos y los participantes pudieron comprender los trabajos necesarios de ahora en adelante. En el resumen de planos, los técnicos encargados de SIG/BD han intervenido positivamente y se puede esperar que los datos elaborados en este plan de manejo de agua subterránea sean utilizados eficientemente en el momento real de manejo de agua subterránea.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 2	
Fecha	Del 29 abril al 27 de mayo de 2015 (entre los cuales, 5 días completos)
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicos de EAH-Mayabeque comprenden el resumen de manejo de agua subterránea a través de la elaboración de plan de manejo de agua subterránea y elaboran criterios de evaluación de plan de manejo de agua subterránea que puedan servir en otras zonas.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Ítems de capacitación: Del estudio de caso de la evaluación de plan de manejo de agua subterránea realizada en el estado de California, EE.UU. (An Evaluation of California Groundwater Management Planning, RMC (2014) y los ítems del índice de plan de manejo de agua subterránea (tentativa), resumir los siguientes ítems en que tendrá iniciativa GEARH y analizarlos. - Cláusula 1-3 (Posicionamiento del plan: Relación con las leyes existentes de manejo de agua subterránea) - Cláusula 2-1 (Situación general hidráulica) - Cláusula 2-3 (Uso de agua subterránea) - Cláusula 2-4 (Variación del nivel de agua subterránea) - Cláusula 2-5 (Calidad de agua) - Cláusula 2-7 (Balance de agua subterránea) - Cláusula 2-8 (Obstáculos en el agua subterránea) - Cláusula 3-2 (Cambio del ambiente que rodea el agua subterránea: Recarga de acuíferos) - Cláusula 3-4 (Cambio del ambiente que rodea el agua subterránea: Consumo de agua subterránea) - Capítulo 4 (Metas de conservación, nivel y calidad de agua subterránea) - Cláusula 5-1 (Pronóstico de futuro: Resumen del estudio de caso)
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	6 personas máximo (EAH-M: 4, GEARH: 1, EIPH-H: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • El hecho de que hayan participado también en esta capacitación los técnicos de EIPH-Habana, ha permitido compartir el contenido de análisis en EIPH-Habana. EAH-Mayabeque desempeña un rol central en el establecimiento de base de datos de los resultados de monitoreo de agua subterránea en el Proyecto y dentro de los ítems objetivo de esta capacitación, aquellos relacionados con el nivel de agua subterránea han sido analizados detalladamente. Sobre el consumo de agua subterránea cuyos datos no han sido

	ordenados hasta la fecha, pero los datos a partir de 2011 han sido ordenados y analizados según su uso. No obstante, sigue siendo insuficiente la recolección y ordenamiento de datos sobre planes de futuro de otras instituciones necesarios para el pronóstico de futuro y se ha reconocido que es necesario seguir trabajando en los ítems de la capacitación: Cláusulas 3-2 y 3-4. Para establecer metas de conservación de agua subterránea, se tiene intención de establecer metas vinculadas con el manejo de agua subterránea realizado hasta la fecha en Cuba, por lo que se elaborará un plan de manejo de agua subterránea que permita un manejo esmerado aprovechando GCBAS, que es el sistema de manejo de agua subterránea de Cuba, y los modelos de agua subterránea.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 3	
Fecha	Del 30 abril al 29 de mayo de 2015 (entre los cuales, 5 días completos)
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicos de EAH-Artemisa comprenden el resumen de manejo de agua subterránea a través de la elaboración de plan de manejo de agua subterránea y elaboran criterios de evaluación de plan de manejo de agua subterránea que puedan servir en otras zonas.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Ítems de capacitación: Del estudio de caso de la evaluación de plan de manejo de agua subterránea realizada en el estado de California, EE.UU. (An Evaluation of California Groundwater Management Planning, RMC (2014) y los ítems del índice de plan de manejo de agua subterránea (tentativa), resumir los siguientes ítems en que tendrá iniciativa GEARH y analizarlos. <ul style="list-style-type: none"> – Cláusula 1-3 (Posicionamiento del plan: Relación con las leyes existentes de manejo de agua subterránea) – Cláusula 2-1 (Situación general hidráulica) – Cláusula 2-3 (Uso de agua subterránea) – Cláusula 2-4 (Variación del nivel de agua subterránea) – Cláusula 2-5 (Calidad de agua) – Cláusula 2-7 (Balance de agua subterránea) – Cláusula 2-8 (Obstáculos en el agua subterránea) – Cláusula 3-2 (Cambio del ambiente que rodea el agua subterránea: Recarga de acuíferos) – Cláusula 3-4 (Cambio del ambiente que rodea el agua subterránea: Consumo de agua subterránea) – Capítulo 4 (Metas de conservación, nivel y calidad de agua subterránea) – Cláusula 5-1 (Pronóstico de futuro: Resumen del estudio de caso)
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	6 personas máximo (EAH-A: 4, GEARH: 1, EIPH-H: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • El hecho de que hayan participado también en esta capacitación los técnicos de EIPH-Habana, ha permitido compartir el contenido de análisis en EIPH-Habana. En EAH-Artemisa siguen analizando con el enfoque en el balance de agua subterránea y la salinización de agua subterránea. Al igual que en EAH-Mayabeque, está avanzando el ordenamiento de datos para conocer el consumo de agua subterránea. En EAH-Artemisa los técnicos jóvenes se dirigen la elaboración de plan de manejo de agua subterránea y los veteranos los apoyan. En las actividades como el ordenamiento de datos participan otras personas además de los participantes, mostrándose emprendedora toda la empresa provincial para elaborar un plan de manejo de agua subterránea.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 4	
Fecha	Del 20 octubre al 14 de diciembre de 2015 (entre los cuales, 8 días completos)
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Los técnicos de EIPH-Habana comprenden el resumen del manejo del agua subterránea a través de la práctica de elaborar el plan de manejo del agua subterránea. Asimismo, elaboran el criterio de evaluación de planes de manejo del agua subterránea que se pueda utilizar también en otras áreas. Sobre todo, esta vez se tomó como objetivo terminar de resumir las circunstancias del agua subterránea en figuras y tablas.
Temas de	<ul style="list-style-type: none"> • Modificar o reelaborar principalmente las figuras y tablas del análisis de la situación actual

capacitación	<p>elaboradas en el 3^{er} año respecto a (1) la situación hidrológica en general, (2) la hidrogeología, (3) el aprovechamiento del agua subterránea, (4) el monitoreo del nivel de agua subterránea, (5) el monitoreo de la calidad del agua subterránea, (6) el nuevo modelo de agua subterránea, (7) las estructuras subterráneas y (8) la recarga artificial. De los ítems arriba mencionados, EIPH-Habana se encargó en particular de los siguientes ítems.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hidrogeología: Clasificación de los acuíferos, estructura hidrogeológica, análisis de la prueba de bombeo, etc. - Modelo de agua subterránea: Resultados de la prospección física, nivel de agua subterránea calculado y distribución de concentración salina, resultado del balance de agua subterránea, etc. - Estructuras subterráneas: Mapa del Dique Sur, plano de estructura del Dique Sur, etc. - Recarga artificial: Mapa de distribución de capa de barro viscoso, gráfica de posición de los puntos de sugerencia para la recarga artificial, especificaciones de instalaciones de recarga artificial, etc.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	13 personas máximo (EIPH-H: 10, GEIPI: 2, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Como se ha descrito en el apartado 9.2.1, los técnicos de EIPH-Habana están muy ocupados con otros trabajos cotidianos, etc., por lo cual no se lleva a cabo suficientemente el análisis y resumen de los datos. En cuanto a los ítems no completados, es necesario que el equipo de expertos brinde el suficiente apoyo. • Asimismo, debido a la jubilación de la señora Lourdes Valdés González, de ahora en adelante la señora Amadelis Quesada Torres, técnica joven, será uno de los principales miembros del trabajo. Respecto a los campos donde no tiene mucha experiencia, se requerirá un mayor apoyo por parte de otros técnicos veteranos.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 5	
Fecha	Del 21 octubre al 16 de diciembre de 2015 (entre los cuales, 9 días completos)
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Los técnicos de EAH-Mayabeque comprenden el resumen del manejo del agua subterránea a través de la práctica de elaborar el plan de manejo del agua subterránea. Asimismo, elaboran el criterio de evaluación de planes de manejo del agua subterránea que se pueda utilizar también en otras áreas. Sobre todo, esta vez se tomó como objetivo terminar de resumir las circunstancias del agua subterránea en figuras y tablas.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Ítems de capacitación: Modificar o reelaborar principalmente las figuras y tablas del análisis de la situación actual elaboradas en el 3^{er} año respecto a (1) la situación hidrológica en general, (2) la hidrogeología, (3) el aprovechamiento del agua subterránea, (4) el monitoreo del nivel de agua subterránea, (5) el monitoreo de la calidad del agua subterránea, (6) el nuevo modelo de agua subterránea, (7) las estructuras subterráneas y (8) la recarga artificial. De los ítems arriba mencionados, EAH-Mayabeque se encargó en particular de los siguientes ítems. - Situación hidrológica en general: Libro de registro de observatorios, resumen de los datos de precipitaciones y análisis estadístico, agua superficial, caudal de las estructuras artificiales, etc. - Aprovechamiento del agua subterránea: Libro de registro de pozos, cálculo estimado de volumen bombeado de agua subterránea según los usos, análisis del balance de agua, etc. - Monitoreo del nivel de agua subterránea: Libro de registro de pozos de observación del nivel de agua subterránea, diagrama de cambio de nivel de agua subterránea, fijación del valor objetivo del nivel de agua subterránea, mejoramiento del monitoreo del nivel de agua subterránea, etc. - Calidad del agua subterránea: Libro de registro de pozos de observación de la calidad del agua subterránea, mapa de distribución de la calidad del agua subterránea, fijación del valor objetivo de la calidad del agua subterránea, mejoramiento del método de monitoreo de la calidad del agua subterránea, etc.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)

Participantes	6 personas máximo (EAH-M: 4, GEARH: 1, EIPH-H: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En EAH-Mayabeque casi se ha terminado de obtener y ordenar los materiales que faltaban para realizar el análisis del estado actual y se llevan a cabo actividades como el análisis estadístico de precipitaciones, la propuesta de nuevos puntos de monitoreo y la propuesta para asegurar la precisión de la observación del agua subterránea. Así, los técnicos entienden suficientemente los materiales básicos necesarios para elaborar el plan de manejo del agua subterránea y el método para ordenarlos entre otros. • A través del ordenamiento de los materiales, ahora los técnicos han empezado a prestar atención a los valores anormales de los datos de observación, y como se ha mencionado anteriormente, tratan de mejorar la precisión de la observación. • Se ha comenzado a resumir los datos tomando como unidad la cuenca en vez de la provincia. Además de aspirar a completar los datos de la cuenca unificando los datos de las Provincias de Mayabeque y Artemisa, se desea que los técnicos de EAH-Mayabeque orienten a los técnicos jóvenes de EAH-Artemisa.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 6	
Fecha	Del 19 de octubre al 17 de diciembre de 2015 (entre los cuales, 7 días completos)
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Los técnicos de EAH-Artemisa comprenden el resumen del manejo del agua subterránea a través de la práctica de elaborar el plan de manejo del agua subterránea. Asimismo, elaboran el criterio de evaluación de planes de manejo del agua subterránea que se pueda utilizar también en otras áreas. Sobre todo, esta vez se tomó como objetivo terminar de resumir las circunstancias del agua subterránea en figuras y tablas.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Modificar o reelaborar principalmente las figuras y tablas del análisis de la situación actual elaboradas en el 3^{er} año respecto a (1) la situación hidrológica en general, (2) la hidrogeología, (3) el aprovechamiento del agua subterránea, (4) el monitoreo del nivel de agua subterránea, (5) el monitoreo de la calidad del agua subterránea, (6) el nuevo modelo de agua subterránea, (7) las estructuras subterráneas y (8) la recarga artificial. De los ítems arriba mencionados, EAH-Artemisa se encargó en particular de los siguientes ítems. <ul style="list-style-type: none"> – Situación hidrológica en general: Libro de registro de observatorios, resumen de los datos de precipitaciones y análisis estadístico, etc. – Aprovechamiento del agua subterránea: Libro de registro de pozos, cálculo estimado de volumen bombeado de agua subterránea según los usos, análisis del balance de agua, etc. – Monitoreo del nivel de agua subterránea: Libro de registro de pozos de observación del nivel de agua subterránea, diagrama de cambio de nivel de agua subterránea, fijación del valor objetivo del nivel de agua subterránea, mejoramiento del monitoreo del nivel de agua subterránea, etc. – Calidad del agua subterránea: Libro de registro de pozos de observación de la calidad del agua subterránea, mapa de distribución de la calidad del agua subterránea, fijación del valor objetivo de la calidad del agua subterránea, mejoramiento del método de monitoreo de la calidad del agua subterránea, etc.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	5 personas máximo (EAH-A: 3, GEARH: 1, EIPH-H: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • En EAH-Artemisa, al igual que en EAH-Mayabeque, se ha terminado el resumen de los datos de observación, etc. Sin embargo, la precisión de los datos es inferior a la de los datos de EAH-Mayabeque y hay figuras y tablas en las cuales se ven errores aquí y allá. En especial, los técnicos jóvenes realizan el trabajo y los técnicos veteranos los apoyan. Sin embargo, es necesario revisar el régimen de verificación dentro de la oficina, etc. • También será necesario que los técnicos entiendan la elaboración de figuras y tablas que tenga en cuenta próximos trabajos y análisis, por ejemplo, a través de la unificación de fórmulas con EAH-Mayabeque donde avanza el trabajo. • Por otra parte, los técnicos jóvenes muestran una postura positiva en cuanto a nuevos análisis, rectificación de datos e ideas sobre figuras y tablas, por lo cual es necesario apoyarlos junto con el equipo de expertos.

	<ul style="list-style-type: none"> Se detectaron errores en una parte de los datos anteriores de la base de datos utilizada por EAH-Artemisa. Se supone que se introdujeron datos erróneos durante el momento de compartimiento de datos o que se hizo una modificación equivocada durante el trabajo ulterior. Se emprenderá el mejoramiento del método de gestión de la base de datos junto con el subgrupo de SIG/BD.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 7	
Fecha	20 y 28 de enero 2016
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Los técnicos de EIPH-Habana y GEIPI aprenden a utilizar el modelo de agua subterránea como instrumento a la hora de elaborar el plan de manejo del agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de la interpolación del modelo actualizado de agua subterránea del primer periodo del 4º año. Práctica del análisis de pronóstico que utiliza el modelo de agua subterránea.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	3 personas máximo (EIPH-H: 2, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Se puede pensar que los técnicos han comprendido más o menos el método de interpolación del modelo de agua subterránea y el método de evaluación de sus resultados. De ahora en adelante será necesario profundizar aún más su comprensión para que puedan efectuar las modificaciones necesarias del modelo adecuadamente de acuerdo con los resultados de la evaluación. Para el pronóstico de futuro se inició la práctica del cálculo de pronóstico que utilizaba el modelo de agua subterránea. Se puede pensar que a través de la práctica del cálculo de pronóstico los técnicos han comprendido más que hasta ahora el formulario de los datos a introducir al modelo y el proceso de elaboración de datos. Asimismo, en esta práctica se realizó el pronóstico sobre 4 casos suponiendo un cambio simultáneo de volumen de bombeo y de la recarga en el área analizada, gracias a lo cual puede juzgarse que los técnicos cubanos han comprendido también los datos necesarios para elaborar guiones de pronóstico prácticos, etc. Así se espera que se promuevan la recopilación y el ordenamiento de esos datos entre febrero y marzo.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 8	
Fecha	20 de enero y 1 de febrero 2016
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Los técnicos de EAH-Mayabeque comprenden el resumen del manejo del agua subterránea a través de la práctica de elaborar el plan de manejo del agua subterránea. Asimismo, elaboran el criterio de evaluación de planes de manejo del agua subterránea que se pueda utilizar también en otras áreas. Sobre todo, esta vez se tomó como objetivo aprender a verificar la situación de las actividades en caso de ausencia del personal experto japonés y a utilizar el modelo de agua subterránea como instrumento a la hora de elaborar el plan de manejo del agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Situación hidrológica en general: Ordenamiento de los datos del agua superficial y del caudal de las estructuras artificiales, etc. Monitoreo del nivel de agua subterránea: Resumen sobre la relación entre el cambio de nivel de agua subterránea y el movimiento de agua subterránea, etc. Calidad del agua subterránea: Resumen sobre la calidad del agua subterránea excepto la salinización de agua subterránea, etc. Evaluación de la interpolación del modelo actualizado de agua subterránea del primer periodo del 4º año. Práctica del análisis de pronóstico que utiliza el modelo de agua subterránea.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	4 personas máximo (EAH-M: 3, EIPH-H: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Se pudo confirmar que en EAH-Mayabeque se continuaban actividades incluso durante la ausencia del personal experto japonés y se promovía el ordenamiento y análisis sobre la situación hidrológica en general, el monitoreo del agua subterránea y la calidad del agua

	<p>subterránea, ítems de capacitación arriba mencionados. Asimismo, cada técnico está consciente de la parte sobre la cual su comprensión todavía no es suficiente y hace esfuerzos enérgicamente para adquirir técnicas nuevas de ordenamiento y análisis, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con respecto al pronóstico de futuro en EAH-Mayabeque también se inició la práctica del cálculo de pronóstico que utilizaba el modelo de agua subterránea. Se puede pensar que a través de la práctica del cálculo de pronóstico los técnicos de EAH-Mayabeque también han comprendido más que hasta ahora el formulario de los datos a introducir al modelo y el proceso de elaboración de datos. Asimismo, se puede pensar que al igual que los técnicos de EIPH-Habana y GEIPI, los técnicos de EAH-Mayabeque han comprendido los datos necesarios para elaborar guiones de pronóstico prácticos, etc. Así se espera que se promuevan la recopilación y el ordenamiento de esos datos entre febrero y marzo.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 9	
Fecha	21 de enero y 2 de febrero 2016
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Los técnicos de EAH-Artemisa comprenden el resumen del manejo del agua subterránea a través de la práctica de elaborar el plan de manejo del agua subterránea. Asimismo, elaboran el criterio de evaluación de planes de manejo del agua subterránea que se pueda utilizar también en otras áreas. Sobre todo, esta vez se tomó como objetivo aprender a verificar la situación de las actividades en caso de ausencia del personal experto japonés y a utilizar el modelo de agua subterránea como instrumento a la hora de elaborar el plan de manejo del agua subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Acerca de la elaboración de un informe sobre las precipitaciones, el cambio de nivel de agua subterránea y la alteración de la calidad del agua subterránea del año 2015 en la Provincia de Artemisa. • Evaluación de la interpolación del modelo actualizado de agua subterránea del primer periodo del 4º año. • Práctica del análisis de pronóstico que utiliza el modelo de agua subterránea.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	3 personas máximo (EAH-A: 2, EIPH-H: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se deliberó acerca de un informe sobre las “precipitaciones, el cambio de nivel de agua subterránea y la alteración de la calidad del agua subterránea del año 2015 en la Provincia de Artemisa” elaborado en EAH-Artemisa durante la ausencia del personal experto japonés. Si bien había partes que requerían algunas modificaciones en cuanto a la expresión, etc., se pudo confirmar que se había elaborado un informe en la cual los puntos necesarios estaban bien ordenados y podían entenderse bien las características del área objeto del presente Proyecto. • Para el pronóstico de futuro, se puede pensar que al igual que lo mencionado sobre EAH-Mayabeque, los técnicos de EAH-Artemisa también han profundizado su comprensión para utilizar el modelo de agua subterránea como instrumento.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 10 (Reunión de redacción conjunta)	
Fecha	26 de abril de 2016
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • Compartir la información sobre el estado de elaboración del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) hasta el momento, y establecer el sistema de redacción futura del mismo.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> • (1) Confirmación del estado de redacción de los Capítulos, desde el Primero hasta el Cuarto, y (2) Elección del redactor final y revisor de cada rubro.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	10 personas (GEIPI: 1, EIPH-H: 2, GEARH: 1, EAH-M: 3, EAH-A: 3)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se aprobó el método de redacción final del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo). • Se decidió realizar la modificación de las partes ya elaboradas, desde el Primero hasta el Cuarto Capítulo, haciéndose las añadiduras necesarias, así como empezar a elaborar los

	rubros cualitativos respecto a las medidas para el logro de los objetivos.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 11	
Fecha	Del 20 abril al 20 de junio de 2016 (entre los cuales, 7 días completos)
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender las generalidades sobre Plan de Manejo del Agua Subterránea por parte de los técnicos de EIPH-Habana, a través de la práctica real de elaboración del Plan de Manejo del Agua Subterránea. Aclarar, especialmente en esta capacitación, la función de EIPH-Habana, a través de la elaboración de “Medidas para el logro del objetivo” del Capítulo 6 del Plan de Manejo del Agua Subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Ordenar las Medidas para el Logro del Objetivo de Conservación, que se necesitan en el área objeto, a través de la elaboración de los apartados “6-2 Problemas y medidas particulares” y “6-3 Clasificación de medidas”; asimismo, aclarar la función de EIPH-Habana dentro del manejo del agua subterránea, a través de la elaboración de los apartados “6-4 Mejora del sistema de vigilancia del estado del agua subterránea, etc.”, “6-5 Medidas de conservación del volumen del agua subterránea” y “6-6 Medidas de conservación de la calidad del agua subterránea”.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	9 personas máximo (EIPH-H: 7, GEIPI: 1, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Mientras se sostenían las discusiones sobre el Capítulo 6 del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), se aclararon: (1) distribución de funciones entre las entidades de C/P, (2) función de las provincias de Mayabeque y Artemisa (CAP), (3) función de otras entidades administrativas fuera de la C/P, (4) función de los usuarios del agua subterránea, etc. Además de aclararse la función de EIPH-Habana dentro del manejo futuro del agua subterránea, se determinaron los trabajos que debería desempeñar la UEB Investigaciones Aplicadas, la UEB Ingeniería y Diseño, y la Dirección Técnica respecto a cada una de las medidas, dentro de EIPH-Habana.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 12	
Fecha	Del 21 abril al 6 de julio de 2016 (entre los cuales, 10 días completos)
Lugar	Mayabeque / EAH-Mayabeque
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender las generalidades sobre Plan de Manejo del Agua Subterránea por parte de los técnicos de EAH-Mayabeque, a través de la práctica real de elaboración del Plan de Manejo del Agua Subterránea. Aclarar, especialmente en esta capacitación, la función de EAH-Mayabeque, a través de la elaboración de “Medidas para el logro del objetivo” del Capítulo 6 del Plan de Manejo del Agua Subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Ordenar las Medidas para el Logro del Objetivo de Conservación, que se necesitan en el área objeto, a través de la elaboración de los apartados “6-2 Problemas y medidas particulares” y “6-3 Clasificación de medidas”. Aclarar la función de EAH-Mayabeque dentro del manejo del agua subterránea, a través de la elaboración de los apartados “6-4 Mejora del sistema de vigilancia del estado del agua subterránea, etc.”, “6-5 Medidas de conservación del volumen del agua subterránea” y “6-6 Medidas de conservación de la calidad del agua subterránea”.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	9 personas máximo (EAH-M: 4, GEARH: 1, EIPH-H: 4)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Mientras se sostenían las discusiones sobre el Capítulo 6 del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), se aclararon: (1) distribución de funciones entre las entidades de C/P, (2) función de las provincias de Mayabeque y Artemisa (CAP), (3) función de otras entidades administrativas fuera de la C/P, (4) función de los usuarios del agua subterránea, etc. Además de aclararse la función de EAH-Mayabeque dentro del manejo futuro del agua subterránea, se determinaron los trabajos que debería desempeñar la UB Servicios Técnicos y la Dirección Técnica respecto a cada una de las medidas, dentro de EAH-Mayabeque.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 13	

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

Fecha	Del 19 mayo al 7 de julio de 2016 (entre los cuales, 10 días completos)
Lugar	Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Comprender las generalidades sobre Plan de Manejo del Agua Subterránea por parte de los técnicos de EAH-Artemisa, a través de la práctica real de elaboración del Plan de Manejo del Agua Subterránea. Aclarar, especialmente en esta capacitación, la función de EAH-Artemisa, a través de la elaboración de “Medidas para el logro del objetivo” del Capítulo 6 del Plan de Manejo del Agua Subterránea.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Ordenar las Medidas para el Logro del Objetivo de Conservación, que se necesitan en el área objeto, a través de la elaboración de los apartados “6-2 Problemas y medidas particulares” y “6-3 Clasificación de medidas”. Aclarar la función de EAH-Artemisa dentro del manejo del agua subterránea, a través de la elaboración de los apartados “6-4 Mejora del sistema de vigilancia del estado del agua subterránea, etc.”, “6-5 Medidas de conservación del volumen del agua subterránea” y “6-6 Medidas de conservación de la calidad del agua subterránea”.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	7 personas máximo (EAH-A: 4, GEARH: 1, EIPH-H: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Mientras se sostenían las discusiones sobre el Capítulo 6 del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), se aclararon: (1) distribución de funciones entre las entidades de C/P, (2) función de las provincias de Mayabeque y Artemisa (CAP), (3) función de otras entidades administrativas fuera de la C/P, (4) función de los usuarios del agua subterránea, etc. Además de aclararse la función de EAH-Artemisa dentro del manejo futuro del agua subterránea, se determinaron los trabajos que debería desempeñar la UEB Este y la Dirección Técnica respecto a cada una de las medidas, dentro de EAH-Artemisa.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 14 (Reunión de redacción conjunta)	
Fecha	7 de julio de 2016
Lugar	La Habana/ EIPH-La Habana
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Confirmar el borrador final del Plan de Manejo del Agua Subterránea, que se entregará en julio por GEIPI/GEARH.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Confirmación del contenido de cada apartado del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), y discusión sobre los puntos problemáticos.
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	11 personas (EIPH-H: 7, GEARH: 1, EAH-M: 1, EAH-A: 2)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> Hay algunos aspectos demasiado detallados o simplificados, y otros duplicados, por lo que se realizará de nivel la revisión del borrador hasta el 15 de julio. En cuanto al momento de ejecución de medidas, no hay decisión por consenso en forma suficiente entre las entidades relacionadas, por lo que se continuará estudiando al respecto hasta el 15 de julio. En cuanto al fundamento legal de cada actividad, una vez presentado el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) a INRH, se solicitará a la sección jurídica de este instituto la verificación y corrección.
Capacitación sobre el manejo de agua subterránea 15, 16, y 17	
Fecha	Del 5 al 21 de diciembre de 2016 (entre los cuales, 9 días completos)
Lugar	15 (5, 9 y 21 de diciembre): La Habana / EIPH-La Habana, 16 (13, 15 y 19 de diciembre): Mayabeque / EAH-Mayabeque, 17 (14, 16 y 20 de diciembre): Artemisa / EAH-Artemisa
Objetivo de la capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un pronóstico predictivo con el uso de los modelos de aguas subterráneas y aprovecharlo en las actividades que sigan el plan de manejo de aguas subterráneas.
Temas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Verificación de los formatos de datos del caudal de bombeo y el volumen de recarga para “PMWIN (Processing Modflow)” Revisión de los métodos del cálculo estimado del volumen de recarga con un “Modelo del Tanque” Métodos de elaboración de datos de caudal de bombeo y volumen de recarga con el uso del programa FORTRAN

	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de elaboración de escenarios de variación del nivel del mar • Salida de datos del balance de aguas subterráneas • Métodos gráficos de los resultados de cálculo (variación del nivel freático, distribución plana de los niveles freáticos y calidad de agua, distribución seccional de calidad de agua, etc.)
Instructor	Shigeki Kihara (Líder/Manejo del Agua Subterránea)
Participantes	15 (5, 9 y 21 de diciembre): 8 personas máximo (EIPH-H: 7, GEARH: 1) 16 (13, 15 y 19 de diciembre): 3 personas máximo (EAH-M: 2, GEARH: 1) 17 (14, 16 y 20 de diciembre): 3 personas máximo (EAH-A: 2, GEARH: 1)
Mención especial	<ul style="list-style-type: none"> • Se hizo la práctica de métodos para simplificar los datos a ingresar en los modelos de aguas subterráneas con el uso del programa FORTON, procesando algo el libro de pozos elaborado y el volumen de recarga de aguas subterráneas obtenido en el presente Proyecto. • A través de dicha práctica, además de los métodos de ingreso de datos por PMWIN, al comprender los formatos de datos del mismo MODFLOW, se hace más fácil la elaboración de datos para un futuro pronóstico, avanzando así el uso de los modelos de aguas subterráneas (análisis predictivo de varios casos). • Además, el programa FORTON elaborado en esta ocasión está ingeniado para que pueda atender a posibles cambios de la estructura de modelos (en caso de variar el coeficiente de permeabilidad según una calibración), lo que permite llevar a cabo el análisis predictivo aun después de una calibración sin ocasionar confusión en la elaboración de datos.

Tabla 5-20: Participantes en la capacitación sobre el manejo de agua subterránea

No.		1	2	3	4	5
Fecha		2015/4/28 -5/26 (4 días)	2015/4/29 -5/27 (5 días)	2015/4/30 -5/29 (5 días)	2015/10/20 -12/14 (8 días)	2015/10/21 -12/16 (9 días)
Lugar		EIPH-H	EAH-M	EAH-A	EIPH-H	EAH-M
Hildelisa Jiménez Ponce de León	GEPI				1 día	
Odet C. Herrera Betancourt	GEPI				1 día	
Aimeé Aguirre Hernández	EIPH-H					
Francis Guerra Vázquez	EIPH-H					
Rafael Feito Olivera	EIPH-H				6 días	
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	1 día			6 días	
Lourdes Valdés González	EIPH-H	4 días			7 días	
Isabel Pineiro Alfonso	EIPH-H				1 día	
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H				1 día	
Andrés Portal Casanova	EIPH-H	3 días			5 días	
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H	2 días			3 días	
María Díaz García	EIPH-H				7 días	
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H	2 día		2 días	1 día	
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H	3 días	2 días		4 días	1 día
Yainerys Arevalos Ramos	EIPH-H					
Adrián Montejo Delgado	EIPH-H					
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	4 días	4 días	3 días	4 días	4 días
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M		3 días			5 días
Ana Lourdes López Gasca	EAH-M		2 días			
Humberto García Acosta	EAH-M		5 días			9 días
Aida Reyes Lamach	EAH-M		3 días			9 días
Yania González Llanes	EAH-M					3 días
Danielis Amaury Romero	EAH-M					
Yenida Hernández	EAH-M					
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A			3 días		
Ernesto Morales Chirino	EAH-A			5 días		
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A			3 días		
Roberto Valdés Ulloa	EAH-A			3 días		
Julia Ortega López	EAH-A					
Karla Perdomo Velázquez	ISPAJE	1 día				
Lisbeth Núñez	ISPAJE	1 día				

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		6	7	8	9	10
Fecha		2015/10/19 -12/17 (7 días)	2016/1/20, 1/28	2016/1/20, 2/1	2016/1/21, 2/2	2016/4/26
Lugar		EAH-A	EIPH-H	EAH-M	EAH-A	EIPH-H
Hildelisa Jiménez Ponce de León	GEIPI					○
Odet C. Herrera Betancourt	GEIPI		2 días			
Aimeé Aguirre Hernández	EIPH-H					
Francis Guerra Vázquez	EIPH-H					
Rafael Feito Olivera	EIPH-H					
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H		1 día	1 día		○
Lourdes Valdés González	EIPH-H					
Isabel Pineiro Alfonso	EIPH-H					
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H					
Andrés Portal Casanova	EIPH-H					
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H		2 días		1 día	○
María Díaz García	EIPH-H					
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H					
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H	2 días				
Yainerys Arevalos Ramos	EIPH-H					
Adrián Montejo Delgado	EIPH-H					
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	3 días				○
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M			1 día		○
Ana Lourdes López Gasca	EAH-M					
Humberto García Acosta	EAH-M			2 días		○
Aida Reyes Lamach	EAH-M			1 días		
Yania González Llanes	EAH-M					
Danielis Amaury Romero	EAH-M					○
Yenida Hernández	EAH-M					
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A	1 día				○
Ernesto Morales Chirino	EAH-A	7 días			2 días	○
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A					
Roberto Valdés Ulloa	EAH-A	3 días			1 día	
Julia Ortega López	EAH-A					○
Karla Perdomo Velázquez	ISPAJE					
Lisbeth Núñez	ISPAJE					

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		11	12	13	14	15
Fecha		2016/4/20 -6/28 (7 días)	2016/4/21 -7/6 (10 días)	2016/5/19 -7/1 (4 días)	2016/7/7	2016/12/5 -12/21 (3 días)
Lugar		EIPH-H	EAH-M	EAH-A	EIPH-H	EIPH-H
Hildelisa Jiménez Ponce de León	GEIPI					
Odet C. Herrera Betancourt	GEIPI	1 día				
Aimeé Aguirre Hernández	EIPH-H				○	
Francis Guerra Vázquez	EIPH-H				○	
Rafael Feito Olivera	EIPH-H					2 días
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H	6 días	1 día		○	2 días
Lourdes Valdés González	EIPH-H					
Isabel Pineiro Alfonso	EIPH-H					
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H	6 días	1 día		○	
Andrés Portal Casanova	EIPH-H	3 días				1 día
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H	2 días			○	
María Díaz García	EIPH-H	1 día			○	1 día
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H	1 día	1 día	1 día	○	2 días
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H	1 día	1 día	1 día		
Yainerys Arevalos Ramos	EIPH-H					3 días
Adrián Montejo Delgado	EIPH-H					1 día
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	1 día	3 días	1 día	○	1 día
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M		6 días		○	
Ana Lourdes López Gasca	EAH-M					
Humberto García Acosta	EAH-M		10 días			
Aida Reyes Lamach	EAH-M		3 días			
Yania González Llanes	EAH-M					
Danielis Amaury Romero	EAH-M					
Yenida Hernández	EAH-M		1 día			
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A			2 días	○	
Ernesto Morales Chirino	EAH-A			2 días	○	
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A			1 día		
Roberto Valdés Ulloa	EAH-A			1 día		
Julia Ortega López	EAH-A					
Karla Perdomo Velázquez	ISPAJE					
Lisbeth Núñez	ISPAJE					

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

No.		16	17
Fecha		2016/12/13 -12/19 (3 días)	2016/12/14 -12/20 (3 días)
Lugar		EIPH-M	EAH-A
Hildelisa Jiménez Ponce de León	GEIPI		
Odet C. Herrera Betancourt	GEIPI		
Aimeé Aguirre Hernández	EIPH-H		
Francis Guerra Vázquez	EIPH-H		
Rafael Feito Olivera	EIPH-H		
Ernesto Flores Valdés	EIPH-H		
Lourdes Valdés González	EIPH-H		
Isabel Pineiro Alfonso	EIPH-H		
Orlando R Laiz Aberoff	EIPH-H		
Andrés Portal Casanova	EIPH-H		
Amadelis Quesada Torres	EIPH-H		
María Díaz García	EIPH-H		
Pedro Luis García Pérez	EIPH-H		
Adrián Abilio Lugo Barro	EIPH-H		
Yainerys Arevalos Ramos	EIPH-H		
Adrián Montejo Delgado	EIPH-H		
Ibrahim Plaza Peñalver	GEARH	3 días	2 días
Dulce María Rodríguez Lugo	EAH-M	1 día	
Ana Lourdes López Gasca	EAH-M		
Humberto García Acosta	EAH-M	3 días	
Aida Reyes Lamach	EAH-M		
Yania González Llanes	EAH-M		
Danielis Amaury Romero	EAH-M		
Yenida Hernández	EAH-M		
Carlos Manuel Antella Acosta	EAH-A		
Ernesto Morales Chirino	EAH-A		3 días
Carlos M. Moro Padilla	EAH-A		
Roberto Valdés Ulloa	EAH-A		3 días
Julia Ortega López	EAH-A		
Karla Perdomo Velázquez	ISPAJE		
Lisbeth Núñez	ISPAJE		

5.5 Registro de la Celebración del Seminario Técnico

(1) Seminario técnico en el primer año (20 de junio de 2013)

El 20 de junio de 2013, se celebró el seminario técnico del primer año en La Habana (Hotel Chateau Miramar), con el objeto de presentar los resultados obtenidos en el primer año del Proyecto. A continuación, se resume este seminario.

- Participantes de la parte cubana: 56 personas (GEIPI y EIPH: 31 personas, GEARH y EAH: 15 personas, INRH: 2 personas, CITMA: 1 persona, ISPAJE (CUJAE): 2 personas, y otras: 5 personas)
Participantes de la parte japonesa: 15 personas (1 persona de la Embajada del Japón, 1 persona de JICA, 7 personas del Equipo de Expertos, otras 6 personas, incluidos los intérpretes)
- El programa del seminario es tal como se muestra en la Tabla de abajo. Hubo rueda de prensa con 4 empresas de medios de comunicación.

Tabla 5-21: Programa del seminario técnico del primer año

Hora	Tema	Presentado por
09:00 – 09:10	Palabras de Apertura y de Bienvenida	Fermín Sarduy Quintanilla, Director General, GEARH
09:10 – 09:25	Palabras de JICA	JICA
09:25 – 09:40	El Proyecto	Shigeki Kihara, Líder, Grupo de Expertos JICA
09:40 – 10:10	Coffee Break	
Resultado 1 (Estudios Hidrogeológicos / Monitoreo del Agua Subterránea)		
10:10 – 10:40	Plan de Operaciones del Resultado 1: Ernesto Morales Cuellar, EAH Artemisa y Ernesto Flores, EIPH La Habana.	Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea (por Sub-Grupo)
10:40 – 11:00	Ejemplos de Estudios de Cavernas y Prospección Geofísica en las Zonas Costeras	Tsugio Ishikawa, Experto en Prospección Geofísica
11:00 – 11:20	Estudios Hidrológicos en la Cuenca Sur y Estudios Planificados para el Futuro	GEIPI: Lourdes Valdés, EIPH La Habana
11:20 – 11:40	Organización Existente en la Cuenca Sur para el Monitoreo del Agua Subterránea y Resultados Obtenidos	GEARH: Humberto García, EAH Mayabeque
Resultado 2 (Modelo de Agua Subterránea)		
11:40 – 11:55	Plan de Operaciones del Resultado 2: Lourdes Valdés, EIPH La Habana	Grupo de Modelación del Agua Subterránea
11:55 – 12:15	Ejemplos de Análisis del Agua Subterránea utilizando Modelos de Intrusión Salina	Naoaki Shibasaki, Experto en Modelación del Agua Subterránea 2
12:15 – 12:35	Modelo Existente de Agua Subterránea establecido en la Cuenca Sur	ISPJAE: Armando Hernández Valdés y Lemuel García
12:35 – 13:45	Almuerzo	
Resultado 3 (Recarga del Agua Subterránea / Tecnología de Control de la Intrusión Salina)		

13:45 – 14:00	Plan de Operaciones del Resultado 3: Rafael Feito Olivera, EIPH La Habana	Grupo de Tecnología de Recarga del Acuífero y Control de la Intrusión Salina.
14:00 – 14:20	Ejemplos de Recarga Artificial del Acuífero y Dique Sur	Kiyoshi Yamada, Experto en Hidrogeología
14:20 – 14:40	Ejemplos de Cambios en la Calidad del Agua luego de la Construcción de Estructuras Artificiales	Hirokatsu Utagawa, Vice Líder, Experto en Calidad del Agua
14:40 – 15:00	Análisis de la Calidad del Agua al momento de la Construcción del Dique Sur y Efectos de la Construcción	GEIPI: Arturo González Báez, GEIPI
15:00 – 15:15	Coffee Break	
Resultado 4 (Manejo del Acuífero)		
15:15 – 15:30	Plan de Operaciones del Resultado 4: Ibrahim Plaza Peñalver, GEARH	Grupo de Manejo del Acuífero.
15:30 – 15:50	Ejemplos de Preparación del Plan de Manejo del Acuífero en Proyectos JICA	Lei Peifeng, Experto en Modelación del Agua Subterránea 1
15:50 – 16:10	Manejo del Agua Subterránea en ejecución en Cuba y sus Problemas	GEARH: Yosvanuy Batista, EAH HLG y Celia Batista, EAH GRM
Deliberaciones Generales		Arturo González, GEIPI
16:10 – 16:30	Actividades Realizadas luego de la Conclusión del Proyecto Anterior y Problemas Surgidos	Rebeca Fernández, Jorge L. Blanco y Juan José Almirall.
16:30 – 16:50	Deliberaciones	
16:50 – 17:00	Resultado de las Deliberaciones	
17:00 – 17:15	Palabras de Clausura	Ana Lidia Hernández González, Directora Técnica del GEIPI.

(2) Seminario técnico en el segundo año (20 de junio de 2014)

El 20 de junio de 2014 se celebró el segundo Seminario Técnico en La Habana (Hotel Chateau Miramar) para presentar los resultados obtenidos en el segundo año, cuyo resumen se muestra a continuación.

- Participantes de la parte cubana: 64 personas (GEIPI y EIPH: 32 personas, GEARH y EAH: 21 personas, INRH: 6 personas, BASAL: 2 personas, ISPAJE: 2 personas, y otros: 1 personas)
Participantes de la parte japonesa: 15 personas (JICA: 1 persona, Equipo de Expertos: 7 personas y otros: 7 personas)
- El programa del Seminario se muestra en la Tabla siguiente.

Tabla 5-22: Programa del seminario técnico del segundo año

Hora	Tema	Presentado por
09:00 – 09:10	Palabras de Apertura y de Bienvenida	Ibrahim Plaza P. (GEARH)
09:10 – 09:25	Presentación de El Proyecto	Shigeki Kihara (Líder, Grupo de Expertos JICA)
09:25 – 09:45	Equipos Donados por JICA	Ibrahim Plaza P. (GEARH)

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

09:45 – 10:15	Coffee Break	
Resultado 1 (Estudios Hidrogeológicos / Monitoreo del Agua Subterránea)		
10:15 – 10:35	Estudios Hidrogeológicos (1) – Prospección Geofísica	Andrés Portal Casanova (EIPHH): Sub-Grupo de Estructura Hidrogeológica / Análisis Hidrológicos
10:35 – 10:55	Estudios Hidrogeológicos (2) – Perforaciones Exploratorias	Arturo González B. (GEIPI): Sub-Grupo de Estructura Hidrogeológica / Análisis Hidrológicos
10:55 – 11:10	Monitoreo del Agua Subterránea (1) – Observación del Nivel de Agua Subterránea	Humberto García (EAH-M): Sub-Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea
11:10 – 11:25	Monitoreo del Agua Subterránea (2) – Estudios de Calidad del Agua	Ernesto Morales Chirino (EAH-A): Sub-Grupo de Monitoreo Agua Subter.
11:25 – 11:35	Resultados Preliminares del Estudio de la Calidad de las Aguas	Orlando Laiz Averoff (EIPHH)
11:35 – 11:55	SIG/BD	Adrián Lugo y Pedro Luis García (EIPHH): Sub-Grupo de SIG/BD
11:55 – 13:00	Almuerzo	
Resultado 2 (Modelación del Agua Subterránea)		
13:00 – 13:20	Modelo de Agua Subterránea	Lourdes Valdés (EIPHH): Grupo de Establecimiento Modelo Agua Subterránea
Resultado 3 (Recarga del Agua Subterránea • Tecnología de Control de la Intrusión Salina)		
13:20 – 13:40	Experiencias sobre Recarga Artificial con énfasis en Diques Costeros Subterráneos	Rafael Feitó Olivera (EIPHH)
13:40 – 14:00	Expectativas sobre el Diseño y la Construcción de Diques Costeros en Cuba ante las amenazas del ascenso del mar por Cambio Climático	Isabel Piñeiro y Juan Hernández Silva (EIPHH): Grupo de Recarga del Agua Subterránea • Tecnología de Control de Intrusión Salina
Resultado 4 (Manejo del Acuífero)		
14:00 – 14:20	Manejo del Agua Subterránea por parte de GEARH – Ejemplos de 2013 y 2014	Dulce Ma Rodríguez (EAH-M), Carlos Manuel Antela (EAH-A): Grupo de Manejo del Acuífero
14:20 – 14:40	Coffee Break	
Deliberaciones Generales		Arturo González B. (GEIPI)
14:40 – 15:40	Tema de Interés: Evolución de la Transferencia Tecnológica en el Proyecto anterior	Jorge L Blanco B. (EIPH Holguín) y Juan José Almirall (UEB Granma) Rebeca Fernández (EIPH Camagüey)
15:40 – 16:00	Tema de Interés: Proyecto CITMA	Ernesto Flores (EIPHH)
16:00 – 16:30	Deliberaciones y Resumen	Arturo González B. (GEIPI)
16:30 – 16:45	Palabras de Clausura	Aimeé Aguirre Hernández (Directora General, EIPHH)

(3) Seminario técnico sobre el manejo de agua subterránea del 3^{er} año (el 24 de junio de 2015)

El 24 de junio de 2015 en Habana (Hotel Chateau Miramar), se celebró un seminario técnico del 3^{er} año para presentar los resultados hasta el 3^{er} año. Los principales temas de ponencia son “la condición actual estimada del agua subterránea en el área objetivo y cambios en las circunstancias que rodean el agua subterránea” y “tecnologías para la conservación del agua subterránea”, que corresponden a la primera mitad del plan de manejo de agua subterránea.

- Participantes de la parte cubana: 63 personas (GEIPI y EIPH: 31 personas, GEARH y EAH: 17 personas, INRH: 3 personas, ISPAJE: 5 personas, y otros: 7 personas)
Participantes de la parte japonesa: 9 personas (Equipo de Expertos: 5 personas y otros: 4 personas)
- El programa del Seminario se muestra en la Tabla siguiente.

Tabla 5-23: Programa del seminario técnico sobre el manejo de agua subterránea del 3^{er} año

Hora	Tema	Presentado por
09:00 – 09:10	Palabras de Apertura y Bienvenida	Dixie Castillo Díaz (Director General, GEARH)
09:10 – 09:20	Presentación del Proyecto	Shigeki Kihara (Líder, Grupo de Expertos JICA)
09:20 – 09:40	Capacitación en Japón	Ana Lydia Hernández (GEIPI), Ernesto Flores Valdés, Adrián Abilio Lugo Barro (EIPHH), Humberto García Acosta (EAH-M), Ernesto Morales Chirino (EAH-A)
09:40 – 10:00	Contenidos (borrador) y marco del plan de manejo de agua subterránea	Ibrahim Plaza Peñalver (GEARH)
10:00 – 10:20	Coffee Break	
CONDICIÓN ACTUAL ESTIMADA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA OBJETIVO y CAMBIOS EN LAS CIRCUNSTANCIAS QUE RODEAN EL AGUA SUBTERRÁNEA		
10:20 – 10:35	Descripción de la Hidrología	Francis Francisco Rodríguez (GEARH)
10:35 – 10:55	Descripción de la Topografía, la Geología, la Hidrogeología y el Agua Subterránea, y Perspectivas de Cambio en la Recarga del Agua Subterránea	Ernesto Flores Valdés, Lourdes Valdés González, Pedro Luis García, Andrés Portal Cassanova (EIPHH)
10:55 – 11:15	Estado Actual y Perspectivas de Cambio en el Volumen de Explotación del Agua Subterránea	Dulce M. Rodríguez Lugo (EAH-M), Carlos Manuel Antela (EAH-A)
11:15 – 11:35	Estado y Problemas Actuales de Nivel del Agua Subterránea	Humberto García Acosta (EAH-M), Ernesto Morales Chirino (EAH-A)
11:35 – 11:55	Estado y Problemas Actuales de Calidad del Agua Subterránea	Orlando Laiz Averhoff (EIPHH)
11:55 – 12:10	Pronósticos Meteorológicos, Cambios en el Nivel del Mar y el Volumen de Agua Superficial	Ernesto Flores Valdés (EIPHH), ***** (CITMA o AMA)
12:10 – 13:00	Almuerzo	
13:00 – 13:20	Problemas del Agua Subterránea y Medidas que se han tomado en el pasado y sus efectos (1) - Dique Sur -	Rafael Feitó Olivera (EIPHH)

13:20 – 13:40	Problemas del Agua Subterránea y Medidas que se han tomado en el pasado y sus efectos (2) - Balance de Agua por GEARH -	Dulce M. Rodríguez Lugo (EAH-M), Carlos M. Moro Padilla (EAH-A)
TECNOLOGÍAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA		
13:40 – 14:10	Sistema de Monitoreo del Agua Subterránea y SIG/BD	Humberto García Acosta (EAH-M), Ernesto Morales Chirino (EAH-A), Pedro Luis García, Adrián Abilio Lugo Barro (EIPHH)
14:10 – 14:30	Manejo de la Descarga del Agua Subterránea - Modelo de Aguas Subterráneas -	Lourdes Valdés González, Amadelis Quesada Torres (EIPHH)
14:30 – 14:45	Instalaciones para el almacenamiento e infiltración de aguas pluviales y recarga artificial del agua subterránea	Ernesto Flores Valdés, Rafael Feitó Olivera (EIPHH)
14:45 – 15:00	Control de la Intrusión Salina	Isabel Piñeiro Alfonso, Juan Alberto Hernández (EIPHH)
15:00 – 15:20	Coffee Break	
Deliberaciones Generales		
15:20 – 17:00	Tema de Interés 1: Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (BASAL) Tema de Interés 2: Manejo Sostenible de Tierras Tema de Interés 3: Actividades preparatorias para la elaboración de la propuesta de la 2ª Comunicación Nacional a la UNFCCC Tema de Interés 4: Reducción de vulnerabilidades ante las inundaciones costeras a través de la adaptación basada en ecosistemas, en el sur de las Provincias de Artemisa y Mayabeque Tema de Interés 5: Fortalecimiento del Sistema Nacional de Información Ambiental (SNIA)	
17:00 – 17:20	Deliberaciones	Aimeé Aguirre Hernández (Directora General, EIPHH)
17:20 – 17:30	Palabras de clausura	Miriam Valdés Pérez (Directora General, GEIPI)

(4) Seminario sobre el manejo del agua subterránea del 4º año (24 de junio de 2015)

El seminario sobre el manejo del agua subterránea con el objeto de presentar el contenido del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) tuvo lugar el 24 de julio de 2016 en La Habana (Hotel Acuario, Marina Hemingway), invitando a los técnicos de todas las entidades nacionales pertenecientes al INRH, personas relacionadas universitarias, técnicos de las entidades involucradas con el medio ambiente, como el CITMA, etc. y técnicos de las entidades usuarias del agua subterránea de las áreas objeto.

- Participantes de la parte cubana: 68 personas (27 de GEIPI y EIPH, 24 de GEARH y EAH, 7 de INRH y ENPC, 2 de ISPAJE, 7 de CITMA y ortos, y 1 de los medios de comunicación)
Participantes de la parte japonesa: 9 personas (4 del Equipo de Expertos, 1 de JICA y 4 de otras pertenencias)
- El programa del seminario es tal como se muestra en la tabla de abajo.

Tabla 5-24: Programa del seminario sobre el manejo del agua subterránea del 4º año

Hora	Tema	Presentado por
09:00 – 09:10	Palabras de Apertura y Bienvenida	Rigoberto Morales Palacios (Director General, GEARH)
09:10 – 09:20	Presentación del Proyecto	Shigeki Kihara (Líder, Grupo de Expertos JICA)
09:20 – 09:40	Capacitación en Japón	Sebastian Gil Crespo Delgado (GEIPI), Andrés Alejandro Portal Casanova, Amadelis Quesada Torres (EIPH-H), Ibrahim Plaza Peñalver (GEARH), Dulce María Rodríguez Lugo (EAH-M)
09:40 – 10:00	Contenidos y Elementos Básicos de la Planificación (Capítulo 1)	Ibrahim Plaza Peñalver (GEARH)
10:00 – 10:20	Coffee Break	
CONDICIÓN ACTUAL ESTIMADA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA OBJETIVO y CAMBIOS EN LAS CIRCUNSTANCIAS QUE RODEAN EL AGUA SUBTERRÁNEA		
10:20 – 10:35	Descripción de la Topografía, la Geología, la Hidrogeología y el Agua subterránea (Capítulo 2)	Ernesto Flores Valdés, Pedro Luis García, Rafael Feitó Olivera, Andrés Alejandro Portal Casanova (EIPH-H)
10:35 – 10:50	Uso del Agua Subterránea (Capítulo 2)	Dulce María Rodríguez Lugo (EAH-M), Carlos Manuel Antela (EAH-A)
10:50 – 11:05	Fluctuación del Nivel del Agua Subterránea y Flujo del Agua Subterránea (Capítulo 2)	Humberto García Acosta (EAH-M), Ernesto Morales Chirino (EAH-A)
11:05 – 11:20	Calidad del Agua Subterránea (Capítulo 2)	Orlando Laiz Averhoff (EIPH-H)
11:20 – 11:40	Cambios en las Circunstancias que Rodean el Agua Subterránea (Capítulo 3)	Rafael Feitó Olivera, Ernesto Flores Valdés (EIPH-H), Carlos Manuel Antela (EAH-A), Ibrahim Plaza Peñalver (GEARH)
OBJETIVO DE CONSERVACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA		
11:40 – 12:00	Valor Objetivo del Nivel del Agua Subterránea (Capítulo 4)	Humberto García Acosta (EAH-M), Ernesto Morales Chirino (EAH-A)
12:00 – 12:20	Valor Objetivo de Calidad del Agua Subterránea (Capítulo 4)	Orlando Laiz Averhoff (EIPH-H)
12:20 – 13:30	Almuerzo	
PREDICCIÓN FUTURA (PRONÓSTICO)		
13:30 – 14:00	Estudio de Caso (Capítulo 5)	Amadelis Quesada Tores (EIPH-H), Odet C. Herrera Betancourt (GEIPI)
MEDIDAS PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS (MANEJO)		
14:10 – 14:30	Idea Básica de las Medidas, Problemas y Medidas Puntuales, y Clasificación de las Medidas (Capítulo 6)	Ibrahim Plaza Peñalver (GEARH)
14:30 – 14:45	Preparación del Sistema de Monitoreo de la Situación del Agua Subterránea 1 –Pozos de Observación– (Capítulo 6)	Humberto García Acosta (EAH-M), Ernesto Morales Chirino (EAH-A), Orlando Laiz Averhoff (EIPH-H)
14:45 – 15:00	Preparación del Sistema de Monitoreo de la Situación del Agua Subterránea 2 –SIG/BD– (Capítulo 6)	Adrián Abilio Lugo Barro, Pedro Luis García (EIPH-H)
15:00 – 15:20	Coffee Break	
15:20 – 15:35	Medidas de Preservación del Volumen de Agua Subterránea 1 –Uso Apropiado del Agua Subterránea– (Capítulo 6)	Dulce María Rodríguez Lugo (EAH-M), Carlos Manuel Antela (EAH-A)
15:35 – 15:55	Medidas de Preservación del Volumen de Agua Subterránea 2 –Recarga– (Capítulo 6)	Rafael Feitó Olivera, Ernesto Flores Valdés (EIPH-H)
15:55 – 16:10	Medidas de Preservación de la Calidad del Agua Subterránea (Capítulo 6)	Orlando Laiz Averhoff (EIPH-H)
16:10 – 16:20	Para Justificar las Medidas (Capítulo 6)	Dulce María Rodríguez Lugo (EAH-M), Carlos Manuel Antela (EAH-A)
16:20 – 16:30	Manejo del Estado de Avance del Plan (Capítulo 6)	Ibrahim Plaza Peñalver (GEARH), Sebastián Crespo Delgado (Director de Gestión de Sistemas, GEIPI)
Deliberaciones Generales		
16:30 – 17:20	Comentario 1: Organizaciones estatales	Aimeé Aguirre Hernández (Directora

	Comentario 2: Provincia Comentario 3: Papel de las empresas Comentario 4: Otras empresas, etc. que están bajo el control del INRH Comentario 5: Experto académico, residentes Comentario 6: Otros	General, EIPH-H)
17:20 – 17:30	Palabras de clausura	Miriam Valdés Pérez (Jefa de Despacho, INRH), Bernardo Rodríguez Fernández (Director General, GEIPI)

(5) Seminario técnico del 4º año (Seminario técnico final) (25 de diciembre de 2016)

El 25 de noviembre de 2016 en La Habana (Hotel Acuario (Marina Hemingway)), fue celebrado un seminario técnico para presentar los resultados del Proyecto invitando a técnicos de las instituciones afiliadas de INRH a nivel nacional, personas universitarias y los interesados.

- Participantes de la parte cubana: 68 personas (28 de GEIPI y EIPH, 19 de GEARH y EAH, 7 de INRH y ENPC, 2 de ISPAJE (CUJAE), 7 de CITMA y ortos, y 4 de los medios de comunicación)
Participantes de la parte japonesa: 10 personas (5 del Equipo de Expertos, 1 de JICA y 4 de otras pertenencias)
- El programa del seminario es tal como se muestra en la tabla de abajo.

Tabla 5-25: Programa del seminario técnico del cuatro año

Hora	Tema	Presentado por
09:00 – 09:10	Palabras de Apertura y Bienvenida	Rigoberto Morales Palacios (Director General, GEARH)
09:10 – 09:25	Presentación del Proyecto	Shigeki Kihara (Líder, Grupo de Expertos JICA)
EIPH-La Habana		
09:25 – 09:40	Logros del proyecto de EIPH-Habana (1): Descripción	Aimeé Aguirre Hernández (Director General, EIPH-H), Annia Morales Hondal (Directora de Investigaciones Aplicadas, EIPH-H)
09:40 – 10:00	Logros del proyecto de EIPH-Habana (2): Hidrogeología, Prospección Geofísica, Perforación de pozos de estudio	Ernesto Flores Valdés, Andrés Alejandro Portal Casanova, María Díaz García (EIPH-H)
10:00 – 10:20	Coffee Break	
10:20 – 10:40	Logros del proyecto de EIPH-Habana (3): SIG/BD	Pedro Luis García, Adrián Abilio Lugo Barro (EIPH-H)
10:40 – 11:00	Logros del proyecto de EIPH-Habana (4): Calidad de agua	Orland Laiz Averhoff (EIPH-H)
11:00 – 11:20	Logros del proyecto de EIPH-Habana (5): Recarga artificial de aguas subterráneas	Rafael Feitó Olivera, Ernesto Flores Valdés (EIPH-H)
11:20 – 11:40	Logros del proyecto de EIPH-Habana (6): Dique subterráneo	Juan Alberto Hernandez (EIPH-H) Isabel Pineiro Alfonso (ESIHO)
EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa		
11:40 – 12:00	Logros del proyecto de EAH-Mayabeque (1): Descripción	Daniel Amaury Romero (Director Técnico, EAH-M)
12:00 – 12:20	Logros del proyecto de EAH-Artemisa (1): Descripción	Carlos Manuel Antela (Director Técnico, EAH-A)
12:20 – 12:40	Logros del proyecto de EAH-Mayabeque (2): Monitoreo de las	Humberto García Acosta, Aida Reyes

INFORME FINAL
 PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA
 SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA
 EN LA REPÚBLICA DE CUBA

	aguas subterráneas, SIG/BD, etc.	Lamach (EAH-M)
12:40 – 13:00	Logros del proyecto de EAH-Artemisa (2): Monitoreo de las aguas subterráneas, SIG/BD, Dique Sur etc	Ernesto Morales Chirino, Carlos M. Moro Padilla (EAH-A)
13:00 – 14:00	Almuerzo	
14:00 – 14:20	Logros del proyecto de EAH-Artemisa (3): Modelación del agua subterránea	Ernesto Morales Chirino (EAH-A)
14:20 – 14:40	Logros del proyecto de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa (1): Manejo de aguas subterráneas (total del caudal de bombeo y balance del agua)	Dulce María Rodríguez Lugo (EAH-M), Carlos Manuel Antela (EAH-A)
14:40 – 15:00	Logros del proyecto de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa (2): Manejo de las aguas subterráneas (fijación de los valores de referencia y plan de monitoreo de aguas subterráneas)	Humberto Garcia Acosta (EAH-M), Ernesto Morales Chirino (EAH-A)
15:00 – 15:20	Logros del proyecto de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa (3): Plan de manejo de las aguas subterráneas	Dulce María Rodríguez Lugo (EAH-M), Carlos Manuel Antela (EAH-A)
15:20 – 15:40	Coffee Break	
GEIPI		
15:40 – 16:00	Logros del proyecto de GEIPI	Sebastian Crespo Delgado (Director de Gestión de Sistemas, GEIPI)
GEARH		
16:00 – 16:20	Logros del proyecto de GEARH	Ibrahim Plaza Peñalver (GEARH) Lázaro González Martínez (Director Técnico, GEARH)
Deliberaciones Generales		
16:20 – 16:50	Tema de Interés: Manejo de las aguas subterráneas en el área del proyecto anterior (Camagüey, Horguín y Las Tunas)	
16:50 – 17:20	Deliberaciones	
17:20 – 17:30	Palabras de clausura	Miriam Valdés Pérez (Jefa de Despacho, INRH), Bernardo Rodríguez Fernández (Director General, GEIPI)

6 LOGRO DEL OBJETIVO DEL PROYECTO

6.1 Contenido y Resultados Obtenidos de la Transferencia Técnica

6.1.1 Transferencia técnica de Monitoreo del Agua Subterránea

Resultado 1: Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo

A continuación, se indica el resultado de la transferencia técnica hecha desde el inicio del Proyecto hasta noviembre de 2016, según los subgrupos relacionados con el Resultado 1. El equipo de expertos evalúa el avance de cada actividad del Resultado 1 como sigue:

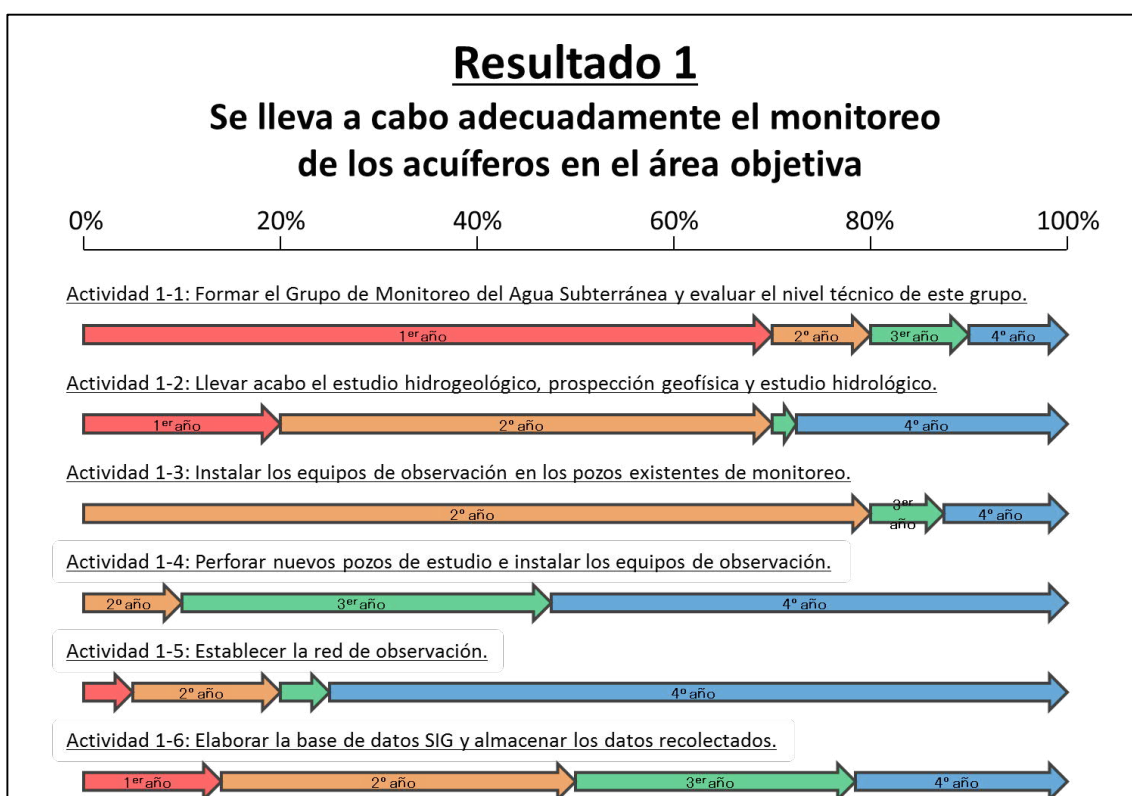


Figura 6-1: Estado de avance de las diferentes actividades del Resultado 1

(1) Subgrupo de Estructura Hidrogeológica/Observación Hidrológica

1) Prospección geofísica (prospección eléctrica)

<Al término del 2º año>

A mediados del segundo año (desde febrero hasta marzo de 2014) se realizó la prospección eléctrica vertical en un total de 27 puntos: los puntos previstos para la perforación de prueba,

alrededor de los pozos existentes con el medidor de nivel de registro automático y alrededor de los pozos existentes con alto contenido de sal. Esta prospección tenía los siguientes objetivos: 1) Conocer el nivel del agua subterránea y el límite entre el agua dulce y el agua salada en los alrededores de los puntos previstos para la perforación de prueba y de los pozos existentes. 2) Conocer la estructura hidrogeológica en comparación con los datos existentes.

Los resultados del análisis se han resumido en una sección transversal de resistividad según cada área, junto con los comentarios relacionados con los 2 objetivos arriba indicados. Por otra parte, se ha elaborado también otra sección de resistividad más amplia incorporando los resultados de la prospección realizada en el primer año. Los resultados de esta prospección geofísica se adjuntan en el apéndice del presente Informe.

A finales del segundo año (junio de 2014) se realizó también un estudio adicional utilizando el equipo de prospección eléctrica suministrado por el presente Proyecto.

A través de estas prospecciones, la comprensión de los técnicos de la C/P sobre la prospección eléctrica ha cambiado de la manera siguiente:

El equipo de prospección eléctrica adquirido por este Proyecto es el SYSCAL, fabricado por la empresa francesa IRIS, muy parecido al SYSCAL de EIPH-Matanzas. El Manual de Operación está redactado en el idioma inglés, lo cual significó el requerimiento de mayor tiempo por parte del profesional de C/P. Sin embargo, la similitud con el SYSCAL de EIPH-Matanzas, y el hecho de que las claves de operación estén indicadas en el panel de operación facilitaron la comprensión de su operación. La capacitación en la operación del equipo SYSCAL de este Proyecto se realizó insistiendo en las diferencias con el SYSCAL de EIPH-Matanzas, y se considera que las mediciones pueden ser realizadas sin inconvenientes.

En cuanto al análisis e interpretación, considerando que era la primera experiencia para el profesional de EIPH-Habana, se utilizaron los casos de demostraciones de análisis con el fin de transmitir a la C/P el procedimiento y orden de análisis. Ayudado por el Manual de Análisis elaborado en el idioma español ha sido posible para la C/P realizar sin asistencia los análisis simples de los datos de medición. Sin embargo, se requiere continuar con la capacitación del profesional de C/P hasta que llegue a acumular la experiencia necesaria para realizar todos los tipos de análisis.

<Al término del 3^{er} año>

Teniendo en cuenta lo descrito antes y la situación del registro geofísico descrita en la siguiente cláusula, a principios del 3^{er} año el equipo de expertos propuso a EIPH-Habana el fortalecimiento del sistema de ejecución de prospección geofísica (prospección eléctrica y registro física) y EIPH-Habana aumentó la plantilla del grupo de prospección geofísica incluyendo técnicos jóvenes. Mediado el 3^{er} año, un técnico veterano especializado en

prospección geofísica fue destinado a EIPH-Habana.

Se evalúa que el Equipo de Prospección Geofísica de EIPH-Habana domina el método de prospección en campo utilizando los equipos donados, ya que, entre otras cosas, en junio de 2015 fueron capaces de dar capacitación sobre equipos relacionados, a estudiantes de la Universidad ISPAJE en prácticas de prospección geofísica.

Por otro lado, todavía no se dispone de suficientes habilidades con respecto a técnicas de análisis integral, con introducción de resultados de prospección geofísica en análisis hidrogeológico, por lo que se observan problemas como incapacidad de reflejar resultados de prospección geofísica en análisis de estructura hidrogeológica. A la hora de revisar la estructura hidrogeológica en el 4º año, por un lado se implementará análisis más integral, y en paralelo se prestará atención a enfocar los análisis bajo la premisa profundamente asumida de que el análisis de estructura hidrogeológica es labor imprescindible para elaborar parámetros hidrogeológicos a ingresar en modelos de aguas subterráneas.

< Al término del 4º año >

En la 1ª etapa del 4º año, bajo el liderazgo del técnico veterano especializado en prospección geofísica que ha sido destinado nuevamente a EIPH-Habana, se ordenan y analizan los resultados de la prospección eléctrica realizada hasta ahora en el presente Proyecto, y junto con esto, se lleva a cabo el estudio de la estructura hidrogeológica del área objetivo de acuerdo con los resultados del análisis. Aprovechando también los resultados de este estudio, se ha avanzado en el resumen de la estructura hidrogeológica integral discutiendo también con otros técnicos de EIPH-Habana.

Por otra parte, en junio de 2016, el Equipo de Prospección Geofísica de EIPH-Habana, como continuación del año anterior, hizo la práctica de prospección eléctrica con los estudiantes del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, ISPJAE. Se puede evaluar que dichos estudiantes comprendieron suficientemente el método de prospección en el campo con el uso de los equipos donados. Por otra parte, en cuanto al análisis de la estructura hidrogeológica presentada en el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), se observan algunas partes en que no se refleja de manera suficiente el resultado de la prospección eléctrica, por lo que es recomendable realizar este trabajo con la colaboración de los técnicos hidrogeológicos, con vistas a un análisis más integral.

2) Prospección geofísica (registro geofísico)

< Al término del 2º año >

A finales del segundo año (junio de 2014) se impartió la capacitación sobre el registro geofísico, utilizando el equipo suministrado por el presente Proyecto, en los pozos de prueba y pozos

existentes. A través de esta capacitación, la comprensión de los técnicos de la C/P sobre el registro geofísico ha cambiado de la manera siguiente:

El equipo de registro geofísico adquirido por este Proyecto fue fabricado por la empresa Geo Vista de Inglaterra. Se trata de un sistema que combina el equipo de registro y el software para la obtención de los datos, lo cual requiere la instalación del software en una computadora, estableciendo el modelo del equipo de registro geofísico, el establecimiento del espaciamiento entre muestreos, la velocidad del guinche tanto para la bajada como para la subida, y el monitoreo de los resultados de la medición. El idioma inglés del software causó dificultades en la comprensión del personal de C/P. Por lo tanto, para la capacitación se elaboró un Manual de Operación simplificado en el idioma español. Como resultado, la C/P puede realizar el registro geofísico, al igual que el manejo de los datos compilados que son almacenados automáticamente en la computadora, y se puede presentar en la pantalla de la computadora la gráfica de tales datos. Se debe continuar con la capacitación de la C/P porque no ha alcanzado aún el nivel de poder interpretar los acuíferos a partir de los datos de registro de los datos de resistividad, SP y gamma natural.

<Al término del 3^{er} año>

En el 3^{er} año (noviembre de 2014) se hizo el registro geofísico en tres pozos observatorios. Pero, en comparación con junio, no se observó una considerable mejora en la capacidad técnica del personal técnico de EIPH-Habana sobre el registro geofísico tanto en la medición local como en el análisis, por lo tanto, continuó la capacitación principalmente con el experto en hidrogeología y como se ha explicado anteriormente, el equipo de expertos propuso a EIPH-Habana el mejoramiento del sistema de ejecución y ha sido fortalecido el sistema.

Estaba previsto verificar en junio de 2015 las capacidades de ejecución de registro geofísico de técnicos de EIPH-Habana, sin embargo, por limitaciones de tiempo no se llegó a una buena verificación, por lo que en el 4^o año, expertos encargados de hidrogeología recuperarán la misión de realizar diagnóstico fiable de capacidad de ejecución de registro geofísico.

< Al término del 4^o año >

En la 1^a etapa del 4^o año, incluyendo al técnico nuevamente designado se llevó a cabo la práctica del registro geofísico en el pozo de prueba (JICA-3), con lo cual se procuró mejorar el nivel de adquisición de la capacidad técnica. Con respecto a la medición y obtención de datos sobre el terreno, hasta ahora se han acumulado experiencias, por lo cual se considera que se podrá realizar más o menos sin problemas. Sin embargo, con respecto al ordenamiento y análisis de datos, se observa que todavía hay aspectos a los cuales el personal técnico no está acostumbrado, por lo que en ese momento se consideró necesario seguir brindando apoyo.

3) Estudio de perforación de prueba

<Al término del 2º año>

Se comprobó en fecha 16 de junio en el sitio de perforación del pozo de observación JICA-1 en la Provincia de Artemisa, la presencia de la maquinaria de perforación junto con los materiales necesarios como el material para el encamisado y se informó del inicio de la perforación a partir del 17 de junio.

<Al término del 3º año>

Aún en ausencia del equipo de expertos, continuó la excavación y al iniciar la actividad local del 3º año estaba completa la excavación de JICA-1 y JICA-2 y terminada la excavación de primera etapa en JICA-3.

Tal como se indica arriba, aunque se implementó el registro geofísico de los pozos de prueba, los técnicos de EIPH-Habana todavía no son capaces de elaborar perfiles de perforación integrales con resumen de condiciones geológicas, resultados del registro geofísico, estructura de pozos, etc., por lo que debe continuar la actividad de capacitación dirigida principalmente por expertos encargados de hidrogeología.

Por otra parte, utilizando datos de pruebas de bombeo de pozos de prueba, en junio de 2015 se implementó la capacitación sobre análisis de pruebas de bombeo, con el fin de adquirir capacidad de ejecución de análisis sin depender de aplicaciones de software analítico. De aquí en adelante está previsto ejecutar la segunda prueba de bombeo en JICA-3, cuyos resultados servirán para evaluar nuevamente las capacidades de ejecución de análisis.

< Al término del 4º año >

En la 1ª etapa del 4º año los técnicos de EIPH-Habana han analizado los resultados de la prueba de bombeo realizada en los pozos JICA-2 y JICA-3 y los han resumido en un informe, calculando también la capacidad de los pozos y la constante hidráulica de acuíferos. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede pensar que han aprendido más o menos el procedimiento básico y la técnica de análisis. No obstante, se confirmaron algunos puntos un poco débiles, puesto que había errores en una parte de los resultados del análisis, etc. Se espera que los técnicos de EIPH-Habana fortalezcan su grado de adquisición mientras practiquen más pruebas similares de ahora en adelante.

Asimismo, con respecto al perfil de perforación integral, es necesario elaborarlo no solamente a partir de la información geológica sino también considerando los resultados del registro geofísico, por lo cual es esencial que los técnicos hayan aprendido a fondo el ordenamiento y análisis de los resultados del registro geofísico. En la 2ª etapa del 4º año técnicos de EIPH-Habana completaron el perfil litológico de perforación integral de 3 pozos de prueba.

Cuando se perforen nuevos pozos, de ahora en adelante, es recomendable resumir los resultados de perforación de la misma manera y elaborar la base de datos.

(2) Subgrupo de Observación del Agua Subterránea

1) Observación del nivel del agua subterránea

<Al término del 2° año>

A principios del segundo año (desde noviembre de 2013 hasta enero de 2014) los técnicos de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa realizaron la observación continua del nivel del agua subterránea en los 7 pozos existentes de observación con el medidor de nivel de agua de auto registro (4 pozos en Mayabeque y 3 pozos en Artemisa). Se adjunta el resultado de la observación del nivel del agua subterránea en el Apéndice del presente Informe.

Con respecto a la comprensión de la C/P sobre la observación del nivel del agua subterránea realizada por este Proyecto (la observación continua con el uso del medidor de nivel de agua de auto registro), se considera que no existe ningún problema en la instalación del medidor automático. Sin embargo, se considera que existe cierta deficiencia en la comprensión de la relación que debe haber entre el nivel del agua de pozo y la ubicación del sensor automático. Se considera que como resultado no está inicializado en forma correcta el establecimiento de estos datos en el software de recuperación de datos. Por lo tanto, existe la posibilidad de que los datos recogidos no sean los correctos. Las instituciones de C/P vienen realizando mensualmente la medición de los niveles de agua de los pozos de observación utilizando los medidores manuales, lo cual permitirá la comparación y verificación de los datos de los medidores automáticos. Dependiendo de los resultados de esta comparación, se considera que puede existir la necesidad de capacitaciones adicionales.

En el pozo identificado como HSC-523 en la Provincia de Artemisa, se piensa que hubo un colapso de las paredes del pozo, ya que es imposible la recuperación de los datos del medidor automático. Además, en el pozo LSU-3 de la Provincia de Mayabeque se considera que hubo un colapso de las paredes del pozo, pero a un nivel inferior al nivel de instalación del medidor automático, por lo cual no se presentan influencias negativas en la medición del nivel de agua. De acuerdo con la EAH-Mayabeque, se está considerando la posibilidad de perforar otro pozo de observación en el mismo sitio, pero dependerá de la disponibilidad del presupuesto necesario.

Tanto EAH-Mayabeque como EAH-Artemisa presentan la solicitud de presupuesto en el 2015 y están estudiando la posibilidad de perforación en el mismo sitio y la reparación de pozos, si se asigna el presupuesto.

<Al término del 3^{er} año>

En el 3^{er} año (diciembre de 2014) se efectuaron nuevamente las deliberaciones con el personal técnico de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa sobre los métodos de rectificación a partir de la comparación de los datos obtenidos del medidor de nivel de agua de auto registro y datos de la medición real del nivel de agua y se puede evaluar que ha profundizado la comprensión del control de precisión de la medición del agua subterránea.

En EAH-Mayabeque, el trabajo de recogida de datos del medidor de nivel de agua de auto registro pasó del técnico de la oficina de la sede a un técnico residente en Quivicán, por lo que la transferencia técnica dentro de la Empresa de aprovechamiento hidráulico está progresando favorablemente.

Por otro lado, en cuanto a la verificación de resultados de calibración de datos observados por el medidor de nivel de agua de auto registro realizada en junio de 2015, tanto de EAH-Mayabeque como de EAH-Artemisa, se observaron algunos problemas. Incluso en la medición real del nivel de agua subterránea se reconoció la necesidad de mejorar el control de la precisión de la observación (la precisión de medición in-situ y la precisión en la ordenación y control de los datos adquiridos).

< Al término del 4^o año >

En EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa no siempre se recogen periódicamente los datos del medidor de nivel de agua de auto registro, por lo cual en caso de que surjan anomalías y faltas de datos, hay un riesgo de que no se verifiquen esos problemas durante un largo periodo. Se espera que se recopilen datos por lo menos una vez al mes y se verifique la precisión de los datos medidos y/o la existencia de anomalías o no. Asimismo, se espera que los técnicos de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa tengan más ideas para mejorar la precisión de la medición. Además de esto, en 2 pozos de observación, donde la medición de nivel de auto registro está suspendida, se prevé hacer una nueva perforación o reparación del orificio, sin embargo, aún no se ha realizado ninguno de estos trabajos, por lo que se desea que se tomen medidas de inmediato.

En el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) se prevé aumentar el número de pozos de observación para medir mensualmente el nivel de agua subterránea, por lo que se necesitará estudiar la disposición de personal adecuado durante la prueba de dicho plan.

2) Análisis de la calidad del agua

<Al término del 2^o año>

A mediados del segundo año se impartió la 5^a capacitación. En cada capacitación se presentó una explicación sobre las sustancias que pueden afectar la vida y la salud según la Norma

Cubana de la Calidad del Agua (No. 827, 2012), así como sobre el origen de la entrada de dichas sustancias en el agua subterránea, la influencia y el método de tratamiento de las mismas. Por otra parte, se explicó el principio de medición de 2 equipos de análisis suministrados por este Proyecto, la estructura mecánica, y la manera de operación y mantenimiento de los mismos, además de las prácticas correspondientes utilizando dichos equipos.

Asimismo, se ordenaron los datos existentes sobre la calidad del agua proporcionados por EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, y se elaboró el diagrama trilinear de Piper, utilizando un juego de datos de parámetros generales.

Recibidas las capacitaciones antes mencionadas, técnicos de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa han comenzado el monitoreo en los pozos de observación existentes utilizando medidores multiparámetros de calidad de agua.

La comprensión de los técnicos de la C/P sobre los parámetros de la calidad de agua, en comparación con el primer año, ha cambiado como se indica a continuación (según el resultado del examen de elaboración del diagrama de Euler con el agua del mar, calidad de tierra y factores humanos en relación con el origen y causa que pueden afectar el contenido de los diferentes parámetros que determinan la Norma Cubana de la Calidad del Agua).

- En el primer año, pocos técnicos fueron capaces de entender el significado científico de los parámetros básicos (pH, color del agua, etc.) y la diferencia entre las 3 formas de nitrógeno (ácido nítrico, ácido nitroso y amoníaco). Sin embargo, a través de las actividades del segundo año, se puede decir que han adquirido conocimientos, elevándose el nivel de entendimiento del tema por parte de los profesionales cubanos.
- Por otra parte, en cuanto a los metales pesados, existe una falta de comprensión, especialmente sobre el arsénico, mercurio, flúor y otros elementos. La contaminación por estos metales pesados no es actualmente tan preocupante en Cuba.

Con respecto a los 2 equipos de análisis de la calidad del agua suministrados por este Proyecto, la comprensión de los técnicos de la C/P se indica a continuación.

- El medidor multiparámetros de agua les resulta fácil de manejar, y además los técnicos de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa realizan un monitoreo parecido utilizando diferentes sensores, por lo que no existen problemas de habilidad ni precisión de la medición. En cuanto al pH y la conductividad eléctrica, los profesionales cubanos muestran una alta comprensión. Sin embargo, es relativamente baja su comprensión sobre la turbiedad, potencial de oxidación y reducción, oxígeno disuelto y otros parámetros de menor importancia en el servicio de EAH. Con respecto a la estructura mecánica y mantenimiento, se requiere hacer un seguimiento futuro, especialmente sobre el manejo del sensor del oxígeno disuelto, cuya calibración y mantenimiento son muy complicados en el medidor en cuestión.

- En lo que se refiere al espectrofotómetro, de cuyo uso la mayoría de los técnicos no tenían experiencia, se explicó la estructura mecánica en lecciones teóricas intensivas, que han permitido un cierto grado de comprensión. Cuando se trata de la operación para la medición, pueden hacerla sin problemas consultando el manual sencillo elaborado en este Proyecto, por lo que se considera que podrán mejorar su habilidad con la acumulación de experiencias. En cuanto al mantenimiento, este equipo apenas permite la intervención de los usuarios por su propio mecanismo, por lo que sólo se ha podido confirmar que pueden hacer el cambio de la lámpara de tungsteno y los fusibles de forma correcta.

<Al término del 3^{er} año>

Sobre el monitoreo de la calidad del agua subterránea, se evalúa el nivel de logro según los 3 siguientes parámetros.

Continuar el monitoreo de agua subterránea (Observación en el terreno).

Las actividades de monitoreo de calidad de agua están funcionando casi completamente como trabajos rutinarios y no hay problema en el nivel de destreza con los trabajos. Al igual que la compilación de los datos del medidor de nivel de agua de auto registro, en EAH-Mayabeque el trabajo de medición de calidad de agua según profundidad con el uso de medidor multiparámetros de calidad de agua (medidor de calidad de agua del pozo) pasó del técnico de la oficina central a un técnico residente en Quivicán.

Además, gracias a los resultados de las capacitaciones sobre SIG/BD, el procesamiento y acumulación de los datos obtenidos han avanzado notablemente en relación con el 2^o año.

Continuar el monitoreo de agua subterránea (Análisis en la oficina).

El medidor multiparámetros de calidad de agua se maneja con facilidad y, hasta la fecha, tanto en EAH-Mayabeque como en EAH-Artemisa se vienen realizando monitoreos similares utilizando varios sensores, por lo que no hay problemas en el nivel de destreza y precisión en cuanto a la medición.

Por otra parte, el nivel de comprensión sobre la estructura mecánica y el mantenimiento, sobre pH y la conductividad eléctrica es alto, sin embargo, sigue siendo relativamente bajo sobre los parámetros que no tienen mucha importancia en el trabajo de EAH, como la turbiedad, el potencial de reducción y el oxígeno disuelto. Sobre todo, en el presente equipo será necesario un seguimiento continuo para la parte de sensor de oxígeno disuelto que necesita la mejor calibración y el trabajoso mantenimiento, y también para su manejo.

Analizar datos de monitoreo de agua subterránea y aprovecharlos en la elaboración de plan de manejo de agua subterránea.

En el tema de manejo de agua subterránea, sobre lo relacionado con el monitoreo de calidad de agua subterránea han comenzado capacitaciones desde este año. Consideramos que han sido comprendidos los métodos de establecimiento de valores de indicadores y meta y el nivel de comprensión irá profundizándose mediante la actualización de ambos valores de ahora en adelante.

< Al término del 4º año >

En el período medio del 4º año se llevaron a cabo las actividades referentes a los siguientes 4 temas: (1) Conservación del agua subterránea - “Valores objetivos de la calidad del agua subterránea”, (2) Mejoramiento del sistema de vigilancia del estado del agua subterránea, etc. - “Conocimiento de la calidad del agua subterránea y agua superficial”, (3) Medidas para mantener la calidad del agua subterránea - “Contaminación por carga de fuentes no puntuales”, y (4) Medidas para mantener la calidad del agua subterránea - “Contaminación por carga de fuentes puntuales”.

Una vez analizados estos temas con el uso de datos reales, se identificaron los siguientes problemas:

EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa le encargan el análisis de los principales iones dentro del agua subterránea a la ENEST (Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos), perteneciente a GEIPI, y los valores recibidos se ingresan en la base de datos sin verificar la fiabilidad. En la capacitación correspondiente se hizo la confirmación del balance entre los principales iones positivos y negativos, pero no se apreció una relación clara (correlación positiva: linealidad) entre ambos iones, demostrándose la falta de fiabilidad de datos para analizar. Por lo tanto, se dio la instrucción de verificar los datos de manera exhaustiva a ambas empresas, con el objeto de acumular datos correctos de monitoreo.

(3) Subgrupo de SIG/BD

<Al término del 2º año>

La capacitación realizada desde mediados hasta finales del segundo año consistía casi únicamente en prácticas reales con el uso de PC y software, utilizando los datos reales de Cuba, además de los datos de muestra preparados por el Experto de la JICA.

La mayoría de los participantes no tenían conocimientos ni experiencia en SIG, y no estaban acostumbrados al manejo de datos, razón por la cual se hicieron ejercicios básicos en forma repetitiva en la medida de lo posible, para asegurar la transmisión de las técnicas. Los participantes mostraron alto interés y entusiasmo durante toda la capacitación. Se ordenaron también los datos de SIG existentes, y se elaboró la base de datos de SIG unificando el sistema de coordenadas, para compartirla entre todas las personas relacionadas. Asimismo, se ordenaron

datos de altura de diferentes resoluciones y fotografías satelitales adquiribles a través de internet. Con todo esto, se pudo realizar una serie de trabajos programados para el tema SIG.

Como base de datos unificada que controla los datos de monitoreo, se tenía decidido utilizar el programa existente elaborado el año anterior por el encargado de SIG/BD de EAH-Mayabeque. Esta base de datos está muy bien elaborada, con el aprovechamiento de MS Access, y tiene datos acumulados desde 1960. Hasta ahora se ha podido compartir esta base de datos entre EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa y EIPH-Habana, y ya se están introduciendo realmente los datos en EAH-Artemisa. Durante el período de esta asignación, estaba programada la capacitación sobre el uso de la base de datos existente por parte del encargado de EAH-Mayabeque, sin embargo, debido a inconvenientes entre las personas relacionadas, no se pudo realizar esta capacitación.

Los principales participantes en la capacitación fueron los técnicos de EIPH-Habana y GEARH, residentes en La Habana. Los técnicos de EAH-Artemisa y EAH-Mayabeque no pudieron visitar frecuentemente La Habana durante un largo período, debido a sus múltiples ocupaciones diarias en sus respectivas oficinas y problemas relacionados con los medios de transporte, razón por la cual su participación se limitó a algunas ocasiones. En vista de esta situación, el Experto de la JICA, junto con el técnico de EIPH-Habana, visitó Artemisa y Mayabeque para confirmar el avance del trabajo y para realizar un seguimiento.

El grado de comprensión de los participantes en la capacitación se ofrece resumido a continuación.

- Aunque existen diferencias de comprensión entre los participantes, los técnicos principales han adquirido el conocimiento básico sobre SIG y han aprendido el manejo básico del software. Se puede esperar que de ahora en adelante mejore la capacidad técnica repitiendo las prácticas por su propia cuenta y recibiendo los oportunos consejos del Equipo de Expertos.
- En cuanto a la base de datos, los técnicos de EAH-Artemisa y EIPH-Habana todavía no están acostumbrados al uso del software, y no han conseguido manejar el programa de manera plena. La base de datos del presente Proyecto fue elaborada fundamentalmente por el encargado de SIG/BD de EAH-Mayabeque (Humberto García), y se está utilizando comúnmente entre las entidades relacionadas. En este sentido, es importante realizar el taller de trabajo que está programado por la Parte Cubana con dicho profesional (Humberto García) como instructor.

<Al término del 3^{er} año>

Las actividades relacionadas con SIG/BD realizadas en el 3^{er} año se resumen a continuación.

Base de datos

Se impartieron capacitaciones, compartiendo entre EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa y EIPH-Habana la base de datos para el Proyecto revisada nuevamente, sobre todo por los encargados de EAH-Artemisa y utilizando una base de datos unificada. En los temas de capacitación fueron agregados métodos de traslado de datos de una base de datos vieja a una nueva y de extracción e ingreso de datos a compartir.

SIG

En la capacitación sobre SIG los temas fueron métodos de ordenamiento de datos y elaboración de mapas en la zona objetivo del Proyecto. Además, fue elaborado un mapa de datos común con el fin de establecer un enlace entre SIG y la base de datos de acuerdo con el contenido de las capacitaciones realizadas hasta el 2º año, y trazar fácilmente los datos de monitoreo de pozos, nivel de agua, salinidad, etc. con el uso de programa de SIG. Como versión aplicada, se dio también una capacitación sobre métodos de extracción de datos del cuadrículado necesarios para el cálculo de modelo de agua subterránea con el uso de programa de SIG.

Elaboración y revisión de manuales

El contenido de las capacitaciones sobre SIG realizadas en el 3º año fue resumido en un video didáctico. Los métodos de ordenamiento de datos y el procesamiento de la elaboración de mapas en la computadora con el uso de programas fueron filmados y editados con el doblaje al español. Tiene un contenido que especifica los métodos de ordenamiento de resultados del presente Proyecto, lo que permite comprobar repetidamente en el video aquellas manipulaciones difíciles de expresar en un manual. Además, al manual de manejo de programa de SIG actual fueron agregados contenidos como el análisis de imagen satelital y otros.

Elaboración de Plan de Actividades de Monitoreo

Se elaboró un plan de monitoreo (tentativo) del subgrupo de SIG/BD tras deliberar entre las partes interesadas de EIPH-Habana, EAH-Artemisa y EAH-Mayabeque sobre los tipos y formatos de datos para compartir los datos de monitoreo, métodos de extracción e ingreso de datos a la base de datos, frecuencia de monitoreo y mapas a elaborar.

Sobre dichas actividades se evalúa el nivel de logro según los 3 siguientes parámetros.

Técnicos de las instituciones contraparte pueden elaborar mapas por sí mismos aprovechando

SIG

Los técnicos de EAH- Mayabeque y EAH- Artemisa participaron de manera muy diligente en las capacitaciones realizadas en el 3º año, formulando muchas preguntas durante las capacitaciones y tratando de elaborar nuevos mapas basados en los mapas preparados en las capacitaciones, así mostrando una motivación muy alta. Los principales encargados de SIG/BD

de cada EAH y de EIPH-Habana ya saben elaborar por sí mismos los mapas cuyo método de elaboración fue aprendido en las capacitaciones hasta la fecha. No obstante, si no se hace la elaboración de mapas con continuidad, se olvida fácilmente, por lo que será necesario asentar el conocimiento técnico elaborando mapas repetidamente cada vez que se obtengan nuevos datos de monitoreo.

Los técnicos de las instituciones contraparte pueden organizar capacitaciones bajo su propia iniciativa de acuerdo con los manuales elaborados en el Proyecto.

Tal como se ha descrito antes, los principales encargados de SIG/BD de EAH- Mayabeque, EAH-Artemisa y EIPH-Habana tienen comprendido casi todo el contenido de las capacitaciones realizadas hasta el 3^{er} año. Hasta el 2^o año se observaba alguna diferencia en el nivel de conocimiento y experiencia entre los principales encargados de las 3 empresas antes mencionadas, pero a través de las capacitaciones en el 3^{er} año juzgamos que cada uno ha adquirido un mínimo y necesario conocimiento y técnica de manejo de programas. Además, evaluamos que tienen una capacidad técnica suficiente para organizar capacitaciones.

Por otra parte, respecto a los participantes que no sean los principales encargados, no se puede decir que hayan comprendido suficientemente el contenido de las capacitaciones realizadas hasta el 3^{er} año y se encuentran en un nivel que requiere un asesoramiento de los principales encargados según la necesidad.

Aunque no tiene relación directa con el Proyecto, en el periodo del 3^{er} año, técnicos de EAH-Mayabeque fueron al Municipio Especial Isla de la Juventud para dar asesoramiento técnico como parte del trabajo de GEARH y dio una capacitación relacionada con el SIG.

Acumular periódicamente los datos de monitoreo de pozos existentes y nuevos.

Desde antes los datos de monitoreo venían resumiéndose independientemente en cada empresa. A través de las actividades en el 3^{er} año se han establecido métodos para acumular los datos con un formato uniforme en una base de datos y se ha consolidado una base de acumulación de datos. De ahora en adelante, conforme a un Plan de Actividades de Monitoreo que se ha elaborado, se llevará a cabo y continuará el compartimiento de los datos entre las empresas.

< Al término del 4^o año >

En la 1^a etapa del 4^o año, la recopilación de datos de monitoreo, la actualización de la base de datos y el compartimiento de informaciones entre las organizaciones relacionadas se llevan a cabo sin problemas. Sin embargo, se han observado algunos problemas respecto al método de almacenamiento de datos después de compartirlos.

En el período medio del 4^o año, los expertos japoneses realizaron las siguientes actividades: (1) confirmar el estado de ordenamiento de los datos de monitoreo, (2) enseñar la elaboración de

planos relacionados con el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), y (3) dar una orientación sobre la revisión del Plan de Monitoreo del Agua Subterránea en relación con el SIG/BD. Sin embargo, para que los efectos sean más favorables, se desea mejorar los siguientes 3 puntos:

- Todavía se observan algunos errores en los datos de EAH-Artemisa, siendo necesario hacer una nueva revisión de los mismos. Los expertos japoneses ya indicaron a los técnicos los puntos de confirmar y corregir. De ahora en adelante, se espera que los datos sean recolectados y ordenados prestando atención especialmente a dichos puntos.
- El encargado de EIPH-Habana está siendo capaz de manejar poco a poco el software del SIG, sin embargo, en cuanto a la manera de ordenar los datos, interpretar los resultados, distinguir los errores, etc., deberá seguir aprendiendo, de ahora en adelante, elaborando repetidamente los mapas por su propia cuenta.
- EIPH-Habana, según su función institucional, no está en situación de poder recuperar los datos de monitoreo e introducir los datos directamente en la base de datos, por lo que es indispensable tener una comunicación estrecha con el encargado de EAH-Mayabeque y de EAH-Artemisa. Se desea que el encargado de EIPH-Habana desempeñe un papel de coordinador para compartir los datos estableciendo contacto con otros encargados de Mayabeque y Artemisa.

6.1.2 Transferencia técnica en Modelación del Agua Subterránea

Resultado 2: Se elaboran los modelos del agua subterránea del área objetivo

A continuación, se describen los resultados de la transferencia técnica a los grupos relacionados con el Resultado 2 desde el inicio del Proyecto hasta noviembre de 2016. El equipo de expertos evalúa el avance de cada actividad del Resultado 2 como sigue.

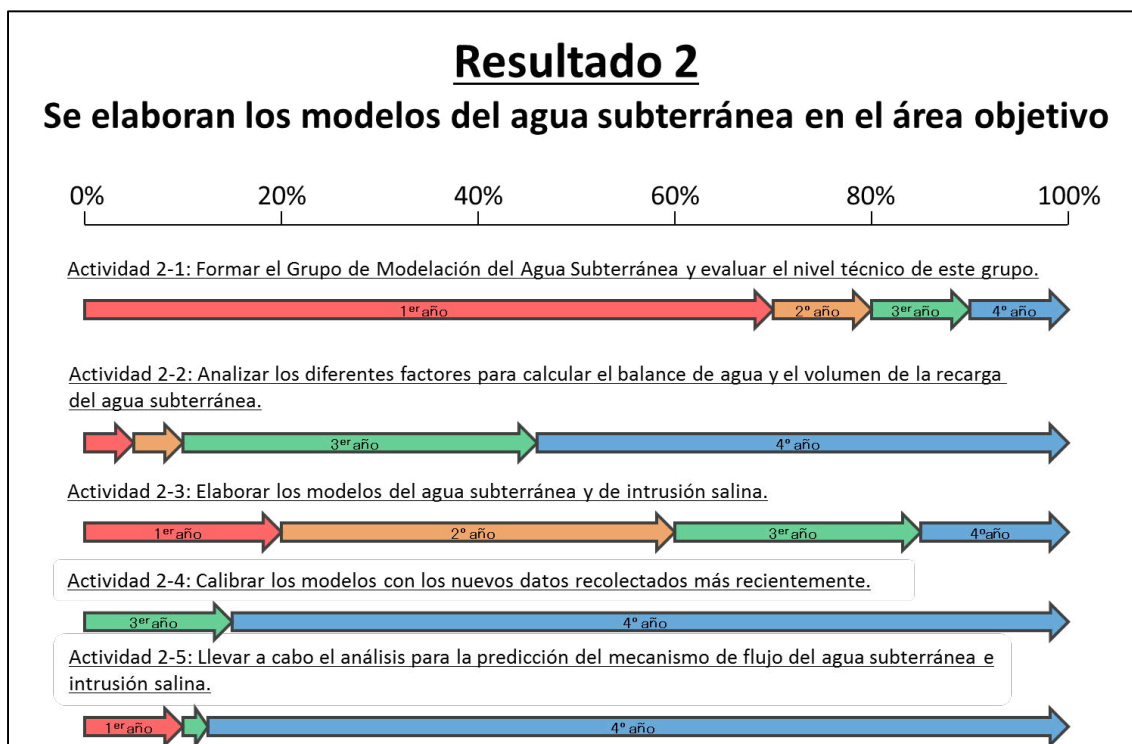


Figura 6-2: Estado de avance de diferentes actividades del Resultado 2

(1) Grupo de Modelación del Agua Subterránea Monitoreo del Agua Subterránea

<Al término del 2^o año>

En lo que se refiere al modelo de agua subterránea, en el primer año se hizo el análisis inicial del modelo vertical bidimensional, con el objetivo de que los técnicos de la C/P pudieran obtener una imagen de dicho modelo. Además, se intentó realizar un análisis aproximado de los efectos del Dique Sur. Asimismo, se trató de confirmar los datos que faltaban y conocer la precisión de los datos existentes a través del establecimiento del modelo tridimensional aproximado de amplia extensión.

A mediados del segundo año se hizo la corrección y actualización de este modelo, para establecer un modelo real, pero no se pudieron obtener datos del caudal de bombeo hasta casi finalizar el periodo de asignación de mediados del segundo año, razón por la cual no fue posible alcanzar este objetivo durante el mes de marzo, tal como estaba programado originalmente. Por otra parte, la implementación de la Actividad 2-2 estaba también prevista como parte del proceso de modelación del agua subterránea, pero no se pudo realizar más que el ordenamiento y análisis de los datos de precipitaciones, cantidad de evaporación y variación del nivel del agua subterránea. Debido a esta situación, resultó imposible realizar de manera suficiente la capacitación de los técnicos de la C/P para la Actividad 2-2 y la Actividad 2-3, así como también los trabajos conjuntos en estas actividades, siendo aplazada la correspondiente tarea

para después de junio.

Durante la última etapa del segundo año, la C/P hizo entrega de datos adicionales, lo que permitió el avance en la modelación del agua subterránea que se describe a continuación.

El modelo V2D preparado en el primer año se realizó con información insuficiente, por lo cual se asignó al modelo valores uniformes de conductividad hidráulica y de parámetros hidrológicos. Entre las actividades del segundo año, en el modelo V2D se utilizaron los datos digitalizados obtenidos de los pozos de observación construidos en la década de 1980 (los pozos llamados de la Serie TS), analizándose la distribución y la continuidad litológica calizas y margas. Como resultado, independientemente de la presencia o ausencia del agua subterránea, se confirmó que es posible, con el uso de registros calibrados y de gamma natural, diferenciar la litología de las calizas, y la de caliza y marga. Además, en el registro de resistividad, fue posible entender, por debajo del nivel del agua subterránea, la distribución de la litología y la situación de la salinización. En especial, al norte del modelo V2D preparado, se observó la distribución de calizas que contienen margas, y se estimó que la caliza con contenido de marga corre aproximadamente 5 grados al sur de la caliza indicada en los planos geológicos existentes. Por otra parte, de los resultados de los registros calibrados y de resistividad, se pudo estimar que al sur del campo de pozos que abastece a La Habana, se distribuye la caliza en forma casi horizontal. Por lo tanto, se pudo colegir que al introducir los datos de calizas de alta permeabilidad al modelo V2D se podría obtener un mecanismo más realista del movimiento del agua subterránea, así como también una predicción más realista de la intrusión salina.

Además, al prepararse el plano de conductividad específica utilizando datos que incluyen los datos adicionales recopilados en el segundo año correspondientes a unas 100 pruebas de bombeo, se pudo esclarecer que en las áreas próximas a la costa abundan las áreas con valores altos de conductividad específica, mientras que al norte del área objetivo del Proyecto se distribuye una franja con valores bajos de conductividad específica en dirección Este-Oeste. Al prepararse la distribución tridimensional de los perfiles estratigráficos de pozos existentes, se pudo observar que estas áreas con valores bajos de conductividad específica coinciden con las áreas de distribución de las margas. Al hacer reflejar en el modelo V2D y en el modelo tridimensional de áreas extensas estos datos sobre la situación geológica subterránea y otros parámetros geológicos relevantes, se confía en poder mejorar la precisión analítica de los modelos de agua subterránea.

Finalmente, en la capacitación sobre el establecimiento de modelos de agua subterránea se han presentado explicaciones sobre las informaciones base que se necesitan en la modelación, los métodos analíticos para procesar la información base (definición del dominio del modelo, la definición de los estratos o capas del modelo, métodos de definición de la cuadrícula, método de establecimiento de condiciones para la introducción de la información base al modelo, métodos

de establecimiento de parámetros y paquetes). Los participantes de la capacitación respondieron correctamente a las preguntas que se les hizo durante la capacitación en el 90% de los casos.

<Al término del 3^{er} año>

En junio de 2015 se realizaron sesiones dobles de capacitación sobre modelos de aguas subterráneas, en cada una de las oficinas de EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa. En la primera sesión se dio explicación sobre métodos concretos de elaboración de modelos tridimensionales de área amplia (modelo R3D), métodos de configuración de cada menú y métodos de ingreso de valores de configuración de Processing Modflow, métodos de corrección de datos de entrada, etc., mediante presentaciones con PowerPoint. En la segunda sesión, con el propósito de que los técnicos participantes dominaran a fondo y en forma más práctica los métodos de uso de Processing Modflow y otros software relacionados, y pudieran corregir por sí mismos los modelos, se implementó capacitación más práctica sobre elaboración real de modelo bidimensional estacionario en plano (GWM-1) y modelo tridimensional no estacionario de cinco capas (GWM-2), con los cuales se hicieron cálculos de simulación, visualización y análisis de resultados.

El equipo de expertos solicitó a la entidad C/P que se lleve a cabo capacitación sobre modelos de aguas subterráneas por los mismos técnicos de la Parte Cubana durante el tiempo entre finalización del 3^{er} año y el comienzo del 4^o año, y la entidad C/P mostró su conformidad con dicha sugerencia. Por el hecho de que los miembros del grupo de modelación de aguas subterráneas lleven a cabo, individual o conjuntamente, la verificación por interpolación de los modelos de aguas subterráneas actualizados (modelo V2D y modelo 3D), sin duda llegarán a profundizar su comprensión sobre el modelo de aguas subterráneas y mejorar su dominio de estructuración de modelos.

< Al término del 4^o año >

A través de la capacitación realizada en el primer periodo del 4^o año, se verificó que los principales técnicos de EIPH-Habana y GEIPI, líderes de la creación del modelo de agua subterránea, entendieron más o menos el método básico para elaborar modelos de agua subterránea y el método para corregir problemas de los mismos. Asimismo, se ha considerado que los principales técnicos de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, entidades usuarias del modelo de agua subterránea, también los entienden más o menos igual que los principales técnicos de EIPH-Habana, etc.

Respecto al modelo 3D detallado establecido en la 2^a etapa del 4^o año, se evalúa que los técnicos de La Habana a través de las capacitaciones han comprendido, por lo general, el proceso del mejoramiento del modelo, su estructura y los datos ingresados. En cuanto a los escenarios para análisis predictivo y a los datos básicos necesarios para el cálculo (datos de volumen de recarga

y datos de caudal de bombeo), se considera también que han llegado a comprenderlos. Sin embargo, dichos técnicos han tenido sólo una ocasión de establecer el modelo con el uso de Modflow y SEAWAT, por lo que no se puede negar que la experiencia sea insuficiente. De ahora en adelante, es deseable que preparen los datos necesarios y practiquen la introducción de los mismos de manera repetida, analizando, por su propia cuenta, no sólo los escenarios actualmente elaborados, sino también los factores para el pronóstico del futuro.

Por otra parte, a través del trabajo de establecimiento del modelo de agua subterránea, se ha reconocido de nuevo la necesidad de obtener datos exactos sobre el volumen de bombeo, mejorándose notablemente la precisión de dichos datos correspondientes a los años 2014 y 2015, por comparación con los datos de los años anteriores. En el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), se propone también mejorar más la precisión, por lo que se espera que sea posible asegurar el presupuesto necesario y se ponga en práctica dicho plan.

6.1.3 Transferencia técnica sobre la Recarga de Acuíferos y Medidas Contra la Intrusión Salina

Resultado 3: Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina

A continuación, se describen los resultados de la transferencia técnica a los grupos relacionados con el Resultado 3 desde el inicio del Proyecto hasta noviembre de 2016. El equipo de expertos evalúa el avance de cada actividad del Resultado 3 como sigue.

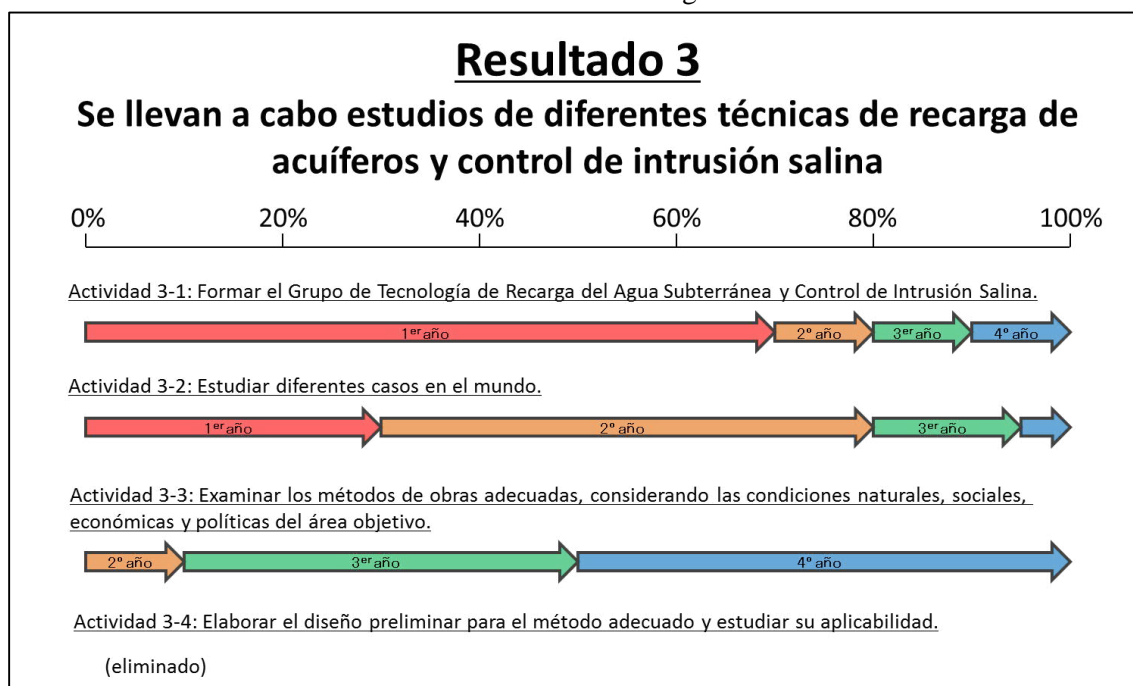


Figura 6-3: Estado de avance de las diferentes actividades del Resultado 3

(1) Grupo de Tecnología de Recarga del Agua Subterránea y Control de Intrusión Salina

<Al término del 2° año>

En cuanto a las técnicas sobre las medidas contra la intrusión salina, a principios del segundo año se impartieron la capacitación y lecciones sobre los 3 temas siguientes: “Selección de la Obra de Construcción de Dique Subterráneo”, “Prácticas de Selección de la Obra de Construcción de Dique Subterráneo, y “Diseño de Dique Subterráneo”

Las entidades de la C/P atienden a estructuras muy pequeñas y tienen experiencia sólo de obras normales, por lo que los técnicos cubanos comentaron la necesidad de información del Ministerio de la Construcción y otras instituciones relacionadas sobre las obras más recientes realizadas dentro de Cuba.

En la segunda mitad del segundo año, y antes de la llegada a La Habana del Experto JICA, la C/P efectuó investigaciones sobre las estructuras subterráneas y su construcción. El resultado fue que algunas empresas privadas de construcción tienen experiencia en la construcción de estructuras subterráneas de escasa profundidad, pero no existen experiencias en la construcción de estructuras subterráneas de gran profundidad, ni en el diseño de tales estructuras. Queda la posibilidad de que las fuerzas armadas tengan tales experiencias, pero esa información no es pública. Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que es muy difícil la consideración de estructuras subterráneas con la utilización de la tecnología existente dentro de Cuba. Además, se llegó a la conclusión de que, teniendo en cuenta el nivel de experiencia de la C/P, sería difícil la utilización de la tecnología existente en países extranjeros para el diseño de estructuras subterráneas.

El plan original fue mantener las deliberaciones con la C/P con el fin de llevar a cabo el diseño y la planificación de la construcción de estructuras subterráneas, pero de ahora en lo adelante se esperará el resultado de las simulaciones, para seguir los procedimientos siguientes:

- i. Si los resultados de la simulación indican la construcción de paredes continuas de gran escala como estructuras subterráneas, el diseño y la planificación serán realizados en el Japón, y los resultados serán presentados a la C/P.
- ii. Si los resultados de la simulación indican que las estructuras sobre la tierra serían suficientes como medidas de control, entonces se realizarán trabajos conjuntos con la C/P con el fin de llevar a cabo el diseño en el terreno.

En el caso de recurrirse a estructuras subterráneas como medidas de control, se estimará primero el costo de acuerdo a costos existentes en el caso de tratarse de una magnitud realista, para luego continuar con el plan de diseño. Sin embargo, si la magnitud de las obras supera la escala considerada realista, la planificación del diseño se basará en la estimación de los costos

utilizando los costos existentes, para realizar un diseño preliminar.

<Al término del 3^{er} año>

A través de los técnicos participados en la capacitación en Japón, otros técnicos de la institución contraparte comprendieron que en el área objetivo no es adecuada la presa subterránea como estructura contra intrusión salina y fue eliminada del Proyecto la actividad relacionada con el impedimento de la intrusión salina con una estructura subterránea de gran magnitud (Actividad 3-4: Ejecución de diseño borrador)³.

En las actividades del 3^{er} año, fue organizada una reunión para analizar el resumen de los lineamientos del diseño de presa subterránea según el siguiente procedimiento y fue comprobado y complementado el nivel de comprensión del método de construcción de presa subterránea.

- i. Para analizar el resumen de lineamiento de diseño de la presa subterránea elaborado por EIPH-Habana para la capa freática de la zona de La Cana, Provincia de Las Tunas, donde EIPH-Habana está estudiando posibilidades de desarrollo de agua subterránea, el hidrogeólogo encargado dio una explicación del resumen hidrogeológico y el encargado de diseño, supuestos métodos adecuados de construcción.
- ii. El documento de análisis de la fase (i) describe un método que consiste en construir un muro de mezcla de suelo (Soil Mixing Wall: SMW) sobre una capa impermeable presente a una profundidad relativamente menor y aumentar la reserva de agua subterránea. La selección de este método se hizo de acuerdo con los datos de referencia indicados en el organigrama de la selección de método y el resumen de diseño de presa subterránea, temas tratados en capacitaciones anteriores, y fueron adecuados los resultados de la selección. Si se ha seleccionado este método, es porque se ha comprendido el contenido de la capacitación.
- iii. En vista de (ii), llevamos adelante el análisis de los métodos adaptables al actual nivel técnico de Cuba. Los expertos le propusieron a los técnicos participantes analizar los criterios necesarios para escoger los métodos convencionales en el país y la ubicación de la presa subterránea (análisis de reserva de agua subterránea adicional/costo).

³ La construcción de presas subterráneas normalmente sigue un lineamiento conceptual de aislar un espacio donde se ubican acuíferos en una fosa subterránea (se refiere a una distribución geológica donde una geología poco permeable (base hidrogeológica) está cubierta por otra geología más porosa (acuíferos) con estructura de base hidrogeológica en forma de fosa). Sin embargo, la distribución de la base hidrogeológica del área objetivo alcanza grandes profundidades y la prospección eléctrica no ha confirmado en esa zona la existencia de estructura de presa subterránea alguna. Como consecuencia, (1) La profundidad de obras del cuerpo de la presa subterránea llegaría a sobrepasar por mucho el estándar técnico actual de construcción (2) No se logra la prolongación adecuada del cuerpo de la presa, por consiguiente, las condiciones hidrogeológicas del área objetivo no se consideraron aptas para la construcción de una presa subterránea.

- iv. Teniendo en cuenta las propuestas de los expertos, los técnicos de EIPH-Habana modificaron el documento de análisis y calcularon el costo estimado de la obra según el método de construcción convencional seleccionado. Además, se informó que los técnicos de EIPH-Habana llegaron a la conclusión de seleccionar el SMW y no un método convencional, tomando en consideración la seguridad de impermeabilización.

Como consecuencia de la reunión de análisis antes mencionada, consideramos que se ha adquirido un conocimiento básico sobre la construcción de presas subterráneas a gran profundidad y se ha confirmado que el manual “Technical Reference for Effective Groundwater Development” traducido al español que constan una serie de temas a analizar para el diseño y los materiales entregados en las capacitaciones son aprovechados eficientemente en el trabajo real.

Con respecto a las técnicas de recarga de aguas subterráneas, se inició un estudio de instalaciones que podrían ser más adecuadas para el área objetivo, mediante comparaciones con casos ya ejecutados en Cuba, ejemplos de Japón estudiados durante la capacitación en Japón, y casos de terceros países.

< Al término del 4º año >

En la 1ª etapa del 4º año, los técnicos de EIPH-Habana y EAH-Mayabeque verificaron el contenido del plan de recarga artificial de agua subterránea existente en el área objetivo y sus alrededores de acuerdo con los documentos existentes y realizaron un estudio para confirmar las condiciones en el terreno de acuerdo con dicho plan.

En la 2ª etapa del 4º año, en el Sistema de recarga X (10) del mencionado plan, se hizo un estudio sobre las instalaciones de recarga artificial de aguas subterráneas, y se calculó el costo aproximado. Según el plan, se construirá una presa de captación en el Canal Pedroso-Güira, como fuente de agua, y se instalará una línea de conducción de unos 600m hasta la parte cóncava de la cantera anterior, que se utilizará como lugar de recarga.

Por otra parte, como instalaciones de almacenamiento y filtración de aguas pluviales, se propuso construir las siguientes: (1) zanja de filtración, (2) caja de filtración, (3) cuneta de filtración, (4) pavimentación permeable, (5) pavimentación de placa permeable, (6) pozo filtrante, (7) tanque de filtración, etc.

Todas estas estructuras son relativamente sencillas, no existiendo dificultades en cuanto al diseño ni estimación del costo. Cuando se concrete más el plan, los técnicos cubanos (especialmente, los técnicos de EIPH-Habana) deberán elaborar diseños más detallados de las instalaciones de recarga artificial de aguas subterráneas, calcular el costo necesario, realizar pruebas de las instalaciones de almacenamiento y filtración de aguas pluviales, etc.

6.1.4 Transferencia técnica sobre el Manejo de las Aguas Subterráneas

Resultado 4: Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo

A continuación, se describen los resultados de la transferencia técnica a los grupos relacionados con el Resultado 4 desde el inicio del Proyecto hasta noviembre de 2016. El equipo de expertos evalúa el avance de cada actividad del Resultado 4 como sigue.

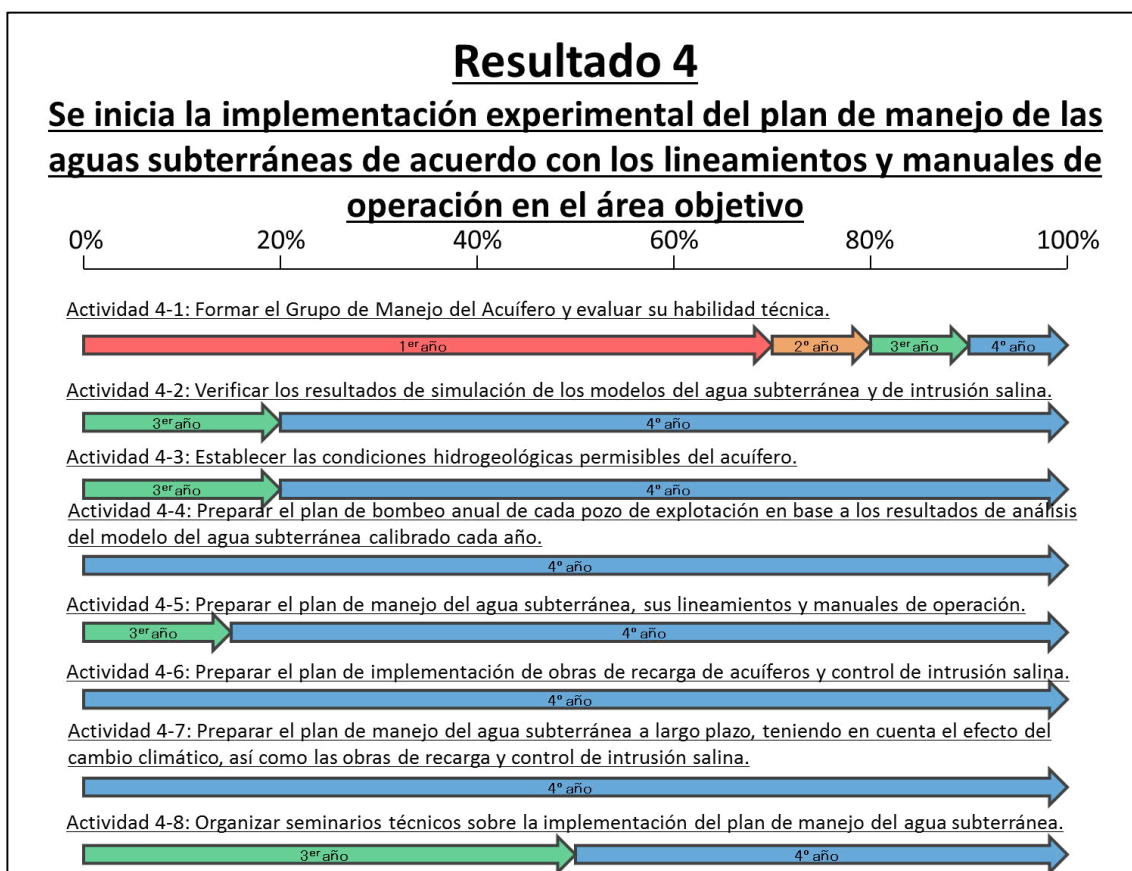


Figura 6-4: Estado de avance de las diferentes actividades del Resultado 4

(1) Grupo de Manejo del Acuífero

<Al término del 2º año>

La mayoría de las actividades del Resultado 4 deben realizarse en función de los Resultados 1, 2 y 3. Tal como se ha mencionado en el apartado anterior sobre el Resultado 2, el establecimiento del modelo de agua subterránea se retrasó y, como consecuencia de esto, no se han podido realizar las Actividades 4-2, 4-3 y 4-4, que deberían haberse iniciado a finales del segundo año. Mientras tanto, este grupo hizo la revisión de los datos de precipitaciones y los datos del nivel

del agua subterránea, que son bases fundamentales para el proceso del análisis predictivo del modelo de agua subterránea, así como examinó los datos introducidos en el pasado en la base de datos para confirmar que no hubiera errores de introducción. Además de todo esto, hizo el análisis de los datos arriba indicados, e incluso el análisis de las precipitaciones probables y la elaboración del mapa de variación detallada del nivel del agua subterránea. De acuerdo con el resultado de este análisis de las precipitaciones probables, dicho grupo está elaborando también el mapa de distribución de precipitaciones probables, como documento de estudio para confeccionar un guion de pronóstico.

Los miembros principales de este grupo trabajan igualmente en otro grupo o subgrupo, adquiriendo conocimientos básicos de diferentes sectores a través de las actividades respectivas, lo cual es muy importante para el manejo del agua subterránea. Por otra parte, a partir del resultado de la encuesta del primer año, se considera que los técnicos de dicho grupo son débiles en lo que respecta al análisis hidrológico (ríos, clima, etc.), por lo que el análisis de precipitaciones probables arriba indicado les servirá para mejorar su nivel técnico de análisis hidrológico.

<Al término del 3^{er} año>

Desde el comienzo del 3^{er} año, analizamos el índice del plan de manejo de agua subterránea (tentativo), reordenamos el contenido de las actividades del Proyecto y determinamos los responsables de las actividades detalladas. A finales de enero de 2015 se concluyó el análisis y selección del índice (tentativo), principal contenido de cada ítem y los responsables de la redacción de cada ítem y comenzaron las actividades del Resultado 4 a gran escala.

En el periodo final del 3^{er} año se reordenaron y resumieron los resultados de las actividades de los Resultados 1 al 3 y se analizó el Resultado 4 hasta la fecha, sobre el Capítulo 1 “Ítems básicos del plan de manejo de agua subterránea”, Capítulo 2 “Condición actual del agua subterránea”, Capítulo 3 “Cambios en las circunstancias que rodean el agua subterránea” y Capítulo 4 “Objetivo de conservación de agua subterránea” del índice (tentativo) del “plan de manejo de agua subterránea”. Sobre el Capítulo 5 “Predicción futura”, analizamos los ítems necesarios y el concepto básico necesarios para el pronóstico.

A través de dichas actividades se han comprobado los resultados en los siguientes aspectos técnicos e institucionales.

- Se presentaron opiniones de que “en el Capítulo 1 debe constar que es indispensable compartir datos entre GEARH y GEIPI para el manejo del agua subterránea” y son muy conscientes de la necesidad de compartimiento de datos. De ahora en adelante es necesario considerar no solamente ambas instituciones sino también un enlace con otras instituciones y ampliar la posibilidad de hacer público los datos a los habitantes.

- En el análisis del consumo de agua subterránea según el uso, presentaron opiniones referentes a que “en los pozos pertenecientes a otras instituciones, debe obligárseles la medición de volumen de bombeo por sí mismas” y ello es muestra del interés por ampliar el manejo del agua subterránea a otras instituciones además del INRH.
- Las dos cláusulas anteriores se analizarán como el rol de los habitantes y entidades y emprendimiento conjunto en “6-6: Para concretar medidas”.
- Está mejorando el nivel técnico propio de GEARH actualizando la versión del programa GCBAS (Gráfico de Control de Balance de los Aguas Subterráneas) para que pueda manejar el nivel de agua subterránea de cada pozo individual a partir de un manejo de agua subterránea que utiliza el nivel medio de agua subterránea en una cuenca. Los técnicos cubanos están altamente motivados a aprender técnicas de modelación de agua subterránea y compartirlos con GCBAS, con la intención de atender a los casos no solucionables con GCBAS (por ejemplo, cambio de la calidad de agua con la fluctuación del nivel de agua subterránea).
- Desde el momento inicial de las actividades del Resultado 4 son altamente conscientes de un manejo tomando una cuenca como unidad y es muy probable que en el futuro el plan de manejo de agua subterránea a elaborar ahora sea ampliado y revisado a un plan de manejo de agua subterránea de toda la cuenca HS-3 (Tramo Güira-Quivicán).

Antes de la elaboración de plan de manejo de agua subterránea, tomando como referencia un ejemplo del estado de California, EE.UU., empezamos a analizar los criterios de evaluación de plan de manejo de agua subterránea. Los técnicos cubanos aspiran a elaborar los criterios de evaluación que sirvan no solamente en esta zona sino también en otras zonas de Cuba (otras capas freáticas) y a elaborar un plan de manejo de agua subterránea comparándola con dichos criterios de evaluación mejorará la precisión del plan.

< Al término del 4º año >

A través de las actividades realizadas en la 1ª etapa del 4º año, se comprendieron los ítems del análisis de la situación actual, necesarios para elaborar el plan de manejo del agua subterránea. Además, casi se terminó de recopilar los datos que faltaban en las actividades realizadas hasta el 3º año y se avanzó en la elaboración de las figuras y tablas necesarias sobre el Capítulo 2 “Condición actual del agua subterránea” y el Capítulo 4 “Objetivo de conservación de agua subterránea” del índice (borrador) del “Plan de manejo del agua subterránea”.

Asimismo, en la 2ª etapa del 4º año, se llevó a cabo la elaboración del Capítulo 6: “Medidas para el logro del objetivo” del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), redactando el “Concepto básico sobre las medidas”, “Problemas y medidas individuales”, “Clasificación de medidas”, “Mejoramiento del sistema de vigilancia del estado del agua subterráneas, etc.”,

“Instalaciones para mantener el caudal del agua subterránea”, “Medidas para mantener la calidad del agua subterránea”, “Distribución de funciones para concretar medidas” y “Control del avance del plan”.

Tanto GEIPI como GEARH tienen intención de adoptar el plan de manejo de agua subterránea como política nacional empleando el cronograma que aparece a continuación y si los trámites avanzan favorablemente, se prevé que en el segundo semestre de 2017 estará completada una base para difundir a nivel nacional el plan de manejo de agua subterránea.

Tareas cumplidas.

- Se aprobó el Plan de Manejo del Agua Subterránea en las áreas objetivo, por el grupo de trabajo del Proyecto en la fecha señalada.
- Se entregó el Plan de Manejo del Agua Subterránea aprobado a la dirección de Uso Racional del Agua del INRH, por parte de GEIPI y GEARH en el mes de julio del 2016.
- Se cumplió el programa de recopilación de los resultados del Plan de Manejo del Agua Subterránea, según lo planificado en la ejecución del Proyecto.
- Se continúa con el Plan de Manejo del Agua Subterránea en las provincias de Artemisa y Mayabeque, incluyendo el Control y Manejo del Agua Superficial.
- La Dirección de Uso Racional del Agua del INRH, se ha entregado a la dirección del Proyecto el día 15 de diciembre, el dictamen realizado de la revisión del Plan de Manejo de Agua Subterránea.

Tareas en Proceso

- El GEIPI entregará al Consejo Técnico Asesor del INRH, el Plan de Manejo del Agua Subterránea para su aprobación, y propondrá que se realice en el mes de enero del 2017.
- Una vez aprobado por el Consejo Técnico Asesor del INRH, se propondrá como Metodología el Plan de Manejo del Agua Subterránea, con un sistema de control y fiscalización que asegure lo establecido a nivel nacional en GEIPI y GEARH.
- Se continúa la recopilación de los resultados del Plan de Manejo del Agua Subterránea sistemáticamente, durante 1 año después de culminado el Proyecto. Existe el personal técnico capacitado para continuar con esta actividad además del equipamiento así como el financiamiento en el presupuesto del Plan 2017 de GEIPI y de GEARH.

6.2 Lista de Resultados del Proyecto

El Proyecto tiene por objetivo lograr los 4 resultados siguientes. La Tabla 6-1 resume los resultados, sus indicadores y el avance (período medio del 4º año).

- Resultado 1: Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área
-

objetivo.

- Resultado 2: Se elaboran los modelos del agua subterránea en el área objetivo.
- Resultado 3: Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.
- Resultado 4: Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.

Tabla 6-1: Lista de resultados del presente Proyecto y avance

Indicadores	Avance
Resultado 1: Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo.	
1. Los datos de observación del área objetivo son archivados periódicamente en la base de datos del SIG por el Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea.	<ul style="list-style-type: none"> • A continuación del 1^{er} año, se recolectan y ordenan los datos hidrogeológicos, hidráulicos y de varias mediciones para ingresarlos en una base de datos de SIG, se elaboran mapas básicos y se ejecutan estudios de campo (hidrogeológicos, prospección geofísica e hidráulicos). • Se tiene establecido un sistema de recopilación continua y periódica de datos de observación de agua subterránea en el área del estudio a través de la observación continua de nivel de agua subterránea con el registrador automático instalado en 7 pozos existentes en la primera mitad del 2^o año, y la medición de calidad de agua mensual empezada desde los mediados del 2^o año con el uso del medidor multiparámetros de calidad de agua. De ahora en adelante será esencial el control de precisión. • Los principales técnicos encargados de SIG/BD de EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa han adquirido habilidad técnica de elaboración de mapas utilizando programas de SIG. Asimismo se ha completado una base de datos desarrollada principalmente por EAH-Mayabeque y las 3 empresas provinciales la comparten. • Se ha establecido un sistema que permite a las 3 empresas provinciales compartir los datos mensuales observados de nivel y calidad de agua subterránea en la EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa y el análisis de los resultados de la medición (por ejemplo, el plano de distribución de conductividad eléctrica) se lleva a cabo después de la medición según lo programado. • El subgrupo de SIG/BD elaboró Plan de Actividades de Monitoreo (tentativo). • Mientras se desarrollaban las actividades del primer periodo del 4^o año, se detectaron errores en la base de datos de EAH-Artemisa. Se supone que se introdujeron datos erróneos durante el momento de compartimiento de datos o que se hizo una modificación equivocada durante el trabajo ulterior. Es necesario analizar de nuevo el método de manejo de la base de datos. • Se han seguido acumulando los datos sobre el nivel y

	<p>calidad de aguas subterráneas en la base de datos, y en el período medio del 4º año se ha revisado también el Plan de Actividades de Monitoreo (tentativo) del sub-grupo de SIG/BD.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el periodo de prueba del plan de manejo de agua subterránea (tentativo) desde agosto de 2016, continúa la observación constante y periódica del nivel y calidad del agua subterránea y los datos obtenidos han sido ingresados en la base de datos y compartidos con 3 entidades: EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, siguiendo el plan de actividades (tentativo) elaborado por el subgrupo de GIS/DB. Sobre los métodos de obtención de datos de observación y de su ordenamiento, seguirá extrayéndose puntos problemáticos con la mira puesta en mejorar y consolidar métodos de control de nivel de precisión.
<p>Resultado 2: Se elaboran los modelos del agua subterránea en el área objetivo.</p>	
<p>2. El Grupo de Modelación del Agua Subterránea lleva a cabo una vez al año la calibración (corrección • actualización) de los modelos de agua subterránea del área objetivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En el 1º año fueron elaborado un modelo regional resumido y un modelo preliminar de sección transversal bidimensional. • Entre los mediados y los finales del 2º año el modelo resumido arriba mencionado fue modificado para completar el modelo primario. • En los finales del 2º año fueron rectificadas los datos del volumen bombeado de 2011-2013, que se recogieron en la Provincia de Mayabeque. • En la primera mitad del 3º año, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa ordenaron de nuevo los datos del volumen bombeado. Utilizando dichos datos se está modificando el modelo primario antes mencionado. • Desde el 3º año en EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa se dan capacitaciones sobre modelos de agua subterránea con la intención de mejorar el nivel técnico de los técnicos de ambas instituciones para que puedan utilizar modelos de agua subterránea establecidos para el manejo de agua subterránea. • El contenido de la capacitación sobre el modelo de agua subterránea impartida en el periodo final del 3º año fue más práctico. Los miembros del Grupo de Modelación del Agua Subterránea continuaron la prueba de interpolación del modelo incluso durante la ausencia de los expertos japoneses. • A través de la capacitación sobre modelos de agua subterránea en el primer periodo del 4º año (modificación del modelo del 3º año) y/o de la práctica del cálculo de pronóstico del Resultado 4, los principales técnicos de EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa comprenden más o menos el método básico para elaborar modelos de agua subterránea y el método para rectificar los

	<p>problemas del modelo. Desde ahora en adelante, se profundizará más en la comprensión sobre modelos de agua subterránea a través del trabajo para completar el modelo actual y del trabajo de cálculo de pronóstico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como parte de las actividades del período medio del 4º año, se hicieron modificaciones importantes del modelo del 3º año, completando el modelo detallado tridimensional. Utilizando este modelo, se llevaron a cabo el cálculo y análisis predictivo sobre el nivel de aguas subterráneas y transporte de materiales. Asimismo, los resultados de cálculo y análisis se resumieron en el Capítulo 5 “Pronóstico futuro” del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo). • En el periodo de prueba del plan de manejo de agua subterránea (tentativa) a partir de agosto de 2016, con el uso de dicho modelo, técnicos de la parte cubana vienen profundizando la comprensión sobre el modelo a través de una práctica de análisis predictivo y un análisis predictivo a largo plazo (hasta 2100) siguiendo nuevo escenario.
<p>Resultado 3: Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.</p>	
<p>3. Se incorporan al Plan de Manejo del Agua Subterránea los resultados de los estudios de tecnologías sobre la recarga del acuífero y el control de la intrusión salina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Siguiendo el 1º año, se dieron capacitaciones sobre ejemplos y métodos de la recarga artificial de agua subterránea y medidas técnicas contra intrusión salina. • En la primera mitad del 2º año, respecto a medidas técnicas contra intrusión salina, se dieron capacitaciones sobre la selección de métodos de obra y diseño. • En la última mitad del 2º año, fue verificada la técnica de construcción en Cuba para analizar las medidas factibles. • Al determinar las condiciones hidrogeológicas del área objetivo, se llegó a la conclusión de que sería difícil impedir la salinización de agua subterránea con obras contra intrusión salina. El procedimiento de dichos estudios se resume en el plan de manejo de agua subterránea. • Por otra parte, a través de las capacitaciones realizadas en Japón y en el 2º año y el aprendizaje con la traducción al español del manual “Technical Reference for Effective Groundwater Development” que comprende una serie de ítems a analizar para el diseño, entregado en el primer periodo del 3º año, técnicos de EIPH-Habana han intensificado tanto el nivel comprensión de construcción de obras de medidas que recomendaron la capa freática de la zona de La Cana, Provincia de Las Tunas, para la construcción de presa subterránea y elaboraron un documento de análisis de resumen de lineamientos de

	<p>diseño de presa subterránea en dicha capa freática.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se revisó el Plan de recarga artificial de agua subterránea del pasado (elaborado en 1990) como parte de las actividades del primer periodo del 4º año y se volvió a analizar los posibles puntos de recarga y el método de recarga. Asimismo, se estudiaron las instalaciones de infiltración de lluvias que consideraban la urbanización futura del área objeto. • Como parte de las actividades del período medio del 4º año, se llevaron a cabo el diseño aproximado de las instalaciones de recarga artificial de aguas subterráneas, el cálculo del costo aproximado y la elaboración del plan de introducción de instalaciones de filtración y almacenamiento de aguas pluviales, quedando resumidos los resultados obtenidos en el apartado 6-5: “Medidas para mantener la calidad del agua subterránea”, del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo). • Cuando esté concretado dicho plan en el futuro, será necesario hacer un diseño más detallado incluyendo los gastos necesarios y experimentos en las instalaciones de almacenamiento e infiltrantes de aguas pluviales.
<p>Resultado 4: Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.</p>	
<p>4. Se establece y se utiliza la Versión 1 de las Instrucciones de Ejecución (Lineamientos y Manuales).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Siguiendo el 1º año se obtienen y ordenan las leyes y manuales existentes en Cuba, relacionados con el manejo de aguas subterráneas y se analizan los métodos de manejo de aguas subterráneas existentes y sus resultados. • Estaba previsto desarrollar las Actividades desde 4-2 a 4-4 en la última mitad del 2º año, de acuerdo con las consecuencias desde el Resultado 1 hasta el Resultado 3. Sin embargo, por el retraso en las actividades del otro Resultado, el inicio de dichas actividades pasó al 3º año. • Entre el primer periodo y el periodo medio del 3º año se determinó el índice de plan de manejo de agua subterránea (tentativo), los principales ítems y los responsables de la redacción. • En el periodo final del 3º año, se re-ordenó y resumió el Capítulo 1 “Ítems básicos de plan de manejo de agua subterránea”, el Capítulo 2 “Condición actual del agua subterránea”, el Capítulo 3 “Cambio de la circunstancia que rodea el agua subterránea” y el Capítulo 4 “Objetivo de conservación de agua subterránea”, siguiendo el índice (tentativo) de dicho plan de manejo de agua subterránea. Sobre el Capítulo 5 “Predicción futura” y el Capítulo 6 “Medidas para alcanzar los objetivos”, hemos empezado el análisis del concepto básico.

	<ul style="list-style-type: none"> • Durante las actividades desarrolladas desde octubre hasta diciembre de 2015 se elaboraron principalmente figuras y tablas del Capítulo 2 “Condición actual del agua subterránea” y el Capítulo 4 “Objetivo de conservación de agua subterránea”. • En las actividades realizadas en enero de 2016, se inició la preparación para estudiar el Capítulo 3 “Cambios en las circunstancias que rodean el agua subterránea”. • La actividad principal del período medio de 2016 fue la elaboración del Capítulo 6: “Medidas para el logro del objetivo”, del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), cuya revisión final se elaborará el 15 de julio. Por otra parte, en la reunión de redacción conjunta del 7 de julio se han determinado los rubros de la guía y manual que se adjuntarán en dicho plan. • En la etapa de prueba a partir de agosto de 2016, se tuvieron discusiones y formación de acuerdo con las entidades que aprovechan el agua subterránea, además de las instituciones afiliadas de INRH, teniendo en cuenta que no se viera perjudicada la plena operación del plan de manejo de agua subterránea. Además, utilizando el modelo 3D detallado, establecido en el Resultado 2, se hizo un análisis predictivo adoptando un pronóstico de la subida del nivel del mar hasta 2100 publicado por CITMA, y se elaboró un plan de manejo de agua subterránea a largo plazo.
--	---

6.3 Objetivo del Proyecto

Al revisar la PDM, también se modificaron los objetivos del Proyecto y sus indicadores. Los nuevos objetivos del Proyecto, sus indicadores y el estado de logro se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 6-2: Indicadores del objetivo del Proyecto y estado de logro de los mismos

Indicadores	Estado de logro
Objetivo del Proyecto: Se mejoran las capacidades de las instituciones que participan en el Proyecto para el desarrollo del agua subterránea en el área objetivo, incluyendo la detención de la intrusión salina.	
1. Se ejecuta el control del volumen de agua extraída en base al Plan de Manejo del Agua Subterránea.	<ul style="list-style-type: none"> • Se inició la operación de prueba en las áreas objeto, después de que GEPI y GEARH entregaran conjuntamente el Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) a INRH en julio. • El INRH y GEARH comenzaron a aplicar la medida propuesta en el plan de gestión del agua subterránea.

Desde el punto de vista de desarrollo de capacidades, como se observa en la Figura 6-5, la contraparte no ha alcanzado los niveles que exigen los expertos y que son necesarios para lograr los Resultados del 1 al 4 propuestos por el Proyecto. La Tabla 6-3 muestra los indicadores de logro en cada nivel según el Resultado. Puesto que el diseño borrador de las Medidas contra la intrusión salina fue eliminado de las actividades del Resultado 3, los indicadores de logro en los niveles 2 y 3 relacionados con el Resultado 3 se han modificado como sigue.

Resultado 3, nivel 2

- Redacción anterior) Selección de obra de contramedida y ejecución del diseño preliminar
- Redacción modificada) Resumir el procedimiento de la selección de métodos de obra y sus resultados

Resultado 3, nivel 3

- Redacción anterior) Prueba de aplicación en otras áreas
- Redacción modificada) Análisis de aplicación en otras áreas

Asimismo, la Tabla 3-6 muestra el estado de adquisición de las técnicas según cada Resultado al concluir el 3^{er} año. En cuanto a la Tabla 3-6 los expertos japoneses juzgaron el grado de logro de acuerdo con las circunstancias descritas en la sección 3.1 y la sección 3.2

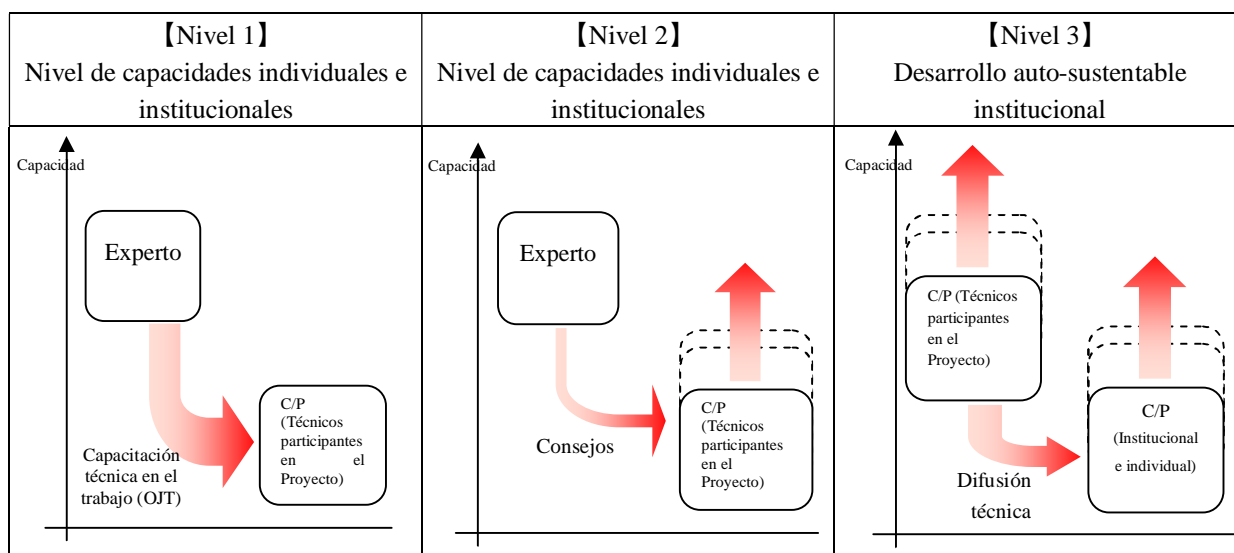


Figura 6-5: Relación entre los expertos, el personal C/P y las entidades C/P en el desarrollo de las capacidades

Tabla 6-3: Indicadores a alcanzar en el aprendizaje escalonado de técnicas

		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Resultado 1	Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender la manera de ordenar los datos obtenidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de datos y revisión de la precisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del monitoreo voluntario
Resultado 2	Se elaboran los modelos de agua subterránea del área objetivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer el modelo de la situación actual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del modelo predictivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización del modelo y contribución al plan de manejo del agua subterránea
Resultado 3	Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de la intrusión salina.	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenar la información básica de las diferentes obras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resumir el procedimiento de la selección de métodos de obra y sus resultados 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar la aplicación en otras áreas
Resultado 4	Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar los escenarios del plan de manejo del agua subterránea y el borrador de los lineamientos y manuales de operación 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de los resultados previstos, y modificación del plan de manejo del agua subterránea y los lineamientos y manuales de operación 	<ul style="list-style-type: none"> • Finalización de la elaboración del plan de manejo del agua subterránea y procedimiento de ejecución, y prueba de desarrollo en otras áreas

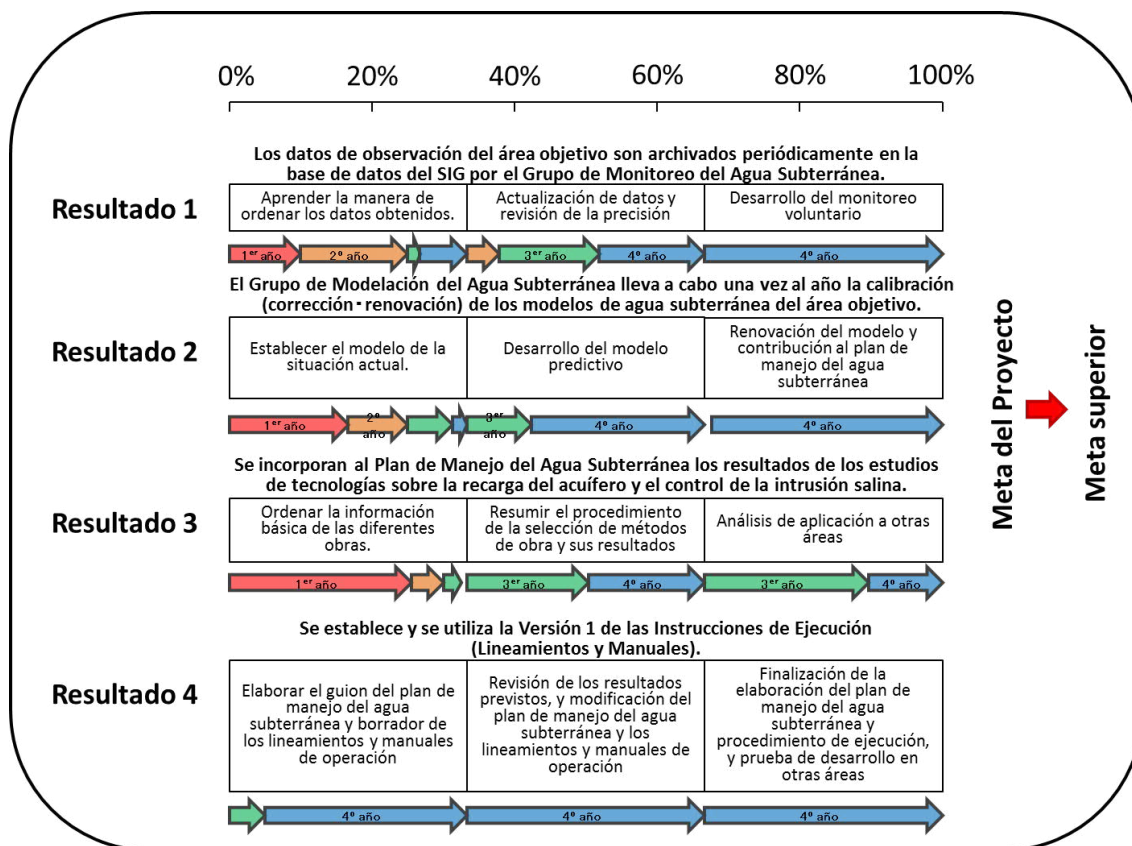


Figura 6-6: Estado de adquisición de las técnicas según cada Resultado

7 REVISIÓN INTERMEDIA Y EVALUACIÓN FINAL

7.1 Revisión Intermedia

7.1.1 Resumen de la revisión intermedia

La revisión intermedia tuvo lugar entre el 12 y el 28 de enero de 2015. Para llevar a cabo la revisión, se formó un Comité de Evaluación Conjunta con 5 miembros⁴ de la parte japonesa y 4 miembros⁵ de la parte cubana, que elaborará un informe de evaluación conjunta.

En una reunión de CCC celebrada el 28 de enero de 2015, el comité conjunto de evaluación explicó el contenido de dicho informe y presentó una propuesta incluyendo la modificación del PDM, sobre lo cual se hizo el intercambio de opiniones. El informe de evaluación conjunta y la modificación del PDM fueron aprobados en el CCC y la minuta sobre dicha aprobación fue firmada e intercambiada por el jefe de la misión de evaluación de la parte japonesa y el vicepresidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

(1) Objetivo de la revisión intermedia

Al cumplirse la mitad del periodo de la cooperación del Proyecto (4 años), se realizó la revisión intermedia por el comité conjunto de evaluación formado de las partes japonesa y cubana, basándose en el estado de logro y los resultados obtenidos hasta la fecha con los siguientes objetivos.

- Sobre el Proyecto, se verificarán los insumos, actividades y resultados de acuerdo con el PDM_{1,2} (versión de noviembre de 2013), serán analizadas las perspectivas del logro de los objetivos del Proyecto y las metas superiores y será evaluado el Proyecto desde el punto de vista de 5 criterios de evaluación (justificación, eficiencia, eficacia, impacto y sostenibilidad).
- Conducir propuestas dirigidas a una futura administración favorable del Proyecto y a un logro seguro de los objetivos del Proyecto.
- Resumir los resultados arriba mencionados en un informe de evaluación conjunta (en español), presentarlo a CCC y lograda aprobación de la parte cubana, firmar la minuta.

⁴ Misión de Evaluación de la parte japonesa: Yukihiro Ejiri (Líder), Yousuke Sasaki (Asesor Técnico), Yuto Yanagawa (Planificación y Estudio), Satoshi Nagashima (Análisis y Evaluación), Sachiyo Sakurai (Intérprete)

⁵ Miembros de la parte cubana: Argelio Fernández (Especialista Uso Racional del Agua, INRH), Carlos A Luaces S (Sub delegado de Desarrollo, DPRH-La Habana), María A García (Especialista Planificación, INRH), Yenisset Figueredo Chávez (Coordinadora en Cooperación, INRH)

(2) Puntos de consideraciones en la revisión intermedia

En la revisión intermedia, conforme a la situación actual y lo realizado, fueron verificadas, sobre todo, la eficiencia y la eficacia junto con los factores de contribución o impedimento que afectarían. Además, se hizo la verificación del proceso de ejecución con mayor énfasis y se analizaron los puntos a mejorar para una marcha favorable del Proyecto.

7.1.2 Resultados de la revisión intermedia

(1) Logro de los Resultados y perspectivas del logro de los objetivos del Proyecto y las metas superiores

Resultado 1: Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo.

Respecto al Resultado 1, en el momento de la revisión intermedia se prevé lograrlo antes de la finalización del Proyecto. Se continúa creando una base de datos, organizando capacitaciones y estableciendo un sistema de observación (obtención), ordenamiento y análisis de datos, está previsto lograr los indicadores al finalizar el Proyecto y el monitoreo adecuado de los acuíferos del área objetivo.

Resultado 2: Se elaboran los modelos del agua subterránea en el área objetivo.

Sobre el Resultado 2, en el momento de la revisión intermedia se prevé lograrlo antes de la finalización del Proyecto. Si EIPH-Habana, afiliada a GEIPI y EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, afiliadas a GEARH, llegan a compartir datos, establecerán un modelo de agua subterránea en el área objetivo y harán la calibración del mismo anualmente.

Resultado 3: Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.

Respecto al Resultado 3, en el momento de la revisión intermedia se prevé lograrlo antes de la finalización del Proyecto. No obstante, en el curso del Proyecto se determinó que las condiciones naturales en Cuba no son adecuadas para la construcción de una estructura subterránea de gran magnitud como medida de reserva de agua subterránea y contra la intrusión salina, se confirmó proponer otras medidas, por lo que es necesario modificar los indicadores de la PDM.

Resultado 4: Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.

Respecto al Resultado 4, en el momento de la revisión intermedia se prevé lograrlo antes de la finalización del Proyecto. Está previsto elaborar la versión definitiva de las directrices de ejecución (guías y manuales) antes de finalizar el Proyecto y empezar en forma experimental la operación del Plan de Manejo de Agua Subterránea en el área objeto.

Meta del Proyecto: Se mejoran las capacidades de las instituciones que participan en el Proyecto en el desarrollo del agua subterránea en el área objetivo, incluyendo el control de la intrusión salina.

Según el estado del logro de los Resultados, se prevé mejorar la capacidad de desarrollo y manejo de agua subterránea de las instituciones participantes del Proyecto, incluyendo las medidas contra la intrusión salina en el área objetivo. Sin embargo, lo que presentan los indicadores actualmente establecidos es el avance de cada Resultado y es difícil juzgar el estado de logro de los objetivos del Proyecto, por tanto, es necesario realizar la revisión de los indicadores.

(2) Logro de los Resultados y perspectiva de logro de los objetivos del Proyecto y las metas superiores

Justificación: Alta

- Alta coherencia con la política cubana
- Los objetivos del Proyecto coinciden con las necesidades de la parte cubana (grupo meta, área y sociedad objetivo).
- Concordancia con la política japonesa de cooperación para Cuba
- Aprovechamiento suficiente de la ventaja de la experiencia y tecnología japonesa

Eficiencia: Alta

- El estado del logro de los Resultados ofrece buenas expectativas de logro de los objetivos del Proyecto.
- Los Resultados del Proyecto contribuirán a los objetivos del Proyecto.

Eficacia: Medianamente alta

- Se prevé lograr por lo general los Resultados, pero hubo algo de retraso en parte de las actividades.
- Se observan puntos problemáticos en el número de expertos japoneses enviados, el periodo y duración del envío y fechas de la introducción de equipos donados.
- Sobre la capacitación en Japón, es generalmente alta la evaluación dada tanto por la parte japonesa como por la cubana.
- Fue adecuada la asignación de la contraparte cubana y el presupuesto correspondiente.

Impacto: Evaluación prematura

- Por el presente es prematuro evaluar el impacto.
- Se ha comprobado que las técnicas transferidas en el Proyecto como otros impactos positivos, benefician el mejoramiento de la capacidad no solamente de la contraparte del Proyecto, sino también de la toda la plantilla de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, contribuyendo al estímulo de la moral del personal.

Sostenibilidad: Medianamente alta

- Está previsto que la política actual del gobierno cubano continuará aun después de terminada la cooperación.
- En el momento de la revisión intermedia, no se observa sistema alguno que apoye la difusión de la elaboración de Plan de Manejo de Agua Subterránea a otras áreas.
- En el aspecto institucional, se observó avanzado envejecimiento de los funcionarios, pero esta situación se ha mejorado algo.
- En el aspecto financiero, se prevé garantizar los recursos financieros necesarios para continuar las actividades del Proyecto.
- En el aspecto técnico, es altamente probable que las técnicas transferidas en el Proyecto se mantengan por la contraparte.

(3) Conclusiones

En Cuba es muy alta la importancia del agua y lo es el interés por este Proyecto. Dado que el Proyecto coincide con con las políticas de Cuba y de Japón, es alta su justificación. Al inicio del Proyecto hubo problemas en la eficiencia: dificultad en la obtención de información necesaria, retraso en la llegada de equipos y baja tasa de participación de las instituciones regionales ejecutoras en la capacitación realizada en Habana a causa de poca disponibilidad de medios de transporte. No obstante, tales problemas ya están solucionados o se están analizando medidas de solución, por lo que afectará poco el futuro avance del Proyecto. Así que en el momento de la

revisión intermedia, se prevé que los Resultados serán logrados por lo general antes de finalizar el Proyecto. Con el logro de los Resultados es muy posible lograr los objetivos del Proyecto antes de su fin, pero para determinar correctamente el grado del logro de los objetivos del Proyecto, es necesario analizar la revisión de los indicadores. En cuanto a la sostenibilidad del Proyecto no hay problemas tanto en el aspecto político como en el técnico. En el aspecto institucional, es el problema es que la edad media de la contraparte es algo alta, pero se está atendiendo esta situación con un sistema de transferencia técnica interna que consiste en capacitar positivamente los funcionarios jóvenes.

(4) Recomendaciones

1) Revisión de actividades e indicadores de la PDM

Respecto a las actividades del Resultado 3, relacionadas con las medidas contra la intrusión salina, se determinó que tiene poco efecto la construcción de una estructura subterránea para impedir la intrusión salina, debido a las condiciones naturales del área objetivo del Proyecto donde existe a una profundidad no medible con exactitud una capa impermeable que constituye la base por debajo de la piedra caliza componente del estrato. Razón por la cual, se eliminaron de la PDM actividades tales como el diseño de un borrador de las obras del Resultado 3 y el Resultado 4 y de ahora en adelante será necesario determinar las medidas factibles a corto, mediano y largo plazo en el área objeto y reanalizar el plan de actividades futuras.

En cuanto a los objetivos del Proyecto y las metas superiores en la PDM, existen indicadores actuales que no concuerdan con el planteamiento de la PDM y no hay mucha diferencia entre los objetivos del Proyecto y las metas superiores, por lo que se propone revisar el contenido de las metas superiores y los indicadores de las metas superiores y los objetivos del Proyecto.

2) Establecimiento de un sistema para elaborar un Plan de Manejo de Agua Subterránea

Para difundir los Resultados del Proyecto a otras áreas, en el seminario técnico organizado una vez al año participan técnicos de GEIPI y empresas provinciales de GEARH de todo el país y a través de la introducción de tecnologías y presentación de resultados de estudios, se trata de difundir técnicas a otras áreas. Además, se planificó un seminario sobre la operación del manejo del agua subterránea para el 3^{er} y el 4^o año, en que participarán técnicos de otras áreas. No obstante, EIPH/EIPI y EAH son empresas provinciales afiliadas a GEIPI o GEARH y al mismo tiempo son empresas públicas independientes, por tanto, para lograr la cooperación técnica entre las empresas provinciales y extender las actividades del Proyecto en el futuro a otras áreas sobre la base de los Resultados del Proyecto, es necesario establecer un sistema para elaborar un Plan de Manejo de Agua Subterránea para cada cuenca subterránea bajo una mayor iniciativa de las

sedes de GEIPI y de GEARH.

3) Ejecución segura del presupuesto por la parte cubana para las actividades del Proyecto

Como una condición particular de Cuba, en las instalaciones ejecutoras es difícil tener una asignación del presupuesto en pesos convertibles, necesarios para el mantenimiento de los equipos. Según la encuesta, aunque se prevé garantizar el presupuesto durante y después del Proyecto, será necesario velar por la ejecución segura del presupuesto para no afectar la continuidad del Proyecto.

7.2 Evaluación Final

7.2.1 Resumen de la evaluación final

La Evaluación Final se llevó a cabo desde el 2 hasta el 17 de junio de 2016. A este efecto, se conformó un Comité de Evaluación Conjunta por 5 miembros de la parte japonesa⁶ y 4 miembros de la parte cubana⁷, para elaborar el Informe de Evaluación Conjunta.

En la reunión del CCC celebrada el 17 de junio de 2016, el Comité de Evaluación Conjunta dio explicaciones sobre el contenido del informe correspondiente, las recomendaciones y lecciones aprendidas, en base a los cuales se intercambiaron opiniones. Una vez aprobado este informe por el CCC, el jefe del Equipo de Evaluación de la parte japonesa y el director de Relaciones Internacionales del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) firmaron e intercambiaron la minuta sobre los acuerdos alcanzados.

Objetivo de la Evaluación Final

Se evalúan y confirman los resultados reales de las actividades del Proyecto y el estado de logro de los resultados esperados de acuerdo con el PDM_{2,1} y en base a los 5 ítems de evaluación (pertinencia, efectividad, eficiencia, impacto y sostenibilidad), para hacer recomendaciones sobre las actividades a realizar durante el período que resta del Proyecto y la operación después de finalizar el mismo, así como brindar las lecciones aprendidas para otros proyectos futuros similares.

⁶ Equipo de Evaluación de la parte japonesa: Akihiro Miyazaki (Jefe de Equipo), Yosuke Sasaki (asesor técnico), Takashi Kaji (planificación de estudio), Erika Tanka (evaluación y análisis) y Sachiyo Sakurai (intérprete)

⁷ Miembros de la parte cubana: Yenisset Figueredo Chávez (Relaciones Internacionales de INRH), Carlos A Luaces (DPRH-Habana), Argelio Fernández (INRH-Ingeniería Hidráulica) y Liliana Dorticós (INRH-Planificación)

7.2.2 Resultados de la evaluación final

(1) Nivel de cumplimiento de los Resultados y expectativas de logro del Objetivo del Proyecto y Meta Superior

Resultado 1: Se lleva a cabo adecuadamente el monitoreo de los acuíferos en el área objetivo.

[Indicador] Los datos de observación del área objetivo son archivados periódicamente en la base de datos del SIG por el Grupo de Monitoreo del Agua Subterránea.

[Resultado real] El indicador está casi alcanzado.

En cuanto al monitoreo del nivel y calidad del agua subterránea, además del monitoreo periódico establecido por la entidad C/P, continúa la medición del nivel de auto registro y la medición mensual de la calidad en los 3 pozos de prueba desarrollados por el Proyecto y en los 7 pozos de observación existentes que tienen instalados los equipos de medición. Los resultados de dicha medición se encuentran archivados en la base de datos, de acuerdo con el Plan de Monitoreo (tentativo) elaborado en el 3^{er} año por el Subgrupo de SIG/BD, para que se puedan compartir los datos entre las 3 entidades, EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, y elaborar periódicamente mapas mediante el software del SIG.

Resultado 2: Se elaboran los modelos de agua subterránea en el área objetivo.

[Indicador] El Grupo de Modelación del Agua Subterránea lleva a cabo una vez al año la calibración (corrección y actualización) de los modelos de agua subterránea del área objetivo.

[Resultado real] Se espera alcanzar el indicador antes de finalizar el Proyecto.

En el segundo, tercer y cuarto año del Proyecto se establecieron los modelos de agua subterránea, encontrándose ya calibrados los del segundo y tercer año. El modelo del cuarto año está en proceso de perfeccionamiento en el momento de la Evaluación Final de Proyecto, razón por la cual su calibración se realizará durante la prueba del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo). Los modelos establecidos en el segundo y tercer año eran relativamente simples, pero en el cuarto año se ha establecido un modelo detallado de alto nivel para utilizarlo en la elaboración del Plan de Manejo del Agua Subterránea, por lo que se requiere más tiempo. Este modelo seguirá modificándose hasta mediados de julio de 2016, y se elaborarán paralelamente los datos para el cálculo predictivo. Una vez completado dicho modelo, se reflejará cuanto antes el resultado del análisis predictivo en el Plan de Manejo del

Agua Subterránea. Cabe señalar que, incluso en Japón, el establecimiento del modelo de agua subterránea requiere técnicas de alto nivel, por lo que los expertos japoneses tomaron la iniciativa en la preparación de dicho modelo hasta cierto punto, para realizar posteriormente la transferencia técnica a la parte cubana.

Resultado 3: Se llevan a cabo estudios de diferentes técnicas de recarga de acuíferos y control de intrusión salina.

[Indicador] Se incorporan al Plan de Manejo del Agua Subterránea los resultados de los estudios de tecnologías sobre la recarga del acuífero y el control de la intrusión salina.

[Resultado real] Se espera alcanzar el indicador.

Al inicio del presente Proyecto, estaba previsto realizar un diseño aproximado para la construcción de presas subterráneas, como medidas contra la intrusión salina, pero se supo que resultaba imposible dicha construcción en Cuba. Por lo tanto, de acuerdo con la recomendación de la Revisión Intermedia del Proyecto, se decidió reducir las actividades relacionadas con el Resultado 3, y realizar un estudio sobre las técnicas para evitar la intrusión salina, sin hacer el diseño al que se alude más arriba. Por esta razón, se está revisando el plan de recarga artificial de aguas subterráneas del pasado (elaborado en 1990), para estudiar de nuevo los lugares y métodos de recarga. Igualmente, desde el inicio del Proyecto, se ha venido estudiando la construcción del sistema de infiltración de aguas pluviales, cuyo plan se completará a mediados de junio. Todo esto se explicará en los apartados 6.2 “Clasificación de instalaciones” y 6.5 “Medidas para mantener el caudal del agua subterránea”, del Plan de Manejo del Agua Subterránea.

Resultado 4: Se inicia la implementación experimental del plan de manejo de las aguas subterráneas de acuerdo con los lineamientos y manuales de operación en el área objetivo.

[Indicador] Se establece y se utiliza la Versión 1 de las Instrucciones de Ejecución (Lineamientos y Manuales).

[Resultado real] Las actividades, a pesar del retraso, concluirán antes de finalizar el Proyecto, alcanzando el indicador.

El Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) se completará en junio de 2016, y la guía de ejecución (tentativo) terminará de elaborarse a principios de julio del mismo año. De acuerdo con esta agenda, empezará a aplicarse dicho plan como prueba. Las principales actividades relacionadas con la elaboración del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) del Resultado 4 se empezaron a realizar desde el tercer año, en vista de los Resultados de 1 a 3, y

fueron estudiadas con toda seriedad a partir del período intermedio del 4° año. Dichas actividades siguen realizándose con la intención de completar el plan arriba indicado en junio de 2016.

Por otra parte, para realizar las actividades del Plan de Manejo del Agua Subterránea, se prevé elaborar la guía de ejecución para la C/P. A este efecto, se están estudiando de nuevo los diferentes manuales elaborados durante la capacitación, los cuales serán recopilados y redactados hasta finales de julio como guía de ejecución, al mismo tiempo que se completa la versión final del plan arriba citado.

Las diferentes entidades de C/P están involucradas positivamente en la elaboración del Plan de Manejo del Agua Subterránea, por lo que las actividades realizadas en cada entidad se reflejan en dicho plan. En el seminario sobre este plan que se celebrará el 24 de junio, justo después de finalizar la Evaluación Final, participarán también otras entidades que no sean C/P del Proyecto, por ejemplo, AZCUBA (grupo de empresas azucareras), MINAGRI (Ministerio de Agricultura), MINEM (Ministerio de Energía y Minas), MINED (Ministerio de Educación), CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente) y CAP (Consejo de la Administración Popular) de las provincias de Artemisa y Mayabeque, por lo que se podrán escuchar ampliamente las opiniones de estas entidades para reflejar en el Plan de Manejo del Agua Subterránea.

Además de este plan, en abril de 2016 se inició la elaboración del plan a largo plazo, de acuerdo con el pronóstico sobre la subida del nivel del mar, el cual se completará una vez establecido el modelo de simulación del agua subterránea hasta el año 2100.

Objetivo del Proyecto: Se mejoran las capacidades de las instituciones que participan en el Proyecto para el desarrollo del agua subterránea en el área objetivo, incluyendo la detención de la intrusión salina.

[Indicador] Se ejecuta el control del volumen de agua extraída en base al Plan de Manejo del Agua Subterránea.

[Resultado real] Se espera alcanzar el indicador.

El Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo), que incluye el control de captación del mismo, se implementará como prueba a partir de julio de 2016.

La C/P, a través de las actividades del Proyecto, ha venido mejorando diversas técnicas relacionadas con el manejo del agua subterránea, tales como, monitoreo y análisis de la calidad del agua, evaluación y pronóstico del nivel de agua subterránea y salinización, elaboración de mapas y planos, etc. Ya que las técnicas de la C/P están mejorando, se puede considerar que se llevará a cabo adecuadamente el manejo del agua subterránea, incluido el control de captación. El borrador del Plan de Manejo del Agua Subterránea se completará hasta finales de junio de

2016, y la versión final se elaborará hasta finales de diciembre del mismo año, momento en que finalizará el presente Proyecto, para que sea aprobado por INRH. Según este instituto, el plan se implementará con toda seriedad a partir de 2017, y la política nacional correspondiente se elaborará posteriormente teniendo en cuenta el resultado de la operación del mismo.

Meta Superior: El método de preparación del Plan de Manejo del Agua Subterránea, desarrollado en este Proyecto, es diseminado y utilizado en otras áreas.

[Indicador] Se inicia la preparación del Plan de Manejo del Agua Subterránea en más de un área diferente del área objetivo de este Proyecto.

[Resultado real] La posibilidad de alcanzar la Meta Superior es alta.

Ambos grupos, GEIPI y GEARH, muestran un alto interés en aplicar el método de manejo del agua subterránea del presente Proyecto también en otras áreas. El INRH, GEIPI y GEARH han planificado capacitar a los técnicos de otras áreas fuera del alcance del Proyecto, en 3 centros de entrenamiento del INRH (provincias de Granma, Villa Clara y Matanzas). A este efecto, se intenta establecer un sistema de capacitación en el INRH asegurando el presupuesto necesario. Por otra parte, algunas personas de la C/P han comenzado a estudiar la posibilidad de implementar el proyecto de manejo del agua subterránea en otras provincias, por ejemplo, Camagüey, Ciego de Ávila, Matanzas, Santiago de Cuba, etc.

(2) Resultados de la evaluación

Pertinencia: Alta

La necesidad de ayuda para el sector de agua subterránea es alta. Especialmente en las provincias de Mayabeque y Artemisa, áreas objetivo del presente Proyecto, donde la salinización está avanzada, la necesidad de apoyo en el manejo del agua subterránea es alta. En Cuba no se cuenta con muchos ríos, por lo que el manejo del agua subterránea, como recurso hídrico valioso, es un tema importante. Por otro lado, no han existido hasta ahora proyectos integrales enfocados al agua subterránea, no contándose con la ayuda de otras organizaciones cooperativas.

El presente Proyecto mantiene la coherencia con la política del sector de recursos hídricos. En la Política Nacional de Agua del INRH se indican 4 temas prioritarios relacionados con el sector del agua, entre los cuales, el uso racional del agua y el control de la calidad del agua (control de fuentes contaminadas) tienen relación con el Proyecto.

El presente Proyecto mantiene la coherencia con la política de apoyo de Japón a Cuba. Según dicha política, el objetivo superior consiste en “apoyar al desarrollo sostenible”, y dentro del

objetivo medio se indican 3 programas: “Programa de Aumento de la Producción de Alimentos”, “Programa de Conservación del Medio Ambiente” y “Programa de Atención Médica para la Salud”. El Proyecto se enmarca dentro del “Programa de Conservación del Medio Ambiente”.

Efectividad: Alta

Se podrá alcanzar el Objetivo del Proyecto. La versión final del Plan de Manejo del Agua Subterránea en proceso de preparación se aprobará a finales de 2016 por el INRH. Además, se prevé establecer la política nacional en base a dicho plan, teniendo en cuenta el resultado de aplicación real del mismo desde 2017. Gracias a la puesta en marcha de este plan, se podrá saber la potencialidad del agua subterránea con más exactitud (caudal captable, etc.), siendo posible realizar el manejo del agua subterránea, incluido el control de captación.

La lógica desde los Resultados Esperados hasta el Objetivo del Proyecto es razonable. Es decir, los Resultados del 1 al 3 se interrelacionan con el Resultado 4, y finalmente con el Objetivo del Proyecto. Por otra parte, se ha cumplido la condición externa de que “no haya movimiento ni despido de los técnicos beneficiarios de la transferencia técnica”, para el logro del Objetivo del Proyecto.

Eficiencia: Alta

Serán logrados los Resultados hasta que finalice el Proyecto.

La lógica desde los Aportes hasta las Actividades y los Resultados es razonable. Se ha cumplido la condición externa de que “haya participación activa en el Proyecto por la parte cubana” para el logro de los Resultados. En cuanto a otra condición externa, de que “no haya demoras considerables en los trámites de aduana y transporte de los equipos y materiales”, se tardó realmente bastante tiempo en el despacho aduanero. Aunque el suministro de los equipos y materiales se retrasó no sólo por problema de trámites aduaneros, sino también por problemas de otros trámites, gracias a los equipos prestados de otras entidades y a la modificación del plan de actividades, no hubo finalmente impactos negativos importantes para el logro de los Resultados.

Los aportes de ambas partes, la cubana y la japonesa, fueron adecuados en términos generales. La parte cubana asignó personas suficientes de la C/P para el Proyecto. La parte japonesa envió a los expertos con conocimientos especializados adecuados. Las especificaciones y costo de los equipos y materiales donados fueron adecuados en general. Se impartió la capacitación en Japón en el tercer y cuarto año, después de realizarse la transferencia de técnicas, teniendo en cuenta la situación de diferentes actividades, por lo que resultó efectiva con vistas a fortalecer las capacidades del personal de la C/P para llevar a cabo las actividades asignadas según las

circunstancias.

Impacto: Se pueden esperar impactos positivos si la parte cubana continúa realizando las actividades del presente Proyecto también en otras áreas, aun después de finalizar el mismo.

Las perspectivas para el logro de la Meta Superior son altas. Las entidades de la C/P ya están pensando en aprovechar los Resultados del Proyecto en otras áreas, elaborando también el plan de capacitación de recursos humanos.

La lógica hasta el logro de la Meta Superior es razonable. Se espera que se cumpla por el momento la condición externa de que “se mantenga la política del gobierno respecto al desarrollo del agua subterránea”, para el logro de la Meta Superior.

Se aprecian algunos efectos dominó derivados del Proyecto. Se considera que es posible confirmar de antemano los impactos negativos al medio ambiente mediante el monitoreo del agua subterránea de manera exacta. Asimismo, cuando se identifique la contaminación del agua subterránea, se podrá evitar el empeoramiento de la calidad del agua, con tal de que se informe de este hecho a CITMA para que se tomen las medidas necesarias. Por otra parte, se pueden esperar impactos positivos en la agricultura. Las áreas objeto del Proyecto se sitúan en las mejores zonas agrícolas de Cuba, por lo que el manejo adecuado del agua subterránea permite asegurar el agua de riego para campos agrícolas. Además de todo esto, algunas personas de la C/P imparten clases en las universidades, por lo que cabe esperar que los estudiantes universitarios puedan mejorar sus conocimientos y técnicas. Es posible también que las entidades relacionadas con recursos hídricos recluten a estos estudiantes, con la intención de fortalecer la plantilla de recursos humanos jóvenes.

En cuanto a impactos negativos, no se ha informado de impacto alguno en especial.

Sostenibilidad: Aunque se aprecian algunos problemas técnicos, se puede esperar la sostenibilidad de un cierto grado.

Desde el punto de vista político y del régimen, la actual política de agua nacional se mantendrá por el momento, por lo que el uso racional del agua mediante el manejo del agua subterránea y el control de riesgo de la calidad de agua seguirán siendo temas prioritarios. Si el Plan de Manejo del Agua Subterránea, que se está elaborando en el presente Proyecto, se aprueba en diciembre de 2016, se establecerá la política nacional basada en dicho plan, teniendo en cuenta la aplicación real del mismo desde 2017.

En lo que se refiere al aspecto organizacional, en las instituciones gubernamentales relacionadas con el sector de recursos hídricos se realizará una gran reorganización, sin embargo, el sistema

de ejecución del trabajo en cada institución seguirá manteniéndose como hasta ahora, por lo que se considera que no habrá grandes impactos en la continuidad de las actividades futuras después de finalizar el Proyecto. La capacidad de ejecución del trabajo organizacional está mejorando, y se está promoviendo el sistema de cooperación entre las entidades relacionadas.

No habrá grandes problemas en la sostenibilidad del aspecto financiero. Hasta ahora se ha distribuido el presupuesto suficiente, y en el futuro también se podrá contar con la asignación presupuestaria. Según las entrevistas, se solicitará el presupuesto necesario para implementar en 2017 el Plan de Manejo del Agua Subterránea, que actualmente está en proceso de elaboración.

En cuanto al aspecto técnico, las capacidades del personal de la C/P están mejorando, por lo que se podrán continuar casi todas las actividades en cada entidad relacionada. No obstante, no está claro si la C/P podrá realizar todas las actividades por su propia cuenta. Especialmente, en cuanto al modelo de agua subterránea, la C/P está haciendo el establecimiento y calibración del mismo, así como el cálculo y pronóstico correspondiente con la ayuda de los expertos de JICA, durante el período del Proyecto. Sin embargo, por tratarse de técnicas de alto nivel, se supone que será difícil que se haga la renovación de dicho modelo sólo por la C/P después de finalizar el Proyecto. Las entidades de la C/P mantienen relación cooperativa con el Departamento de Ingeniería Hidráulica del Instituto Superior Politécnico CUAJE en relación con el aprovechamiento y fortalecimiento del modelo de agua subterránea, por lo que seguirán las actividades recibiendo también la ayuda de dicho instituto. El mantenimiento de los equipos y materiales donados se llevará a cabo adecuadamente en términos generales. No obstante, en caso de averías, se deberá hacer la reparación fuera del país, ya que no se cuenta con un sistema de reparación en el interior, pudiendo señalarse, como problemas, que no es posible reponer los equipos averiados por un largo período de tiempo, y que no se pueden comprar los artículos de consumo dentro del país.

(3) Conclusión

El presente Proyecto ha avanzado sin grandes problemas ni contratiempos, resultando posible lograr los Resultados esperados. La pertinencia del Proyecto es alta, ya que satisface las necesidades de la parte cubana, manteniendo la coherencia con la política del país y con la política de ayuda de Japón para Cuba. Se podrá alcanzar el Objetivo del Proyecto, siendo alta la efectividad. Los aportes se llevaron a cabo de manera adecuada, logrando los Resultados esperados, y también es alta la efectividad. La parte cubana ya empezó las actividades para divulgar las técnicas de manejo del agua subterránea a otras áreas, por lo que se esperan impactos positivos. En cuanto a la sostenibilidad, se puede mantener hasta un cierto nivel, siempre que las entidades relacionadas de la parte cubana puedan asegurar el presupuesto necesario, sin embargo, algunas técnicas tienen que mejorarse aún más. Aunque se observan

pequeños problemas respecto a la sostenibilidad, es posible alcanzar el Objetivo del Proyecto, por lo que el presente Proyecto finalizará tal como estaba programado.

(4) Recomendaciones

1) Promoción para elaborar el Plan de Manejo del Agua Subterránea

La redacción del Plan de Manejo de Aguas Subterráneas (tentativo) está retrasada debido a la demora de corrección y actualización del modelo de simulación del agua subterránea, así como a la demora del análisis predictivo. Para que no haya influencia negativa en la prueba de este plan a partir de julio de 2016, se necesita impulsar el establecimiento y elaboración de dicho modelo. La preparación del Plan de Manejo del Agua Subterránea a largo plazo no ha avanzado tampoco a causa de las demoras indicadas anteriormente. Este plan a largo plazo deberá elaborarse cuanto antes, una vez establecido el modelo de simulación del agua subterránea.

2) Coordinación con los interesados relacionados para la implementación del Plan de Manejo del Agua Subterránea

El Plan de Manejo del Agua Subterránea está actualmente en proceso de elaboración, sin embargo, no se han realizado hasta ahora discusiones suficientes con los interesados relacionados. Es importante hacer la coordinación con diversos interesados en el resto del período del Proyecto mediante discusiones, con vistas a la puesta en marcha de dicho plan e implementación real del mismo. Han sido invitados las entidades administrativas, empresarios, habitantes y otras personas involucradas al seminario del 24 de junio de 2016 sobre el plan arriba indicado. Además de este seminario, se desea celebrar reuniones particulares con los interesados en el resto del período del Proyecto, para explicar el contenido de dicho plan y promover el uso común de la información al respecto.

3) Mejoramiento del ambiente para divulgar en otras áreas las técnicas de elaboración del Plan de Manejo del Agua Subterránea

La C/P está haciendo preparativos para el logro de la Meta Superior, realizando estudios sobre la implementación del plan de transferencia técnica a otras entidades y personas y la elaboración del Plan de Manejo del Agua Subterránea en otras áreas. Si se puede añadir a estos preparativos la sistematización de dicho plan a nivel nacional por el gobierno central, se considera que será posible promover aún más este plan, como sistema nacional. Concretamente, se puede pensar en la sistematización a través de un decreto o una orden ministerial y otros métodos, siendo deseable que se haga un estudio concreto al respecto en el resto del período del Proyecto.

4) Aprovechamiento del modelo de simulación del agua subterránea

En el presente Proyecto se realizan actividades con alto grado de dificultad para establecer el modelo de simulación no solamente del nivel del agua subterránea, sino también de la salinización. Aunque se aprecian efectos de la transferencia técnica sobre esta materia, existe inquietud por el aprovechamiento sostenible de dicho plan por parte de la C/P, después de finalizar el Proyecto, como consecuencia de haberse aspirado a establecer un modelo de nivel muy alto. Por lo tanto, los expertos de JICA deberán impartir la capacitación suficiente a la C/P durante el resto del período del Proyecto. Por otra parte, la C/P está recibiendo ayudas técnicas de las universidades sobre el modelo en cuestión, y se desea que se fortalezca aún más este sistema de cooperación hasta que finalice el presente Proyecto.

5) Aclaración del proceso de adquisición de repuestos para los equipos donados

En el presente Proyecto se han donado varios equipos y materiales, por lo que la parte cubana deberá asegurar los repuestos y reactivos correspondientes, como una de sus propias tareas. Por lo tanto, se desea que se aclare el proceso de adquisición de estos repuestos y reactivos (aclarar la entidad y persona responsable de asegurar el presupuesto, medidas presupuestarias, trámites de adquisición, lista de proveedores, etc.) hasta el final del Proyecto, de modo que se puedan adquirir en los momentos más oportunos.

(5) Lecciones aprendidas

1) Aprovechamiento de los resultados positivos y recursos humanos de proyectos anteriores.

En el presente Proyecto se han aprovechado los expertos enviados en el 2006, así como las técnicas y personal del Proyecto de Mejoramiento del Desarrollo de Capacidades y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático, implementado desde el 2008 hasta el 2012. Se considera que este aprovechamiento ha dado lugar a la transferencia efectiva de técnicas, constituyendo una de las razones por las que se ha podido mejorar las capacidades técnicas organizacionales de las entidades de la C/P. En vista de esta experiencia, es deseable que en la formación y ejecución de proyectos futuros se considere suficientemente la continuidad de los proyectos similares realizados anteriormente en el mismo país o región, así como el aprovechamiento de los resultados positivos y recursos humanos de estos proyectos.

2) Capacitación de recursos jóvenes con la colaboración de las universidades

En Cuba, la falta de técnicos jóvenes constituye actualmente un problema. Como una de las medidas para solucionar este problema, las entidades de la C/P imparten clases para los estudiantes y elaboran un currículo correspondiente con la colaboración de las universidades, aprovechando las técnicas de manejo del agua subterránea adquiridas en el presente Proyecto. Además de Cuba, existen numerosos países en vías de desarrollo que se enfrentan a este problema, y se considera que en todos estos países resulta muy útil realizar la capacitación para la generación joven, como los estudiantes, con la colaboración de las universidades, como parte de las actividades del proyecto, y esforzarse por el desarrollo de recursos jóvenes desde el punto de vista de largo plazo.

3) Plan de capacitación en Japón de acuerdo con las actividades del Proyecto y ejecución del mismo

En el presente Proyecto se impartió la capacitación en el tercer y cuarto año, cuyos resultados se aprovechan en forma adecuada para seguir las actividades. La planificación y realización de la capacitación en Japón, en la que se reflejan debidamente las actividades del Proyecto, contribuyen enormemente a la mejora de comprensión de la C/P sobre el Proyecto y al logro de los resultados esperados. También en los proyectos que se plantearán para el futuro, y en los que se encuentran en proceso de ejecución, se deberá estudiar suficientemente el contenido de dicha capacitación junto con la C/P y expertos de JICA, para promover que se reflejen sus opiniones en el proyecto correspondiente en forma efectiva.

4) Formación de proyectos teniendo en cuenta la reforma organizacional y del sistema en Cuba y ejecución de los mismos

Las provincias de Mayabeque y Artemisa, que están dentro de las áreas del Proyecto, son objeto de la prueba de descentralización. Se espera realizar la descentralización a nivel nacional, pero no se han confirmado los detalles al respecto. Por otra parte, se prevé la reorganización del INRH, para elevarlo de instituto a la categoría de ministerio, como muy pronto, en el 2017. Además, las 4 corporaciones públicas afiliadas serán unificadas, no habiéndose podido confirmar aún los detalles correspondientes.

A pesar de la descentralización y reorganización de INRH, el gobierno de Cuba, como su política, no cambiará las funciones de INRH, GEIPI y GEARH en cuanto al manejo de recursos hídricos. Sin embargo, se deberá saber la información más reciente sobre la reforma de organización y sistema, para estudiar el sistema de ejecución más adecuado en la formación y

ejecución de nuevos proyectos e involucrar a las entidades relacionadas.

7.3 Situación y lineamiento sobre la Respuesta a las Recomendaciones Dadas Durante la Evaluación Final

(1) Promoción de elaboración del Plan de Manejo del Agua Subterránea

Una vez finalizados el establecimiento del modelo de agua subterránea y el análisis predictivo con el uso del mismo a principios de julio, los resultados correspondientes fueron presentados por los técnicos de EIPH-Habana en la reunión de redacción conjunta del Plan de Manejo del Agua Subterránea celebrada el 7 de julio.

Se está elaborando la redacción final de este Plan de Manejo del Agua Subterránea junto con el cronograma de entrega, tal como se ha señalado en el apartado “3.14 Transferencia de técnicas para el manejo de acuíferos”, para que el mismo sea aprobado previamente por INRH (URA) y posteriormente por el Comité Técnico Nacional, como criterio político nacional.

(2) Coordinación con las partes interesadas con vistas a la implementación del Plan de Manejo del Agua Subterránea

En el seminario de manejo de aguas subterráneas celebrado el 24 de junio de 2016, se tuvieron discusiones con los interesados invitados, pero quedaron algunos aspectos insuficientes. En la prueba del plan de manejo de aguas subterránea (tentativa) de los mediados de julio a octubre, periodo en que estaban ausentes los expertos japoneses, las instituciones contrapartes dialogaron con las organizaciones involucradas y en el seminario técnico organizado el 25 de noviembre, tuvieron de nuevo una ocasión de discusiones con los interesados.

(3) Mejoramiento del ambiente aún más adecuado con vistas a la divulgación de la técnica de elaboración del Plan de Manejo del Agua Subterránea a otras áreas.

Como continuación del seminario sobre el manejo del agua subterránea celebrado en junio, se realizará en noviembre otro seminario técnico final, invitando a los técnicos de otras áreas, con el objeto de divulgar más extensamente el Plan de Manejo del Agua Subterránea, así como confirmar el plan presupuestario del próximo año con INRH, GEIPI y GEARH, y brindar apoyo necesario por parte de los técnicos japoneses, en caso de haber consejos técnicos necesarios para las actividades futuras.

Asimismo, se llevaron a cabo las actividades necesarias en coordinación con los técnicos de ambas partes, japonesa y cubana, desde noviembre hasta diciembre, de manera que la aprobación por parte del INRH y Comité Técnico Nacional, indicada en el punto anterior (1),

pueda llevarse a cabo conforme al plan.

(4) Aprovechamiento del modelo de simulación del agua subterránea

Tal como se ha mencionado en el punto anterior (1), los técnicos de EIPH-Habana han aprendido el modelo de agua subterránea, elaborado en el presente Proyecto, llegando a ser capaces de explicarlo a otros técnicos. Para intentar mejorar aún más la capacidad técnica de los expertos cubanos, se reforzarán las actividades de los expertos japoneses relacionadas con el modelo de agua subterránea, previstas para noviembre y diciembre, así como para evaluar de nuevo la capacidad técnica de los miembros del grupo de elaboración del modelo de agua subterránea, se diagnosticará el estado de transferencia técnica del personal de EIPH-Habana al personal de EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, y en caso de haber algunos aspectos que necesiten ayudas futuras, se estableció un sistema que pueda coordinarse con los investigadores de CUAJE.

(5) Aclaración del proceso de adquisición de repuestos de equipos donados

De acuerdo con el consejo dado durante la Evaluación Final del Proyecto, se aclarará el proceso de adquisición (entidad y persona responsable de asegurar el presupuesto, medidas presupuestarias, trámites de adquisición, lista de proveedores, etc.), para adjuntar el documento correspondiente a la Minuta de Discusiones que se firmará al finalizar el presente Proyecto, e intercambiar información sobre los proveedores entre las secciones de adquisición y gestión de las entidades de la C/P.

8 RECOMENDACIONES PARA EL LOGRO DE LAS METAS SUPERIORES

(1) Aspecto político e institucional

Se prevé que la actual política nacional de agua se mantendrá por algún tiempo, por lo que es un tema prioritario continuo el uso racional de agua y el control de riesgos en la calidad de agua mediante el manejo del agua subterránea. Si se aplica la política nacional basada en un plan de manejo de agua subterránea, se puede esperar que se acelere la elaboración del plan de manejo de agua subterránea en otras áreas.

Para que el plan de manejo de agua subterránea elaborado en el Proyecto sea aprobado por el INRH(URA) como plan para el área objetivo y también por el Comité Técnico Nacional como estándar de política nacional, será necesario llevar adelante los trabajos necesarios siguiendo el cronograma presentado, descrito en el ítem “6.1.4 Transferencia técnica sobre el manejo de acuífero”.

(2) Aspecto organizacional y técnico

Está prevista una reforma organizacional en entidades relacionadas con los recursos hídricos, pero los trabajos asignados a cada entidad serán pasados tal como a las divisiones correspondientes, lo que no formará un factor que impida la sostenibilidad. No obstante, en caso de producirse un conflicto derivado de la reforma organizacional, es deseable atenderlo rápidamente conforme a la política nacional del sector hídrico.

A través del Proyecto, ha mejorado la capacidad de ejecución organizacional y también el sistema de colaboración entre las entidades relacionadas. Para facilitar la difusión técnica por otras áreas, se espera que técnicos participantes en el Proyecto desempeñen el rol de instructores y se organicen las capacitaciones según lo programado en 3 instituciones de capacitación dependientes del INRH. Especialmente, se espera que el INRH, el GEIPI y el GEARH aborden conjuntamente la formulación del plan de manejo de agua subterránea, tras previamente haber consolidado las bases técnicas sobre planeamiento de manejo de agua subterránea. Esto se llevará a cabo mediante la ejecución de las capacitaciones que están programadas para comenzar en abril del 2017. Tales capacitaciones, que consisten en 1) prospección geofísica, 2) prueba de bomeo, 3) GIS, 4) modelos de agua subterránea y 5) plan de manejo de agua subterránea, se realizarán de 2017 a 2018, tal como explicó la parte cubana en el JCC celebrado el 12 de diciembre de 2016 (Ver documentos adjuntos, Actas del 4^{to} JCC). También se espera que la experiencia y el conocimiento de los ingenieros que han participado en este proyecto sean aprovechados debidamente.

Por otra parte, en cuanto al aprovechamiento del modelo de agua subterránea en el área del Proyecto y al establecimiento de nuevo modelo en otras áreas, es innegable que todavía falta experiencia. Al igual que en el periodo de ejecución del Proyecto, es deseable que en coordinación con los investigadores del CUJAE, se establezca y actualice el modelo.

Los equipos y materiales donados en el Proyecto han sido administrados adecuadamente por los responsables asignados para cada equipo. En cuanto al manejo de los materiales, de ahora en adelante, se realizará con el régimen mencionado arriba por la parte cubana en los JCC y las actas adjuntas. Además de seguir siendo aprovechadas en el área objeto de este proyecto, se espera que los materiales sean utilizados efectivamente en las zonas colindantes y para el desarrollo a nivel nacional del plan de manejo de agua subterránea.

De ahora en adelante, será necesario adquirir por su cuenta las piezas de repuesto y los reactivos, para lo cual se espera que se aproveche suficientemente el listado de proveedores de equipos y materiales y sus datos de contacto, preparado en el Proyecto. En caso de elaborar un nuevo plan de manejo de agua subterránea en otras áreas, será necesario adquirir nuevos equipos y materiales. Es esencial analizar los equipos y materiales con especificaciones aptas para el objetivo y seleccionarlos considerando la relación con los equipos y materiales en uso y el futuro mantenimiento.

(3) Aspecto financiero

Respecto al aspecto financiero, se viene asignando un presupuesto suficiente hasta la fecha y se prevé mantener tal asignación de ahora en adelante.

Es necesario que se tomen las medidas presupuestarias para elaborar planes de manejo de agua subterránea en nuevas áreas, organizar las capacitaciones antes mencionadas y adquirir los equipos y materiales.

(4) Asistencia de la JICA

La parte cubana tiene programadas unas capacitaciones durante el 2017 y el 2018, tal y como se menciona en el apartado (2) de este capítulo, pero por otra parte, desea una asistencia continuada de los expertos japoneses en cuanto a los modelos de agua subterránea (Ver documentos adjuntos, Actas del 4^{to} JCC). Pese a que la C/P tiene programado trabajar conjuntamente con los investigadores del CUJAE (ISPJAE) para la utilización y la calibración de los modelos de agua subterránea, se piensa que los efectos mejorarán de manera extraordinaria si la participación de los expertos japoneses se hiciese posible, aunque fuese por un corto periodo de tiempo. Además, de ahora en adelante, la formulación del plan de manejo de agua subterránea se va a llevar a cabo en zonas donde las condiciones hidrogeológicas son

distintas (diferencias en los tipos de acuíferos, diferencias en las formas de las presas subterráneas, etc.) a las de los modelos de agua subterránea levantados para este proyecto y el proyecto anterior. En cuanto al levantamiento de modelos que necesita de la incorporación de condiciones hidrogeológicas, medidas, y otros, sobre las cuales los ingenieros de las entidades C/P no tienen experiencia práctica, la parte cubana aún tiene preocupación, y la parte japonesa piensa que es deseable que haya oportunidades en las cuales los expertos japoneses puedan ofrecer asesoramiento al respecto.

En el proyecto anterior (Proyecto de Mejoramiento del Desarrollo de Capacidades y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático) también se ha demostrado que la sustitución de artículos de consumo de alto valor (por ejemplo, cables para tomografía eléctrica bidimensional) no se ha estado llevando a cabo de manera regular. Esto se debe a que la frecuencia en su uso es sumamente elevada, ya que no existen otras entidades que posean estos materiales, y no a una deficiencia en las labores de mantenimiento. En este proyecto, también se han producido averías y desperfectos en los materiales, debido a la elevada frecuencia en su uso durante las actividades del proyecto, y a que no se han podido suministrar los mejores materiales debido a las sanciones impuestas por los Estados Unidos.

Durante la evaluación ulterior del proyecto, es deseable que se compruebe el estado de los materiales y se examine si se ha producido algún tipo de dificultad en la ejecución del plan de manejo de agua subterránea formulado.

9 PROBLEMAS, IDEAS INTRODUCIDAS Y LECCIONES APRENDIDAS EN LA EJECUCIÓN Y LA OPERACIÓN DEL PROYECTO

9.1 Problemas e Ideas

A continuación, se describen los problemas que se han presentado en medio de las actividades y las soluciones que se aplicaron para llevar a cabo las actividades.

(1) Problema de adquisición de equipos y materiales

Para suministrar y exportar equipos y materiales con destino a Cuba, se debe prestar atención especial a los 2 puntos abajo mencionados.

- La selección de equipos y materiales deberá someterse 1) a la Reglamentación del Control de la Exportación de los Estados Unidos, y 2) a la Tabla 1 Adjunta de la Orden de Control de Exportación de Japón y a la Tabla Adjunta de la Orden de Divisas de Japón.
- Para las importaciones a Cuba, la Empresa Ejecutora de Donativos (EMED), perteneciente al MINCEX, es la ventanilla encargada de obtener la licencia de importación.

El equipo de registro geofísico y el equipo de prospección por resistividad (adquiridos por la Oficina de JICA en México), así como la bomba sumergible y el generador eléctrico (adquiridos por la Oficina Principal de JICA en Tokio), que debían haber llegado a La Habana en el año 2013, llegaron en 2014, por lo que se produjo un cambio de ejecución del presupuesto de la Parte Cubana, siendo necesario hacer nuevos trámites con las entidades arriba indicadas por parte de las instituciones de contraparte del Proyecto. En relación con este tema, se reconoce la diferencia en los meses de inicio y fin del año fiscal entre Japón y Cuba, así como se requiere mantener una comunicación más estrecha dentro de la Parte Japonesa (entre JICA y el Equipo de Expertos).

Se estimó que la liberación de los equipos y materiales desde la aduana requeriría alrededor de 1 mes, sin embargo, en la mayoría de los casos se tardó más de lo que se estimaba. En este sentido, se desea una coordinación fluida dentro de las entidades de la C/P, incluido el INRH, institución a la que se subordinan el GEIPI y el GEARH; así como una relación más estrecha con la EMED. Por otra parte, en cuanto a los neumáticos y correas, que estaban incluidos entre los repuestos de vehículos, su liberación se ha demorado por deficiencias en la descripción en la lista de embalaje, debido a la diferencia de denominación entre México, país de origen, y Cuba. Por lo

tanto, dentro del proceso de adquisición de equipos y materiales, se requiere establecer un sistema de revisiones minuciosas con la Parte Cubana en cuanto al nombre de equipos, piezas, especificaciones, etc.

Después de la llegada de los equipos y materiales, también se necesitó bastante tiempo para conseguir la licencia de vehículo (chapa) y el certificado de inspección técnica. Como una de las causas de este problema se puede mencionar que la C/P no tenía conocimiento suficiente de los documentos necesarios para los trámites, debido al cambio del procedimiento después del proyecto anterior. Se solicita también a la Parte Japonesa fortalecer el sistema para que comparta la información con los otros proyectos que se realizan en Cuba.

(2) Ideas sobre el lugar de capacitación

Una de las oficinas de capacitación del presente Proyecto se encuentra en el mismo edificio que la EIPH-Habana, mientras que existe otra en el área objetivo del Proyecto, dentro de la oficina del GEARH en Quivicán, Provincia de Mayabeque.

Por lo tanto, los técnicos de EAH-Mayabeque y de EAH-Artemisa deben viajar una hora, aproximadamente, para participar en las capacitaciones, razón por la cual el número de participantes era limitado. En vista de esta situación, se ha tomado la decisión de que el Equipo de Expertos se dirija hasta la oficina de EAH-Mayabeque (Güines) y a la de EAH-Artemisa, con el objetivo de lograr la participación del mayor número posible de técnicos en el presente Proyecto.

Además, con el fin de evitar que se produzcan posibles desniveles o discontinuidad de la información entre EIPH-Habana, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa, por el hecho de que las capacitaciones tienen lugar en varios lugares, técnicos de EIPH-Habana acompañaron las capacitaciones en EAH, o técnicos de GEARH participaron en las capacitaciones en EIPH-Habana, asegurando el compartimiento de la información dentro de GEARH.

(3) Relaciones públicas

En Cuba las personas y los lugares con acceso a internet son limitados, razón por la cual se ha elaborado el Boletín Informativo en forma impresa, aproximadamente 2 veces al año de acuerdo al avance del proyecto, que se distribuyó por medio de las entidades C/P, a las instituciones afiliadas al INRH, instituciones relacionadas, laboratorios y municipalidades.

Los Boletines Informativos que fueron publicados son los siguientes (Ver documentos adjuntos).

- Boletín Informativo N° 1 (20 de marzo de 2013) : Inicio del Proyecto y resumen de su contenido

- Boletín Informativo N° 2 (23 de julio de 2013) : 1^{er} Seminario Técnico, presentación del Modelo Vertical Bidimensional.
- Boletín Informativo N° 3 (23 de enero de 2014) : Inicio del monitoreo del agua subterránea, presentación de las capacitaciones en control de la intrusión salina.
- Boletín Informativo N° 4 (24 de junio de 2014) : Prospección geofísica utilizando los equipos donados, explicaciones sobre capacitaciones en modelación del agua subterránea.
- Boletín Informativo N° 5 (24 de diciembre de 2014): Resultados de la capacitación en el Japón y resultados del registro eléctrico de pozos exploratorios perforados, además de los resultados del análisis de calidad del agua.
- Boletín Informativo N° 6 (26 de junio de 2015) : Actividades del Subgrupo SIG/BD, y estado de avance del Seminario Técnico del 3^{er} año.
- Boletín Informativo N° 7 (22 de enero de 2016) : Pruebas de bombeo (Capacitación para medición insitu y análisis) e índice del plan de manejo de gestión de agua (borrador).
- Boletín Informativo N° 8 (1 de julio de 2016) : Resultados de la capacitación en el Japón (4^o año del proyecto), evaluación final y celebración del seminario sobre manejo de agua subterránea.

9.2 Lecciones Aprendidas

Aprovechando las lecciones aprendidas de las actividades realizadas que se mencionan abajo, es importante continuar con estas actividades en el futuro. Por otra parte, en la evaluación final, asuntos como el mencionado en el Capítulo 7.2 también están siendo valorados como lecciones aprendidas del presente Proyecto.

(1) Elaboración del plan de actividades detallado y su ejecución

Los participantes de la Parte Cubana en el presente Proyecto provienen de 5 entidades diferentes (6 entidades incluyendo el INRH) y, además, los lugares de trabajo de los técnicos están dispersos en la ciudad de La Habana, Provincia de Mayabeque y Provincia de Artemisa. Por otra parte, en el presente Proyecto se realizan diferentes actividades en numerosos campos al mismo tiempo, por lo que existen varios técnicos que pertenecen simultáneamente a múltiples grupos de trabajo.

Para facilitar la participación de los técnicos cubanos en la capacitación, estudios de campo y trabajos de análisis, se intentará elaborar cuanto antes un plan detallado de actividades y enviarlo a la Parte Cubana. Asimismo, se requiere elaborar dicho plan teniendo en cuenta el orden cronológico de los Resultados a obtenerse, de manera que se puedan aprovechar en forma efectiva los datos de los análisis. Además, es importante realizar el plan con certeza para que la

demora de un Resultado dado no afecte las actividades de otro Resultado, así como considerar cada actividad con flexibilidad, según las necesidades, teniendo en cuenta el plan general de las mismas.

Durante la evaluación final, también ha sido valorada como lección aprendida “la programación y ejecución de la capacitación en el Japón”, por su concordancia con las actividades del proyecto.

En este Proyecto se ha realizado la capacitación en el Japón tal como se ha escrito en el Capítulo 4.2, y se ha conseguido pensar sobre cuál de las medidas era la idónea contra la intrusión salina en el área objeto del proyecto, a través de la comprensión de las presas subterráneas, que fue el objetivo de la capacitación que se llevó a cabo durante el 3^{er} año. A su vez, esto se relaciona con la selección de localizaciones para la construcción de presas subterráneas adecuadas para Cuba y futuras consideraciones sobre sus planes de construcción. También se consiguió formular un plan de manejo de aguas subterráneas en la que quedaran más claras las funciones de los actores participantes en el manejo de agua subterránea, dentro del régimen de manejo de aguas cubano en el cual se exige la participación de todo el pueblo y todas las organizaciones. Esto se consiguió a través de la comparación entre la gestión de agua subterránea entre Japón y Cuba, donde se comprendieron de las funciones del pueblo, los municipios y las provincias que participan en el manejo del agua subterránea, durante la realización de la capacitación en el 4^o año.

De esta manera y planificando las capacitaciones en el Japón donde se precisaron claramente los objetivos, las entidades C/P conseguirán elegir y expedir a los ingenieros idóneos de acuerdo al contenido del proyecto y vincularlo al desarrollo fluido del mismo a posteriori.

(2) Fusión de experiencias y técnicas entre la Parte Cubana y el Equipo de Expertos

Los técnicos de las 5 entidades que participan en el presente Proyecto han venido realizando durante muchos años diferentes estudios y análisis en el área objetivo. Asimismo, son capaces de introducir sus propias ideas en los estudios, análisis, obras, etc. Por otra parte, existen circunstancias especiales que no permiten obtener fácilmente la información necesaria, en comparación con otros países.

En este sentido, es necesario que los técnicos de ambos países realicen las actividades intercambiando la información de manera más estrecha, con el objetivo de que se puedan obtener resultados más favorables y eficientes mediante la fusión de experiencias y técnicas entre ambas partes.

Además, los ingenieros que participaron en el proyecto anterior (Proyecto de Mejoramiento del Desarrollo de Capacidades y Manejo del Agua Subterránea para la Adaptación al Cambio Climático), tomaron parte directa o indirectamente en este proyecto como se describe debajo. El

“aprovechamiento de los resultados y los recursos humanos del proyecto anterior” fue valorado durante la evaluación final.

- Previamente al inicio del proyecto: ingenieros que participaron en el proyecto anterior, actuaron de instructores para una capacitación de modelos de agua subterránea en diciembre de 2012. Los ingenieros de la EIPH de La Habana, la EAH de Mayabeque, y la EAH de Artemisa, aprendieron las técnicas básicas de la modelación de agua subterránea.
- Durante el proyecto (1): ingenieros que participaron en el proyecto anterior, se sumaron a las exploraciones geofísicas de las áreas objeto y guiaron a los ingenieros de la EIPH de La Habana.
- Durante el proyecto (2): los miembros del subgrupo GIS/DB visitaron a los ingenieros de la EAH de Holguín y la EIPH de Camagüey, que participaron en el proyecto anterior, e inspeccionaron cómo gestionan el GIS/DB, además de llevar a cabo un intercambio de opiniones entre ellos.
- Durante el proyecto (3): los ingenieros que participaron en proyectos anteriores asistieron en multitud a los seminarios técnicos que se celebraron todos los años, donde se pronunciaron sobre las experiencias adquiridas durante los proyectos pasados y la evolución y desafíos tras su finalización. De este modo, no sólo se consiguió compartir las experiencias de los proyectos anteriores con los ingenieros que han participado en este proyecto, si no también con ingenieros de todo el país.

De esta manera, y también a través de la aplicación de las técnicas básicas para la explotación y el manejo de aguas transefridas durante el proyecto anterior (que sirvieron para la formulación de este proyecto), y la herencia prolongada de las técnicas de las entidades afiliadas al INRH, se condujo al éxito de este proyecto. De la misma manera, se cree que las técnicas de las entidades afiliadas al INRH se compartirán internamente para el desarrollo a nivel nacional del plan de manejo de aguas subterráneas, y además, se cree que si a esto se le añaden las técnicas de la parte japonesa se alcanzará un desarrollo mayor.

(3) Formación de los profesionales jóvenes

Durante la evaluación final, se citó como una de las lecciones aprendidas “la formación de profesionales jóvenes que colaboraron con las universidades”. La formación de profesionales jóvenes fue un problema pendiente del proyecto anterior. Como remedio, a través de la colaboración entre el equipo de expertos y las entidades de la C/P, los ingenieros veteranos abordaron la transferencia de los conocimientos técnicos hacia los ingenieros jóvenes, con lo cual se consiguió que durante la segunda mitad del proyecto las actividades que tuvieron como actores principales a los ingenieros jóvenes aumentaran.

.En lo que se refiere a los modelos de aguas subterráneas, este proyecto se llevó a cabo desde el

inicio en cooperación y coordinación con la CUJAE. En las entidades de la C/P, además de los ingenieros jóvenes que se han citado arriba, hay otros muchos ingenieros que han estudiado en la CUJAE. De este modo se pudo construir una relación favorable, y los profesores y jóvenes investigadores de la CUJAE participaron en este proyecto, a través de actividades como la intervención en seminarios técnicos, capacitaciones, y clases prácticas de prospecciones geofísicas para alumnos en el campus de la CUJAE. En el último seminario técnico, los participantes hicieron llamamiento de la necesidad de seguir colaborando con la universidad para continuar con las actividades futuras tras haber finalizado este proyecto, y las entidades de la C/P tienen un entendimiento más que suficiente en cuanto a este asunto.

Mediante la colaboración con la universidad, se evitará el estancamiento en el desarrollo de las capacidades técnicas de los ingenieros jóvenes, y se cree que aumentará el número de alumnos que deseen trabajar en las entidades de la C/P.

(4) Un proyecto basado en el sistema organizacional de Cuba

Otra de las lecciones aprendidas citadas durante la evaluación final del proyecto fue “la elaboración y ejecución de un proyecto basado en la reforma del sistema organizacional en Cuba”.

Las áreas objeto de este proyecto, las provincias de Mayabeque y Artemisa, son provincias objeto de la prueba de descentralización. El proyecto se llevó a cabo en una situación especial, donde la DPRH, que es una delegación de el INRH, no estaba establecida en estas provincias. Aun así, no hubo impedimentos en el desarrollo del proyecto, ya que la EAH de Mayabeque y la EAH de Artemisa avanzaron las actividades comunicándose estrechamente con el CAP respectivo de cada provincia. Esto demuestra que tanto con el régimen tradicional, como con el desarrollo de la descentralización, las entidades involucradas de la parte cubana pueden seguir correspondiendo a las actividades propuestas. Por otro lado, se espera un gran cambio en el sistema organizacional en Cuba, por lo que no se puede afirmar que no surgirán cambios a largo plazo en relación a la propiedad del agua. Tal como fue señalado durante la evaluación final, será necesario obtener información sobre los “cambios en el sistema organizacional” y “cambios en el sistema de propiedad y manejo del agua diferente a Japón” para considerar la constitución y ejecución de proyectos futuros.

Documentos adjuntos

1. Plan de Manejo del Agua Subterránea
(Sólo para la parte principal)

**Proyecto para el Fortalecimiento de
las Capacidades del Manejo del
Agua Subterránea
y el Control de la Intrusión Salina
en la República de Cuba**

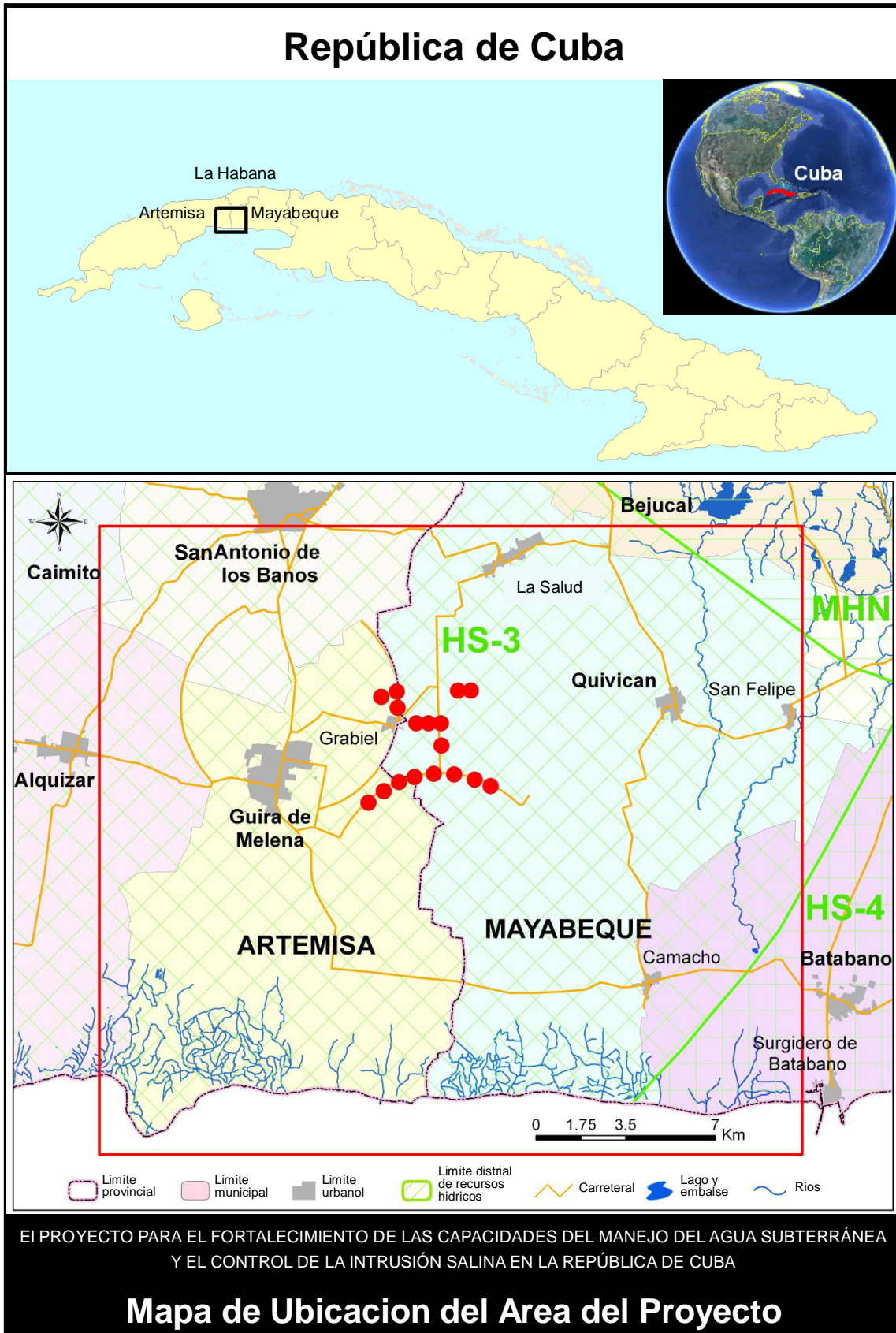
**Plan de Manejo del Agua
subterránea**

Febrero de 2017

**Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
(INRH)**

Y

**Agencia de Cooperación Internacional del Japón
(JICA)**



Listado de abreviaturas

ACC	Academia de Ciencias de Cuba (Cuban Academy of Science)
AMA	Agencia del Medio Ambiente (Environmental Agency)
AZCUBA	Grupo encargado de regular la producción azucarera nacional (The Sugar Group)
CA	Ciego de Ávila
CAP	Consejo de Administración Provincial (Provincial Administration Council)
CCS	Cooperativa de Crédito y Servicios (Credit and Service Cooperative)
CGB	Cuerpo de Guardabosques (Forest Rangers' Brigade)
CIH	Centro de Investigaciones Hidráulicas (Center for Hydraulic Research)
CITMA	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Ministry of Science, Technology and the Environment)
CUJAE	Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría (<i>José Antonio Echeverría</i> University)
CSR (RSC)	Carbonato de Sodio Residual (Residual Sodium Carbonate)
CT	Coliformes Totales (Total Coliform Bacteria)
CTT	Coliformes Termotolerantes (Thermotolerant Coliforms)
DAP	Desarrollo Agropecuario del País (National Farming Development)
DB	Data Base (Base de Datos)
DBO (BOD)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (Biochemical Oxygen Demand)
OD (DO)	Oxígeno Disuelto (Dissolved Oxygen)
DQO (COD)	Demanda Química de Oxígeno (Chemical Oxygen Demand)
DPRH	Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos (Provincial Delegation of the Water Resources Institute)
EAH	Empresa de Aprovechamiento Hidráulico (Water Management Enterprise)

CE (EC)	Conductividad eléctrica (Electrical Conductivity)
EIPH	Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos (Hydraulic Projects and Research Enterprise)
EIPI	Empresa de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería (Research, Projects and Engineering Enterprise)
EMED	Empresa Ejecutora de Donativos (Donation Execution Enterprise)
ENPA	Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (National Farming Projects Enterprise)
ENPC	Empresa Nacional de Perforación y Construcciones (National Drilling and Construction Works Enterprise)
ESIHO	Empresa de Servicios de Ingeniería Hidráulica de Occidente (Enterprise of Hydraulic Engineering Services of the Western Provinces)
MEF (FEM)	Método de elemento finito (Finite Element Method)
GCBAS	Gráfico de Control de Balance de las Aguas Subterráneas (Groundwater Balance Control Graph)
GEAAL	Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado (Business Group of the Aqueduct and Sewer System)
GEARH	Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos (Business Group of Water Resources Management)
GEILH	Grupo Empresarial de Ingeniería y Logística Hidráulica (Business Group of Hydraulic Logistics and Engineering)
GEIPI	Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería (Business Group of Research, Projects and Engineering)
SIG (GIS)	Sistema de Información Geográfica (Geographic Information System)
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System)
HB	La Habana
OIEA (IAEA)	Organización Internacional de Energía Atómica (International Atomic Energy Agency)
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnologías del Agua (Mexican Institute of Water-Related Technologies)
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (National Water Resources Institute)
IPF	Instituto de Planificación Física (Physical Planning Institute)
ISO	Organización Internacional de Normalización (International Standards Organization)

ISPJAE	Instituto Superior Politecnico Jose Antonio Echeverría (<i>José Antonio Echeverría</i> Higher Polytechnic Institute)
CCC (JCC)	Comité de Coordinación Conjunta (Joint Coordination Committee)
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)
MES	Ministerio de Educación Superior (Ministry of Higher Education)
MFP	Ministerio de Finanzas y Precios (Ministry of Finance and Prices)
MICONS	Ministerio de la Construcción (Ministry of Construction)
MINAGRI	Ministerio de la Agricultura (Ministry of Agriculture)
MINAL	Ministerio de la Industria Alimentaria (Ministry of the Food Industry)
MINCEX	Ministerio de Comercio Exterior e Inversión Extranjera (Ministry of Foreign Trade and Investment)
MINED	Ministerio de Educación (Ministry of Education)
MINEM	Ministerio de Energía y Minas (Ministry of Energy and Mining)
MINFAR	Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (Ministry of the Armed Revolutionary Forces)
MINIL	Ministerio de la Industria Ligera (Ministry of the Light Industry)
MININT	Ministerio del Interior (Ministry of the Interior)
MINSAP	Ministerio de Salud Pública (Ministry of Public Health)
MINTUR	Ministerio del Turismo (Ministry of Tourism)
MIP	Ministerio de la Industria Pesquera (Ministry of the Fishing Industry)
msnm (mamsl)	Metros sobre el nivel del mar (meters above sea level)
MT	Matanzas
NAM	Nivel de Aguas Máximas (Maximum Water Level in a dam)
NAN	Nivel de Aguas Normales (Normal Water Level in a dam)

ONG (NGO)	Organizaciones no gubernamentales (Non Governmental Organizations)
NMP (MPN)	Número Más Probable (Most Probable Number)
OACE	Organismos de la Administración Central del Estado (Central Government Agencies)
OJT	Capacitación en el empleo (On-the-job Training)
OMS (WHO)	Organización Mundial de la Salud (World Health Organization)
ONEI	Oficina Nacional de Estadísticas e Información (National Information and Statistics Office)
ONN	Oficina Nacional de Normalización (National Standardization Office)
PAURA	Programa de Ahorro y Uso Racional del Agua (Program for the Saving and Rational Use of Water)
PDM	Matriz de Diseño del Proyecto (Project Design Matrix)
CEP (PEC)	Comité de Ejecución del Proyecto (Project Execution Committee)
PO	Plan de Operaciones (Plan of Operations)
PR	Pinar del Río
RAS	Relación de Absorción de Sodio (Sodium Absorption Ratio)
R/D	Registro de Discusiones (Record of Discussions)
REEANE	Registro Estatal de Entidades Agropecuarias No Estatales (State Register of Non-State-Owned Agricultural Entities)
REEUP	Registro Estatal de Empresas y Unidades Presupuestadas (State Register of Companies and Government Units)
REUCO	Registro Estatal de Unidades Básicas de Producción Cooperativa (State Register of Basic Units of Cooperative Production)
SEF	Servicio Estatal Forestal (State Forest Service)
SMW	Muro de mezcla de suelo (Soil Mixing Wall)
SP	Potencial Espontáneo (Spontaneous Potential)
SST (TDS)	Sólidos Solubles Totales (Total Dissolved Solids)

TOT	Capacitación de Instructores (Training of Trainers)
TRAZAGUAS	Concurso Nacional de Dibujo, Cuento y Poesía Infantil organizado por el grupo “Agua Amiga de las Niñas y los Niños” (National Contest of Children’s Drawing, Short Storytelling and Poetry, which is organized by the group “Agua Amiga de las Niñas y los Niños”)
UBPC	Unidad Básica de Producción Cooperativa (Basic Unit of Cooperative Production)
UEB	Unidad Empresarial de Base (Basic Business Unit)
UNAICC	Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción de Cuba (National Union of Architects and Construction Engineers)
URA	Dirección de Uso Racional del Agua (Rational Water Use Division)
V2D	Vertical 2 (two) Dimensional

Índice

Mapa del área objetivo del Proyecto

Listado de abreviaturas

1	ELEMENTOS BÁSICOS DE LA PLANIFICACIÓN	1-1
1.1	Política Básica.....	1-1
1.2	Objetivo de la Planificación.....	1-3
1.3	Ubicación del Plan (en cuanto a Leyes y Regulaciones)	1-6
1.4	Área Objetivo del Plan.....	1-11
1.5	Duración del Plan.....	1-12
2	CONDICIÓN ACTUAL ESTIMADA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA OBJETIVO.....	2-1
2.1	Descripción Hidrológica	2-1
2.2	Descripción de la Topografía, la Geología, la Hidrogeología y el Agua Subterránea	2-7
2.3	Uso del Agua Subterránea	2-30
2.4	Fluctuación del Nivel del Agua Subterránea	2-56
2.5	Calidad del Agua Subterránea.....	2-69
2.6	Balance del Agua Subterránea	2-85
2.7	Problemas del Agua Subterránea	2-100
3	CAMBIOS EN LAS CIRCUNSTANCIAS QUE RODEAN EL AGUA SUBTERRÁNEA	3-1
3.1	Meteorología.....	3-1
3.2	Recarga del Agua Subterránea	3-4
3.3	Agua Salada y Agua Superficial	3-4
3.4	Uso del Agua Subterránea	3-6
4	OBJETIVO DE CONSERVACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	4-1
4.1	Conjunto de Objetivos de Conservación.....	4-1
4.2	Valor Objetivo del Nivel del Agua Subterránea.....	4-1
4.3	Valor Objetivo de Calidad del Agua Subterránea	4-9
5	PREDICCIÓN FUTURA (PRONÓSTICO).....	5-1
5.1	Descripción del Estudio de Caso.....	5-1
5.2	Condiciones de Análisis de cada Escenario	5-7
5.3	Clasificación de las Medidas.....	5-55
6	MEDIDAS PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS (MANEJO).....	6-1
6.1	Idea Básica de las Medidas	6-1

6.2	Problemas y Medidas Puntuales.....	6-3
6.3	Clasificación de las Medidas.....	6-5
6.4	Preparación del Sistema de Monitoreo de la Situación del Agua Subterránea, etc.	6-10
6.5	Medidas de Preservación del Volumen de Agua Subterránea	6-16
6.6	Medidas de Preservación de la Calidad del Agua Subterránea	6-25
6.7	Para Justificar las Medidas.....	6-28
6.8	Manejo del Estado de Avance del Plan	6-44

Apéndice

- Apéndice 1: Preparación del sistema de monitoreo de la situación del agua subterránea
- Apéndice 2: Medida para alcanzar el objetivo
- Apéndice 3: Libro de balance de agua 2016
- Apéndice 4: Pronóstico a largo plazo de la fluctuación del nivel / calidad del agua subterránea y recomendaciones

Informe complementario

- 1: Estudios de caso de los resultados de la exploración geofísica en los estudios de oquedades
- 2: Manual de instalación y recopilación de datos para el S&DL mini
- 3: Monitoreo de la calidad de agua
- 4: Modelo R3D-2016 con SEAWAT Cuba
- 5: Libro de texto de la recarga artificial del subterránea
- 6: Referencia técnica para el desarrollo eficaz agua subterránea

1 ELEMENTOS BÁSICOS DE LA PLANIFICACIÓN

1.1 Política Básica

El proyecto se encuentra en total correspondencia con la política Nacional del Agua aprobada por el consejo de Ministros y en particular bajo las premisas de sus cuatros prioridades que son.

1. EL USO RACIONAL Y PRODUCTIVO DEL AGUA DISPONIBLE.
2. EL USO EFICIENTE DE LA INFRAESTRUCTURA CONSTRUIDA.
3. LA GESTIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A LA CALIDAD DEL AGUA.
4. LA GESTIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A EVENTOS EXTREMOS DEL CLIMA

Por lo que el proyecto constituye sin duda alguna una implementación de estas prioridades antes expuestas para afianzar sus resultados.

a. Breve descripción de las aguas subterráneas en Cuba

El volumen medio explotable en Cuba, también conocido como Recurso medio o Escurrencimiento medio anual Subterráneo, se evalúa aproximadamente en 6457 millones de m³/ año lo que representa un 30 % de la disponibilidad hídrica total del país (algo más de 24000 millones de m³/año). Este se distribuye en aproximadamente el 67 % del territorio considerado como cársico, caracterizado por cuencas subterráneas en su mayoría abiertas al mar.

Esto condiciona la búsqueda y uso del agua subterránea teniendo en cuenta que existen 165 cuencas, zonas y tramos hidrogeológicos importantes, con grandes recursos y un área acuífera efectiva de aproximadamente 37 000 Km² lo que equivale al 32 % del territorio nacional, estimándose que el volumen aprovechable subterráneo es más del 50 % del volumen total, lo que reafirma la importancia del agua subterránea.

Los acuíferos más importantes, desde el punto de vista de su capacidad de almacenamiento, están distribuidos en el occidente y centro de la isla (Pinar del Río, Habana, Matanzas, Ciego de Ávila). La mayor parte de estos se ubican y drenan hacia la costa sur. En el caso del agua subterránea la recarga depende, fundamentalmente, de la lluvia correspondiente a los seis meses del período lluvioso.

De las 165 *unidades hidrogeológicas evaluadas* (denominadas como cuencas, tramos, y zonas), en 86 se almacena el 77 % del volumen total del agua subterránea. De las unidades más importantes, 16 son cerradas y 70 abiertas que descargan libremente al mar en el golfo de México y océano Atlántico, lo que las hace vulnerables a los problemas de intrusión salina como al resto de las islas del Caribe. Además existen alrededor de unas 183 zonas, tramos, bloques hidrogeológicos evaluados y categorizados actualmente.

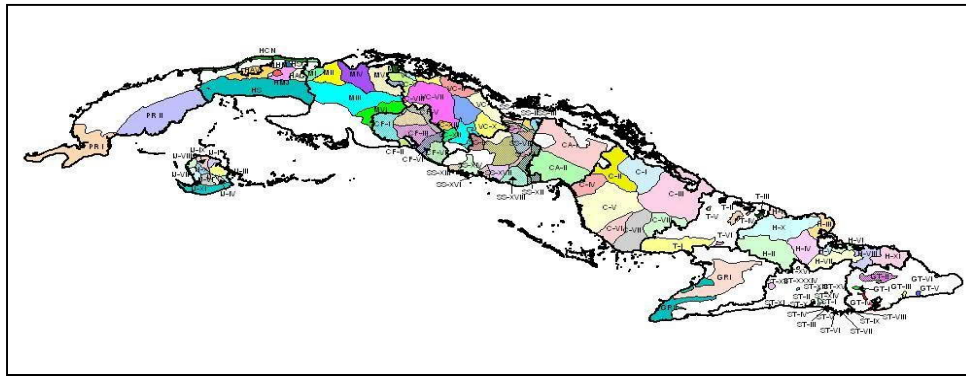


Figura 1-1: Mapa esquemático de las cuencas subterráneas en Cuba



Figura 1-2: Recursos Disponibles y Potenciales en Cuba

El área objetivo del proyecto, enclavada en la Cuenca Sur de las provincias Artemisa y Mayabeque, abarca una extensión de 690 km² en partes de los tramos de acuíferos HS-3 y HS-4.

En la zona de trabajo los recursos explotables estimados alcanzan un cifra de 482 Hm³ distribuidos entre las cuencas subterráneas HS-3 y HS-4.

Cuenca del Ecurrimiento subterráneo	Tramo o Subcuenca	Índice	Área de Evaluación (Km ²)	Extracción Hiperanual (Hm ³ /año)	Recursos de Explotación (Hm ³ /año)
Artemisa	Artemisa – Quivicán	HS-3	233	180 – 280	375
Maya beque	Batabanó	HS-4	180	35 – 55	107
Total de las cuencas					
Σ			413.0		482.0

b. Entidad responsable:

Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH)

c. Instituciones ejecutoras:

GEIPI, GEARH, EIPH-Habana, EAH-Mayabeque, EAH-Artemisa, Dirección de Recursos Hidráulicos de los Gobiernos de Artemisa y Mayabeque y Equipo de estudio de JICA

Sistema de colaboración entre las actividades participantes.

El proyecto se ha ejecutado teniendo en cuenta las experiencias adquiridas durante la

ejecución del proyecto desarrollado por JICA en Cuba anteriormente, denominado “Mejoramiento de la Capacidad de Desarrollo y Manejo del Agua subterránea para la Adaptación al Cambio Climático”.

El programa de actividades del Proyecto se ha concebido con la participación integrada de las instituciones ejecutoras las cuales han asegurado las tareas según le corresponden. Se ha logrado la coordinación oportuna y el flujo de la información que tributa cada entidad participante.

GEIPI y EIPH-La Habana tendrán la responsabilidad primaria de los estudios hidrogeológicos, recarga del agua subterránea y control de la intrusión marina.

GEARH, EAH-Mayabeque y EAH-Artemisa tendrán a cargo la responsabilidad de la actividad de monitoreo y manejo del agua subterránea.

Entre todas las instituciones involucradas en el proyecto, se implementarán, desarrollarán y aprovecharán los SIG y los Modelos de Agua Subterránea.

1.2 Objetivo de la Planificación

a. Antecedentes de la preparación del plan de manejo del agua subterránea (problemas actuales)

Actualmente para el manejo del agua subterránea en el área objetivo, los problemas que se plantea son por posible intrusión marina y contaminación de las aguas subterráneas por otros factores de mal manejo y abuso en la utilización de productos químicos. El objetivo del proyecto es fundamentalmente garantizar un recurso disponible para ser utilizado en caso de necesidad y suplir déficits en el abasto de agua a la Habana, por lo que este trabajo que se desarrolla hoy en la parte sur de las dos provincias involucradas Mayabeque y Artemisa nos conlleva a crear y utilizar un manejo adecuado y preciso del agua subterránea.

En el marco del Proyecto se han instalado 7 sensores de nivel y se realiza un muestreo quincenal de la calidad de las aguas en los lugares seleccionados, así como un muestreo mensual de los niveles de las aguas subterráneas de las redes de sondeos seleccionadas. Paralelamente se ha restablecido satisfactoriamente la RED de MONITOREO, pieza necesaria e imprescindible para un manejo adecuado, manteniendo un control riguroso de la entrega a los usuarios, entre los cuales se encuentran como principales consumidores la actividad agrícola con los diferentes sistemas de riego, Acueducto con el abasto a la población, entre otros.

Con relación al Plan de Manejo, una vez aprobado técnica y administrativamente, se recomienda:

- Implementar el Plan de Manejo de manera sostenible.
- Conformar el Balance de Uso del Agua sobre la base de este Plan de Manejo.
- Capacitar a los actores involucrados en su aplicación.
- Establecer de manera sostenible los mecanismos de control y fiscalización de su cumplimiento.

- Mantener el monitoreo de su implementación para evaluar y proponer las mejoras si fueran necesarias.

b. Resumen nacional de las redes hidrogeológicas cierre 2016

El estado de las redes hidrogeológicas cierre 2016, Según diseño, la Red Hidrogeológica en Cuba está conformada por 2323 pozos. En la actualidad se encuentran en funcionamiento 1977 pozos para un 85 % de completamiento. Esta red actual se distribuye según sus objetivos en: 589 pozos de la Red Informativa de niveles de observación; 1568 pozos de la Red de sondeo semestral; 889 pozos de la Red de muestreo Físico-Químico y 332 pozos de la Red Batimétrica (hidroquímica-vertical).

Tabla 1-1: Resumen de las redes Hidrogeológicas en Cuba

Provincia	Tipos de Redes Hidrogeológicas					
	Diseño	Actual	Red Informativa	Red sondeo	Físico - Químico	Batométrica
Pinar del Río	101	83	11	44	85	28
La Habana	28	28	12	25	0	3
Artemisa	134	133	37	37	49	41
Mayabeque	117	117	39	120	12	9
Matanzas	259	256	93	256	64	64
Villa Clara	186	170	23	170	53	6
Cienfuegos	182	149	24	149	149	12
Sancti Spíritus	235	84	38	45	26	19
Ciego de Ávila	222	190	52	138	59	34
Camagüey	141	142	20	142	101	41
Las Tunas	155	146	96	96	55	30
Holguín	208	151	46	107	60	13
Granma	142	138	37	90	70	11
Sgto. Cuba	102	93	16	93	6	6
Guantánamo	36	33	22	33	33	3
Isla Juventud	75	64	23	23	67	12
Total nacional	2323	1977	589	1568	889	332

Mapa de ubicación del área del proyecto y sus recursos subterráneos disponibles.

A partir de la constitución del INRH en Agosto de 1962 se pone en práctica una verdadera política de desarrollo hidráulico y se comienza a intensificar las redes de pozos y los trabajos hidrogeológicos en general.

De este modo, en los primeros años de la revolución crecieron estas redes, en respuesta a la gran cantidad de investigaciones hidrogeológicas que se acometían y a la necesidad de información sistemática en todas las cuencas del país.

En la década del 75-78 se desarrolló el proyecto de la red básica nacional elaborado por especialistas búlgaros, soviéticos y cubanos, que si bien era técnicamente superior, muy argumentado y exigente, en la práctica mostraba deficiencias tanto en la ubicación de muchos de los puntos como en la densidad excesiva de las redes. En los años 80-81, se realizó un primer intento de reajuste de esta red, racionalizando muchos pozos y tratando de hacer más representativa las observaciones.

c. Los antecedentes del plan de manejo de agua subterránea teniendo en cuenta sus antecedentes, significado, etc. Tenemos que partir por lo siguiente

El surgimiento de las redes hidrológicas en Cuba está íntimamente relacionado con el desarrollo económico del país. La intensa gestión agrícola vinculada a la actividad de acueductos urbanos y áreas cañeras y de diversos tipos.

En Cuba no existía un diseño organizado, ni destinado a la observación del régimen de las aguas subterráneas, solo se contaba con grupos aislados de pozos que en su mayoría pertenecían a diferentes acueductos urbanos y rurales que no respondía con exactitud a poder definir el comportamiento del acuífero, además de no llevarse un control sistemático del estado de los mismos de los mismos, y no fue hasta después del triunfo de la revolución en el año 1961 que se fundó el DAP (Desarrollo Agropecuario del País). Que dicha institución encargada de la gestión de campo de los recursos hídricos, permitió el trazado de una política coherente que integro en una sola red de observación las distintas instalaciones en las que se media el nivel del agua y su calidad en el país.

En la década del 1970, comenzó el diseño de las redes hidrogeológicas a nivel de esquema, basados en criterios científicamente argumentados culminándose en el año 1976. Pero la misma presento unas series de inconvenientes ya que estaba incompleta, y fue necesario realizar un reajuste de ella en los años 1987 al 1990 el cual culmino en el año 2000, red de control operativo del estado de los acuíferos.

En el 2000 se inicio el reajuste del Proyecto de la Red Básica con mucho más profundidad y detalle que los anteriores, en la actualidad se trabaja por tener una red representativa y eficiente.

Las cuencas subterráneas involucradas en el proyecto son la HS-3 y HS-4 las cuales poseen un área total de unos 1246 Km², que enmarca las cuencas HS-3 con 968 Km² y HS-4 266 Km², con recursos de extracción hiperanual que oscilan desde 180 - 280 Hm³/año en la HS-3, y de 35-55 Hm³/año en la HS-4 y con unos recursos de explotación estimados en 375 Hm³/año para la HS-3 y de unos 107 Hm³/año para la HS-4 con un total de 482 Hm³/año a ser manejado.

En todas las cuencas subterráneas en Cuba y fundamentalmente en las provincias seleccionadas se aplican los sistemas de control y de monitoreo sistemático, mensual y semestral, y en caso de urgencias se sondean las cuencas cada 7 y 15 días, además se tiene un control anual mediante el balance de agua nacional, en el caso de las cuencas subterráneas se utiliza fundamentalmente el método del GCBAS muy eficaz y necesario para dar respuestas rápidas a las autoridades del país, en lo referente a la evaluación y manejo de control se utilizan los modelos matemáticos adecuados y métodos de cálculos establecidos, con la ayuda de los proyectos JICA y sus capacitaciones, se utiliza el modelo MODFLOW y los SIG, así como también se utiliza el Modelo matemático elaborado por los especialistas de la universidad Jose Antonio Echevarría (CUJAE), ACQUIMP el cual es de mucha ayuda partiendo que es un producto netamente cubano con una eficaz sorprendente.

1.3 Ubicación del Plan (en cuanto a Leyes y Regulaciones)

a. Estrategia de comunicación institucional del INRH

Dar a conocer al público interno del INRH y a la sociedad (público externo), a través de los disímiles medios de difusión masiva, todas aquellas realizaciones del organismo de interés público, con énfasis en el papel protagónico desempeñado por los trabajadores y dirigentes del Instituto Nacional del Recursos Hidráulicos.

Coadyuvar al sustento de una cultura general integral en torno al imperativo del empleo racional del agua en todos sus usos, ya sea proveniente de fuentes superficiales o subterráneas, tanto en el sector residencial como en el estatal, máxime cuando es creciente la resonancia del Balance de Agua como una categoría básica del plan de la economía y para el establecimiento de los índices de eficiencia en las actividades económicas y sociales del país. De igual manera, transmitir la consciencia sobre el valor económico del agua y la imperiosa necesidad de su protección en cuanto a cantidad y calidad.

Potenciar la flexibilidad interpretativa y el carácter proactivo desde el Nivel Institucional del INRH como una contribución para continuar acentuando el posicionamiento en el discurso mediático de los matices que definen las diferencias funcionales y de desempeño entre los actores de la comunicación ubicados en el campo estatal, de los ubicados en el sector empresarial.

DANDO CUMPLIMIENTO A LOS LINEAMIENTOS DE LA POLITICA ECONOMICA Y SOCIAL DEL PARTIDO Y LA REVOLUCION REFERIDO A RECURSOS HIDRAULICOS LOS CUALES SE ENMARCAN ENTRE LOS LINEAMIENSTO 300 AL 303, Y CUMPLIENDO CON LOS INDICATIVOS DEL PROGRAMA, SOBRE EL RESULTADO 4.

ES IMPRESINDIBLE TENER EN CUENTA PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO TENER EN CUENTA LOS MANUALES Y DIRECTIVAS QUE RIGEN LA ECONOMIA DEL PAIS COMO:

- **DECRETO -LEY NUMERO 138 DE LAS AGUAS TERRESTRES.**
- Metodología para la elaboración del balance de agua.
- **Resolución 169/2012**, modelo de reasignación operativa del agua.
- **Resolución 170 balance 4-10-12**; Resolución 45-91 INRH, y Resolución No 21-99.
- **Resolución 21/99** del Presidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) que pone en vigor las normas netas y eficiencia para los sistemas de riego.
- **Resolución 45/91** del Presidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) que pone en vigor los medios de consumo para el sector de la Economía no agrícola.
- **Norma Cubana 53-91/83** para la determinación de la demanda de agua potable.
- **Resolución 15/98** del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) que pone en vigor la metodología para la elaboración del Balance de Agua.
- Resolución del año correspondiente según Presidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) que establece el calendario y el cronograma de ejecución del Balance de Agua.

- **Resolución 58/95** del presidente del INRH que pone en vigor la Resolución 45/91.
- **Resolución 95/2005** del presidente del INRH para los embalses destinados al abasto a la población y los de uso compartido.
- **Resolución 24/99** del presidente del INRH que establece los Gastos Sanitarios.
- **Decreto Ley 199/99** Sobre la seguridad y protección de la información.

b. Marco legal del agua en Cuba

El uso del agua, su conservación, cuidado, estudio y prospección se regula mediante leyes, decretos y resoluciones. El Estado cubano ha delegado al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, creado el 10 de agosto de 1962, la responsabilidad del Manejo Integral del Agua.

En Cuba, regía el Real Decreto del 9 de enero de 1891, que dispuso la vigencia de la Ley de Aguas del 13 de junio de 1879, poniendo en vigor el Reglamento de la Ley de Aguas y así, otras órdenes y decretos presidenciales que venían quedando obsoletos para las actuales condiciones socioeconómicas, hasta el 1 de junio de 1993 que se pone en vigor el Decreto - Ley 138 sobre las Aguas Terrestres.

Entre los documentos normativos se encuentran aquellos destinados a la regulación de las actividades más importantes como son las contravenciones, la inspección estatal, la protección de las cuencas hidrográficas, el uso racional de los recursos hidráulicos, los derechos de uso, la calidad del agua, las operaciones de los embalses, etc.

c. Procedimiento

Al inicio del proceso de elaboración del Balance de Agua se evalúa las disponibilidades de agua de las fuentes de abasto e informa a las entidades usuarias de las posibles dificultades en cuanto al aseguramiento de agua para el año que se planifica.

Las entidades usuarias, a partir de las disponibilidades hidráulicas entregadas, las cuotas máximas de consumo de agua y de las necesidades de agua de los planes de producción o de servicio, presentan a las Empresas de Aprovechamiento Hidráulicos en su territorio las demandas de agua, argumentadas con el nivel de actividad previsto, y las normas de consumo de agua según los documentos oficialmente aprobados:

- **Resolución 21/99** del Presidente del INRH, que pone en vigor las normas netas y eficiencias para el riego.
- **Resolución 45/91** del Presidente del INRH, que pone en vigencia los índices de consumo para el sector de la economía no agrícola.
- **Norma Cubana 53-91/83** para la determinación de la demanda de agua potable.

Las Empresas de Aprovechamiento Hidráulico a partir de las demandas de agua recibidas de las entidades usuarias elaborarán los balances de las fuentes de abasto, considerando los criterios técnicos orientados.

El informe del balance contendrá además de las tablas establecidas, un análisis de los resultados del mismo tanto desde el punto de vista de los aspectos más significativos a tomar en cuenta en la explotación de las fuentes, como de un análisis de la satisfacción de las necesidades para los principales usuarios.

Una vez elaborada la propuesta de Balance de Agua por cada territorio y discutida por la Delegación de Recursos Hidráulicos, se presentará al Gobierno de la provincia.

El documento final será discutido con la Dirección de USO RACIONAL DEL AGUA presentación final por los Delegados de Recursos Hidráulicos al Presidente del INRH.

1. **Decreto - Ley No 138.** De las aguas terrestres. 1ro de junio de 1993.
2. **Decreto - Ley No 199.** Contravenciones de las regulaciones para la protección y el uso racional de los recursos hidráulicos.
3. **Decreto - Ley No 211.** Contravenciones de las regulaciones para los servicios de acueducto y alcantarillado.
4. **Resolución No 6/96 del INRH.** Reglas para el cobro del derecho de uso y el servicio de provisión de aguas terrestres.
5. **Resolución No 12 del INRH.** Autorización de utilización de aguas embalsadas en presas en explotación o en proyecto.
6. **Resolución No 18 del INRH.** Regulación del procedimiento para la solicitud de aprobación de extracción total o parcial del agua de un embalse para la captura de especies existentes.
7. **Resolución No 25 del INRH.** Reglamento de la inspección estatal de recursos hidráulicos.
8. **Resolución No 20 del INRH.** Definición de características técnicas de las obras hidráulicas.
9. **Resolución No 30 del INRH.** Proposición de disminución de niveles de agua de embalses.
10. **Resolución No 55.** Regulación de ejecución de perforaciones.
11. **Resolución No 56.** Sobre el papel inversionista del INRH.
12. **Resolución No 114.** Sobre las entidades facultadas para realizar proyectos de obras hidráulicas. - **INRH - MIP.** Reglamento sanitario para la explotación comercial en embalses utilizados como fuente de abastecimiento de agua a la población.
13. **Resolución No 24/99 del INRH.** Caudales ecológicos de las presas.
14. **Resolución P-6 del MFP 2000.** Tarifas para el cobro del servicio de provisión de agua y del derecho de uso.

El Balance de Agua como la relación entre la demanda y la disponibilidad de agua se elabora en las EAH provinciales y DPRH mediante las demandas presentadas por los usuarios del territorio e instituciones y se discute y define en el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y concluye con la aprobación en el plan de la economía aprobado por el consejo de Ministros como un indicador directivo mas del plan de la economía.

La periodicidad de evaluación es anual con el fin de evaluar el aseguramiento de agua para las diferentes actividades económicas y sociales de acuerdo con las disponibilidades de las fuentes de abasto para el año que se planifica.

Para las condiciones específicas de períodos de sequía por se requiere de un trabajo minucioso que permita a partir de una distribución más racional del agua y con el mínimo posible de afectaciones comenzar un proceso recuperativo de estabilización de las entregas de las fuentes de abasto.

d. EL BALANCE DE AGUA, forma parte de la economía del país bajo un control más eficiente

Las mismas se rigen bajo las premisas siguientes:

- Calendario y Procedimiento. Resol. **Ministerial Anual**.
- Metodología para la realización del Balance. **Resol. 15/98**.
- Normas de Riego y Eficiencia de las Técnicas utilizadas. **Resol. 21/99**.
- Demanda de agua potable en poblaciones. **Norma Cubana**.

Sistema Hidráulico

Se denomina Sistema Hidráulico al conjunto de fuentes y obras que tienen una vinculación hidráulica donde los usuarios pueden resultar indistintamente abastecidos de una fuente u otra.

Fuente

Es el embalse, río, laguna o cuenca subterránea donde se origina un suministro de agua. Cuando varias fuentes integran un sistema hidráulico, el sistema en su totalidad se considera una fuente.

Fuente Aislada

Es aquella cuyo funcionamiento para la explotación es independiente, o sea no integra un sistema hidráulico.

Régimen de Compensación.

El que se establece entre una fuente regulada y un río no regulado, donde el déficit de este último es compensado con volúmenes de agua entregados por la fuente regulada.

Vinculación Común.

Se establece cuando el usuario se beneficia de la compensación en un sistema o cuando se puede abastecer de varias fuentes que trabajan en función conjunta.

Vinculación directa

Es la que se establece en un sistema hidráulico en el cual determinados usuarios sólo pueden ser abastecidos directamente de una fuente específica del sistema. En el caso de fuentes aisladas siempre existe vinculación directa fuente - usuario.

d.1 Funciones del GEARH

Garantiza que el servicio de provisión de agua se realice bajo la premisa de que se entregue el volumen de agua acordado, con el caudal necesario, en el lugar convenido, a la hora fijada y con la calidad requerida; a través de una infraestructura hidráulica en condiciones técnicas de excelencia. Con la integración de las EAH provinciales mediante lo siguiente:

1. Controlar, asesorar y evaluar la confección del Balance de Agua Anual.

2. Controlar la ejecución y cumplimiento del Balance de agua anual.
3. Supervisar y exigir por el uso eficiente del Recurso agua, a partir de las prioridades establecidas.
4. Controlar y exigir la correcta explotación de obras, y la operación adecuada de Sistemas y Redes.
5. Asesora y/o participa en la organización y control de la explotación de fuentes, vinculadas a; abasto a la población, la producción arrocera, el turismo, la ganadería, la generación de energía, la agricultura y otros; para prevenir o evitar daños irreversibles a la Sociedad y la Economía.
6. Supervisa las relaciones de trabajo, junto a la Defensa Civil, el Instituto de Meteorología, el CITMA y otros, para proyectar acciones conjuntas que coadyuven a la solución racional y lógica de fenómenos hidroclimáticos adversos y a la contaminación de las aguas.
7. Cumple y exige el cumplimiento de las bases Jurídicas vigentes relacionada con la administración, gestión, protección y uso eficiente del recurso agua.
8. Analiza y recomienda la evaluación y empleo de nuevas tecnologías en la esfera de su competencia (Aprovechamiento Hidráulico y Redes de observación de las variables del ciclo hidrológico).
9. Recomienda, asesora y participa, en el desarrollo de la capacitación de especialistas y técnicas que laboran en la actividad.
10. Asesora y participa en la operación de obras y sistemas en condiciones excepcionales.

d.2 Proceso de aprovechamiento hidráulico y redes

1. Emitir las indicaciones para la confección del Balance de Agua Anual, cumpliendo las orientaciones del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.
2. Controlar la correcta confección del Balance de Agua en las quince provincias.
3. Efectuar el control de la ejecución del Balance de Agua trimestralmente.
4. Garantizar una adecuada operación de la redes de observación del ciclo hidrológico, realizando un control sistemático de las mismas.
5. Realizar un control efectivo de las Obras hidrométricas de Explotación que permita la correcta operación de los sistemas y un uso eficiente del recurso agua.

Tabla 1-2: Documentos que controlan los procesos en GEARH

CÓDIGO	TIPO DE DOCUMENTO	DENOMINACIÓN DEL DOCUMENTO
R-05-01	Registro	Resumen de la Utilización de las Aguas.
R-05-02	Registro	Informe Decenal del Comportamiento de las Fuentes Superficiales según su plan de entrega Anual.
R-05-03	Registro	Uso del Agua Subterránea en las Cuencas de categoría I.

R-05-04	Registro	Uso del Agua Subterránea.
R-05-05	Registro	Comportamiento de la Lluvia.
R-05-06	Registro	Uso del Agua Superficial.
R-05-07	Registro	Situación de los Embalses.
R-05-08	Registro	Informe de Conclusiones de la visita de Inspección a la Actividad de Aprovechamiento Hidráulico y Redes.
R-05-09	Registro	Resumen de la revisión de los Proyectos de Explotación.
R-05-11	Registro	Informe Trimestral de los Indicadores Físicos.
R-05-12	Registro	Cumplimiento Trimestral de los Indicadores Físicos.
R-05-13	Registro	Estado actual de las Obras Hidrométricas de Explotación
R-05-14	Registro	Inventario de Obras Hidrométricas para la Explotación de Sistemas Hidráulicos.
FP - 05	Ficha de Proceso	APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO Y REDES.
PR-05-05	Procedimiento	Actuación en condiciones excepcionales.
PR- 05-06	Procedimiento	Control de los Indicadores Físicos de eficiencia de gestión de las Empresas subordinadas.
PR- 05-07	Procedimiento	Control e inspección de la Actividad de Hidrometría de Explotación en los Sistemas Hidráulicos.
IT- 05-01	Instrucción	Elaboración del Balance de Agua.
IT-05-02	Instrucción	Captación, procesamiento y emisión de la información del Decenal.
IT-05-05	Instrucción	Captación, procesamiento y emisión de la información para conformar el capítulo Estado de las Cuencas Subterráneas.
IT-05-07	Instrucción	Captación, procesamiento y emisión de la información para conformar la página del Uso del Agua Superficial.
IT-05-08	Instrucción	Captación, procesamiento y emisión de la información para conformar la página de Situación de los Embalses.

1.4 Área Objetivo del Plan

En el área de estudio seleccionada los organismos de la administración central que los presiden son:

- Consejo de la Administración Provincial de Mayabeque donde se ubica la Dirección de Recursos Hidráulicos del CAP.
- Consejo de la Administración Provincial de Artemisa donde se ubica la Dirección de Recursos Hidráulicos del CAP.

La fuente de los datos que se exponen procede de los Registros Jurídicos de la ONEI entendiéndose del Registro Estatal de Empresas y Unidades Presupuestadas (REEUP), del Registro Estatal de Entidades Agropecuarias No Estatales (REEANE) y del Registro Estatal de Unidades Básicas de Producción Cooperativa (REUCO) donde son registradas las

cooperativas agropecuarias (CPA, CCS y UBPC) y del listado administrativo de las Sociedades Mercantiles 100 % cubanas.

- Empresas ejecutoras del proyecto
 - a. Empresas Aprovechamiento Hidráulicos Provincial Mayabeque.
 - b. Empresas Aprovechamiento Hidráulicos Provincial Artemisa.

1.5 Duración del Plan

Como pronostico duración plan se estima lo siguiente:

- **Corto Plazo**: Se determino con una duración no menor de 5 años de explotación con un manejo del agua subterránea en el acuífero eficiente.
- **Mediano Plazo**: Se determino con una duración no menor de 20 años de explotación con un manejo del agua subterránea en el acuífero eficiente bajo un estricto cumplimiento de los requisitos estipulados y señalados en el proyecto.
- **Largo Plazo**: Se determino con una duración no menor de 30 años de explotación con un manejo del agua subterránea en el acuífero y de la cuenca eficiente bajo un estricto cumplimiento de los requisitos estipulados y señalados en el proyecto.

2 CONDICIÓN ACTUAL ESTIMADA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ÁREA OBJETIVO

2.1 Descripción Hidrológica

a. Meteorología

a.1 Características climáticas

Según la clasificación de Köppen el clima es del tipo cálido tropical, con estación lluviosa en el verano. En general puede expresarse que el clima del área de estudio es tropical, estacionalmente húmedo y con influencia marítima.

Por su posición geográfica, se encuentra situada en una latitud muy próxima al Trópico de Cáncer, lo que condiciona la recepción de altos valores de radiación solar durante todo el año, determinando el carácter cálido de su clima. Además, se halla en la frontera entre las zonas de circulación tropical y extratropical, recibiendo la influencia de ambas con carácter estacional. En la temporada que va aproximadamente de Noviembre a Abril, las variaciones del tiempo y el clima se hacen más notables, con cambios bruscos en el tiempo diario, asociados al paso de sistemas frontales, a la influencia anticiclónica de origen continental y de centros de bajas presiones extratropicales. De Mayo a Octubre, por el contrario, se presentan pocas variaciones en el tiempo, con la influencia más o menos marcada del Anticiclón del Atlántico Norte. Los cambios más importantes se vinculan con la presencia de disturbios en la circulación tropical (ondas del este y ciclones tropicales).

Las temperaturas son generalmente altas. Los valores medios anuales van desde los 21 °C hasta 27 °C. Los registros de la temperatura máxima media están entre los 27 °C y 33 °C y la temperatura mínima media entre los 15 °C y 23 °C. La temporada menos calurosa se extiende de Noviembre a Abril, mientras que los meses más calurosos son los de Mayo a Octubre.

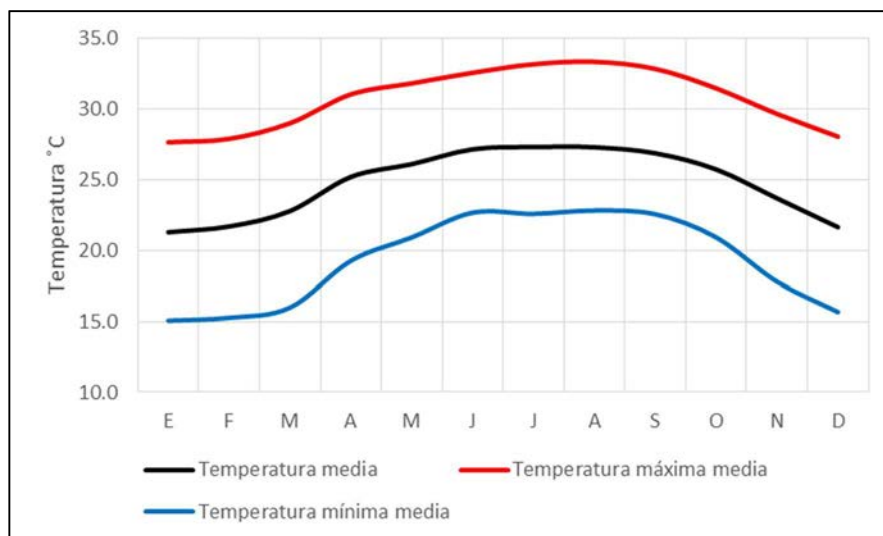


Figura 2-1: Marcha anual de la temperatura en la estación climática de Batabanó

La humedad relativa media es alta, con promedios cercanos al 80 %. Los máximos diarios,

generalmente superiores al 90 %, ocurren a la salida del sol, mientras que los mínimos descienden, hasta 50 - 60 % al mediodía en el interior del territorio.

En el área imperan los vientos de componente Este. De noviembre a abril predominan rumbos del primer cuadrante, debido a la influencia de los sistemas meteorológicos de la temporada invernal; mientras que en el verano los vientos giran más al sudeste, sobre todo con el retiro de la cuña anticiclónica. Las velocidades máximas del viento ocurren al paso de los frentes fríos, ciclones extratropicales, tormentas locales, huracanes, entre otros fenómenos. De interés resultan también los sistemas de vientos locales, con la presencia de un cinturón central convectivo y la influencia costera de las brisas de mar y tierra, que se refuerzan o debilitan en dependencia del flujo predominante del viento. La influencia anticiclónica es predominante durante todo el año, con valores más elevados y mayores gradientes de presión en los meses de invierno.

El elemento que más varía en el clima del área de estudio son las precipitaciones. Se registran dos temporadas fundamentales: lluviosa (de mayo a octubre) donde cae aproximadamente el 80 % del total de lluvia anual y poco lluviosa (de noviembre a abril). En el norte del territorio es donde se localizan las áreas con mayor pluviosidad, con valores por encima de los 1500 mm al año. Sin embargo, en el litoral se reportan valores por debajo de los 900 mm.

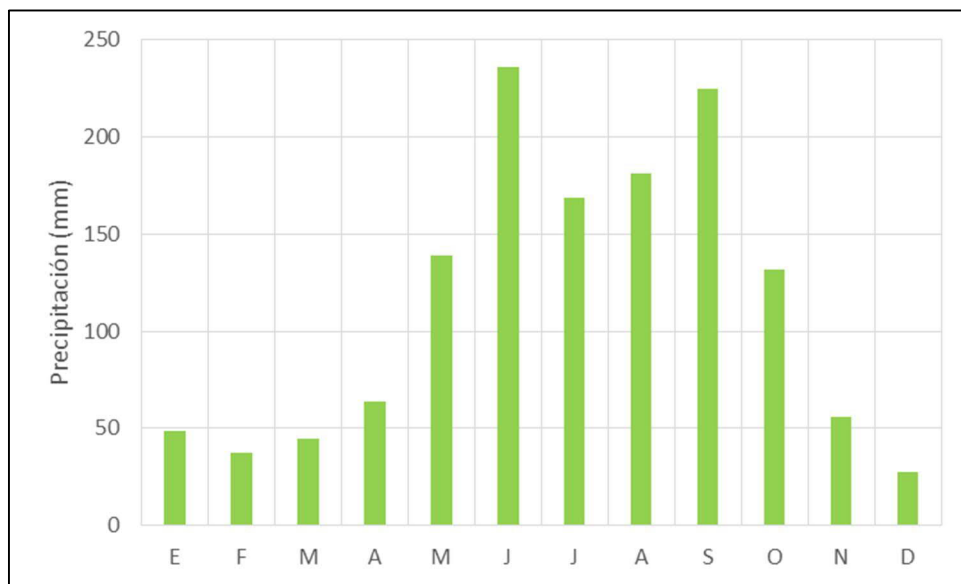
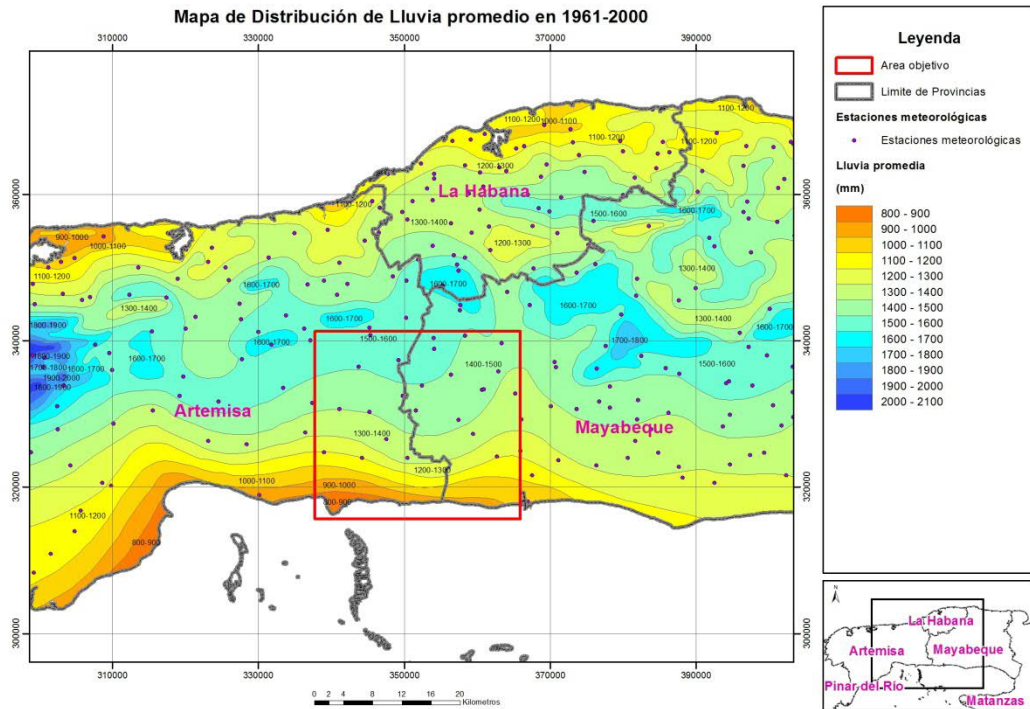


Figura 2-2: Acumulados mensuales de la precipitación. Período 1961-2000.

Los mayores volúmenes de lluvia están asociados a algunos de los fenómenos meteorológicos más importantes (ciclones tropicales, frentes fríos, ondas tropicales, etc.) o tienen su origen en el calentamiento diurno, ocurriendo casi siempre en horas de la tarde en forma de episodios de corta duración. En presencia de sistemas meteorológicos de gran escala pueden producirse períodos de grandes lluvias, sobre todo en los meses de Mayo - Junio y Septiembre - Octubre.

Los valores de evaporación son altos, y llegan hasta los 1800 mm anuales. En su distribución espacio - temporal influyen la latitud y estructura del relieve, la distancia a la costa, el grado de exposición al viento, entre otros factores.



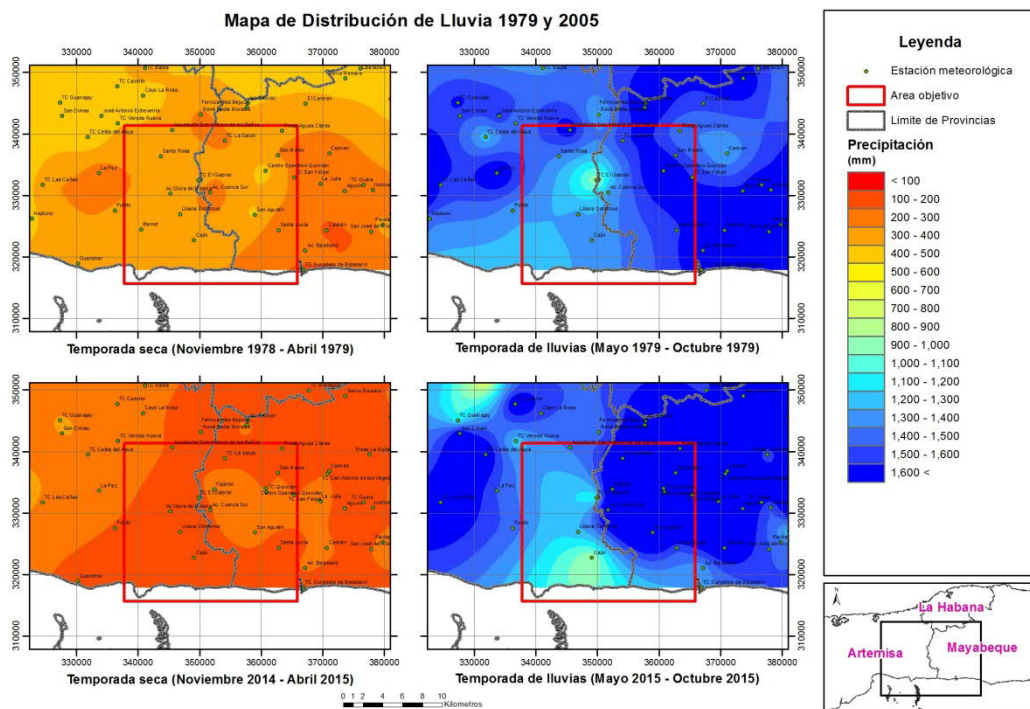


Figura 2-5: Mapa de distribución de lluvia_1979 y 2015

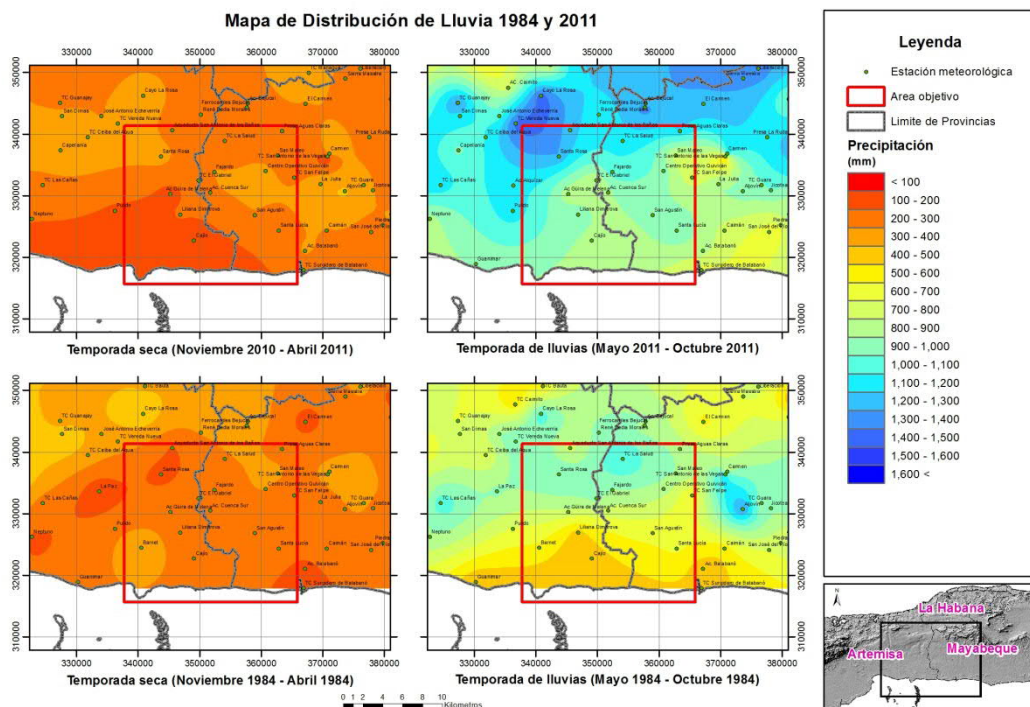


Figura 2-6: Mapa de distribución de lluvia_1984 y 2011

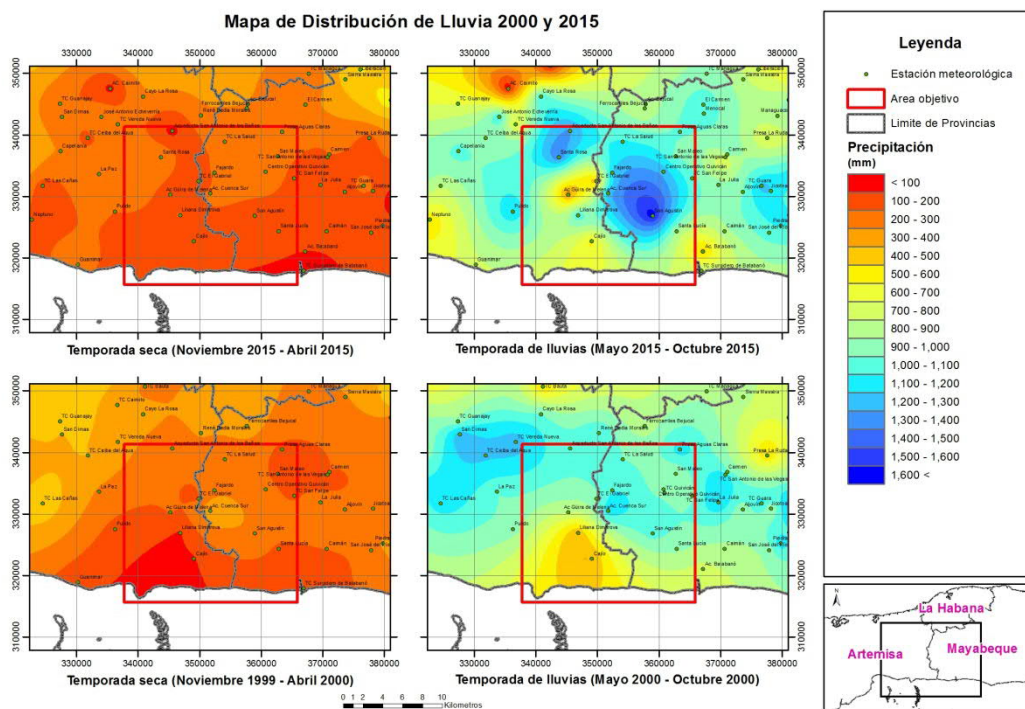


Figura 2-7: Mapa de distribución de lluvia_2000 y 2015

b. Agua superficial

La red de drenaje superficial en el área objeto de estudio es casi inexistente, dadas las características del suelo y del substrato. Sólo hacia el oeste está definida un área de la cuenca hidrográfica del río Quivicán. Este río, al igual que su principal afluente el San Felipe, nace en las alturas de edad preneógeno localizadas al norte del área. El escurrimiento está regulado por presas y micropresas, y tiene un carácter intermitente. Su cauce se pierde en la llanura en conductos cársicos. El módulo del escurrimiento medio anual en esta cuenca se estima entre $10 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ al norte y $5 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ al sur.

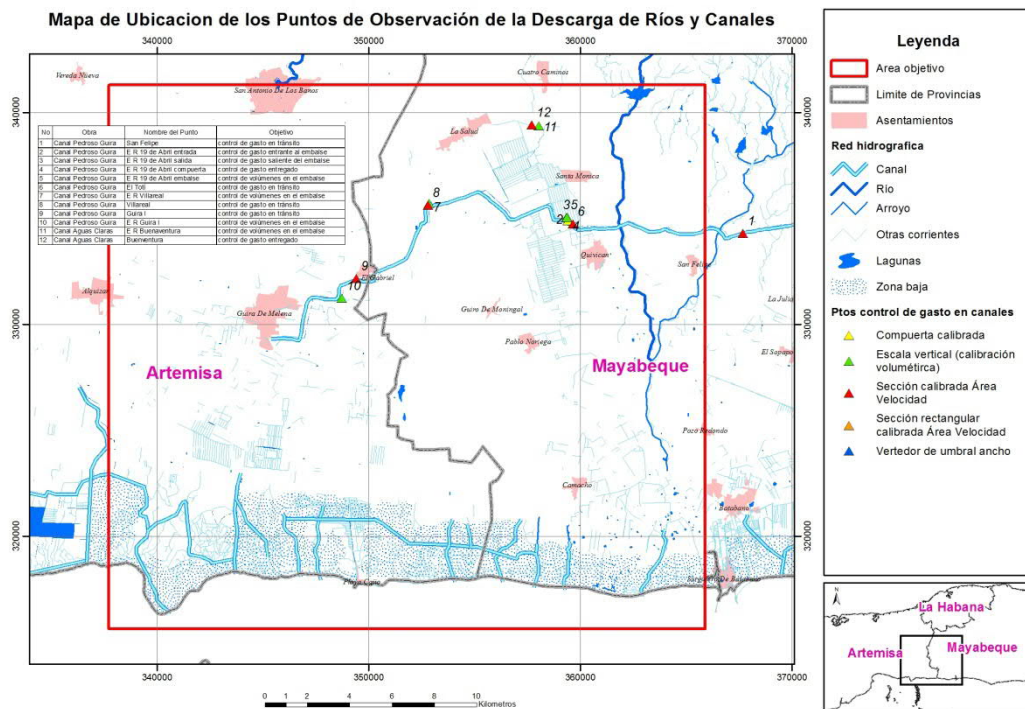


Figura 2-8: Mapa de ubicación de los puntos de observación de la descarga de ríos y canales

Tabla 2-1: Puntos de observación de la descarga de ríos y canales

	Obra	Nombre del Punto	x	y	Tipo	Objetivo
1	Canal Pedroso Guira	San Felipe	367707	334278	sección calibrada Área Velocidad	control de gasto en tránsito
2	Canal Pedroso Guira	E R 19 de Abril entrada	359418	335060	sección rectangular calibrada Área Velocidad	control de gasto entrante al embalse
3	Canal Pedroso Guira	E R 19 de Abril salida	359367	335051	vertedor de umbral ancho	control de gasto saliente del embalse
4	Canal Pedroso Guira	E R 19 de Abril compuerta	359419	334900	compuerta calibrada	control de gasto entregado
5	Canal Pedroso Guira	E R 19 de Abril embalse	359378	335045	escala vertical (calibración volumétrica)	control de volúmenes en el embalse
6	Canal Pedroso Guira	El Totí	359842	335736	sección calibrada Área Velocidad	control de gasto en tránsito
7	Canal Pedroso Guira	E R Villarreal	352856	335713	escala vertical (calibración volumétrica)	control de volúmenes en el embalse
8	Canal Pedroso Guira	Villarreal	352826	335626	sección calibrada Área Velocidad	control de gasto en tránsito
9	Canal Pedroso Guira	Guira I	349438	332170	sección calibrada Área Velocidad	control de gasto en tránsito
10	Canal Pedroso Guira	E R Guira I	348748	331231	escala vertical (calibración volumétrica)	control de volúmenes en el embalse
11	Canal Aguas Claras	E R Buenaventura	358050	339383	escala vertical (calibración volumétrica)	control de volúmenes en el embalse
12	Canal Aguas Claras	Buenaventura	357726	339430	sección calibrada Área Velocidad	control de gasto entregado

2.2 Descripción de la Topografía, la Geología, la Hidrogeología y el Agua Subterránea

a. Topografía

a.1 Introducción

Todos los procesos, naturales o inducidos, que se desarrollan en la Tierra están relacionados entre sí de manera que cualquier alteración que rebase los límites admisibles de la variabilidad y la dinámica de los fenómenos ambientales, provoca una cadena de reacciones adversas al sistema medioambiental en general. El cambio climático forzado por la acción del hombre, es uno de los acontecimientos actuales más trascendentales para el equilibrio ambiental, precisamente por ser el clima un elemento, y a la vez un recurso vital para el funcionamiento del planeta. Sin embargo, aún se necesita avanzar más, sobre todo incluyendo las investigaciones, una detallada evaluación de cómo un impacto sobre un elemento determinado produce una serie de reacciones en otros, del mismo modo que una medida de adaptación debe ser evaluada considerando su impacto sobre otros sectores.

El territorio de la República de Cuba tiene una configuración larga y estrecha, ubicada en la entrada del Golfo de México; es el de mayor extensión de las Antillas y está constituido por más de 1600 islas e islotes, entre los cuales la isla de Cuba, la Isla de la Juventud y Cayo Romano son los más importantes, ubicada entre los 23°17', 19°50'lat. N y los 74°08', 84°58'long. W. El archipiélago cubano está formado, además, por 4 grupos insulares que son: Los Colorados, Sabana-Camagüey (Jardines del Rey), Jardines de la Reina y los Canarreos, considerado este último el de mayor importancia debido a que en él se encuentra la isla de la Juventud, segunda en extensión, después de la isla de Cuba. LÍMITES: al N, el estrecho de la Florida, que la separa de Estados Unidos de América por 180 km, y los canales de San Nicolás y Viejo de Bahama, que la separan de la Comunidad de las Bahamas por 21 km; al E, el paso de los Vientos que la separa de la República de Haití por 77 km, al S, el mar Caribe y el estrecho de Colón, este último la separa de Jamaica por 140 km; y al W, el estrecho de Yucatán, que la separa de Estados Unidos Mexicanos por 210 km, con una extensión de 109 722 km².

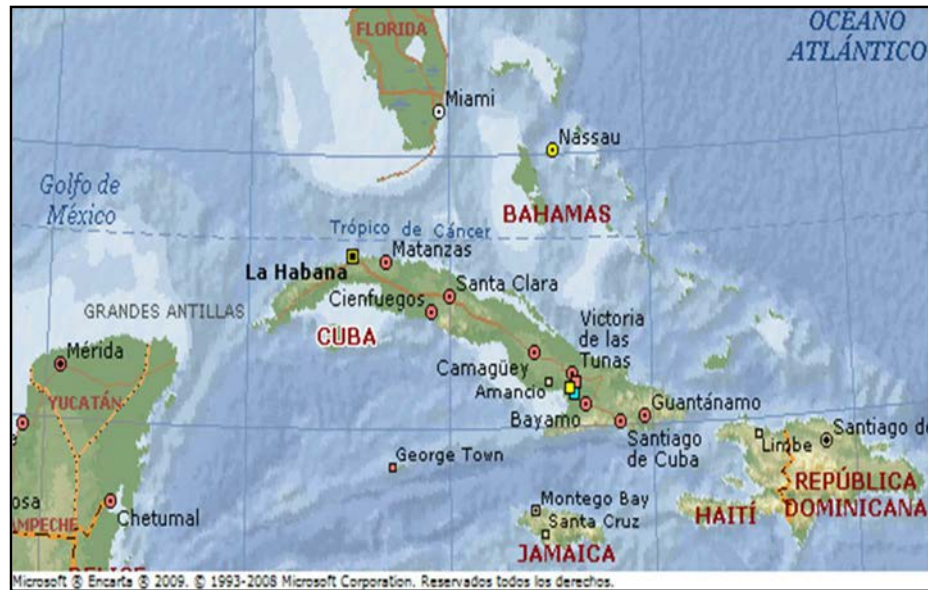


Figura 2-9: Plano de la ubicación físico geográfica del Cubano Archipiélago



Figura 2-10: Imagen satelital del Archipiélago Cubano

RELIEVE, este se destaca por su complejidad y diversidad, constituido por montañas, alturas y llanuras, estas últimas ocupan la mayor parte del territorio; alrededor de 70 % tienen ángulos de pendientes de 3 grados y menores. Los grupos orográficos más importantes son: la cordillera de Guaniguanico, las montañas de Guamuhaya, las montañas de Nipe Sagua-Baracoa y la Sierra Maestra, que se encuentran situados en la región occidental, central y oriental de la isla de Cuba, respectivamente. La altura predominante de la isla de Cuba y del archipiélago cubano es el pico Turquino, con 1972 m. En la isla de la Juventud la altura predominante es la sierra de la Cañada, con 303 m y en Cayo Romano (tercera isla por su extensión), la altura predominante es la Silla de Cayo Romano con 62 m.

HIDROGRAFÍA La situación geográfica y la configuración alargada y estrecha de Cuba le

confieren determinadas peculiaridades en la disposición de su red fluvial. Se distingue entre otras un parte aguas central a todo lo largo del territorio, por lo que existen dos vertientes, la norte y la sur. En la hidrología es de destacar la de la isla de Cuba que por las características del relieve y la configuración larga y estrecha, el parteaguas principal está situado al centro y a todo lo largo del territorio, dividiéndolo en 2 vertientes: la norte y la sur. La longitud de los ríos y el área de sus cuencas en el 85% de los casos son inferiores a 40 y 200 km² respectivamente; todo ello vinculado al régimen de precipitaciones determina escasos caudales en los períodos de seca, por lo cual resulta necesario regularlas para su posterior aprovechamiento. Los ríos más largos son el Cauto, Zaza, Sagua la Grande, Caonao y Toa. La mayor parte de los ríos están embalsados siendo, los mayores embalses de la isla de Cuba el Zaza y Alacranes. En la Isla de la Juventud la red hidrográfica tiene una distribución radial, se destaca el río Las Casas, el cual se encuentra represado y conforma el embalse Las Casas Dos.

a.2 Breve caracterización físico geográfica

La provincia La Habana, es un territorio densamente poblado, con una densidad de población superior a los 3000 habitantes por km². Posee además un amplio desarrollo agrícola, industrial y turístico.

El área de estudio esta delimitada al Norte por las Alturas de San Antonio de los Baños y de Bejucal, al Oeste y al este por la continuación de la llanura y en su porción Sur por las aguas del Golfo de Batabanó.

Los elementos topográficos se caracterizan por ser una llanura marina que presenta escalones morfológicos en donde se reconocen rasgos de procesos de abrasivos-denudación – disección y acumulativos en entre las cotas de 5-10 m, 10-20 m 20-80 m y de más 80 m.

Estos procesos se desarrollaron sobre sedimentos carbonatados del neogeno que evolucionó a una llanura cársica denudativa con un ancho de 15-20 km, con variación de cotas absolutas de 1.00-40.00m sobre el nivel del mar (E. Rocamora, M. Guerra y E. Flores, 1997).

La red fluvial es escasa representada por los ríos o arroyos de Capellanía, San Antonio de los Baños, Quivicán y San Felipe.



Figura 2-11: Mapa planimétrico del área de estudio donde se representan los poblados, red fuvial y la morfología regional.

El área objetivo ocupa la subcuenca Artemisa-Quivicán ubicada en la parte central del extremo Sur de la provincia La Habana, Artemisa y Mayabeque, pertenece a la Cuenca Costera Sur, situada en las coordenadas X: 316.912- Y: 348.095 y X: 313.018- Y: 317.986 con una extensión superficial aproximada de 1041 km² en el que se encuentran los pueblos de Artemisa, Alquizar, San Antonio de los Baños, Güira de Melena, La Salud, El Gabriel, Quivicán entre otros, limita al Este con la cuenca subterráneas Batabanó, al Oeste con la Cuenca Corojal y Norte de Artemisa, al sur con el golfo de Batabanó, y al Norte con la Cuenca Ariguanabo y Mampostón. La región es una llanura cársica denudativa con un ancho de 15-20 km, con variación de cotas absolutas de 1.00-40.00 m sobre el nivel del mar. Los suelos son del tipo Ferralítico Rojo, de muy buen drenaje y altamente productivos. A continuación se muestra el fragmento del Mapa Geomorfológico correspondiente a la subcuenca Artemisa- Quivicán.

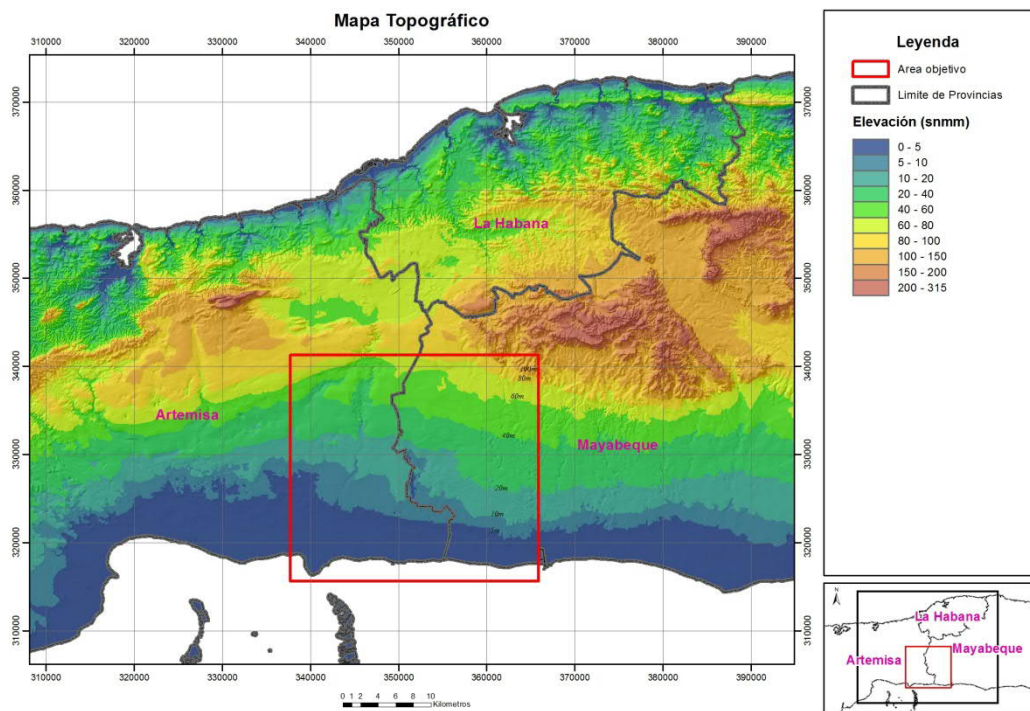


Figura 2-12: Mapa topográfico en donde se muestra las distintas superficies altimétricas.

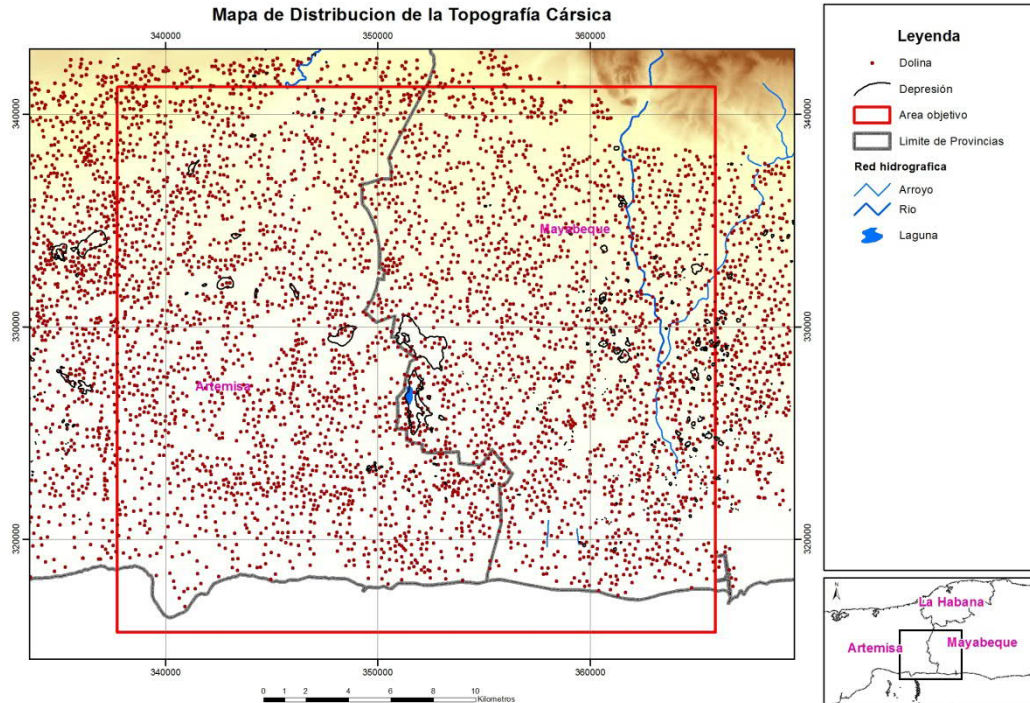


Figura 2-13: Mapa de distribución de las formas cársicas superficiales.

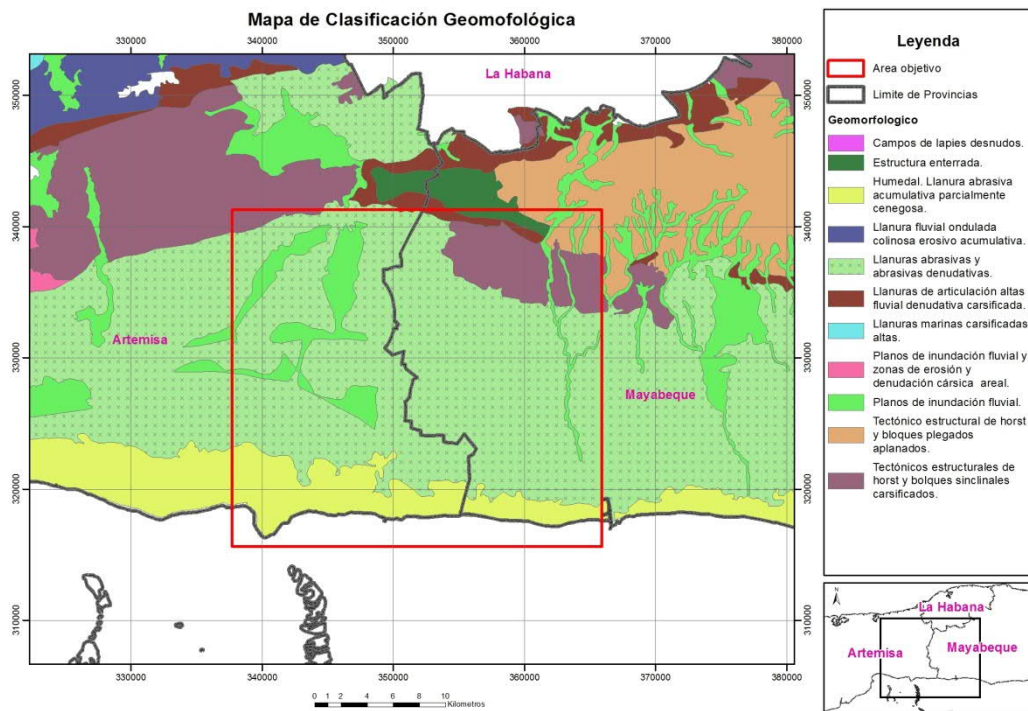


Figura: 2-14 Mapa de clasificación de terreno

b. Suelos, Vegetación y Uso de la tierra

b.1 Introducción

El área del proyecto se caracteriza por presentar suelos arenos arcillosos de los tipos ferralítico rojo, que yace sobre complejos de rocas carbonatadas.

Diseminados por todo el territorio se encuentran áreas de caliza aflorando en la superficie. En las elevaciones del Norte los suelos son menos desarrollados se encuentran, mientras que en la llanura se destacan los arcillosos más desarrollados y con un potencia entre 0.50 a más de 1.50.

La vegetación presenta diferentes tipos de bosques, matorrales, herbáceas, manglares y complejos de diversos cultivos. A pesar del número de especies existentes, sólo se usan con fines económicos unas pocas centenas de plantas autóctonas, principalmente con fines forestales y medicinales.

b.2 Suelos

Los suelos predominantes en el área de estudio, de acuerdo con la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Instituto de Suelos, 1999), son los pertenecientes a los agrupamientos Ferralítico con predominio del tipo Ferralítico Rojo así como Ferralítico Rojo, con los subtipos Típico y Compactado en ambos casos, y en tercer lugar, el tipo Ferralítico Amarillento Lixiviado con los subtipos Típico y Gléyico (los que ocupan de conjunto, más del 80 % del total del área de la subcuenca). Otros suelos presentes

en la misma, son los del agrupamiento Pardo Sialíticos (tipos Pardo Ócrico y Mullido) los que aparecen combinados ocasionalmente con suelos del tipo Rendzina, ocupando algo más del 4 % del área total.

Un caso especial constituyen los suelos del agrupamiento Histosol (suelos de turba), asociados a zonas de humedal de la Ciénaga Sur de la Habana, los que ocupan alrededor del 9.5 % del área de la subcuenca (Figura 2-15).

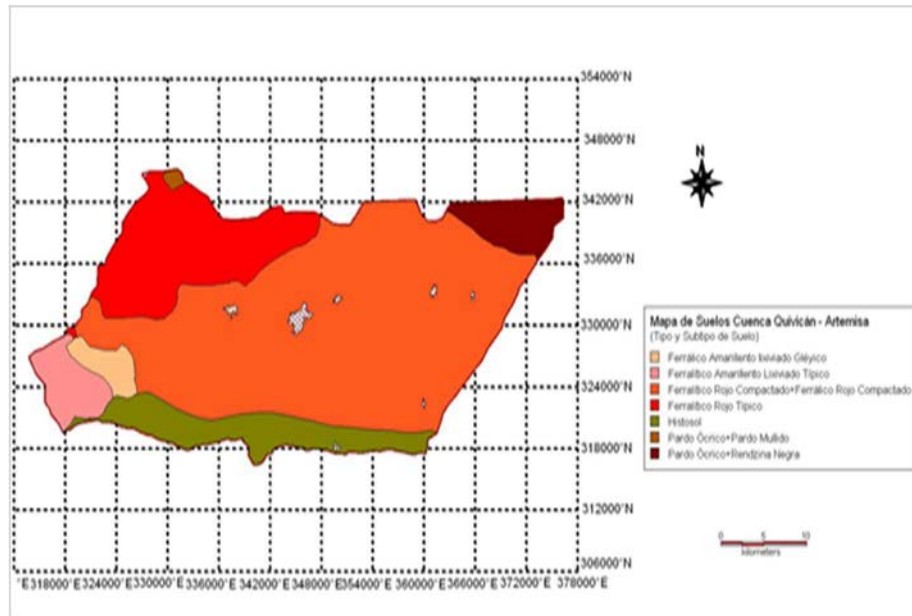


Figura 2-15: Mapa de los suelo predominante en el polígono de estudio

TIPOS DE SUELOS: Con respecto a los principales tipos de suelos se observa que el de mayor representatividad es el ferra Ferralítico Rojo + Ferralítico Rojo Compactados con un área de 708.23 km² que representa el 61.6%.

Tabla 2-2: Tipo de los suelos y área

No	Tipo y subtipo de suelo	Área (kn ²)	%
1	Ferralítico Rojo + Ferralítico Rojo Compactafos	708,23	61,6
2	Ferralítico Rojo Típico	198,17	17,2
3	Ciénaga Costera con predominio de Histosoles	109,27	9,5
4	Pardo Ócrico + Rendzaina Negra	50,3	4,4
5	Ferralítico Amarillento Lixiviado Típico	47,97	4,17
6	Ferralítico Amarillento Lixiviado Gléyico	25,3	2,2
7	Pardo Ócrico + Pardo Mullido	3,4	0,3

b.3 Vegetación

El área de objetivo presenta una **vegetación** constituida por cultivos agrícolas los que ocupan una gran parte del territorio, entre ellos viandas y hortalizas como: *Solanum tuberosum* L. (Papa), *Ipomoea batatas* (L.) (Boniato), *Manihot utilissima* Crantz (Yuca), *Lycopersicon lycopersicum* (L.) (Tomate), Karsten, *Capsicum annum* L. (Ají), *Cucumis sativus* L. (Pepino), *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. (Quimbombó) y *Raphanus sativus* L.

(Rábano), entre otros. Las plantaciones forestales están constituidas por *Albizia* sp. (Músico), *Casuarina equisetifolia* Forst (Casuarina), *Calophyllum antillanum* Britt. (Ocuje), *Hibiscus tiliaceus* L. (Majagua) y *Leucaena leucocephala* Witt s. (Ipil-Ipil) También se encuentran en las fincas o bateyes plantaciones frutales de *Annona muricata* L. (guanábana), *Annona squamosa* Delile (Anón), *Citrus* sp. (Especies de cítricos), *Cocos nucifera* L. (Coco) Mangifera (Mango), *Musa paradisiaca* L. (Plátano fruta, plátano vianda), *Persea americana* Mill. (Aguacate), *Psidium guajava* L. (Guayaba), *Pouteria manomosa* (Mamey colorado), *Pouteria sapota* (Sapote) y Tamarindus (Tamarindo). Las áreas no cultivadas están cubiertas por matorrales secundarios con altura de 5 a 6 m y una alta presencia de especies espinosas como *Dichrostachys cinerea* Africana (marabú, introducida) y *Acacia farnesiana* (L.) Willd. (Aroma amarilla, Aroma,) entre otras, que los hacen intransitable.

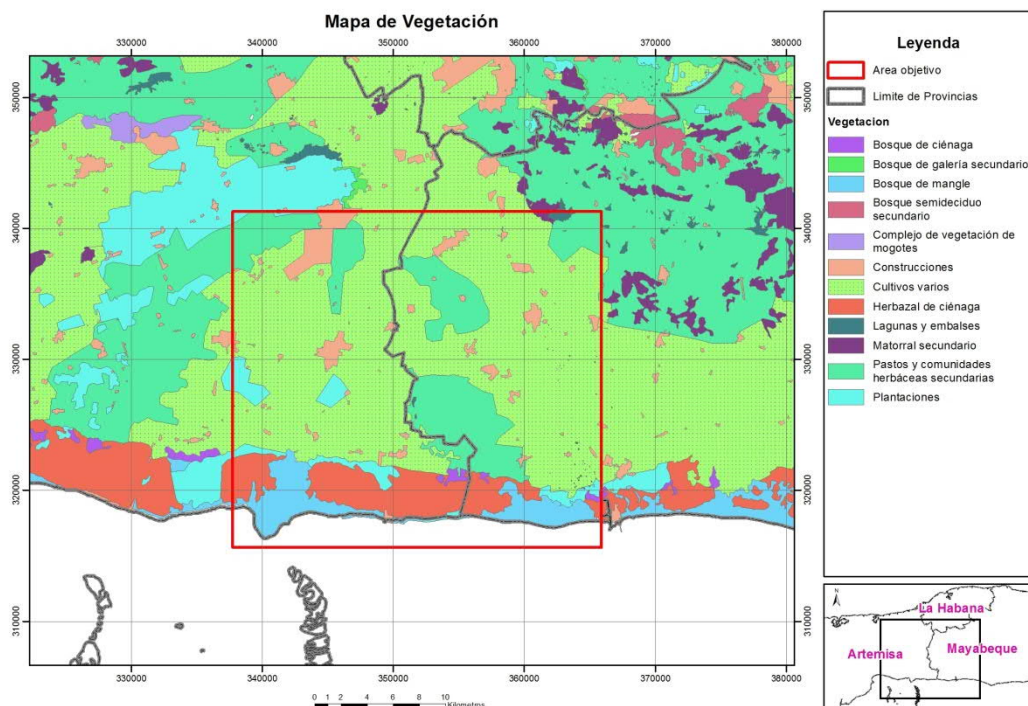


Figura 2-16: Mapa de los tipos de vegetación presente

b.4 Uso de la tierra

En el área del proyecto que comprende las provincias de Artemisa y Mayabeque el uso de la tierra es predominantemente agrícola, aunque cuenta con patrimonio industrial incipiente así como un gran número de pueblo y poblados en donde habitan la población.

La zona cuenta con asentamientos urbanos como las cuatro cabeceras municipales siendo las mismas San Antonio de los Baños, Alquizar, Guira de Melena, Quivicán y Batabanó así como los poblados de La Salud, El Gabriel, San Felipe, Camacho, Guanamar y Cajío entre otros.

En el uso industrial predominan la agro-industria tales como Centrales Azucareas, Fabrica de Equipos Agrícolas (arrados, caretas, etc), Combinado Industrial del Mueble, industria de Materiales de Construcción (canteras), Combina de Conserbas y Procesadora Tabacalera siendo estas las importantes.

Por ser una región preferencialmente agrícola cerca del 90% del uso de la tierra es de cultivos en los que se destacan: la caña de azúcar, los cultivos varios (viandas, hortalizas, granos, arroz, platano), tabaco, cítrico, etc; otros usos son los terrenos para la ganadería, avícola y porcino.

Existen estensas zonas dedicada a la repoblación forestal, una franja costera, de cerca de 2 km de ancho, de humedal en donde predominan el mangle y un bosque de cienaga, salteadas áreas de ociosas en donde predomina un bosque de manigua (Figura 2-17).

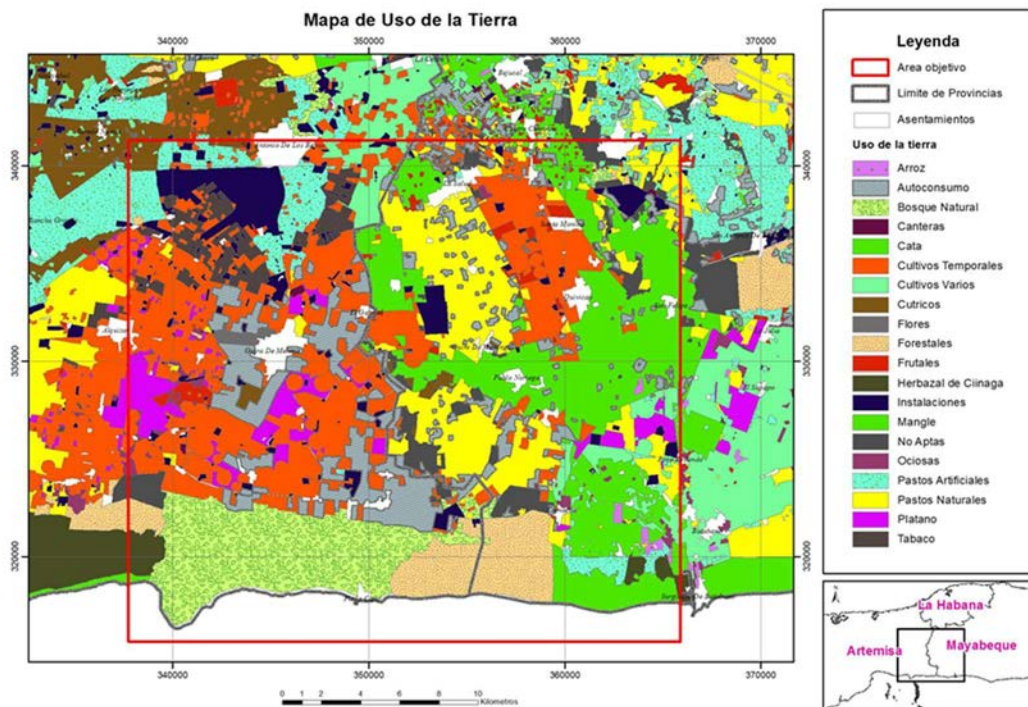


Figura 2-17: Mapa de uso de la tierra

c. Geología

En el área, objeto de estudio del Proyecto JICA se presentan las rocas del Neógeno que desde el punto de vista estratigráfico, se dividen en una serie de formaciones que se diferencian por su composición y condiciones de yacencia en distintas zonas estructurofaciales: formaciones Cojímar, Colón y Güines. Litológicamente las mismas se presentan principalmente por calizas de diferentes tipos: arrecifales, cavernosas, cristalinas y dolomíticas (Figura 2-18).

Al norte, alrededor de los poblados San Antonio de los Baños, coincidiendo con la divisoria de las aguas subterráneas, por las perforaciones realizadas en la **Formación Cojímar** se describen calizas arcillosas cremas y margas grises, consideradas como casi impermeables por su baja acuosidad, la descripción de la formación (léxico estratigráfico A.C.C.) es la siguiente:

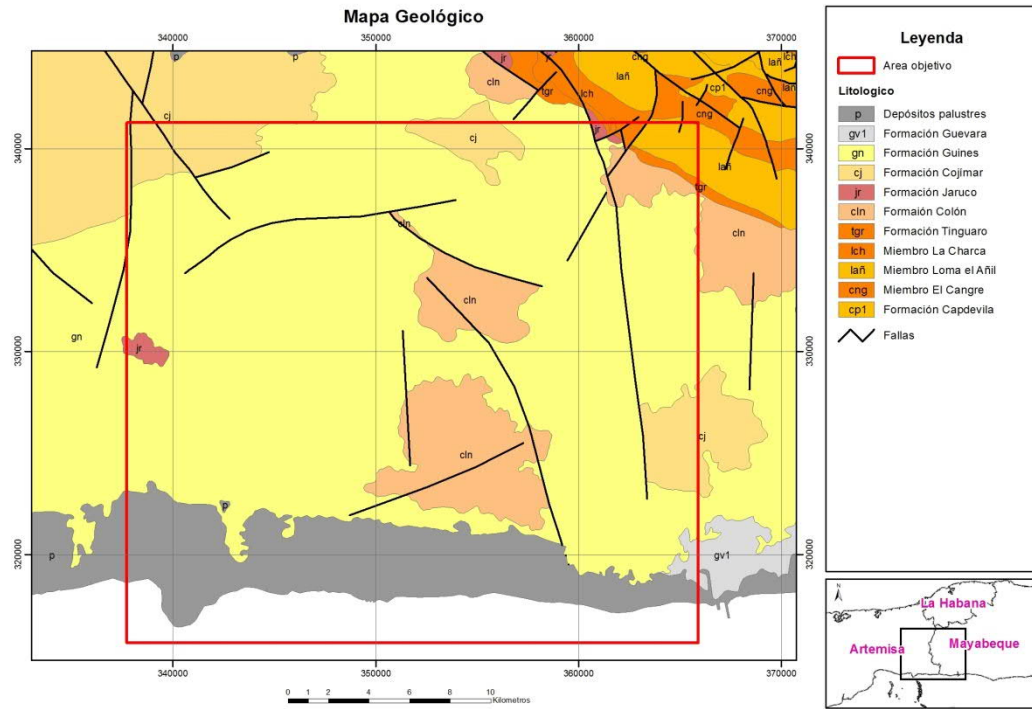


Figura 2-18: Mapa geológico. (IGP, colectivo de autores, 2001)

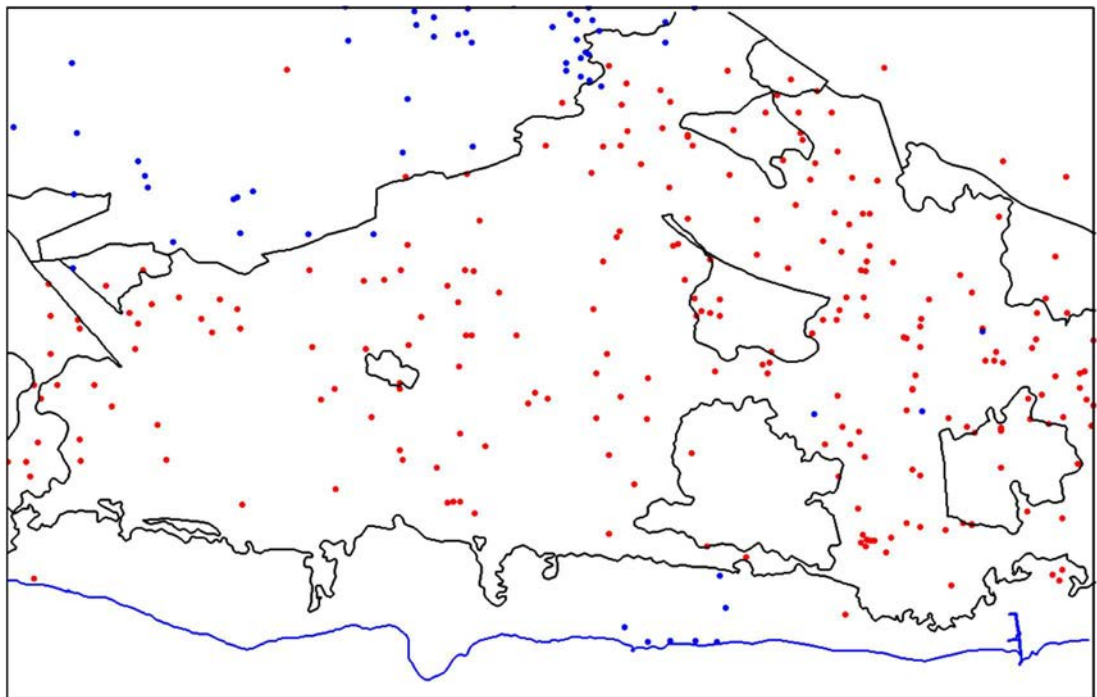


Figura 2-19: Mapa de la base de dato de las calas y pozos con descripción litológica. (L. Valdés, 2016)

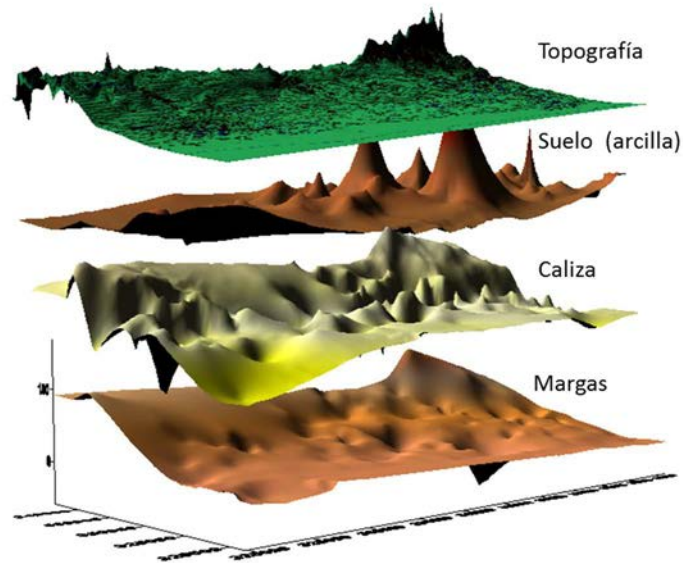


Figura 2-20: Bloque esquemático de la morfología estructural de área de estudio (E. Flores, 2016)

Formación Cojimar (cj)

- **Distribución geográfica:** Se desarrolla en las provincias de Ciudad de La Habana, La Habana, Matanzas y Pinar del Río.
- **Composición Litológica:** Margas calcáreas, arcillosas, arenáceas, a veces nodulares, cretas, calizas biotriticas arcillosas, calcarenitas de matriz margosa y arcillas. Sus colores predominantes son el crema, amarillento, blancuzco y grisáceo.
- **Edad:** Su fauna permite datarla como Mioceno Inferior parte alta-Mioceno Medio parte baja (N_1^{1-2}).
- **Espesor:** Entre 60-390 metros.

En la parte llana hacia el sur, la cual se encuentra ligeramente inclinada hacia la costa, en general, yacen las calizas de la **formación Güines**, formada en un ambiente marino de poca profundidad. Constituidas por calizas organógenas, recristalizadas, arenosas de color blanco crema, que en algunos lugares transicionan a calizas dolomitizadas de color gris claro. Las calizas presentan diferentes grados de carsificación y pequeños ángulos de buzamiento en dirección sur, de la formación Güines, formada en un ambiente marino de poca profundidad.

Mediante las calas profundas se ha determinado la presencia de capas intensamente carsificadas hasta las profundidades de 150 a 230 m. El mayor grado de carsificación es característico para esta formación. El horizonte carsificado está atravesado por un sistema de conductos, cavernas y oquedades que habitualmente se relacionan entre sí, tanto por área como espesor y condicionan la relación hidráulica inmediata de las aguas subterráneas en dirección vertical y horizontal.

El diámetro de las cavidades es variable, desde pequeños poros hasta cavernas de decenas de metros. Las cavidades están vacías o rellenas con el material de caliza arenosa (lodo calcáreo). Al perforar las calas, se producen frecuentes caídas de barrenas, producto de la intensa carsificación.

El grado de carsificación varía también en el corte, en general, la mayor cantidad de cavidades se encuentra en la parte superior y en la profundidad disminuye. Según los resultados de resistívimetría con salinización en los pozos, se han determinado zonas con una elevada velocidad de filtración, o sea, de una alta cavernosidad.

Hasta este momento no ha sido posible determinar la dependencia real del desarrollo del carsismo en sentido vertical y horizontal para el área estudiada.

La descripción (de acuerdo a la descripción de la ACC) es la siguiente:

Formación Güines (gn)

- **Composición Litológica:** Calizas biodetríticas de grano fino a medio, fosilíferas, biohémicas, calizas dolomíticas, dolomitas, calizas micríticas y sacaroidales y lentes ocasionales de margas y calcarenitas. La dolomitización tiene un carácter secundario. Las calizas son por lo general masivas, raramente estratificadas, la coloración varía entre blanca, amarillenta, crema y gris.
- **Edad:** Mioceno Medio parte alta y Mioceno Superior.
- **Espesor:** Oscila entre 50 y 1670 m.

Al norte y sur del poblado de Quivicán afloran bloques de la **formación Colón**, la cual yace concordantemente por debajo de las formaciones Cojímar y Güines. Formada en un mar de poca profundidad por procesos de transgresión. Representada por calizas organógenas, en algunos lugares compactos y arcillosos, margas calcáreas. La descripción dada por la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) es la siguiente:

Formación Colón (cln)

- **Distribución geográfica:** Se desarrolla en las provincias de Cienfuegos, Ciudad de La Habana, La Habana y Matanzas.
- **Composición Litológica:** Se compone en general de cinco facies.
 1. biocalcarenitas y biocalciruditas finas de matriz margosa, calciruditas finas de matriz micrítica.
 2. calizas biomicríticas.
 3. areniscas polimicticas de matriz calcáreo-arcillosa a arcilloso-calcárea.
 4. margas.
 5. calcilutitas que se interestratifican con calcarenitas y calciruditas.
- **Edad:** Oligoceno Superior parte alta- Mioceno Inferior.
- **Ambiente de sedimentación:** Se depositó en un ambiente sublitoral profundo con algún desarrollo arrecifal. Es posible que algunos paquetes se hayan depositado en la zona infralitoral.
- **Espesor:** No parece exceder de 65 m en el área tipo según datos de pozos.

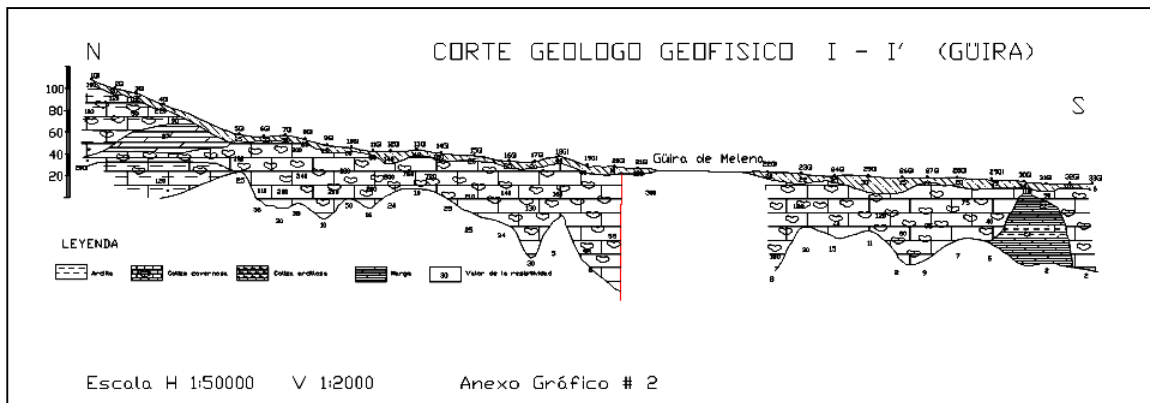


Figura 2-21: Perfil geológico – geofísico de N-S de la morfo-estructura y litología de la cuenca, desde las Alturas de San Antonia al poblado del Junco. (N. Piñero, 1980)

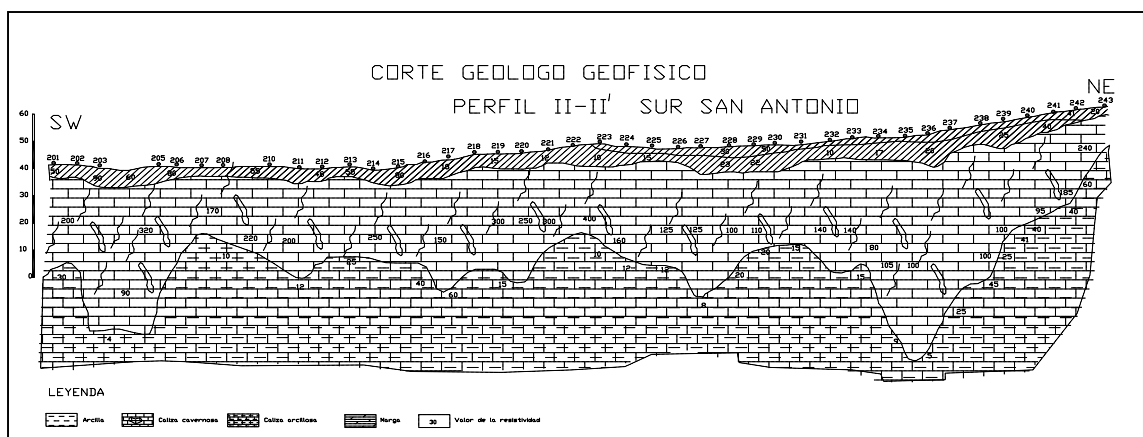


Figura 2-22: Perfil geológico – geofísico de SW - NE de la morfo-estructura y litología de la cuenca, al S del pueblo de San Antonio de los Baños, se aprecia la variación entre dos litologías y la zona de densidad del desarrollo del carso. (N. Piñero, 1980)

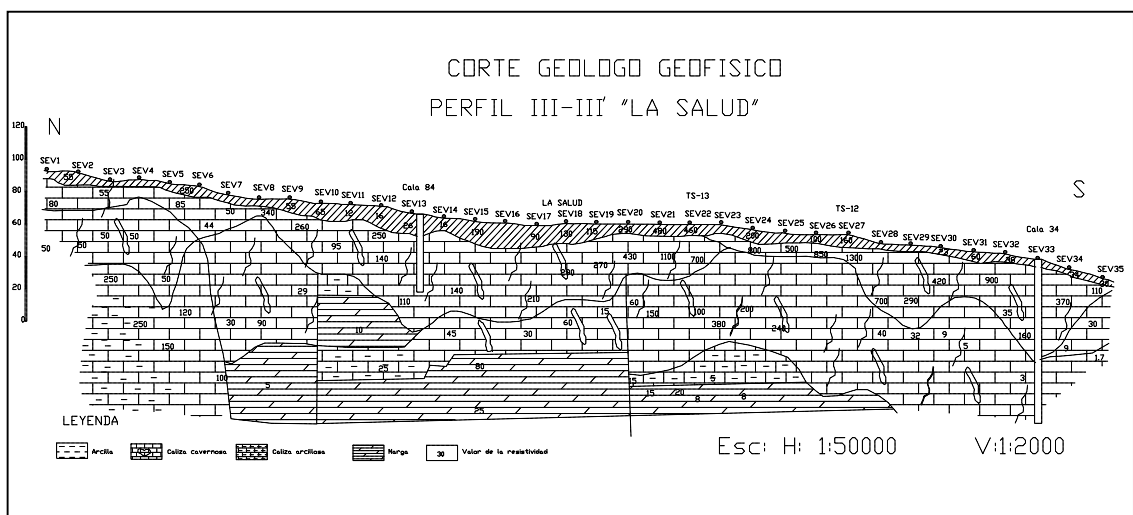


Figura 2-23: Perfil geológico – geofísico de N – S, sobre el poblado de La Salud, en el se muestra la complejidad geológica y estructural de la cuenca. (N. Piñero, 1980)

Cuaternario: Todas estas formaciones están cubiertas por arcillas eluviales de color roja amarillentas con fragmentos de caliza. Su potencia es variable, aunque puede alcanzar hasta 20 m, tal vez producto del derrumbe de cavernas. En la zona litoral, existe una franja de sedimentos aluviales pantanosos de arcilla con materia orgánica y turba arcillosa.

La región pertenece a la zona tectono facial meridional, caracterizada por un sistema de fallas escalonadas hacia el mar donde está formado el graben del Golfo de Batabanó. La región es una estructura monoclinal con buzamiento hacia el mar con pendiente entre 5° y 10°.

Las rocas en el Neógeno, fueron sometidas a movimientos tectónicos se caracterizaron fundamentalmente por hundimientos, pues los levantamientos, en general, no fueron notables. Durante el Plioceno y Pleistoceno ocurrieron levantamientos en toda la isla, así como transgresiones y regresiones, se estima que el desarrollo del carso comienza desde esta edad.

CARSO: Los procesos cársicos en el área de estudio de la Cuenca Sur de Artemisa y Mayabeque comienza su evolución a finales del Plioceno cuando ya están creadas las condiciones físico – geográficas para el desarrollo de la carsificación, tanto en el orden litológico como tectónico y hídrico, para los procesos cársicos Figura 2-24. Los procesos tectónicos durante a finales Plioceno y en el Cuaternario han definido una red se facturación con direcciones preferenciales y densidades en la cuales se puede apreciar diferente estadios y familias de la estructura tectónica Figura 2-25. Las familias predominantes presentan las direcciones 60 y 150 con una relación perpendicular entre ellas, estas rigen el sentido de desarrollo cársico siendo las restantes las que configuran las soluciones de discontinuidad para la ampliación tridimensional del cavernamiento.

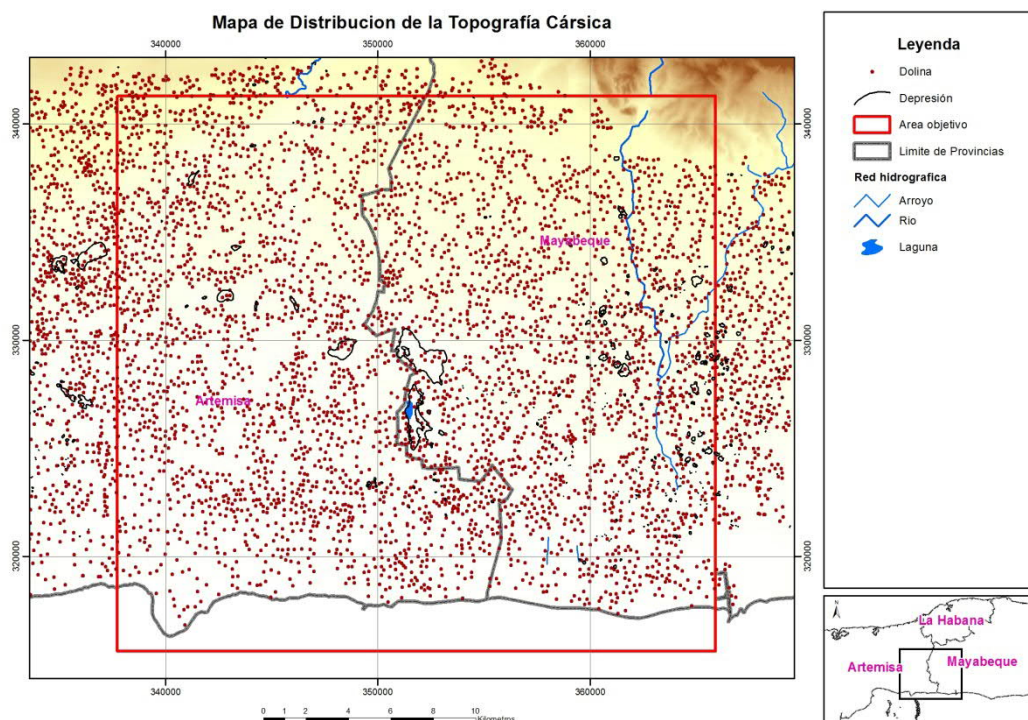


Figura 2-24: Mapa del desarrollo superficial del carso en la Cuenca Sur, Tramos HS III y HS IV. (C. Вейцкевич, E. Flores, 1997).

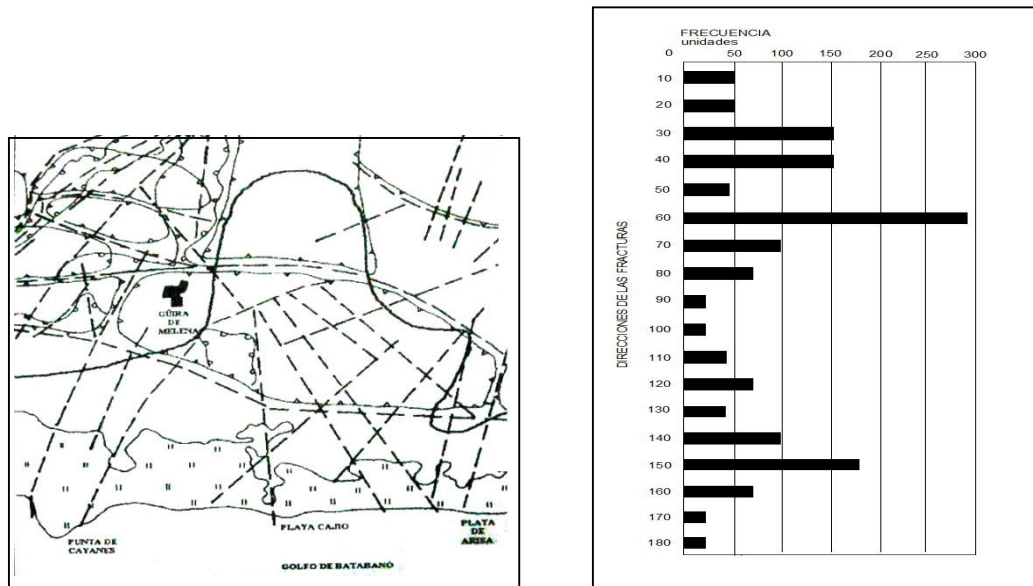


Figura 2-25: Mapa de las alineaciones estructurales y de las direcciones predominante (E. Racmora, M. Guerra, E. Flores, 1997)

Los procesos de carsificación se evidencian tanto en superficie como en profundidad, ejemplo de los mismos son los campos de lapiés, sumideros y depresiones cársicas como dolinas, úvalas y poljas. Estas formas cársicas constituyen sistemas de infiltración de las aguas superficiales al acuífero, realizándose una recarga natural. (Figura 2-26 a Figura 2-29).

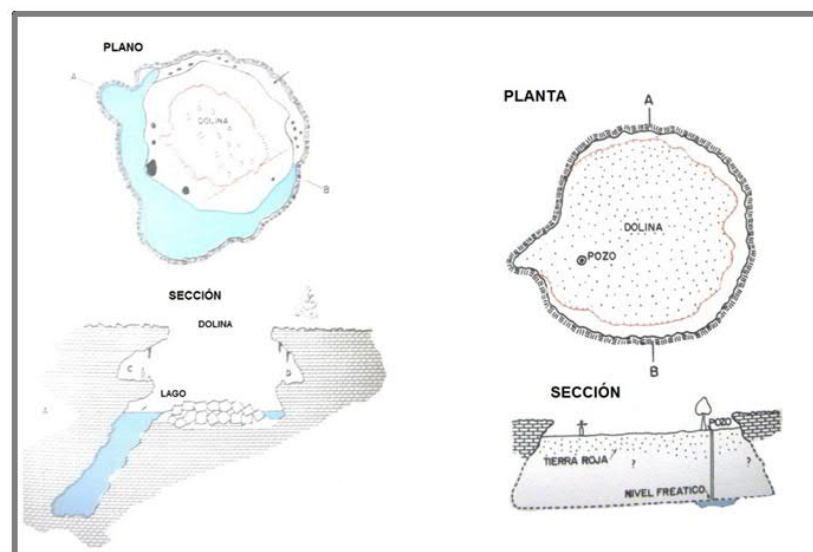


Figura 2-26: Esquema de las dolinas de un diámetro en la izquierda la Cueva de la Lechuga, cavidad que tiene tres niveles erosivo y contacta con el acuífero; a la derecha la Cueva de San Isidro Dolina rellena de sedimentos arcillosos, las dos pertenecen a la prov. de Artemisa (A. Nuñez Jimenz, 1967)

Las formas cársicas subterráneas son del tipo de furnias (conductos verticales), redes de galerías (horizontales o con alguna pendiente), son conductos de almacenamiento y conducción de las aguas subterráneas (Figura 2-27).

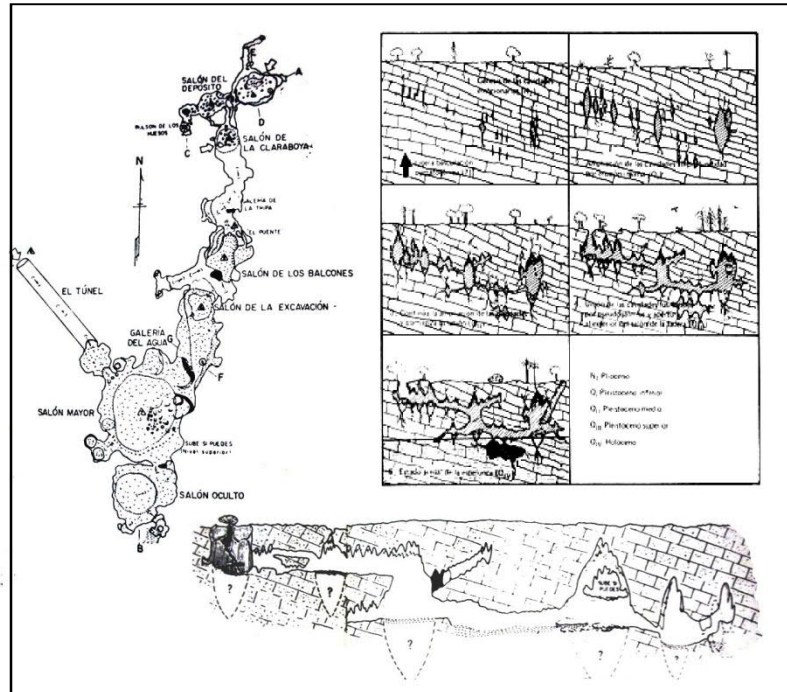


Figura 2-27: Esquema evolutivo de la Cueva del Túnel, prov. Mayabeque, la cavidad presenta un desarrollo de N a S partiendo de la unión de varias familias de fisuras, presenta cuatro niveles de cavernamiento bien definidos (M. Acevedo y otros, 1984 en A. Nuñez Jimenez, 1984)

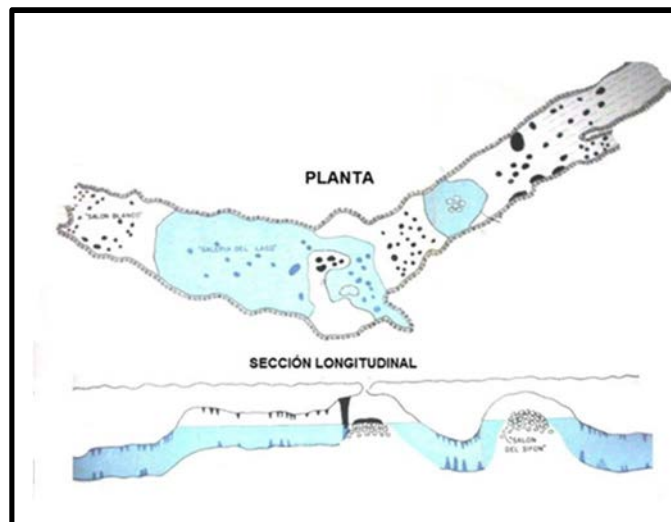


Figura 2-28: Esquema de la Caverna Juanelo Piedra, cavidad reinundada. (A. Nuñez Jimenez, 1978)



Figura 2-29: Vistas de la caverna de Juanelo Piedra, cavidad reinundada en el último interglacial del Holoceno, en las fotos se aprecia el nivel del acuífero en el salón de la entrada y la galería inundada. (E. Flores, 2014 y A. Nuñez Jimenez, 1978)

Formas cársticas emisiva que se puede encontrar en las zonas de Proyecto son los resolladeros o cavidades por donde resurgen las agua subterráneas después d un recorrido de decenas de metros a kilómetros y manantiales cársticos que deben su origen a las posiciones de niveles de descarga actual o anterior (Figura 2-30).

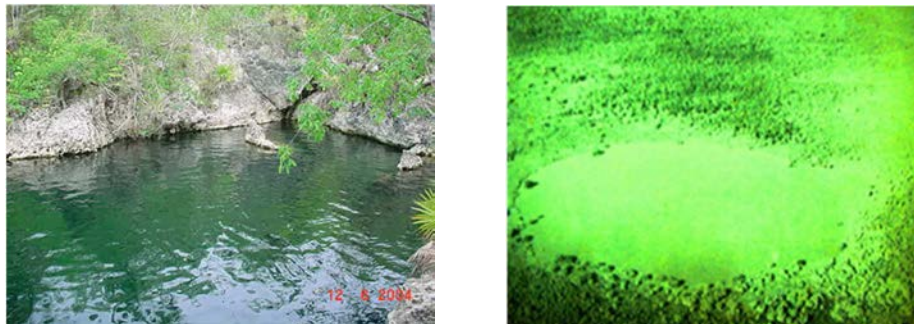


Figura 2-30: De las formas de descarga más comunes en la llanura Sur de Artemisa y Mayabeque son las dolinas y cavernas inundadas. A la izquierda un conducto preferencial y a la derecha una de las tantas dolinas emisivas que abundan en la franja del humedal, de cualquiera de las dos forma descargar el acuífero

COMENTARIO DEL CÁRSO: El complejo de formas cársticas actual es el resultado de la evolución de procesos de disolución, erosión mecánica y desplome de una red de drenaje subterránea direccionada por las soluciones de discontinuidad de la estructura tectónica y de los distintas litologías que conforma la cuenca, así como de las Fluctuaciones del Nivel Medio del Mar durante el Cuaternario. El gráfico de barra A se representa los distintos niveles alcanzados por el mar en el Hemisferio Norte y el Golfo de México, así como la veces fueron ocupados dicho niveles (frecuencia) y en el Grafico B muestra los Niveles de Cavernamiento reportados para la Isla de Cuba; el grafico C representa los Niveles de Cavernamiento en la Cuenca Sur de Artemisa y Mayabeque.

Se aprecia que la reiteración de niveles regionales del mar condicionó una intensa carsificación entre las cotas de 150m sobre el nivel medio del mar (msnm) y -80m bajo el nivel medio del mar (mbnm), en la Llanura Sur de Artemisa y Mayabeque se ven esta secuencia en la red de galerías y oquedades cárstica predominando su frecuencia entre las cotas de 40 msnm y -55 mbnm.

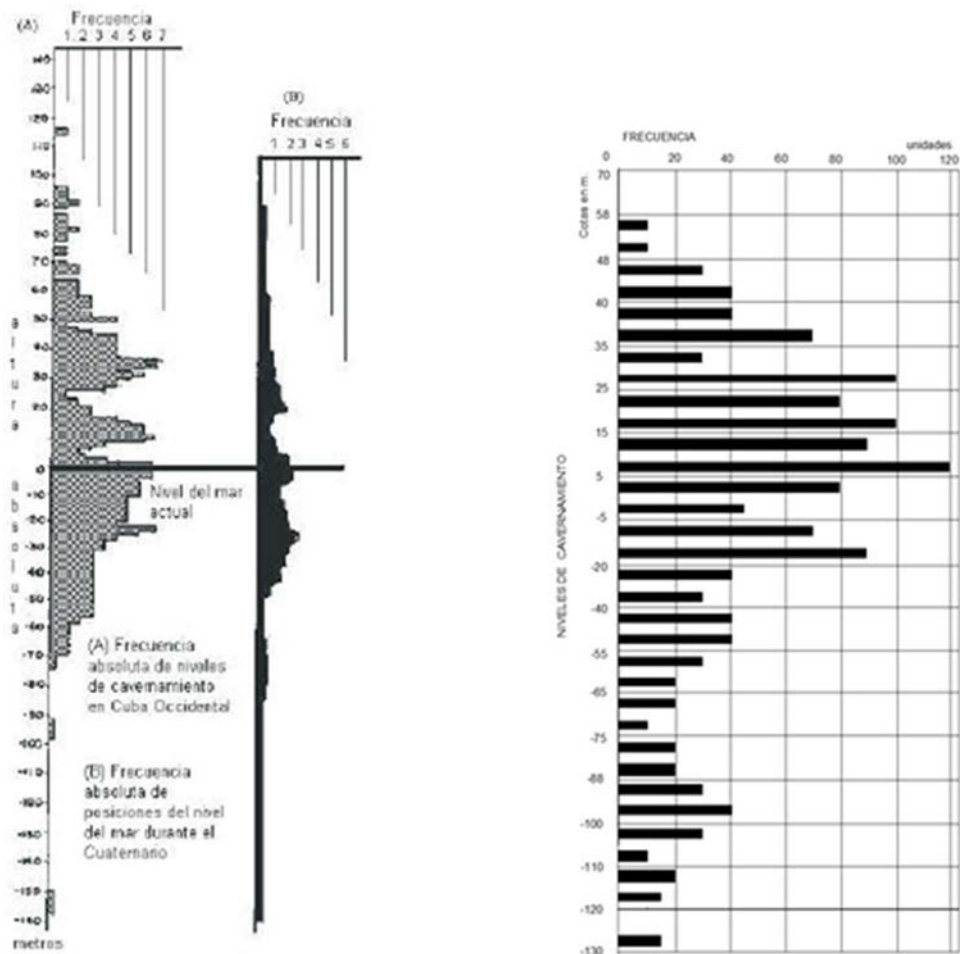


Figura 2-31: Gráficos de barra que representa la frecuencia de las posiciones del Nivel Medio del Mar en el Cuaternario (de Nebraska al Holoceno, A), el B muestra los Niveles de Cavernamiento en la Isla de Cuba y el C los Niveles de Cavernamiento en la Llanura Sur de Artemisa y Mayabeque

La carsificación no solo se produjo en este intervalo de cotas, a alturas superiores y a más profundidad la erosión cársica continúa pero a menor escala, en las cotas superiores se encuentran cavernas con un desarrollo limitado o mero fosilizadas, campos de lapiés, sumideros y dolinas vinculados a la zona de alimentación.

La alta densidad de formas de cársicas superficiales motivó que la red de drenaje fluvial se desmembrara y aparecieran sistemas de redes endorreicas hacia las depresiones principales, conformándose así la recarga natural del acuífero actual.

La descarga natural del acuífero se realiza por manantiales múltiples y difusos así como por niveles de cavernas entre los -10 m y -35 m en la plataforma del Golfo de Batabanó.

La zona de fluctuación y circulación de las agua del acuífero se realiza entre las cotas de 25 a -30 m. Los niveles de cavernamiento comprendido entre cotas de -35 m a -40 m facilitan a la Intrusión Salina Marina, mediciones realizadas en el Monitoreo de la Salinidad en la Cuenca Sur muestran que es predominante y reiterativa la profundidad de entre -30 a -40m como límite del agua dulce – agua salada.

d. Hidrogeología

El área de investigación del proyecto comprende parte de dos tramos hidrogeológicos de la Costera Sur: Artemisa-Quivicán (HS-3) y Batabanó (HS-4).

El complejo acuífero del Neógeno ha sido estudiado hasta una profundidad de 200 m aunque existen algunos pozos más profundos. Como ejemplo, podemos citar las calas perforadas por el MINBAS, para el proyecto de Aguas Profundas, que se encuentran situadas en la parte central del tramo y alcanzan una penetración en el acuífero de 540 m.

De acuerdo con estas *perforaciones* el complejo acuífero del Neógeno puede ser dividido en dos horizontes: el primero, superior, con un espesor de hasta 200 m, representado principalmente, de calizas carsificadas de la formación Güines con trasmisividades de 1 000 a 10 000 m²/d y, en algunos casos, aún mayores de 10 000 m²/d. El segundo, inferior, hasta 500 m, representado por calizas organógenas menos carsificadas *de* la formación Güines y por calizas arcillosas de transición de Güines a Cojímar, con trasmisividades menores de 100 m²/d.

El límite inferior del complejo acuífero del Neógeno no ha sido determinado, pero, según las investigaciones realizadas hasta el momento, es posible considerarlo mayor de 500 m. No obstante, el espesor de la zona realmente activa del acuífero del Neógeno coincide con el de las aguas dulces, que es de 40 a 50 m.

Teniendo en consideración las particularidades del régimen de las aguas subterráneas en el complejo acuífero del Neógeno es posible *dividirlo* en dos zonas principales. **Una primera zona** que se extiende al norte, desde la divisoria del escurrimiento subterráneo hasta la hidroisohipsa +5. En esta parte, las oscilaciones de los niveles varían en un ciclo hidrológico de 2 a 5 m siendo las cotas de los niveles de las aguas subterráneas de 5 a 100 m y los gradientes del flujo de 0,002 a 0,006 y, en la parte premontañosa, de 0,04. **La segunda zona** se extiende al sur desde la hidroisohipsa +5 hasta el límite con las aguas saladas, conformando una estructura hidrogeológica aproximadamente semi-circular limitada por fallas. En esta zona la amplitud de los niveles no es mayor de 1 m en un ciclo hidrológico y solamente cuando se producen grandes precipitaciones pueden llegar hasta 4 m como máximo. El flujo en esta zona es prácticamente llano, siendo los gradientes mínimos, los que llegan a alcanzar valores menores de 0,0001.

La dirección del flujo subterráneo en general es en dirección al mar, pero en la zona del Acueducto Cuenca Sur por la influencia de él, la dirección del flujo es noroeste sureste.

obstante en el pozo JICA 3 se realizó una prueba en el pozo con una profundidad de 50 m, después se continuó la perforación hasta los 80 m y se realizó la segunda prueba instalando la bomba a 74 m de profundidad.

En la tabla siguiente se observa los resultados de la prueba de bombeo:

Tabla 2-3: Tabla con los datos de las pruebas de bombeo de los pozos JICA

Pozo	Fecha	Q (L/s)	Nivel agua (m)	Nivel Dinámico (m)	Abatimiento (m)
JICA 2	21/02/2015	80,4	9,8	11,44	1,64
Pozo Observación (Distancia 13 m)			9,72	10,45	0,73
JICA 3	30/01/2015	80,4	33,08	33,57	0,49
Pozo Observación (Distancia 30 m)			33,29	33,68	0,39
JICA 3 (2da Prueba)	28/08/2015	80,4	33,65	34,21	0,56
Pozo Observación (Distancia 30 m)			33,79	34,23	0,44

A continuación se presenta el resumen de la determinación de los parámetros del acuífero en los pozos JICA calculados por los Métodos de Jacob para los pozos de bombeo y de observación, en las etapas de bombeo y de recuperación para los pozos JICA 2 y 3.

Tabla 2-4: Resumen de la determinación de los parámetros hidrogeológicos del acuífero en los pozos

Método de Cálculo	Pozo y Etapa	T (m ² /d)	S
JICA 2			
Método Jacob	JICA 2 (Etapa de Bombeo)	4257	0.35
	Etapa de Recuperación	4945	-
	Pozo Observación (Etapa de Bombeo)	4752	2.11E-02
	Etapa de Recuperación	4688	-
Método Theis	JICA 2 (Etapa de Bombeo)	5528	1.71E-02
	Pozo Observación (Etapa de Bombeo)	7877	3.39E-03
Formula aproximada de Logan	JICA 2 (bombeo escalonado)	17089	-
JICA 3 Primero Prueba (50m)			
Método Jacob	JICA 3 (Etapa de Bombeo)	8645	2.06E02
	Etapa de Recuperación	25974	-
	Pozo Observación (Etapa de Bombeo)	8645	3.44E-01
	Etapa de Recuperación	23219	-
Método Theis	JICA 3 (Etapa de Bombeo)	6032	5.08E02
	Pozo Observación (Etapa de Bombeo)	6718	1.66E-01
Formula aproximada de Logan	JICA 3 (bombeo escalonado)	32796	-
JICA 3 2da Prueba (80m)			
Método Jacob	JICA3 (Etapa de Bombeo) 2da Prueba	4918	1.20E03
	Etapa de Recuperación	10979	-
	Pozo Observación (Etapa de Bombeo)	4630	1,34E00

	Etapa de Recuperación	8764	-
Método Theis	JICA 3 (Etapa de Bombeo)	6582	5.51E02
	Pozo Observación (Etapa de Bombeo)	6187	1,26E00
Formula aproximada de Logan	JICA 3 (bombeo escalonado)	32105	-

e. Agua subterránea

Teniendo en consideración las particularidades del régimen de las aguas subterráneas en el complejo acuífero del Neógeno es posible dividirlo en dos zonas principales. Una primera zona que se extiende al norte, desde la divisoria del escurrimiento subterráneo hasta la hidroisohipsa +5.

En esta parte, las oscilaciones de los niveles varían en un ciclo hidrológico de 2 a 5 m siendo las cotas de los niveles de las aguas subterráneas de 5 a 100 m y los gradientes del flujo de 0,002 a 0,006 y, en la parte premontañosa, de 0,04.

La segunda zona se extiende al sur desde la hidroisohipsa +5 hasta el límite con las aguas saladas, conformando una estructura hidrogeológica aproximadamente semi-circular limitada por fallas.

En esta zona la amplitud de los niveles no es mayor de 1 m en un ciclo hidrológico y solamente cuando se producen grandes precipitaciones pueden llegar hasta 4 m como máximo.

El flujo en esta zona es prácticamente llano, siendo los gradientes mínimos, los que llegan a alcanzar valores menores de 0,0001.

La dirección del flujo subterráneo en general es en dirección al mar, pero en la zona del Acueducto Cuenca Sur por la influencia de él, la dirección del flujo es noroeste sureste.

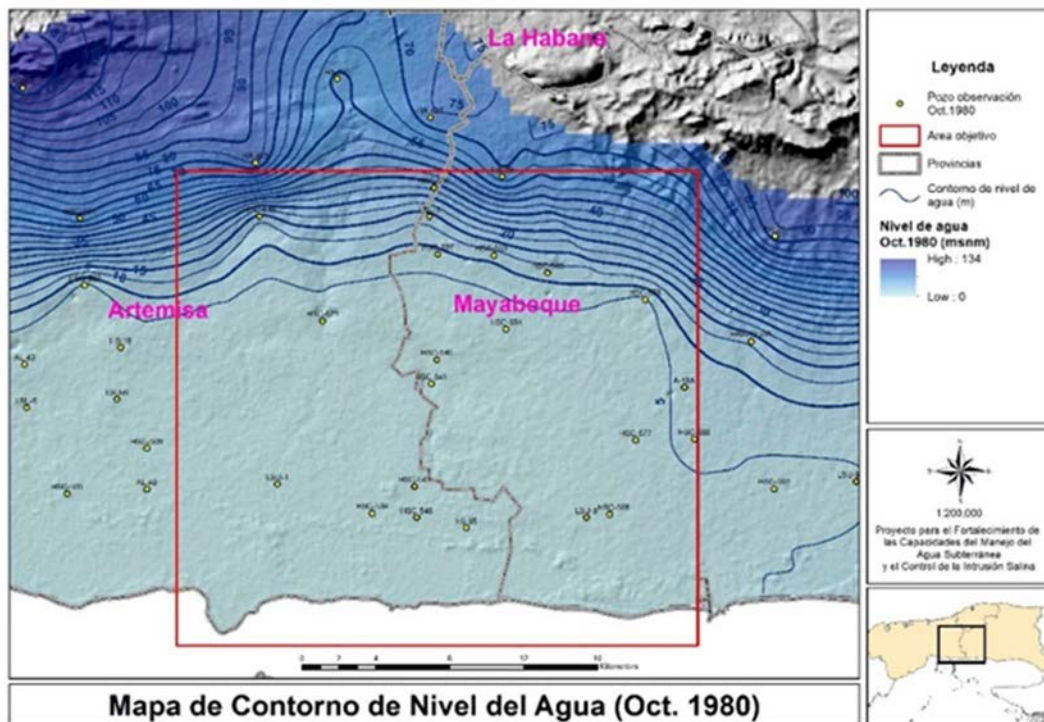


Figura 2-35: Mapa de contorno de nivel del agua (Oct. 1980)

2.3 Uso del Agua Subterránea

a. Introducción

Desde el punto de vista económico social el área de estudio forma parte de una de las zonas agrícolas más importantes de la región Occidental de Cuba, para la seguridad alimentaria fundamentalmente de la provincia y de la capital del país, todas las dependencias del Ministerio de Agricultura (MINAGRI) enclavadas en el área, se responsabilizan con la siembra de cultivos varios y a su vez en dicha zona, está enclavado uno de los acueductos de mayor cobertura de agua potable para la población de la ciudad de La Habana.

Debido al relieve litoral y a la carencia de una red hidrográfica el uso del agua superficial es prácticamente nulo, convirtiéndose el acuífero en la principal fuente de agua para el desarrollo de la zona.

En el área de estudio del Proyecto existen un total de 143 usuarios de agua de diferentes OACE (Organismos de la Administración Central del Estado) convirtiéndose en actores claves para la ejecución del Plan de Manejo.

Tabla 2-5: Usuarios de agua en el área de estudio

OACE	OSDE	No	USUARIO	MUNICIPIO
AZCUBA	Grupo Emp. Azcuba	1	CPA 17 de Mayo	Quivicán
		2	CPA 26 de Julio	Quivicán
		3	CPA Romárico Cordero	Quivicán
		4	UBPC Manuel Fajardo	Quivicán
		5	UBPC Pablo Noriega	Quivicán
		6	UEB Atención a Productores M.Fajardo	Quivicán
		7	UBPC J Gaspar G Gallo M.Fajardo	Quivicán
		8	UEB Central Azucarero Manuel Fajardo	Quivicán
		9	Cuba 9	Quivicán
		ICIDCA	10	ETICA
INRH	GEAAL. Mayabeque	11	Buenaventura	Bejucal
		12	Cuatro Caminos	Bejucal
		13	Aguacate	Quivicán
		14	Güiro Boñigal	Quivicán
		15	Güiro Marrero	Quivicán
		16	Paradero	Quivicán
		17	Santo Cristo	Quivicán
		18	Mi Retiro	Quivicán
		19	Yolando Glez 1	Quivicán
		20	Camacho	Batabanó
		21	Pedroso	Batabanó
		22	Pozo Redondo	Batabanó
	Aguas de la Habana	23	K21W1 (1)	Quivicán
		24	K21W2 (2)	Quivicán
		25	K22E1 (3)	Quivicán
		26	K23E1 (4)	Quivicán
		27	K23E2 (5)	Quivicán
		28	G1 (6)	Quivicán
		29	G2 (7)	Quivicán
		30	G3 (8)	Guira
		31	K24W1 (9)	Quivicán
		32	K24W2 (10)	Quivicán

		33	K24W3 (11)	Quivicán
		34	K26W1 (12)	Quivicán
		35	K26W3 (13)	Quivicán
		36	K26W4,5 (14)	Quivicán
		37	K26W6 (15)	Guira
		38	K26W7 (16)	Guira
		39	K26E2 (17)	Quivicán
		40	K26E4 (18)	Quivicán
		41	K26E5 (19)	Quivicán
	GEAAL	42	El Valle	San Antonio de los Baños
	Artemisa	43	La Encrucijada	San Antonio de los Baños
		44	Campamento	San Antonio de los Baños
		45	Mi Rancho	San Antonio de los Baños
		46	Amparo	Alquizar
		47	Bejerano	Alquizar
		48	Guanimar	Alquizar
		49	La Europa	Alquizar
		50	Las 400	Alquizar
		51	Mayorquín	Alquizar
		52	Pulido	Alquizar
		53	Cajío	Guira de Melena
		54	El Gabriel	Guira de Melena
		55	Guira Nuevo	Guira de Melena
		56	Guira Viejo 1	Guira de Melena
		57	Guira Viejo 2	Guira de Melena
		58	La Cachimba	Guira de Melena
		59	Zona de Desarrollo	Guira de Melena
MINAGRI	EA 19 de Abril	60	EA 19 de Abril	Quivicán
		61	CCS 2da Declaración	Quivicán
		62	CCS 30 de Noviembre	Quivicán
		63	CCS Antonio Guiteras	Quivicán
		64	CCS Camilo Cienfuegos	Quivicán
		65	CCS Abel Santa María	Quivicán
		66	CCS Cuba Socialista	Quivicán
		67	CCS Eduardo García	Quivicán
		68	CCS Fructuoso Rguez	Quivicán
		69	CCS José A. Echeverría	Quivicán
		70	CCS José Luis Tasende	Quivicán
		71	CCS Juan M Marquez	Quivicán
		72	CCS Julio Trigo	Quivicán
		73	CCS Manuel Ascunse	Quivicán
		74	CCS Martires de Barbados	Quivicán
		75	CCS Nicomedes Corvo	Quivicán
		76	CCS Van Troy	Quivicán
		77	CPA Pedro Lantigua	Quivicán
		78	CPA Pedro Rguez Santana	Quivicán
		79	Granja Urbana	Quivicán
		80	IPA Fructuoso Rodriguez	Quivicán
		81	UBPC Manuel Isla	Quivicán
		82	UBPC William Soler	Quivicán
	EA Guira de Melena	83	UPR Vavilot	Guira de Melena
		84	ACTAF Provincial Guira	Guira de Melena
		85	EA Guira Servicios Técnicos	Guira de Melena
		86	EA Guira Granja Urbana	Guira de Melena
		87	Autoconsumo ANAP	Guira de Melena

		88	CCS Iero de Mayo	Guira de Melena
		89	CCS Camilo Cienfuegos	Guira de Melena
		90	CCS Frank País	Guira de Melena
		91	CCS Niceto Pérez	Guira de Melena
		92	CCS Antero Regalado	Guira de Melena
		93	CCS Nguyen Van Troy	Guira de Melena
		94	CCS Raul Cepero Bonilla	Guira de Melena
		95	CCS Viet Nam Heróico	Guira de Melena
		96	CCS Ubaldo Díaz Fuente	Guira de Melena
		97	CPA Amistad Cuba Países Nórdicos	Guira de Melena
		98	CPA Niceto Pérez	Guira de Melena
		99	CPA Ubaldo Díaz Fuente	Guira de Melena
		100	UBPC Héroes de Bolivia	Guira de Melena
		101	UBPC Héroes de Yaguajay	Guira de Melena
	EA Alquizar	102	UCTV Experimental de campo	Alquizar
		103	UEB Plantas Medicinales	Alquizar
	Centros de Investigación	104	IIH Liliana Dimitrova	Quivicán
	TABACUBA	105	Resecadora de Tabaco	Quivicán
	Empresa Avícola Quivicán	106	Granja Avícola La Soria	Quivicán
		107	Granja Avícola La Mariana	Quivicán
		108	Granja Avícola San Agustín	Quivicán
		109	Granja Avícola Tamaulipa	Quivicán
		110	Granja Avícola Victoria de Girón	Quivicán
		111	Granja Avícola LPV	Quivicán
		112	Gja Avícola Pedroso	Batabanó
	Emp. Porcino Habana	113	Porcino Quivican	Quivicán
		114	Porcino Los Baez	Quivicán
	EA Batabanó	115	CCS Juan B. Ruiz	Batabanó
		116	CCS Santiago Castañeda	Batabanó
		117	UBPC Ruben Marichal (Bat)	Batabanó
MINAL	Emp. Doña Delicias	118	Emp Conservas Caribe(Quivican)	Quivicán
	Emp. Bebidas y Licores	119	Fábrica de Ron	Guira de Melena
MINCIN	Comecio Interior	120	Establecimiento 202 Frigorífico Abel Sta María	Guira de Melena
MINFAR	EAMilitar Oeste	121	GMI 17 de Abril	Quivicán
		122	GMI La Magela	Quivicán
		123	GMI Camacho	Batabanó
	EAMilitar Oeste	124	GMI Los Moros	Guira de Melena
		125	GMI Barnet	Guira de Melena
		126	GMI Sonrisa de la Victoria	Guira de Melena
MININT	Emp. CH-1	127	Granja Integral Quivican	Quivicán
		128	Granja El Laurel	Quivicán
		129	Gja Unión Quiv	Quivicán
		130	Granja Camilo Cienfuegos	Quivicán
		131	Granja Baragúa	Quivicán
		132	Granja El Cafetal	Quivicán
	Centro de Prisiones	133	PROVARI Quivicán	Quivicán
		134	Penal Quivican	Quivicán
		135	Campamento Inocencio	Batabanó
	Emp. Agrop Industrial El Coral	136	Finca Corralillo	Alquizar
		137	Finca La Celita	Alquizar
138		Finca La Esperanza	Alquizar	
139		Finca Novedades	Alquizar	

MINENM	Empresa Eléctrica	140	UEB Generación Este Quivicán	Quivicán
MINED	MINED	141	Escuela Nac. de Cuadros de la ANAP	Guira de Melena
		142	UAC Educación y Cultura	Guira de Melena
MES	MES	143	Instituto Superior Rubén M. Villena	Alquizar

Tabla 2-6: Resumen de usuarios de agua por organismos

ORGANISMO	USUARIOS Mayabeque	USUARIOS Artemisa	ÁREA PROYECTO JICA	SERVICIO o PRODUCCIÓN
INRH	31	18	49	acueductos para abasto humano
AZCUBA	10	0	10	azúcar y mieles
MINAGRI	37	21	58	viandas, granos y hortalizas y otros
MINAL	1	1	2	vegetales y frutas en conserva y licores
MINFAR	3	3	6	viandas y granos
MININT	9	4	13	viandas y granos y otros abastos
MINEM	1	0	1	generación de electricidad
MINED	0	2	2	educación
MINCIN	0	1	1	comercio Interior
MES	0	1	1	educación superior
TOTAL	92	51	143	

Fueron inventariados un total de 711 pozos de explotación vinculados con la explotación del agua subterránea para el desarrollo económico y social en el área incluyendo los pozos de apoyo al canal Pedroso-Güira.

Tabla 2-7: Censo de pozos de explotación en el área de estudio

No	ACTIVIDAD	Organismo	Subordinación	Propetario	Coordenada		Diámetro pulg ó m	Gasto (l/s)	Horas explotación diarias
					x	y			
1	AGRICU LTURA	MINAG	CCS 2da Declaración (Quivicán)	Esteban Hernández	356187	330470	0,53	20	8
2				Roberto Hernández	352360	333960	0,53	18	8
3				Antonio Díaz	357140	334050	0,53	18	6
4				Silvestre Acosta	357057	332597	0,41	20	10
5				Felix Acosta	360189	330408	0,41	30	10
6				Nivaldo Hernández	355386	330794	0,41	30	8
7				Simón González	356397	331714	0,41	18	6
8				Epifanio Mesa	357308	332826	0,41	18	6
9				Alejandro Sanchez	354514	331849	0,41	18	8
10				Juan Valdéz	355932	331981	0,41	18	8
11				Felicia C. Hernández	355703	330728	0,41	18	6
12				Gregorio González	355550	330844	0,41	18	6
13				Juan J. Hernández	354057	331491	0,41	18	6
14				Antonio García	356567	332625	0,41	18	6
15				Orlando Alfonso	353919	331450	0,41	18	6
16				Lázaro Acosta	355415	331636	0,41	18	8
17				Eraclio Mesa	355656	332063	0,41	18	6
18				Guillermo Alonso	354550	330670	0,53	18	12
19				Juan C. Lemus	356096	331224	0,53	18	8
20				Zoe Rivero	356614	332641	0,53	20	12
21				Urbano Rodríguez	354802	334444	0,41	18	8
22				Agustín Hernández	355560	330930	0,41	18	6
23				Humberto Matrinez	356325	330791	0,41	18	6
24				Servilio Soca	353473	330445	0,41	18	12

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

25			Pedro Ileso	356969	331529	0,46	18	6
26			Nicasio Rodríguez	356410	330228	0,46	20	6
27			Jesúa R. Mozegui	354196	335726	0,46	20	12
28			Ramón Espinosa	356068	331504	0,41	30	10
29			Carlos Malagón	355499	331243	0,41	18	6
30			Tierra Colectiva	355417	330492	0,41	20	12
31			Raul Reyes	355414	336988	0,41	18	10
32			Francisco Barreto	355917	330533	0,41	20	6
33			Elsa M. Cruz	355207	329676	0,53	18	6
34			Domingo Roque	355741	330825	0,41	18	8
35			Jesus Fortes	360260	334240	0,50	60	8
36			Jesus Fortes	359970	333840	0,50	60	6
37			Jesus Fortes	359550	334400	0,40	30	7
38			Eligio Fortes	360180	334540	0,50	65	12
39			Bernardo Diaz	357820	335260	0,50	45	10
40			Bernardo Diaz	358030	336200	0,50	65	8
41			Sixto Rodriguez	359800	333250	0,50	75	12
42			Francisco Beltran	360060	333180	0,40	25	10
43			Miguel A Corvo	359820	334200	0,40	45	12
44			Benito Fortes	359900	334200	0,50	80	10
45			Isidro Hernandez	359480	334720	0,30	45	12
46			Israael Bobey	359900	336480	0,40	65	8
47			Josefa Rivero	359480	337980	0,40	15	8
48			Israael Dominguez	358730	338900	0,50	45	12
49			Gilberto Martinez	358200	339700	0,50	45	8
50			Armando Rodriguez	356900	339350	0,40	25	12
51			Adelfa Ravelo	357200	339520	0,40	12	12
52			Eladio Rabelo	358780	337540	0,40	15	10
53			Jesus Perez	360100	336780	0,40	30	10
54			Matias Martinez	357040	336250	0,50	30	12
55			Roberto Reyes	350510	337100	0,50	45	8
56			Enma Coypell	358240	332680	0,50	65	8
57			Pedro A. Beltrán	358710	333340	0,50	75	6
58			Pedro A. Beltrán	358780	332220	0,50	75	8
59			Pedro A. Beltrán	357500	332220	0,25	20	1
60			Jesús Gonzalez Martínez	359080	333980	0,40	30	4
61			Diego Martínez	354650	341300	0,5	10	3
62			Iliana F. Hernández	351800	342000	0,5	12	2
63			Félix J. Hernández	354025	341800	0,4	12	3
64			Antonio Viera	353700	341850	0,4	12	3
65			Francisco Maristán	353850	341325	0,5	12	3
66			José Rosendo Hernández	354025	340175	0,4	12	2
67			Domingo O. Dominguez	353675	341175	0,4	12	2
68			Pedro Linares	354250	341600	0,5	12	4
69			Raúl Morejón	356080	340715	0,5	12	4
70			Romelio B. Rodríguez	353500	341400	0,5	12	4
71			Manuela Martínez	352350	341550	0,5	12	4
72			Segundo G. Chavez 1	355150	338560	0,4	20	4
73			Segundo G. Chavez 2	356125	338250	0,5	45	6
74			Segundo G. Chavez 3	355820	338125	0,5	45	6
75			Roberto León	355000	342125	0,3	20	4
76			Reynaldo Valiente	354800	342820	0,3	15	2
77			Eladia Capote	353600	342175	0,3	12	2,5

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

78			Odalís Cabrera	353200	341425	0,3	10	3
79			Braulio Cartaya	352925	341500	0,4	15	3,5
80			Ramón González	353750	341850	0,3	12	2
81			Timoteo J. García	352350	342000	0,3	12	2,5
82			Simón E. Domínguez	354200	340650	0,3	15	3
83			Servilio Estévez	355410	341900	0,3	12	3,5
84		CCS Fructuoso Rguez (Quivicán)	Máximo Sixto Pérez	355295	338000	0,6	27	8
85			Máximo Sixto Pérez	355575	338150	0,5	27	8
86			Lázaro Alonso	363650	332275	0,4	22	3
87			Rigoberto Cámara	365000	330450	0,4	22	3
88			Fidel Rodríguez	364250	332700	0,6	28	5
89			Eugenio C. Díaz	366900	332000	0,4	18	5
90			Policarpo Rodríguez	366860	332275	0,4	18	2
91			Oscar Díaz	366250	331125	0,4	27	6
92			Pascual González	366340	333525	0,4	18	5
93		CCS José A. Echeverría (Quivicán)	Severino Medina 1	354360	329200	4"	18	2
94			Severino Medina 2	354330	329340	8"	55	4
95			Carmelina Socas	353780	329725	4"	20	5
96			Ramó Llanes	353425	328630	3"	15	2
97			Aurelio Cruz	353275	330575	6"	30	5
98			Sergio Amable	352680	330575	4"	20	3
99			Antonio Morales	352330	330352	6"	40	4
100			Serafín Morales	352490	330425	6"	40	4
101			Severino Beceiro	351575	330525	6"	30	3
102			Guillermo Espinosa	354175	330300	4"	18	2
103			Eriberto Mederos	349900	330350	8"	55	6
104			Dora Rabelo	349550	330400	4"	20	2
105			Juan Hernández	349975	331000	8"	75	5
106			Miguel Díaz	351650	330700	3"	15	5
107			Dario Triana 1	351600	331450	8"	60	5
108			Dario Triana 2	351080	331030	6"	30	5
109			Eduardo Acosta	351130	332125	4"	20	7
110			José Rabelo	351225	332000	6"	40	4
111			Justo Maristán 1	352060	332840	6"	45	5
112			Justo Maristán 2	351840	332880	6"	30	4
113			Homero Rodríguez	351840	333100	4"	20	3
114			Rogelio González	352290	331250	4"	20	7
115			Ricardo Castillo	352670	333075	4"	20	7
116			Orlando González	352275	333130	4"	20	6
117			Roberto González	352400	333980	6"	35	6
118			María F. Reyes	351200	333975	4"	20	6
119			Tania M. Avila	350480	337025	4"	20	4
120			Gonzalo Rodríguez	350100	336500	4"	20	6
121			Alberto Maristán	349450	335250	6"	45	4
122			Israel Domínguez 1	354975	336975	6"	45	5
123		Israel Domínguez 2	355700	336780	6"	35	3	
124		Manuel Espinosa	354220	330325	8"	50	4	
125		Uso Colectivo	352050	334100	4"	20	4	
126		Israel González	355980	336200	8"	30	4	
127		CCS José Luis Tasende (Quivicán)	Pedro Alonso	360375	336910	0,4	20	3
128			Avelino Díaz	361175	336375	0,4	20	1
129			Petrona Delia	362675	336550	0,5	18	2
130			Vicente Viera	361300	336000	0,5	38	3
131			Rolando Cuellar	362500	336300	0,4	18	4
132			Enrique Lorenzo	365810	337080	0,4	18	4

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

133			José Hernández	366080	335700	0,4	19	2
134			Angel Candelario	365500	336860	0,4	18	2
135			Rolando Díaz	365900	336090	0,2	10	3
136			Lázaro Claro	364775	337525	0,4	20	3
137			José M. Llanes	363030	334685	0,4	20	3
138			Marcial Díaz	361125	336450	0,4	20	1
139			Luis Viera	362625	336550	0,4	20	5
140			Robeto Álvarez	362135	336075	0,4	20	1
141			Obdulio Martínez	364585	337250	0,3	17	5
142			Lázaro Santos	364750	335825	0,3	18	1
143			Roberto Rodríguez	361170	333074	0,2	10	4
144			Nelson González	360175	331000	0,2	30	12
145			Evaristo Acosta	360130	330400	0,2	20	16
146			Ana M. Campos 1	360365	332735	0,2	45	6
147			Ana M. Campos 2	360425	332800	0,2	45	10
148			José L. Pedroso	360780	332375	0,2	45	16
149			Angelito Llanes	361000	331300	0,5	45	16
150			Caridad Ramos	360575	331400	0,2	30	7
151			Fernando Arroyo	361250	331380	0,2	30	4
152			Nancy Robira	362100	329400	0,16	20	12
153			Alfredo Franco 1	362510	328325	0,18	10	4
154			Alfredo Franco 2	362325	328250	0,18	10	10
155			Alfredo Franco 3	362525	327460	0,16	35	8
156			José M. Blanco	362000	327750	artesiano	28	16
157			Juan M. Pérez	360395	331190	0,2	60	6
158			Nicasio L. Martínez	356750	330075	0,5	20	4
159			Romelio Martínez 1	339060	330600	0,5	20	2
160			Romelio Martínez 2	359610	330630	0,5	20	4
161			Oswaldo González	357200	330300	0,4	18	3
162			Juan Padrón	356900	330100	0,5	20	5
163			Efraín Rspinosa	357980	330400	0,4	18	4
164			Eduardo Viera	358800	331025	0,5	20	4
165			Miguel González	359125	330780	0,5	20	4
166			Porfirio Llanes	357195	331100	0,5	25	6
167			Felipe Cruz	356350	330250	0,5	20	6
168			Rodrigo Méndez	357250	328650	0,5	20	3
169			Humberto Acosta	358075	329175	0,3	18	3
170			Loida Castro	359175	329150	0,5	20	2
171			Roberto Hernández	359125	329250	0,4	18	2
172			Carmen Marquez Rivero	360025	336500	0,4	15	6
173			Abilio Martínez	357700	339100	0,4	20	4
174			Severo Rodríguez	357565	339380	0,4	20	4
175			Edelvis González Nuñez	357365	339400	0,5	40	5
176			José M. Gutierrez	358140	339575	0,5	30	8
177			Zaida Viera Alonso	358825	339995	0,4	20	6
178			Orlando Martínez Jorge	358210	339650	0,4	40	4
179			Armando Rodríguez	356970	339400	0,4	20	4
180			Paula A. Rabelo	357225	339475	0,4	12	5
181			Lázara Rabelo	358775	337525	0,4	15	6
182			Jesús Pérez Pérez	360050	336400	0,4	30	6
183			Pedro Sánchez Pérez	359700	336555	0,4	30	5
184			Matías Martínez Hernández	359075	336000	0,4	30	8
185			Pedro R. Martínez	357495	336698	0,5	60	6

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

186			Francisco M. Martínez	359900	336360	0,3	20	8
187			Jorge Romero Medina	358165	338025	0,5	50	4
188			Arnaldo Z. Valladares	357800	336365	0,4	20	3
189			José S. Alonso	359725	336950	0,4	20	6
190			Jesús Colón Sánchez	359500	336570	0,4	20	6
191			Rosalina López	359675	336900	0,4	20	6
192			Luis Delgado Ribot	359675	336990	0,4	20	6
193			Israel Domínguez	358700	338825	0,4	20	4
194			Francisco Hernández	359650	336755	0,4	18	5
195			Raúl A. Cuellar	361440	336500	0,4	18	5
196			Silvestre Cabezas	357725	338700	0,4	18	4
197			Vladimir Hernández	358468	338215	0,5	30	9
198			Humberto Fonseca	362660	333750	0,4	20	6
199			Reynaldo Escobar	356125	339180	0,5	30	6
200		CPA Pedro Rodríguez Santana	CPA Pedro Rodríguez San 1	351590	331840	6"	30	8
201			CPA Pedro Rodríguez San 2	351920	331780	6"	45	8
202			Juan Emilio	365250	325575	4"	20	8
203			Aurelio González	365250	324250	6"	45	8
204			Lázaro Delgado	365780	324915	3"	10	8
205			Leonel Báez	366025	325650	6"	45	7
206			Alejandro González	365225	328925	4"	25	8
207			Miguel Martínez	365750	327475	3"	10	8
208			Leoncio Barrios	366855	327220	4"	25	8
209			Fernando Lugo 1	367775	326180	4"	25	8
210			Fernando Lugo 2	367525	326375	4"	20	6
211			Francisco Navarro	366475	326200	6"	36	6
212			José Delgado	363510	324250	6"	45	7
213			Gustavo Pérez	364850	327250	6"	30	8
214			Finca Colectiva	366225	326260	4"	29	8
215			Cirilo González	365240	325575	4"	20	8
216			José Baez	365875	325625	4"	26	8
217		CCS Juan B. Ruiz (Batabano)	Jesús Díaz	363455	326460	6"	40	8
218			Benancio Lozada	367350	324450	4"	20	7
219			Isidro Marquez	365700	326750	4"	20	7
220			Michel Cantero	367075	324350	4"	20	7
221			Odalia Lozada	367000	324560	4"	20	8
222			Ramón Cruz	365910	327035	4"	20	6
223			Eladio Sánchez	365100	325225	4"	20	8
224			Ramón Duran	365100	325130	4"	10	8
225			Leosvany Losada	366860	324560	4"	20	6
226			Joaquín Valdéz	366130	325250	4"	20	6
227			Felix Hernández 1	366600	324357	4"	20	8
228			Felix Hernández 2	366775	324950	4"	20	8
229			Fernando Sánchez	364975	326600	4"	20	8
230			Julián González	365325	326725	6"	30	8
231			Luis Salgado	366450	324560	4"	20	6
232			Manuel Espinosa	363550	326250	4"	20	8
233			Pedro Llanes	365525	325950	4"	20	8
234		CCS Deris Gracia (Bat)	Agustín	368000	323410	4"	20	8
235			Frank Dias	367215	323100	6"	45	8
236			José Lago	367483	322845	6"	30	8
237			CCS	367862	323754	6"	45	8
238			Ruperte Avila	367258	322065	6"	45	8
239			Nesto Granado	366030	323830	10"	160	8

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

240			Evelio Dias	367495	322120	10"	160	8
241			Norberto Saabedra	366250	325380	6"	45	8
242			Pablo Guerra	366295	323580	8"	75	8
243			Felix Nuñez	367750	322050	8"	75	8
244			Daniel Roz	367200	323620	8"	75	8
245			Raul Dias	368290	322260	6"	45	8
246			Rogelio Hdez	367250	323261	6"	45	8
247			Gerardo Caraballo	368500	323000	6"	30	8
248			Gilberto Caraballo	368800	322450	6"	30	8
249			Roberto Alfonso	368920	322010	6"	45	8
250			Arcenio Alfonso	368020	322110	4"	20	8
251			Ramón Caraballo	369250	323080	4"	20	8
252			David Montero	369750	322190	10"	100	8
253			Cheito	363250	324850	6"	45	8
254			Los Medinas	366750	324725	8"	75	8
255		CCS Eduardo Elfonso (Bat)	Eladio Dias	366350	329789	6"	30	8
256		CCS 9 de Abril (Bat)	1	367100	327200	6"	45	8
257			2	366595	326820	6"	30	8
258			3	369200	328450	6"	30	8
259			4	367590	331850	6"	45	8
260		CCS Niceto Pérez (Bat)	Fc Colectiva	367566	323850	4"	20	8
261			Eddy Medero	368025	323345	4"	20	8
262			Leonardo D	366860	323265	8"	75	6
263		CCS Rubén Marichal (Bat)	Yoel martines	360204	326110	6"	45	6
264			Tonito	361252	322151	8"	75	6
265			Tomas	360310	322450	8"	75	6
266			Jorge Felix	361500	322150	8"	75	6
267			Alexander	361910	322150	8"	75	6
268			Alfredo	359950	322150	4"	20	6
269			Miguel	360452	323520	4"	18	6
270			Ernesto	360090	323680	8"	75	6
271		CCS Pablo Noriega (Bat)	Elier Valdez	367500	328150	6"	45	10
272			Rolando V	366810	328700	4"	20	8
273			Los Isleños	368150	329300	6"	50	4
274			Los Cabezas	368160	329500	8"	60	6
275			Alberto Garcia	366710	329900	6"	30	8
276			Ismael Delgado	367850	329560	4"	18	8
277			Fca Colectiva	367450	329600	4"	10	8
278			Agustín Alfonso	368195	330050	6"	45	8
279		CPA 9 de Abril (Bat)	Dionicia	367900	320850	6"	45	8
280			Chita Maceo	366750	320200	4"	20	8
281			Fca Colectiva	365950	321020	4"	18	8
282		CPA Alianza Obrero Campesina (Bat)	Huerto	366803	321820	6"	45	8
283			Pereda	368600	323620	8"	75	8
284			Mameyal	367010	322250	8"	75	8
285			La Bertica	366395	323690	6"	45	8
286			La Vaqueria	365980	322560	6"	30	8
287			Huerto Grande	366795	322150	8"	60	8
288		CPA Manuel Ascunce (Bat)	Peralta	366850	320890	10"	100	8
289			Pescoson	366490	320900	6"	45	8
290			Berro 2	367300	320415	8"	75	6
291		Granja Urbana Batabanó (Bat)	Anofre	366010	321450	4"	20	6
292			Alberto Dias	368820	328490	6"	30	6
293			EB 32	367210	328680	4"	20	6
294			Arroz	368786	324650	3"	10	6

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

295			14	369990	330750	6"	45	6
296			35	368150	326650	6"	45	6
297			37	368510	326500	6"	50	6
298		Gja Avícola Pedroso (Batabano)	Gja Avic. Pedroso	364970	323530	0,2	10	3
299		UBPC Ruben Marichal (Bat)	El Quintero	366750	321980	0,6	45	8
300			Pedroso	365590	321640	0,6	50	8
301			Loredo	343534	328538	6"	45	8
302		CCS 1ero de Mayo (Guira de Melena)	Eugenia Margarita Zaldivar	343506	328386	6"	45	8
303			David Suarez Ramos	343042	329544	6"	50	10
304			María E. Cecilia Otero	344641	329003	8"	60	16
305			Secundo González Chirino	344997	327697	6"	45	8
306			Secundo González Chirino	344950	327612	6"	45	8
307			Secundo González Chirino	344830	327367	8"	75	16
308			Orlando Ruisanchez Felipe	344534	327813	8"	75	8
309			Orlando Ruisanchez Felipe	344226	327831	10"	220	16
310		CCS Raúl Cepero Bonilla (Guira de Melena)	Bernardo	344005	327999	6"	45	10
311			Maximino González	343962	329102	4"	20	6
312			Maximino González	343782	329163	6"	45	10
313			Paula M González	343200	328836	6"	30	10
314			Lourdes Días García	343217	329005	6"	45	24
315			Pedro	343137	328997	6"	45	9
316			Arnaldo Pino Rosquete	342922	328812	10"	160	8
317			Lázaro Pino acosta	342759	329229	10"	160	18
318			Arnaldo Pino Rosquete	344734	327184	6"	45	8
319			Juana E Capote	345048	327250	8"	75	8
320			Severo Sánchez Días	342997	327788	8"	150	8
321			Héctor Carvajal	343142	327507	8"	75	10
322			Andrés Carvajal	343321	327921	6"	45	8
323			Miguel Carvajal	343247	327942	6"	60	8
324			Jorge L González Domínguez	343065	327984	6"	45	8
325			alejandrina Domínguez	343093	328191	6"	60	8
326			Juan M Jorge García	343224	328144		25	4
327			Milagros Montesinos	345229	329285	8"	75	8
328		CCS Camilo Cienfuegos (Guira de Melena)	Pedro Luis González	343133	328483	8"	220	8
329			Pedro Luis González	342688	328553	8"	75	8
330			Pedro Luis González	342660	328545	8"	75	10
331			Octavio Domínguez	342631	328416	8"	75	9
332			Tranquilino Echevarría	342522	328863	8"	75	8
333			Merandi Capote	342363	328164	8"	60	8
334			Merandi Capote	342473	328300	8"	75	10
335			Amado r Domínguez Estévez	342750	328246	8"	60	8
336			Juan Musibay Lemus	342091	328084	8"	75	10
337			Pedro Rosquete Domínguez	342393	327745	10"	200	8
338			Pedro Rosquete Domínguez	342395	327738	6"	60	8

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

339			Pedro Rosquete Domínguez	342667	327820	6"	45	8
340			Pedro A Ortega	341998	327397	8"	75	8
341			Pedro A Ortega	342093	327516	8"	75	8
342			Ismael Rop	342200	328356	8"	75	10
343			Primo F. Martínez Martínez	346456	323004	6"	45	10
344			Primo F. Martínez Martínez	346456	323004	6"	30	8
345			Primo F. Martínez Martínez	346340	323024	6"	45	8
346			Francisco J. Rodríguez Galindo	346718	323957	10"	120	8
347			José M. Márquez Trujillo	347429	323261	6"	40	8
348			Frank Leal González	348060	322846	6"	45	8
349			Finca Colectiva	348398	322818	6"	60	8
350			Juan G. Ortega	348968	322758		25	8
351			Miguel Díaz Piedra	348862	322482	8"	75	8
352			Miguel Díaz Piedra	348849	322348	6"	30	8
353			Carlos Piedra González	352778	322302	6"	30	8
354			Fermín Piedra González	352616	322328	6"	30	8
355			Neyda Tabares Díaz	352585	322125	6"	45	8
356			Neyda Tabares Díaz	352734	322103	6"	45	8
357			Antonio N. Cordoba Sicle	352557	321972	8"	60	8
358			Juan Argelio Tabares Díaz	352353	322388	8"	75	8
359			Juan Argelio Tabares Díaz	351947	322204	6"	45	8
360			Juan Argelio Tabares Díaz	351820	322038	6"	60	8
361		CCS Frank País (Guira de Melena)	Nelson Cordoba	351752	322457	6"	45	8
362			Silvino Muñoz González	351637	322177	6"	45	8
363			Juan Ramón Tabares Díaz	351830	322373	6"	45	8
364			Rafaela Matos Ordeñez	351527	322464	6"	30	8
365			Arturo Fernández Viera	351373	322479	6"	30	8
366			Arturo Fernández Viera	351172	322504	6"	60	8
367			Encarnación Muñoz	351289	322067	6"	45	8
368			Encarnación Muñoz	351205	322101	6"	45	8
369			Fernando Leal Hernández	350843	322507	6"	60	8
370			Frank Leal González	350728	322103	6"	45	8
371			Frank Leal González	350860	322074	6"	45	8
372			Rubén Pérez Leyva	350739	322490	6"	40	8
373			Víctor R. Cabrera González	350653	322560	8"	60	8
374			Víctor R. Cabrera González	350543	322437		40	8
375			Jorge Luis Yumat Rodríguez	350413	322579		40	8
376			Raudel Pérez Ravelo	350271	322379		27	8
377			Ramón A. Muñoz Álvarez	350354	322205		40	8
378			Raudel Pérez Ravelo	350023	322576		27	8
379			Raudel Pérez Ravelo	350091	322365		60	8

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

380			Pablo Daniel Arias Gutiérrez	349945	322612		30	8
381			Feliberto Leal Rodríguez	349762	322600		45	8
382			Eustasio Pedraza Pedraza	349434	322679		27	8
383			Juan Julio González Trujillo	349349	322713		45	8
384			Agustín N. Piedra Piedra	346642	322988		45	8
385			Agustin Noel Piedra Piedra	346508	323004		60	10
386			Eduardo Edel Yero Agüero	345986	323056		40	8
387			Daniel Cirilo González Chirino	345996	323256		60	8
388			Manuel Hernández Hernández	347392	323803		75	8
389			Ciro Núñez Hernández	344059	323266		27	8
390			Ciro Núñez Hernández	344449	323222		27	8
391			Wilfredo A. Leal Hernández	345076	323492		45	8
392			Hirán González Barrios	347038	322891		45	8
393			Eurelio Leal Díaz	344448	323496		30	8
394			Eurelio Leal Díaz	344071	323555		30	8
395			Gliser Perez San Juan	344616	323475		75	8
396			Saturnino I. Sánchez Barrio	343844	323091		40	8
397			Lazaro O. González Oliva	343590	323113		30	8
398			Rafael Perez Camacho	343498	323150		45	8
399			Manuel Amaro Quintero	342948	323388		45	8
400			Leonardo Amaro Álvarez	342805	323441		27	5
401			Francisco Álvarez Millo	340049	324598		30	5
402			Raúl Rivera Lores	343934	323683		45	8
403			Pedro Betancourt Rodríguez	347369	322894		45	8
404			Julio Hernández Santos 1	347460	322891		45	8
405			Julio Hernández Santos 2	347555	322878		45	8
406			Solicitada por la 300	347825	322878		30	8
407			Norberto Carbonell	345078	327221	8"	75	8
408			Emilio González	344827	326942	6"	45	18
409			Luis Leal Domínguez	342708	330413		50	12
410			Luis Leal Domínguez	342599	330922		45	9
411			Arnaldo Rodríguez Hernández	343660	330622		60	12
412			Bernarda A Saavedra González	344096	330406		40	12
413			Granja Urbana	344162	330548		30	12
414			Justo E Cabarro Martínez	344399	330774		75	12
415			Justo E Cabarro Martínez	344391	330927		75	8
416			Raymundo Leal Rodríguez	343495	330385		75	10
417			Félix Fernández Chávez	343478	330368		75	8

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

418			Félix Fernández Chávez	343843	329768		45	5
419			Higinio Sánchez Sánchez	343641	329839		45	8
420			Pastor Rodríguez Salgado	343409	329955		75	8
421			Irino Obdulio Leal Carrillo	343410	329952		75	8
422			Irino Obdulio Leal Carrillo	343452	329944		45	5
423			Juan Sánchez	343042	329983		150	9
424			Milagros Barreto	343070	329955		35	10
425			Estrella García Otero	342837	330000		45	11
426			Estrella García Otero	344145	329063		40	7
427			Rolando Martínez Menéndez	346151	330778		75	8
428			Rolando Martínez Menéndez	344355	329148		60	8
429			Rolando Martínez Menéndez	342828	329747		75	12
430			Jorge Suarez Rodríguez	342828	329747		45	8
431			Isaac Felipe Borrego Ramos	342753	329588		45	8
432			Anselmo E Mauri	342697	329402		35	8
433			Yulien Castro Estévez	342611	329421		45	8
434			Felino de la C Chávez González	343589	328768		30	4
435			Juan Piedra	355267	321755		30	8
436			Erik Piedra Torres	354864	321892		10	8
437			Félix Pupo Torres	354738	321892		10	8
438			Félix Pupo Torres	354724	321809		25	8
439			Carlos Manuel Leal Piedra	354545	321927		45	8
440			Bárbaro Piedra	354182	321989		45	8
441			José Ramón González Piedra	353973	322027		30	8
442			José Ramón González Piedra	353891	321798		45	8
443			Pedro González Díaz	353484	322151		45	8
444			Tomás Rodríguez Garbes	353341	322075		30	8
445			Baudilio Rodríguez Garbes	353411	322124		15	8
446			Amado Piedra González	353009	321626		27	8
447			Amado Piedra González	353085	321591		30	8
448			Bernardo	344633	327035		45	8
449			Jorge Silva Monnos	344338	327418		75	8
450			Jorge Silva Monnos	344065	327629		160	8
451			Carlos Montesinos	344074	327471		75	8
452			Carlos Montesinos	343979	327272		45	8
453			Dionisio J Martínez González	344418	326828		45	8
454			Rosa Tomasa López	344307	327737		45	12
455			José Alberto Soca	344520	326753		45	8
456			Mario Fiandor Galindo	343953	327185		75	8
457			Mario Fiandor Galindo	343833	327247		30	8
458			Julio F Capote	343348	327123		75	8
459			El chino	343471	327669		75	10

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

460			Osviel Fiandor	343137	327226		75	10
461			Osviel Fiandor	342931	327348		75	8
462			El Coco 1	344813	329064		75	8
463			Emilio Alcántara Rodríguez	343964	330815		20	8
464			Raudel Cabaña Rodríguez	343881	330188		20	5
465		CCS Ubaldo Díaz (Guira de Melena)	Alejandro J Bonego Hernández	343809	330326		60	8
466			Luis Otero Aritola	343501	330382		40	6
467			Armando Rodríguez Lorenzo	343569	330742		75	8
468			Berta María 2	350450	338530	6"	45	8
469			Carmelina Sierra	352010	324010	6"	75	8
470			Luis Flores	348500	335410	6"	45	8
471			Batey La Carmita	348640	333510	10"	75	8
472			La Carmita	348680	334060	10"	75	8
473			Buena Esperanza	348460	334360	8"	75	8
474			La Conchita	348220	335180	6"	45	8
475			José Raúl	347940	334820	6"	45	8
476			La Gallega	348640	333500	10"	75	8
477			Hermínio	348700	334700	8"	75	8
478			Carrillo	349060	333600	10"	75	8
479			San Juan	350960	324570	8"	75	8
480			La Fregat	349880	333260	10"	75	8
481			Antonio Silva	349880	333570	10"	75	8
482			Ventura Pérez	351200	324500	8"	75	8
483			San Antonio	350480	325880	10"	75	8
484			Berta María 1	350110	326580	10"	75	8
485			Serafín Cabrera	349920	326660	8"	75	8
486			Batey Berta María	350010	326350	4"	30	8
487			Victor Gil	349950	325780	6"	45	8
488			Buena Esperanza 2	348450	334350	6"	45	8
489			157	344813	329064			
490			158	344946	328999			
491			159	345008	329127			
492			160	345189	329161			
493			161	344726	329355			
494			162	344789	329383			
495			163	344810	329173			
496			164	344601	329461			
497			165	344407	329536			
498			166	344295	329595			
499			167	344279	329596			
500			168	344222	329422			
501			169	344147	329080			
502			170	343913	329747			
503			171	344840	329079			
504			172	344732	329784			
505			173	344728	329773			
506			174	344797	330028			
507			175	344376	330198			
508			176	344120	330281			
509			177	344155	330074			
510			178	343968	330295			
511			179	343964	330815			
512			180	343881	330188			

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

513			181	343809	330326			
514			182	343501	330382			
515			183	343569	330742			
516			184	343648	330716			
517			185	343387	330868			
518			186	343065	330508			
519			187	343084	330501			
520			188	342752	330891			
521			189	342837	330664			
522			190	342708	330413			
523			191	342599	330922			
524			192	343660	330622			
525			193	344096	330406			
526			194	344162	330548			
527			195	344399	330774			
528			196	344391	330927			
529			197	343495	330385			
530			198	342878	330155			
531			199	343478	330368			
532			200	343843	329768			
533			201	343641	329839			
534			202	343409	329955			
535			203	343410	329952			
536			204	343452	329944			
537			205	343042	329983			
538			206	343070	329955			
539			207	342837	330000			
540			1	347077	334020			
541			2	347783	333679			
542			3	348649	336187			
543			4	347454	335138			
544			5	348262	335973			
545			6	348548	335682			
546			7	349157	335512			
547			8	347821	335124			
548			9	348595	334735			
549			10	348733	333394			
550			11	349237	333010			
551			12	347040	332486			
552			13	347501	332174			
553			14	344725	332284			
554			15	347065	331471			
555			16	348706	331312			
556			17	346749	334688			
557			18	349467	333633			
558			19	348984	332620			
559			20	345801	332229			
560		UBPC. Héroes de Yaguajay	UBPC. Héroes de Yaguajay	344840	326665	6"	45	10
561		UBPC. Héroes de Bolivia	Camp Héroes de Bolivia	347476	324141	3"	10	8
562		EA Guira Servicios	Echazabal	343648	330716	4"	21	8
563		Técnicos (Guira de	Odalis Lago Díaz 1	343387	330868	10"	150	4
564			Odalis Lago Díaz 2	343065	330508	8"	60	8
565			Guillermo F Cordova	343084	330501	8"	75	8

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

		Melena)	Leal 1					
566			Guillermo F Cordova Leal 2	342752	330891	6"	45	10
567			Giraldo Lemus	346239	323032	6"	60	8
568			Mario Masola	345542	323103	6"	60	8
569			Santo García	345496	323097	6"	45	8
570			Yaniel Sánchez Pereira	344579	323208	6"	40	8
571			Yasiel Galiano	344214	322947	4"	27	8
572			Yasiel Galiano	344079	322981	4"	27	8
573			Lidiel Montano Rodríguez	345168	322885	6"	40	8
574			Lidiel Montano Rodríguez	344887	323162	4"	30	8
575			Javier Medero Díaz	344256	323992	8"	75	8
576			Nivaldo González Fernández	344366	324456	6"	60	8
577			Osmani Pérez Montano	344639	324483	6"	40	8
578		EA Granja Urbana (Guira de Melena)	Pavel Hurtabo Borges	345083	324123	6"	40	8
579			Máquina Capote I	344700	323836	8"	75	8
580			Fernando Alvarez Millo	340208	323667	6"	35	8
581			Granja Urbana	344783	328624	6"	45	12
582			Leonardo Guillermo Capote 1	344804	328665	6"	45	12
583			Leonardo Guillermo Capote 2	344738	328275	6"	45	12
584			Hedilberto del Rosario	344922	328340	4"	25	8
585			Oscar Abreu Lescano	344608	328038	4"	30	16
586			José V Capote Alonso 1	344746	327995	4"	35	20
587			José V Capote Alonso 2	344616	327972	6"	45	16
588			José V Capote Alonso 3	344645	327864	4"	35	16
589		Establecimien to 202 Frigorífico	Frigorífico	346300	330900	3"	10	6
590			Marcos Campaña 6	349550	332193	10"	150	6
591			Marcos Campaña 5	349106	332014	10"	150	6
592			Marcos Campaña 4	348894	331856	6"	50	6
593			Marcos Campaña 3	348803	331504	10"	150	6
594			Marcos Campaña 1	348694	331237	8"	115	6
595			Marcos Campaña 2	348858	331239	8"	115	6
596			Pimienta	348473	329816	10"	120	6
597			Sonrisa de la Victoria 1	347632	328045	8"	75	6
598			Sonrisa de la Victoria 2	347637	328064	8"	75	6
599			Etiopía 1	346698	329375	10"	150	6
600			Etiopía 4	346400	329404	8"	75	6
601			Etiopía 2	345933	329464	10"	150	6
602			Etiopía 3	345570	328825	10"	150	6
603			La Pepilla 1	344679	328532	10"	150	6
604			La Pepilla 2	344492	328092	8"	75	6
605			Granja Avícola La Soria	352300	334700	0,30	10	6
606		CAN Avícola Quivicán	Granja Avícola La Mariana	364050	334200	0,30	10	4
607			Granja Avícola San Agustín	359000	326800	0,30	10	4
608			Granja Avícola	353650	324300	0,30	10	6

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

			Tamaulipa							
609			Granja Avícola Victoria de Girón	356480	330580	0,30	10	6		
610			Granja Avícola LPV	356000	339300	0,30	10	4		
611			Gja Avícola Pedroso (Batabano)	364970	323650	4"	10	8		
612		MINFAR	Pozos de apoyo al canal (Guira de Melena)	La Cunda 1	343408	327072	10"	150	6	
613				La Cunda 2	343336	327104	8"	75	6	
614				La Mangela 2	359343	335021	8"	50	6	
615				La Mangela 1	359369	334910	8"	50	6	
616			GMI Los Moros (Guira de Melena)	GMI Los Moros 1	343730	327530	8"	75	8	
617				GMI Los Moros 2	343397	327103	8"	75	8	
618			GMI Barnet (Guira de Melena)	Unidad Agropecuaria Militar 1	340388	324414	10"	120	8	
619				Unidad Agropecuaria Militar 2	340370	324395	10"	120	8	
620				Unidad Agropecuaria Militar 3	340669	325746	10"	150	8	
621				Unidad Agropecuaria Militar 4	340655	325724	10"	150	8	
622				Unidad Agropecuaria Militar 5	341138	324601	10"	130	8	
623				Unidad Agropecuaria Militar 6	348899	322764	10"	100	8	
624			GMI Sonrisa de la Victoria (Guira de Melena)	Sonrisa 1	347300	326600	6"	45	8	
625				Sonrisa 2	348250	326700	2"	3	8	
626			MININT	Empresa Agropecuaria Industrial (Alquizar)	Granja El Coral Celia Sanchez	347699	322886	6"	60	8
627				Granja El Laurel (Quivicán)	Pozo 1	352910	340210	6"	30	4
628		AZCUBA	CPA 17 de Mayo (Quivicán)	Roman Organopónico	362270	332380	8"	75	6	
629				El Patio La Remonta	362060	331740	6"	30	6	
630				Mundela	363330	332670	8"	75	7	
631				Arrocera	364140	330740	8"	75	7	
632				Abasto CPA	363400	331490	4"	18	4	
633			CPA 26 de Julio (Quivicán)	Acueducto CPA 26 de julio	360300	331900	2"	10	12	
634				Canarreo Arrocera	361500	330900	8"	75	10	
635				Autoconsumo Pancho	362200	328500	8"	75	7	
636			CPA Romárico Cordero (Quivicán)	Marisol	358960	340670	6"	30	8	
637				CPA	359450	340270	4"	20	6	
638				La Clarita	359180	339910	6"	35	8	
639				San Pedro	360210	339840	6"	30	8	
640	ABASTO A POBLACIÓN		INRH	GEAAL Bejucal	Buenaventura	358586	339473	0,41	15	8
641					Cuatro Caminos	358460	341550	0,41	25	9
642				GEAAL Quivicán	Aguacate	363500	336600	0,50	12	9
643					Güiro Boñigal	356313	331287	0,41	10	9
644					Güiro Marrero	358880	328850	0,4	10	9
645					Paradero	361506	335170	0,4	10	3
646					Santo Cristo	355597	338897	0,51	50	24
647					Mi Retiro	355400	339520	0,41	18	13
648					Yolando Glez 1	360564	334194	0,6	75	16
649					Yolando Glez 2	360650	333820	0,51	75	roto
650					San Agustín	359420	327389	0,5	35	10
651					Raúl García	365406	332892	0,50	50	10
652					La Aguada	365386	332747	0,25	32	6

PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS CAPACIDADES DEL MANEJO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y EL CONTROL DE LA INTRUSIÓN SALINA EN LA REPÚBLICA DE CUBA

653				Santa Monica	359660	337167	0,4	52	8
654				Fajardo	351340	335070	0,4	50	24
655				Pablo Noriega	357290	329500	0,5	35	12
656			GEAAL	Camacho	359800	322940	0,3	15	6
657			Batabanó	Pedroso	365000	323400	0,3	10	8
658			Mayabeque	Pozo Redondo	365950	325300	0,3	10	8
659				K21W1 (1)	352150	335644	0,5	187	24
660				K21W2 (2)	351647	335631	0,5	184	24
661				K22E1 (3)	352360	334721	0,5	208	24
662				K23E1 (4)	352374	333768	0,5	184	24
663				K23E2 (5)	352955	333782	0,5	171	24
664				G1 (6)	350020	333097	0,5	168	24
665				G2 (7)	350007	333693	0,5	150	24
666			GEAAL	G3 (8)	349377	333516	0,5	162	24
667			Habana	K24W1 (9)	351723	332494	0,5	171	24
668			(Aguas de la Habana)	K24W2 (10)	351242	332507	0,5	200	24
669			Quivicán	K24W3 (11)	350763	332469	0,5	186	24
670			Mayabeque	K26W1 (12)	351426	330518	0,5	180	24
671				K26W3 (13)	350694	330399	0,5	200	24
672				K26W4,5 (14)	350092	330191	0,5	173	24
673				K26W6 (15)	349475	329865	0,5	174	24
674				K26W7 (16)	348861	329402	0,5	176	24
675				K26E2 (17)	352320	330308	0,5	200	24
676				K26E4 (18)	353039	330308	0,5	169	24
677				K26E5,5 (19)	353664	330058	0,5	148	24
678				Acueducto Güira Nuevo	331500	345550	8"	52,2	12
679				Acueducto Güira Viejo 2	331500	345557	8"	50,4	4
680			GEAAL	Acueducto Güira Viejo 3	330800	344600	8"	36,0	6
681			Guira de Melena	Acueducto Zona de desarrollo	329900	345880	4"	54,0	5
682			Artemisa	Acueducto El Gabriel	332600	348800	8"	270,0	22
683				Acueducto Cajío	322350	349200	4"	30,0	15
684				Acueducto La Cachimba	327500	346600	4"	300,0	20
685				Acueducto El Rancho	338400	332400		14,0	10
686			GEAAL San Antonio de los Baños	Acueducto El Valle	340170	348750		83,0	12
687			Artemisa	Acueducto La Encrucijada	343150	349750		36,0	9
688				Acueducto Campamento	336750	339800		36,0	9
689				Amparo 1	331660	336280		252,0	16
690				Las 400	331900	337050		264,0	16
691				Guanimar	324000	331440		36,0	5
692				Dagame N.P.	328500	329700		36,0	3
693				Mayorquín	330700	341700		36,0	8
694			GEAAL	Dagame Viejo	330750	329550		36,0	5
695			Alquizar	Pulido	329450	337300		36,0	6
696			Artemisa	El Bejerano	331980	334850		36,0	4
697				La Europa	324050	334650		22,0	8
698				Pozo 1	357400	330600	4"	30	7
699		INDUSTRIAS	MINAL	Pozo 2	356200	330450	6"	20	7
700			AZCUBA	UEB Central Azucarero Manuel Fajardo	351330	334200	6"	75	6

701		Quivicán							
		ICIDCA	ETICA	356720	328460	6"	60	8	
702		Quivicán							
		Cuba 9 (Quiv)	Central Cuba 9	352960	331040	6"	45	10	
703		MINAG	TABACUba						
			Quivicán	Resecadora de Tabaco Rubio	352300	333500	6"	20	8
704		MINNEN	UEB						
			Generación Este Quivicán	UEB Generación Este Quivicán	351770	332300	4"	25	4
705	OTROS USUARIOS	MINED	MINED Quivicán	Ohhiguins	358600	333800	4"	5	4
706				IPA	358800	332250	4"	5	4
707				XX Aniv	356820	335200	4"	5	4
708				J G G Galló	356390	337270	4"	5	4
709		MINAG	E Porcino Habana	Porcino Quivicán	358290	324070	4"	10	8
710	Porcino Los Báez Pozo 1			356050	331500	6"	15	6	
711	Porcino Los Báez Pozo 2			355950	331500	6"	30	6	

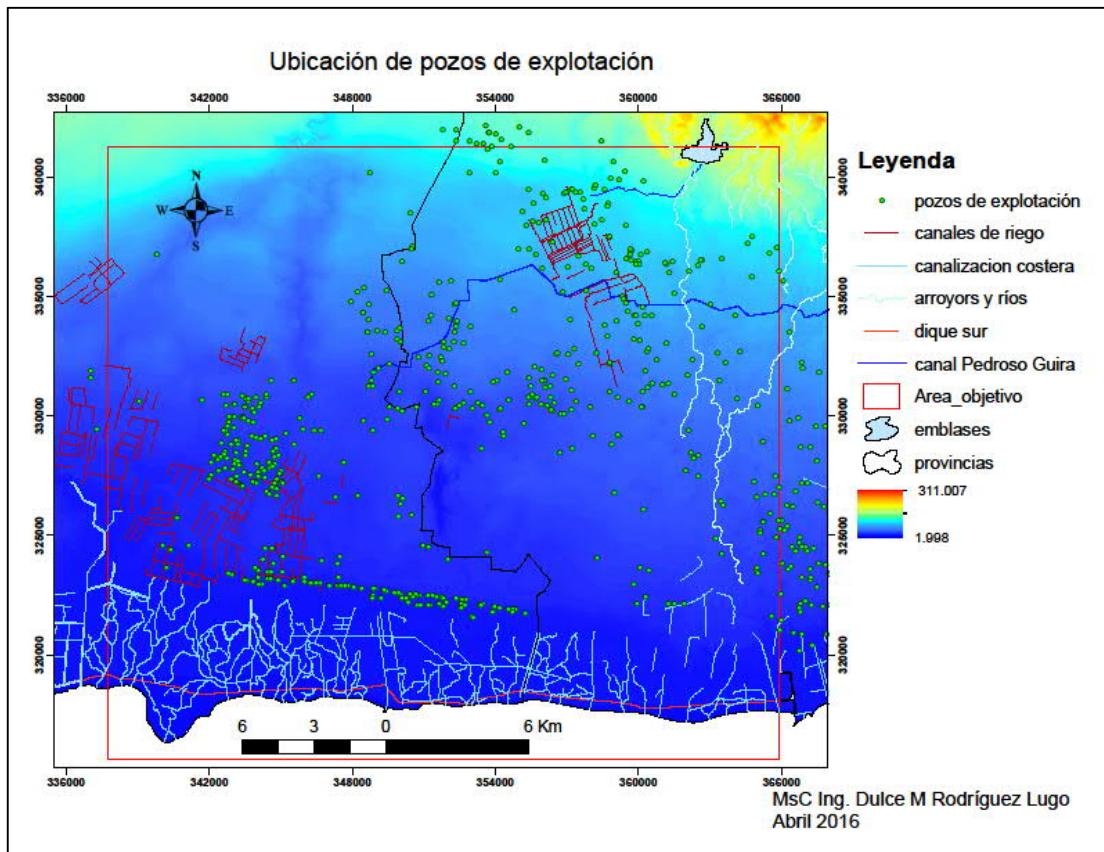


Figura 2-36: Mapa de ubicación de pozos de explotación

b. Uso del agua subterránea

En los últimos 5 años las extracciones de agua subterránea, han mantenido una tendencia estable teniendo los valores más significativos el uso del agua subterránea para el riego agrícola, y el abasto a la población siendo los otros usos valores mínimos aunque es necesario destacar que la agricultura ha tenido una tendencia a la disminución en los últimos 2 años dado esto por los cambios estructurales en sus formas productivas y la incorporación de tecnologías para el riego más eficientes como las máquinas de Pivote central y los

Enrolladores, además de ejecutar campañas de electrificación de los sistemas de riego.

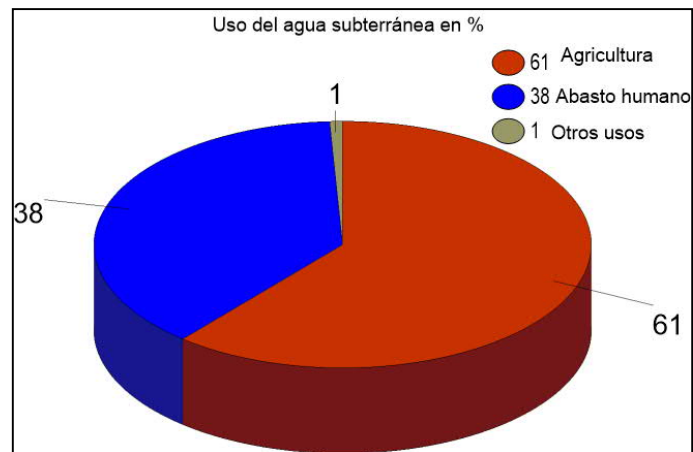


Figura 2-37: Uso del agua subterránea

De manera general el mayor volumen de extracción está a cargo del Ministerio de la Agricultura con el 61 %, de toda el agua que se balancea en la cuenca subterránea en el área de estudio y el Acueducto Cuenca Sur entrega el 86 % de toda el agua que se utiliza para el abasto, a la población a la capital del país La Habana lo que evidencia que ambos son los mayores consumidores.

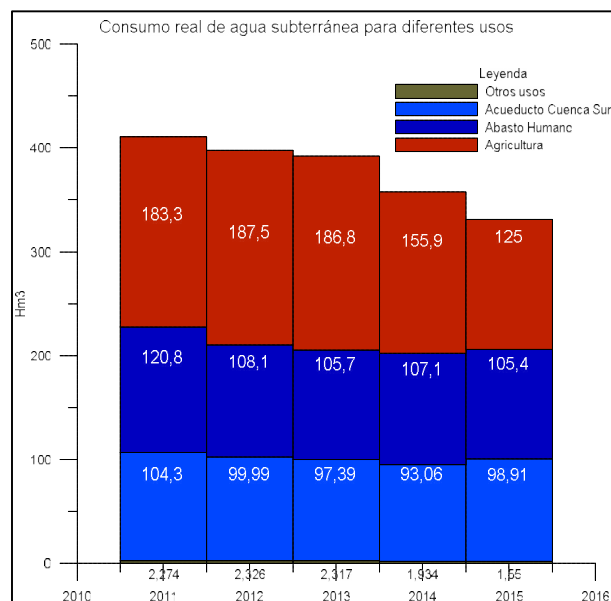


Figura 2-38: Consumo real de agua subterránea para diferentes usos

Del volumen total de las extracciones de agua subterránea el 61% es para el consumo humano, el 38 % para riego y solo el 1 % es para otros usos.

b.1 Plantas de tratamiento de agua. (Abasto humano)

El uso del agua subterránea para el abasto a la población se extrae por mediación de pozos, cuya agua posteriormente es sometida a desinfección con la aplicación de hipoclorito de

sodio una vez que la misma llega a las redes de distribución.

En el área de estudio existen un total de 49 fuentes de abasto para la población de ellas 47 se ubican en el tramo hidrogeológico HS-3 con un recurso explotable de 375 hm³ y 2 en el tramo hidrogeológico HS-4 cuyo recurso de explotación es de 107 hm³ según la evaluación de recursos del Esquema Regional Precisado de 1992.

El Acueducto Cuenca Sur es el cliente que alcanza los mayores volúmenes de extracción con un sistema compuesto por una batería de 19 pozos que bombean 24 horas diarias con una capacidad instalada de alrededor de 220 L/s cada uno aproximadamente, la población suministrada es de 1248838 habitantes (según Anuario estadístico 2014) en los municipios Playa, Centro Habana, Habana Vieja, Boyeros, Cerro 10 de Octubre y Arroyo Naranjo el 58 % de la población de la capital del país.

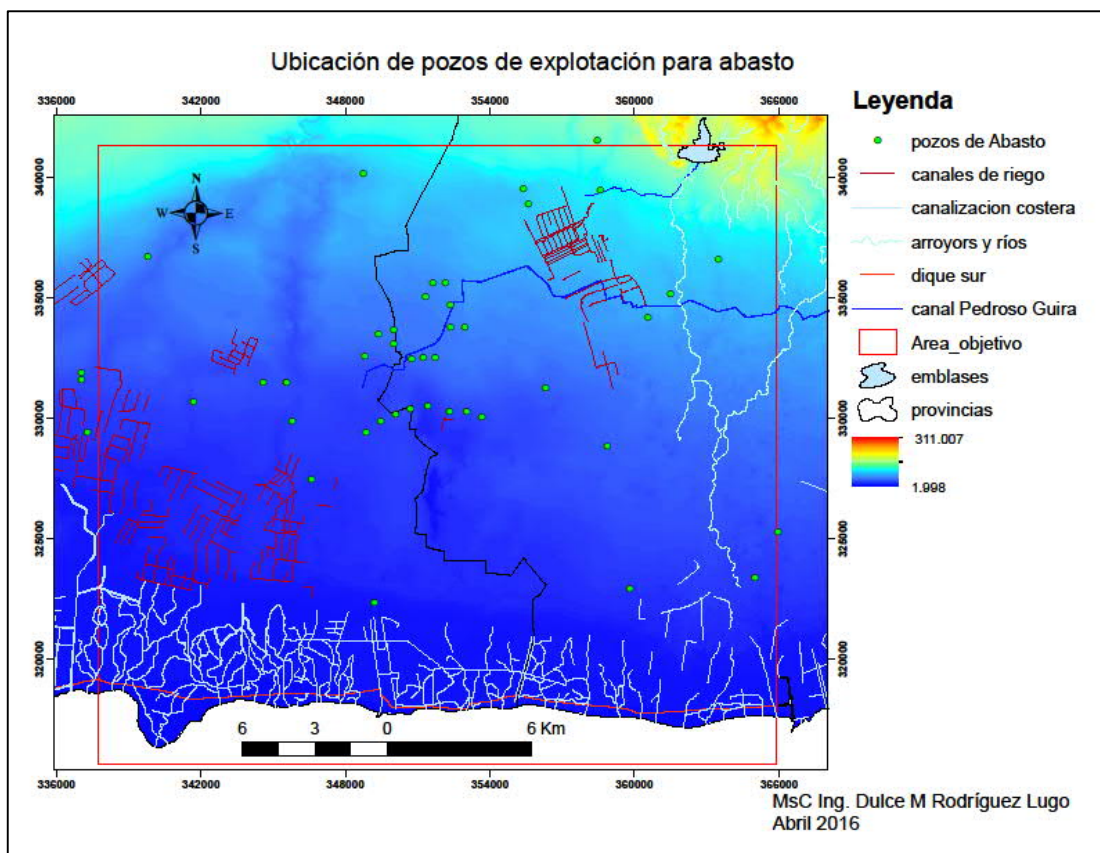


Figura 2-39: Mapa de ubicación de los pozos de abasto a la población

En los últimos 5 años del agua consumida para abasto humano el Grupo Empresarial de Acueducto y Alcantarillado (GEAAL) tanto de Mayabeque como de Artemisa (con 49 fuentes de abasto en el área de estudio), ha extraído un promedio de 116.379 hm³ en los últimos años que representan el 4% del total, sin embargo Aguas de la Habana es el mayor consumidor con un promedio de 99.071 hm³ el 96% del consumo total de agua de la población en el área. El Acueducto Cuenca Sur todos los años extrae el 26.4% del recurso explotable de la cuenca HS-3 (375 hm³).

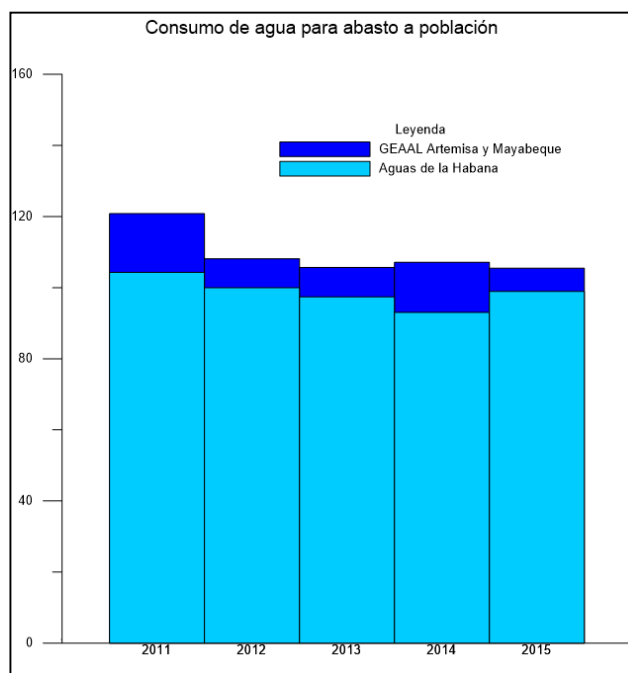


Figura 2-40: Gráfico con los cambios en número y volumen de descarga de los pozos de abasto a la población

En el área de estudio existen 4 pozos para abasto humano que están desinstalados los mismos pertenecían a 4 escuelas en el campo, que hoy están cerradas, ya que han cambiado su actividad a partir del cambio de estructura del Ministerio de Educación en la provincia.

b.2 Agricultura (riego)

Los suelos en el área tienen un alto grado de productividad para el desarrollo agrícola y los volúmenes utilizados para el riego, están alrededor de los 167.724 hm³ como promedio en los últimos 5 años.

Los volúmenes de agua para el riego están en dependencia de las normas netas, las que están relacionadas con la eficiencia del sistema de riego, los niveles de actividad, las propiedades hidrofísicas del suelo y el tipo de cultivo a sembrar.

Tabla 2-8: Principales cultivos en el área (Mayabeque)

Cultivo	Norma Neta Res.287/2015	Área sembrada en el área (ha)
papa	4500 m ³ /ha	184.400
cítricos y frutales	8200 m ³ /ha	113.660
caña	4600 m ³ /ha	5831.62
granos	3000 m ³ /ha	1983.560
viandas	4410 m ³ /ha	1074.360
malanga	13200 m ³ /ha	243.100
hortalizas	4300 m ³ /ha	1398.570
maíz	4800 m ³ /ha	900.740
plátano	8400 m ³ /ha	356.860
Total		12086.87

Tabla 2-9: Principales cultivos en el área (Artemisa)

Cultivo	Norma Neta Res.287/2015	Área sembrada en el área (ha)
papa	4500 m ³ /ha	744.990
cítricos y frutales	8200 m ³ /ha	455.520
granos	3000 m ³ /ha	1756.26
viandas	4410 m ³ /ha	2440.870
malanga	13200 m ³ /ha	1198.380
hortalizas	4300 m ³ /ha	2031.090
maíz	4800 m ³ /ha	1049.290
plátano	8400 m ³ /ha	1217.5
tabaco	2100 m ³ /ha	155.170
Total		11049.07

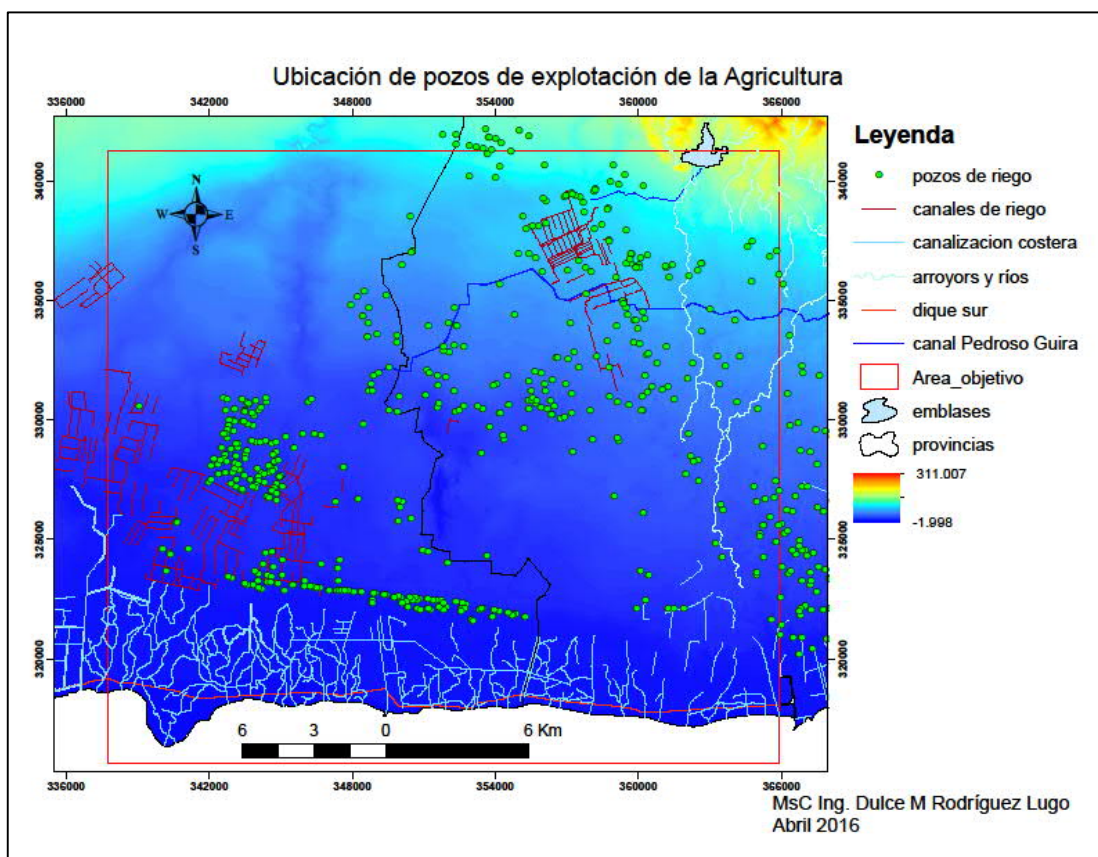


Figura 2-41: Mapa de ubicación de los pozos y áreas de riego

Para el riego agrícola en el área de estudio existen un total de 639 pozos de ellos 600 se ubican en el tramo hidrogeológico HS-3 y 39 en el tramo hidrogeológico HS-4.

Según el Balance de Agua 2016 un resumen agrupado por organismos y actividad muestra que el uso del agua subterránea para el riego se sustenta en 23135.94 hectáreas (ha) para la producción de azúcar, viandas, hortalizas, granos y otros cultivos.

La tendencia a la extracción de agua subterránea para el riego agrícola tiende a disminuir ya que aunque los niveles del acuífero han estado en cifras estables y no han entrado en zona desfavorable es de destacar que los promedios de lluvia en los últimos 3 años ha disminuido

lo que ha llevado a las entidades agrícolas a reajustar sus planes de siembra en función de cultivos de ciclo corto y de menor demanda de agua para contribuir a la sostenibilidad del recurso hídrico disponible en la cuenca.

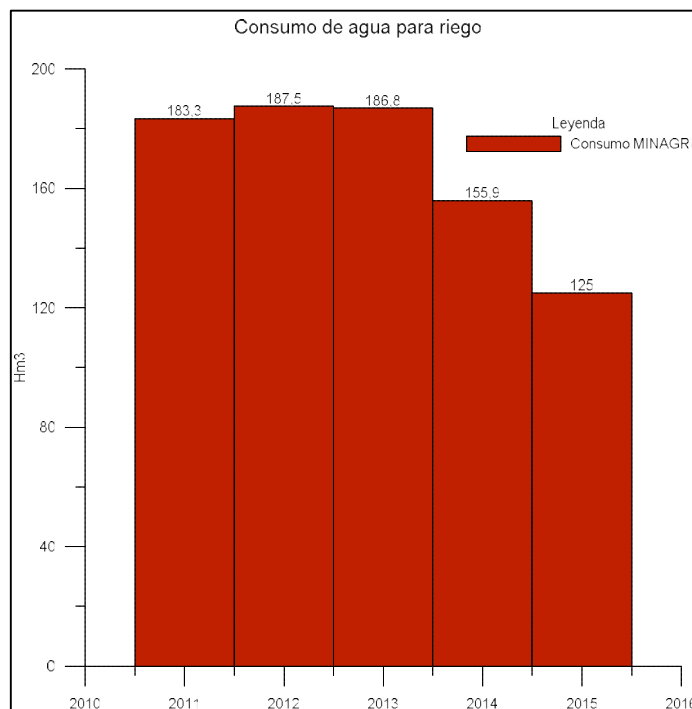


Figura 2-42: Gráfico con los cambios en número y volumen de descarga de los pozos de riego.

b.3 Industria

En el área de estudio existen un total de 7 pozos donde el agua extraída tiene un uso industrial todos ubicados en el tramo hidrogeológico HS-3.

Las producciones industriales no son mayoritarias en el área, solamente existen 6 industrias de interés todas, sus principales producciones se centran en azúcar de caña y sus derivados, papel, generación de electricidad y otras producciones varias como conservas y vegetales, bebidas y licores, etc.

Los volúmenes de extracción en los últimos 5 años no superan entre todas el millón de m³ y no son tan representativos en la explotación del agua subterránea.

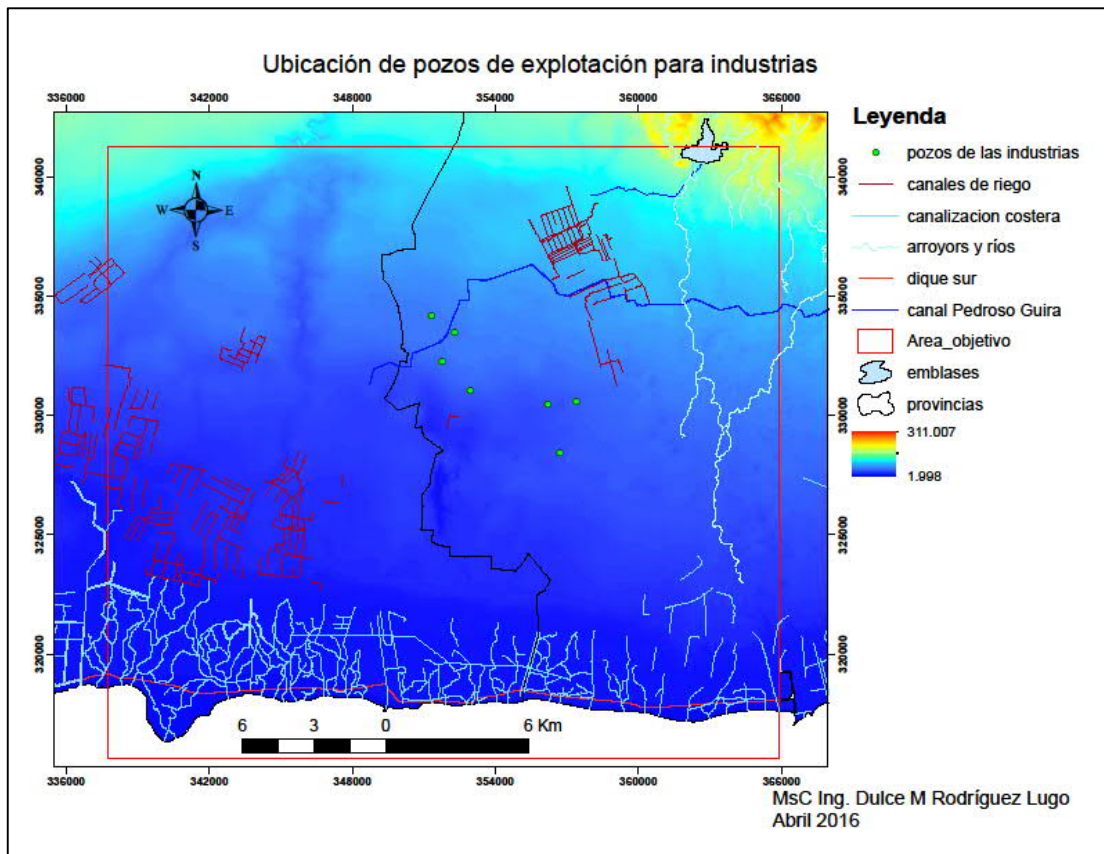


Figura 2-43: Mapa de ubicación de los pozos que se utilizan en la industria

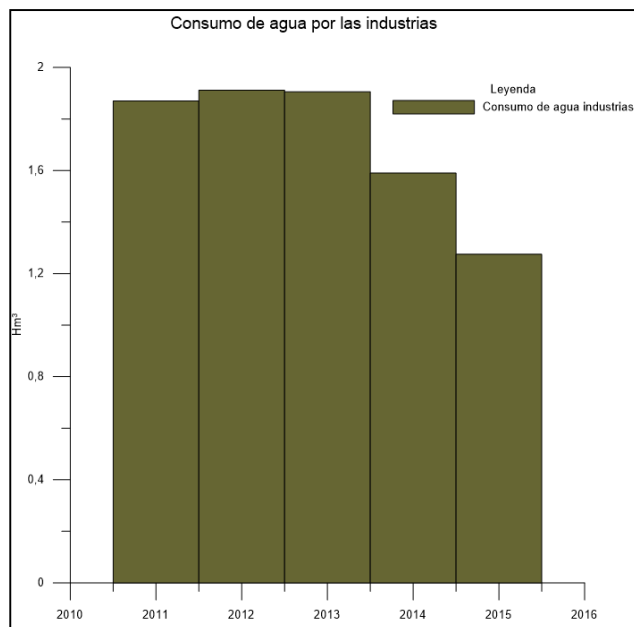


Figura 2-44: Gráfico con los cambios en número y volumen de descarga de los pozos que se utilizan en la industria.

b.4 Otros usos

Los otros usos del agua subterránea en el área de estudio se relacionan con la prestación de servicios entre ellos se encuentran 1 Centro Porcino, 2 Centros de Investigación (la Estación Experimental de la Caña de Azúcar y el Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova) ambos en el municipio de Quivicán y varios centros de educación ubicados en Artemisa y Mayabeque.

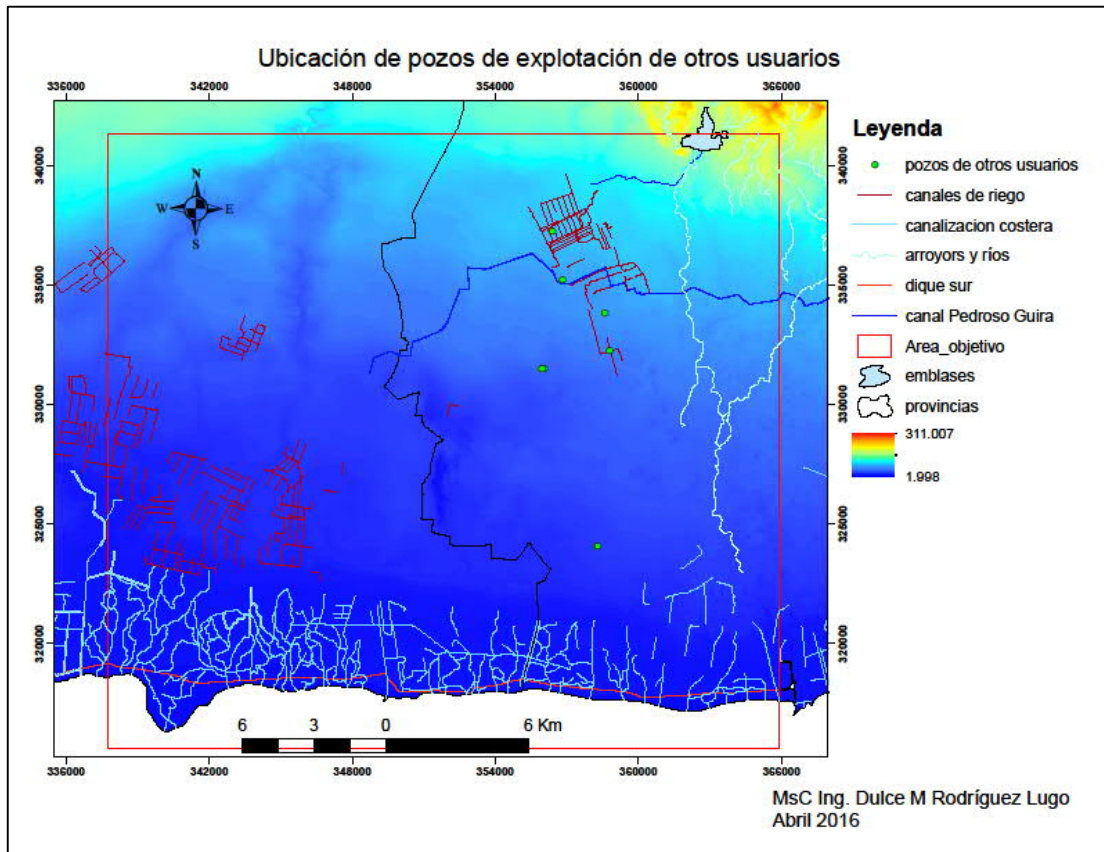


Figura 2-45: Mapa de ubicación de pozos con otros usos

En la gráfica siguiente se observa como han disminuido los volúmenes de extracción en los últimos años ya que el Ministerio de Educación ha cerrado algunas escuelas las escuelas en el campo

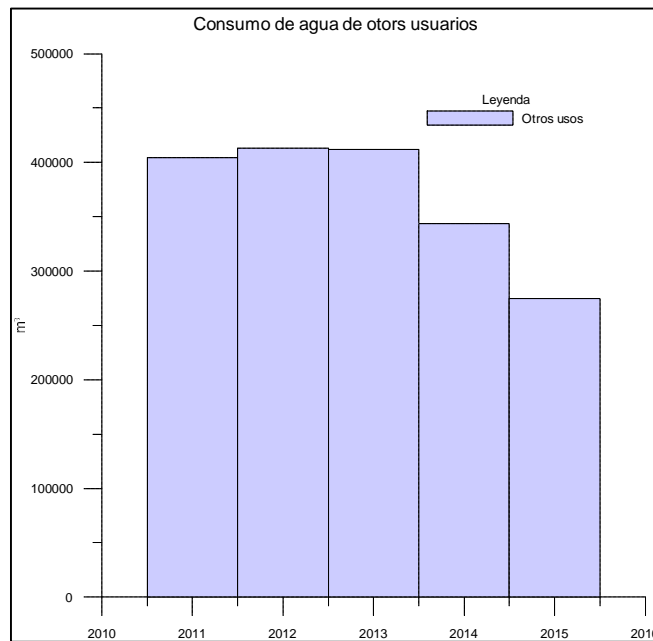


Figura 2-46: Gráfico con los cambios en número y volumen de descarga de los pozos con otros usos

2.4 Fluctuación del Nivel del Agua Subterránea

Las aguas subterráneas del área objeto de estudio, tienen la superficie libre, poco ondulada o casi plana y se encuentra débilmente inclinada hacia la zona de descarga. Los gradientes del flujo en las altitudes bajas de la cuenca son de 0.001 a 0.0001 e inferiores, elevándose hacia la periferia. La zona de gradientes mínimos está limitada por la hidroisohipsa +5. Hacia el norte se observa un aumento de los gradientes en el área de propagación de los sedimentos del Paleógeno, es decir, los gradientes del flujo subterráneo aumentan de sur a norte y el carácter de su variación está reflejado en el mapa de hidroisohipsas.

La profundidad de yacencia de las aguas subterráneas varía en un amplio rango, desde 0 hasta 40-50 m. Las regularidades de la distribución de las profundidades en las partes llanas, donde la superficie libre del agua subterránea es relativamente plana, se determina por las particularidades del relieve y por la elevación absoluta del terreno. En el territorio se observa una zonalidad de las profundidades del agua. Las mayores profundidades se observan en la parte interior de la llanura, en la zona donde las elevaciones absolutas del terreno son de 10 a 40 m. La profundidad de yacencia aumenta paulatinamente; desde 0 a 5 m en la zona litoral, de 5 a 20 m en la parte central y de 20 a 40 m en la parte norte, disminuyendo hacia el contacto con los depósitos preneógenos.

El régimen de variación de los niveles de las aguas subterráneas tiene una estrecha relación con las precipitaciones atmosféricas y refleja sus cambios, tanto dentro de un año, como durante un ciclo hiperanual.

Además de los factores naturales, el régimen de los niveles de las aguas subterráneas está relacionado con los factores artificiales como: la extracción, pérdidas por los canales, infiltración del agua de riego, etc. Un análisis comparativo de las observaciones del régimen, en un período de más de 30 años, nos demuestra que los factores artificiales (considerando fundamentalmente las extracciones) no influye negativamente sobre los niveles de las aguas subterráneas en un ciclo hidrológico hiperanual.

De acuerdo con las condiciones climatológicas del país, el año se divide en dos periodos, lluvioso y poco lluvioso, así como la secuencia de años secos y húmedos en un período hiperanual. Las elevaciones y descensos de los niveles hiperanualmente pueden tener una tendencia a la disminución consecuente de los mínimos absolutos. Sin embargo, posteriormente, al paso de los ciclones que provocan fuertes lluvias, los niveles se recuperan hasta el valor inicial o aún mayores. Esto sucedió durante el paso del ciclón Frederick en 1979 y durante los ciclones del año 2005.

En el territorio las variaciones máximas dentro de un año se observan aproximadamente en la parte central de la zona de circulación y son del orden de varios metros; en la zona con hidroisohipsas menores de 3 a 5 m, las variaciones por período son de 1 a 1.5 m. Las amplitudes de los niveles, en el ciclo hiperanual, tienen una distribución más compleja. Las máximas variaciones se han observado en la parte norte, del orden de 15 a 20 m. En la parte que está limitada por la hidroisohipsa +5, se observa una disminución paulatina de las amplitudes hiperanuales de 0 a 3 m.

El régimen de oscilación de las aguas subterráneas en el área, se manifiesta por los datos obtenidos en los pozos de observación de la red sistemática. La oscilación en los niveles nos muestra la relación directa que existe entre la magnitud e intensidad de las precipitaciones. El valor de las amplitudes de los niveles, disminuye desde la periferia del área objeto de estudio hacia el mar y está relacionada con la cercanía de la zona de descarga, y con la transmisividad de las rocas. Por esta razón, en las calizas intensamente carsificadas de las formaciones Güines y Cojimar, según los datos de los pozos de observación LSU-1, HSC-543 HSC-541, las amplitudes son, prácticamente, análogas al igual que la configuración de las curvas. Su valor con la ocurrencia de las precipitaciones normales no es mayor de un metro y, durante el paso de los ciclones, no exceden de 2.50 m.

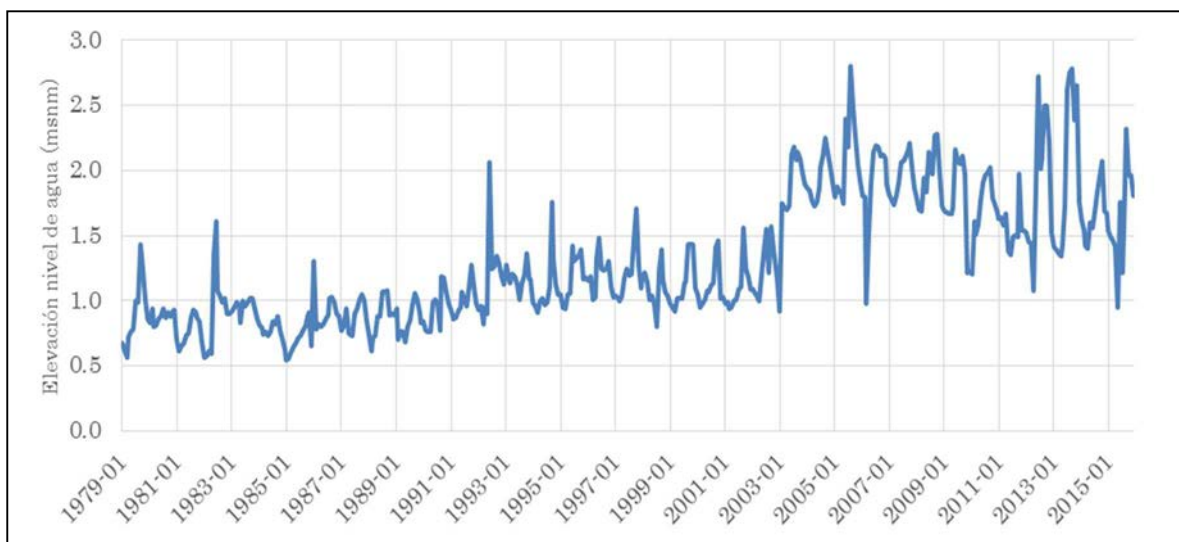


Figura 2-47: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación LSU-1 (msnm)

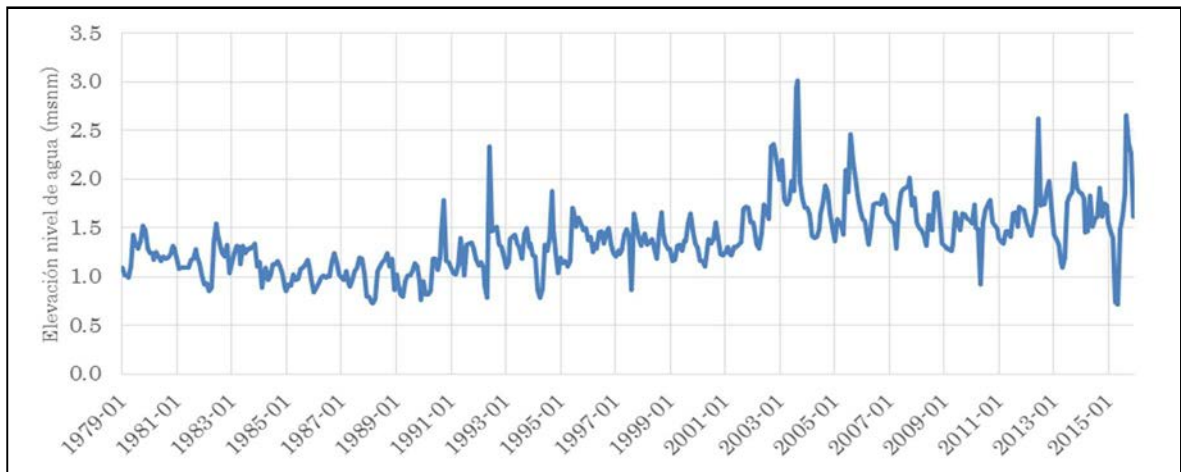


Figura 2-48: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación HSC-543 (msnm)

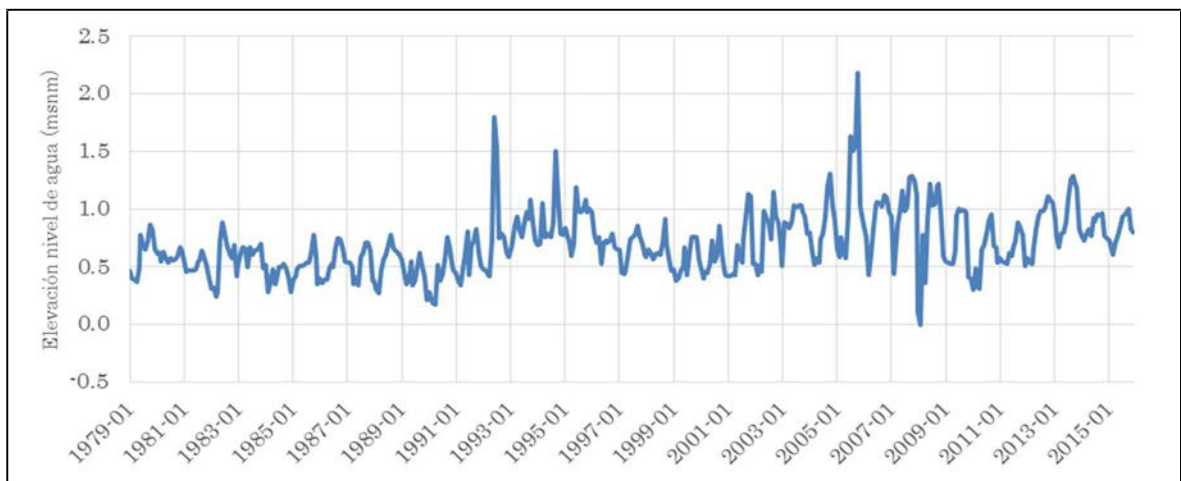


Figura 2-49: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación HSC-541 (msnm)

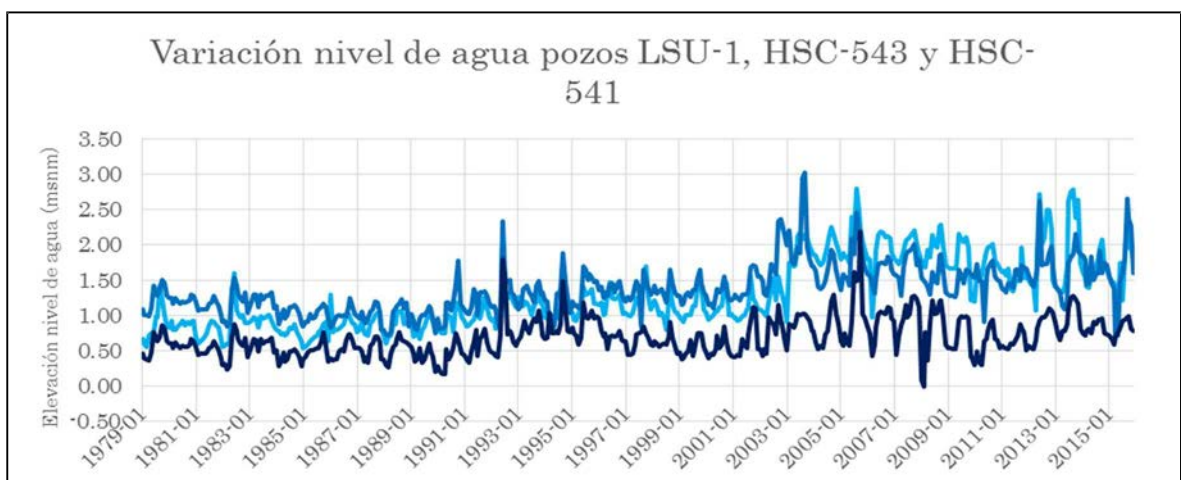


Figura 2-50: Superposición de la variación del nivel de agua en los pozos LSU-1, HSC-543 y HSC-541 (msnm)

En la zona donde el corte geológico está representado por margas, las oscilaciones de los niveles son más bruscas y las amplitudes aumentan algunos metros, como en el pozo de observación LSU-8. En la parte central, donde se encuentran los depósitos de la formación Colón, las elevaciones tienen un carácter temporal y las amplitudes varían de 2 a 5 m.

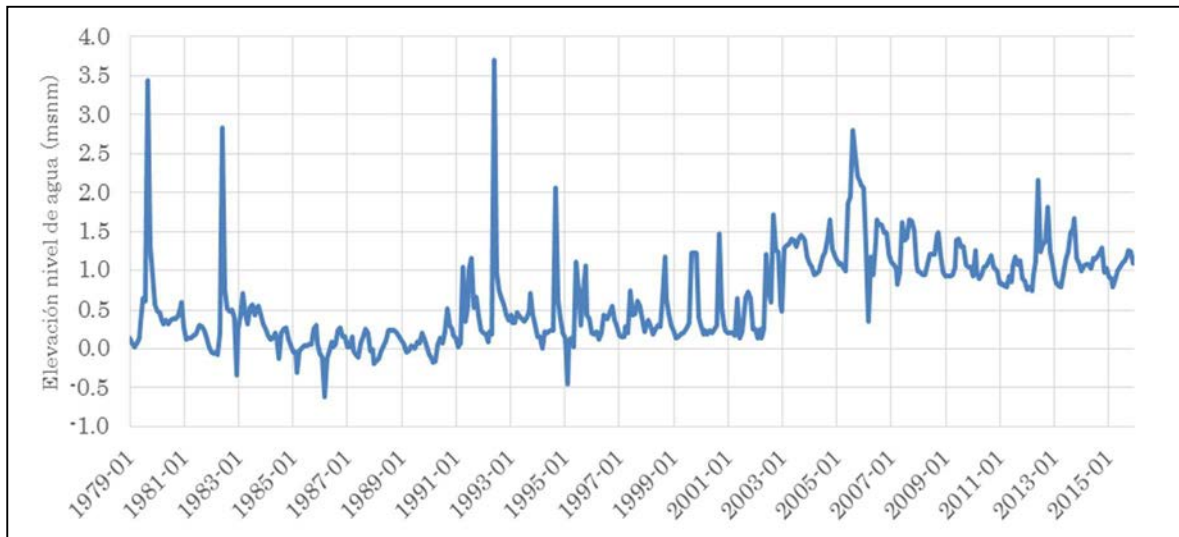


Figura 2-51: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación LSU-8 (msnm)

Teniendo en consideración las particularidades del régimen de las aguas subterráneas en el complejo acuífero del Neógeno es posible dividirlo en dos zonas principales. La primera zona que se extiende al norte, desde la divisoria del escurrimiento subterráneo hasta la hidroisohipsa +5, donde se localizan pozos de observación como el HSC-516, LSU-3, HSC-563, A-19A y HSC-586. En esta parte, las oscilaciones de los niveles varían en un ciclo hidrológico de 2 a 5 m siendo la elevación de los niveles de las aguas subterráneas de 5 a 100 m y los gradientes del flujo de 0.002 a 0.006 y, en la parte premontañosa, de 0.04.

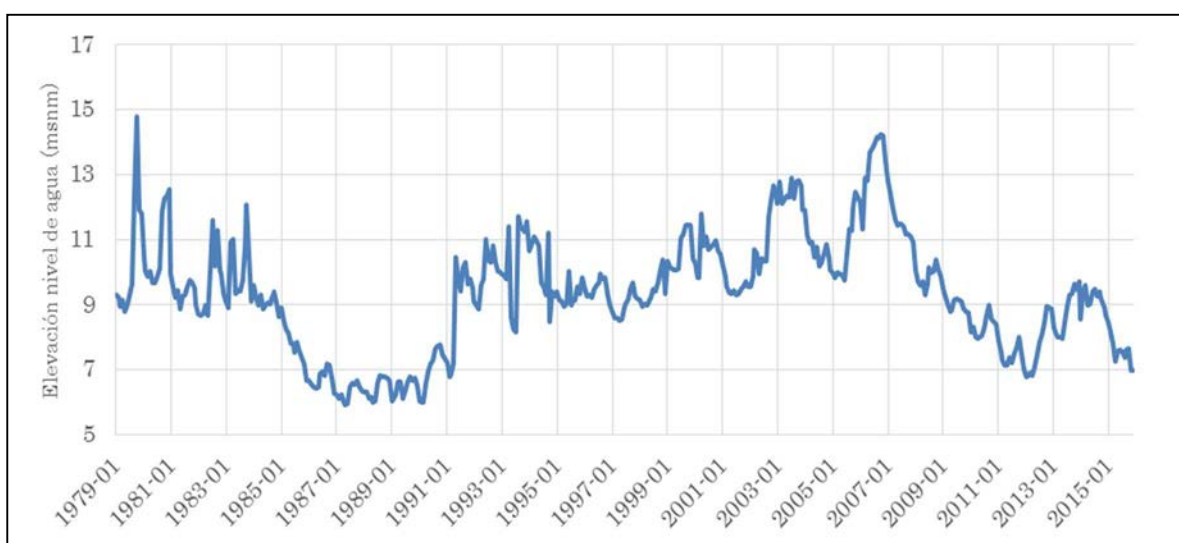


Figura 2-52: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación HSC-563 (msnm)

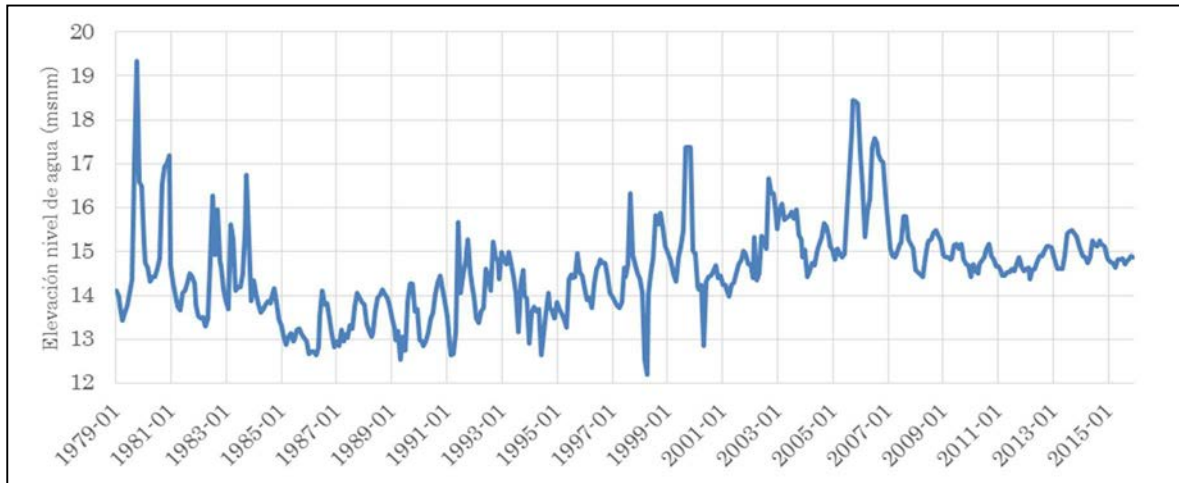


Figura 2-53: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación LSU-3 (msnm)

La segunda zona se extiende al sur desde la hidroisohipsa +5 hasta el límite con las aguas saladas, conformando una estructura hidrogeológica aproximadamente semicircular limitada por fallas. En esta zona se encuentran situados los pozos de observación de frecuencia mensual HSC-523, HSC-541, LSU-1, HSC-543 y LSU-8, la amplitud de los niveles no es mayor de 1 m en un ciclo hidrológico y, solamente cuando se producen grandes precipitaciones pueden llegar hasta 4 m como máximo. El flujo en esta zona es prácticamente plano, siendo los gradientes mínimos, los que llegan a alcanzar valores menores de 0.0001.

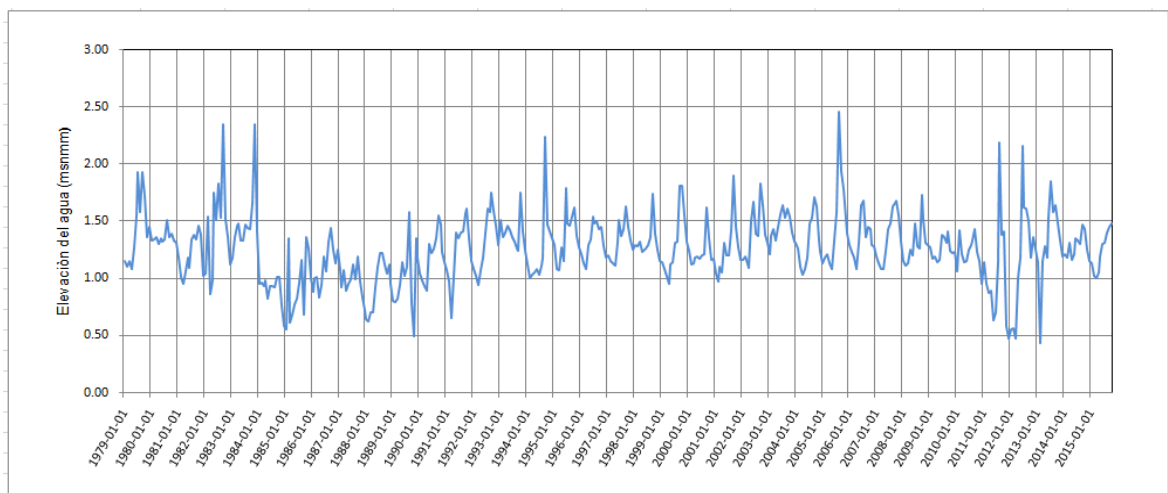


Figura 2-54: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación HS-16 (msnm)

Las variaciones de niveles del pozo de estudio HS-16 ubicado en el municipio de alquìzar presenta oscilaciones de niveles de 2.46m como máximo histórico y 0.43m mínimo histórico.

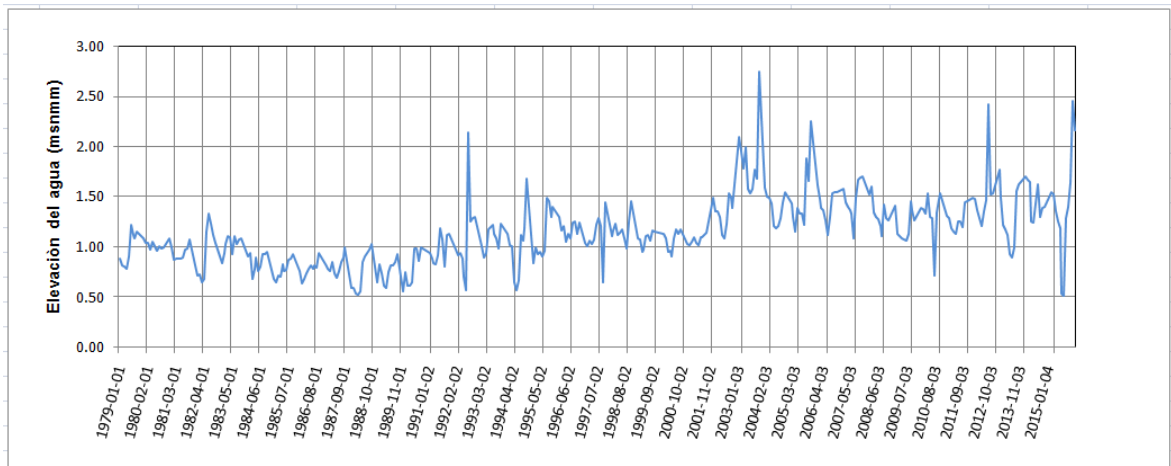


Figura 2-55: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación HSC-543 (msnm)

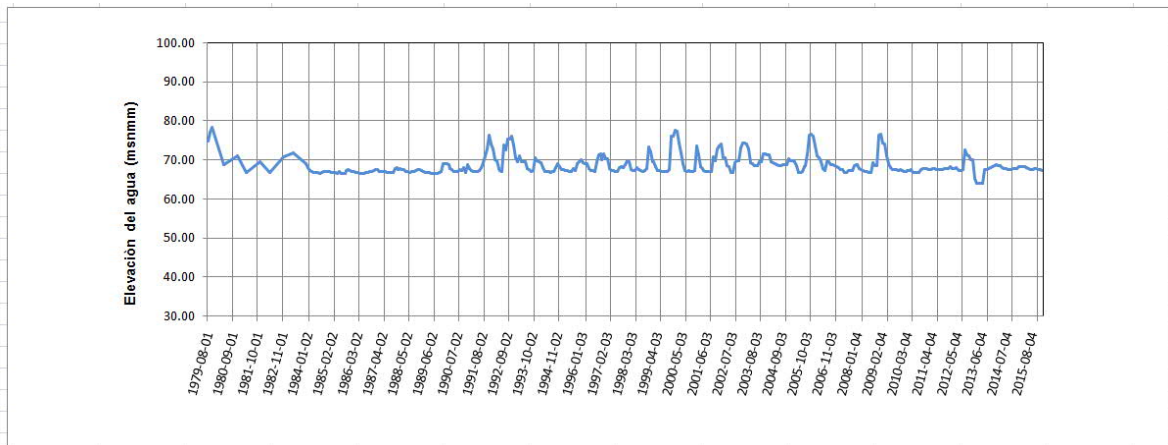


Figura 2-56: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación HSC-501 (msnm)

El pozo de estudio se encuentra en la zona alta de cuenca sur, presenta en su registro como cota de agua máxima registrada de 78.42m y el mínimo valor de la cota de agua alcanzada fue de 63.87m.

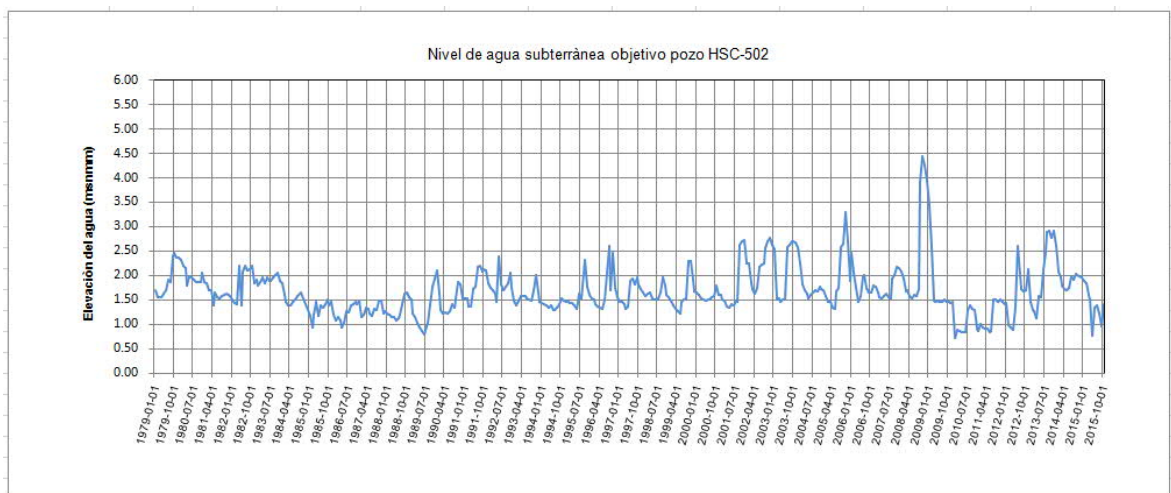


Figura 2-57: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación HSC-502 (msnm)

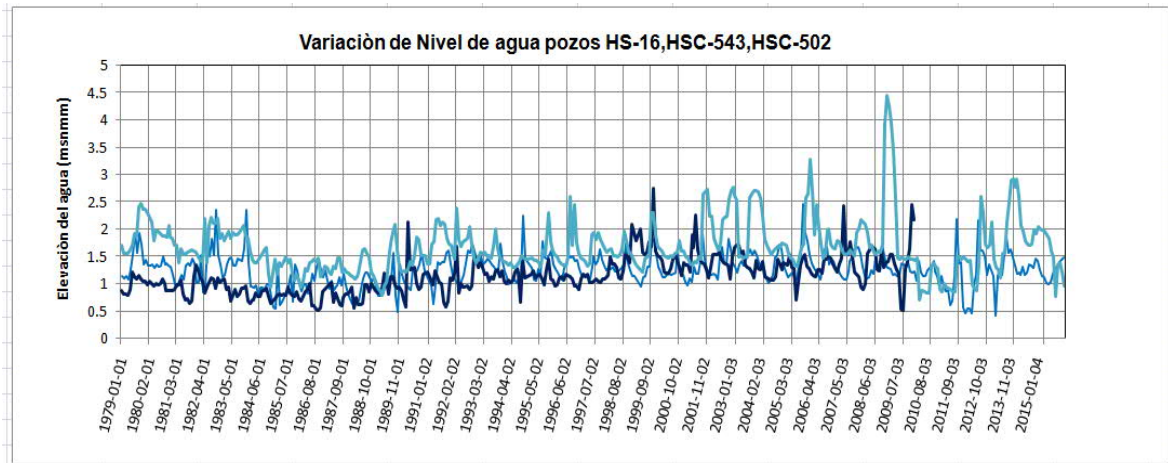


Figura 2-58: Superposición de la variación del nivel de agua en los pozos HS-16, HSC-543 y HSC-502 (msnm)

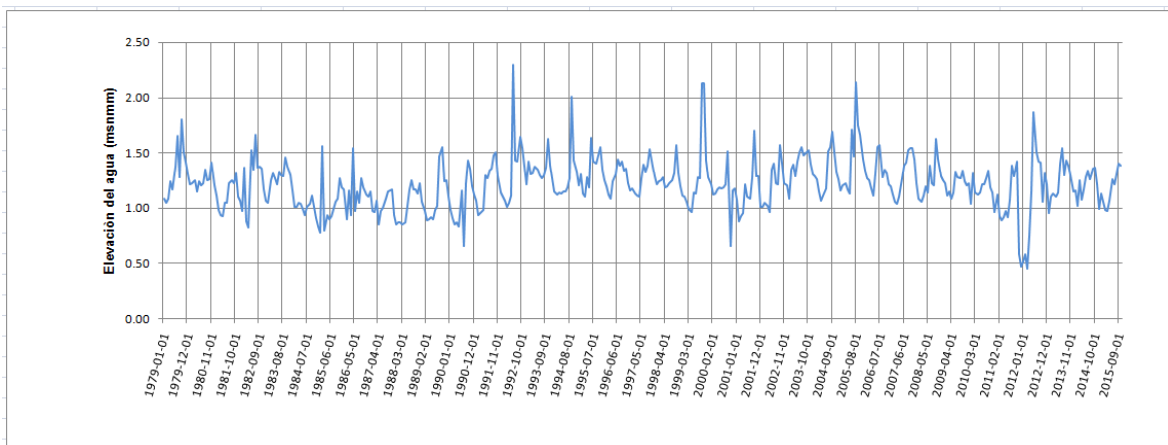


Figura 2-59: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación HSC-505 (msnm)

Cota de agua mínima registrada de 0.60m y Cota de agua máxima registrada de 2.30m.

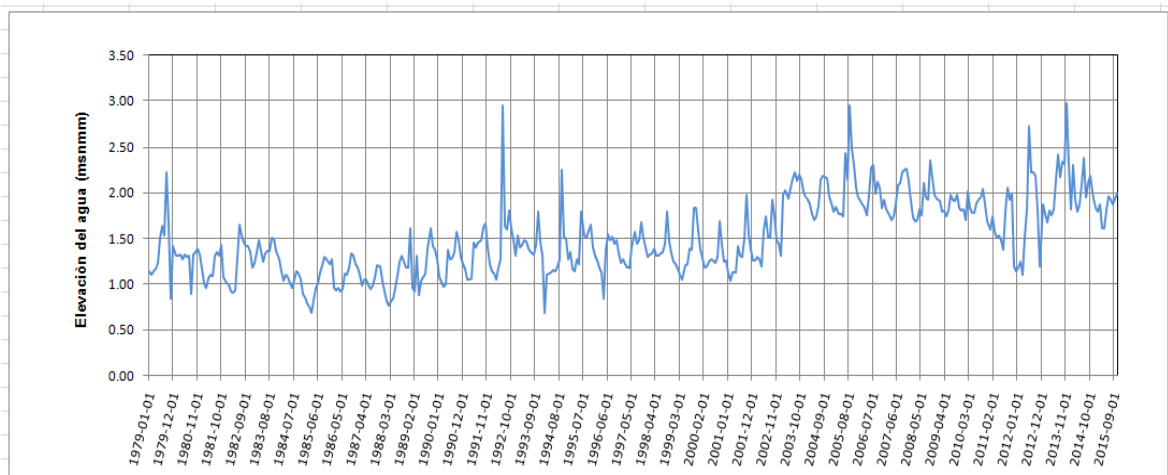


Figura 2-60: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación LSU-6 (msnm)

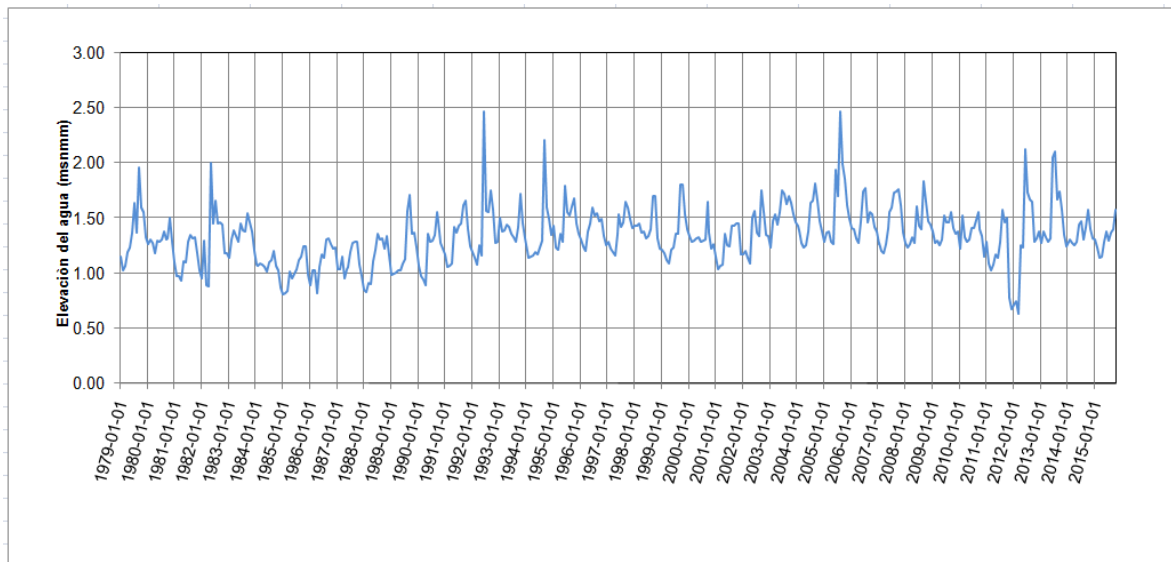


Figura 2-61: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación HSC-509 (msnm)

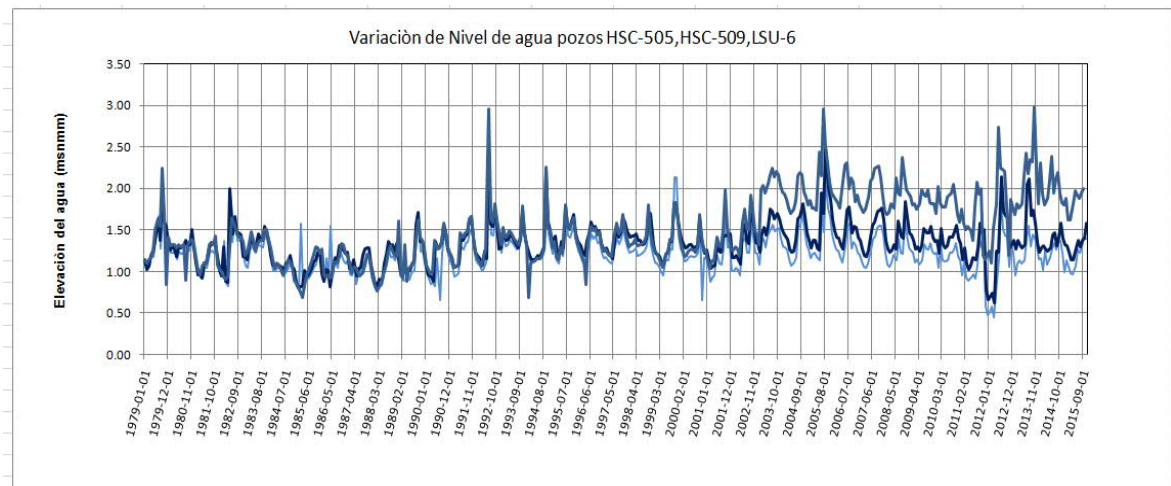


Figura 2-62: Superposición de la variación del nivel de agua en los pozos HSC-505, HSC-509 y LSU-6 (msnm)

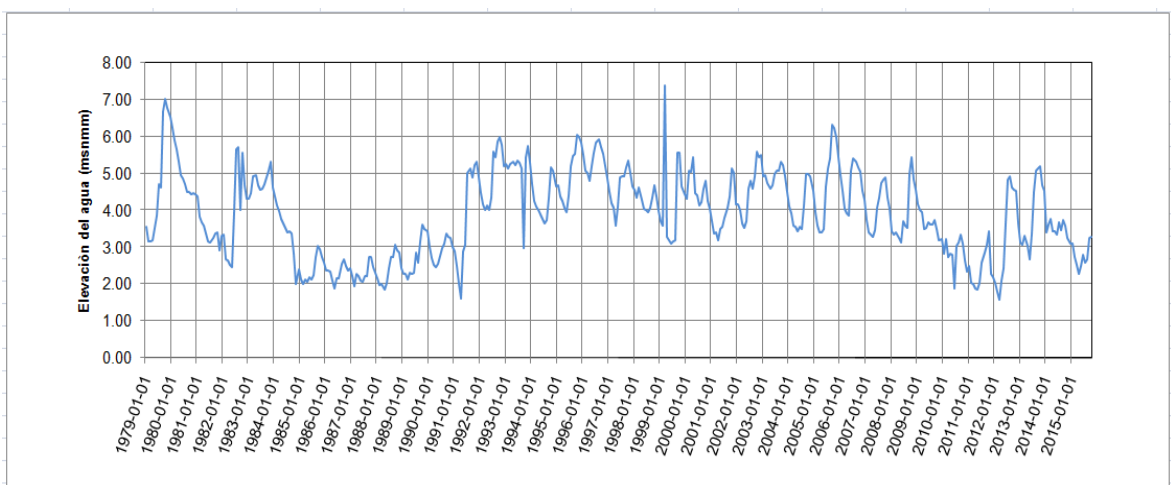


Figura 2-63: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación LAR-4 (msnm)

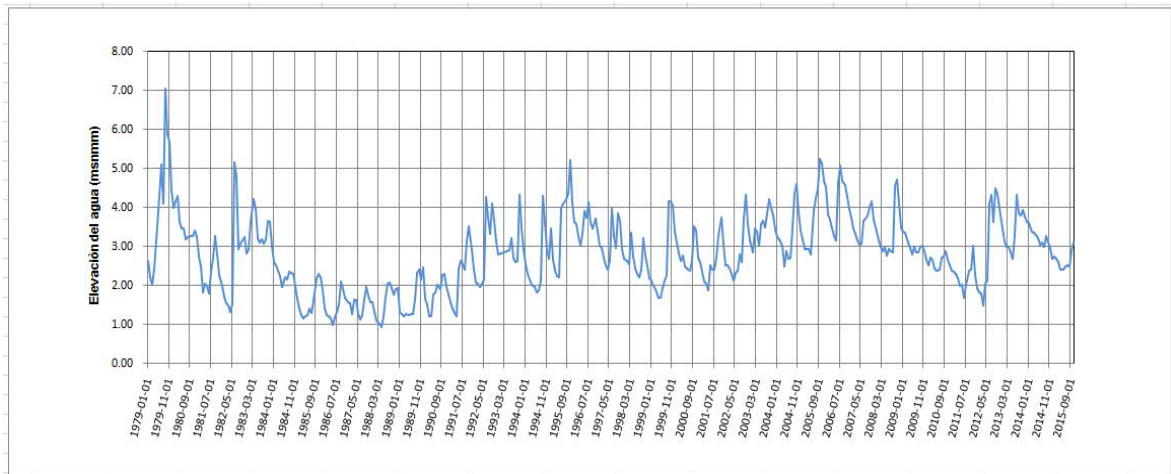


Figura 2-64: Variación del nivel de agua subterránea en el pozo de observación LAR-1 (msnm)

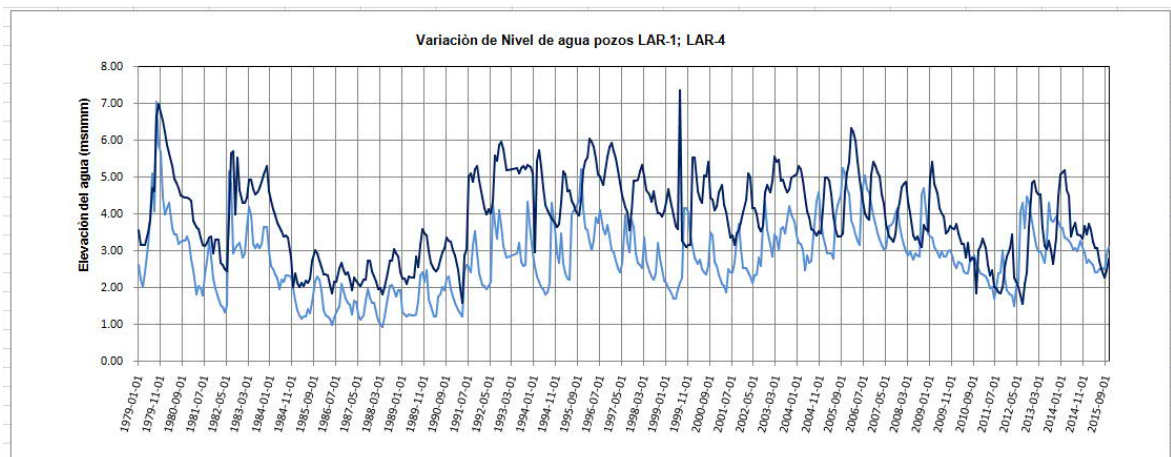


Figura 2-65: Superposición de la variación del nivel de agua en los pozos LAR-1, LAR-4 (msnm)

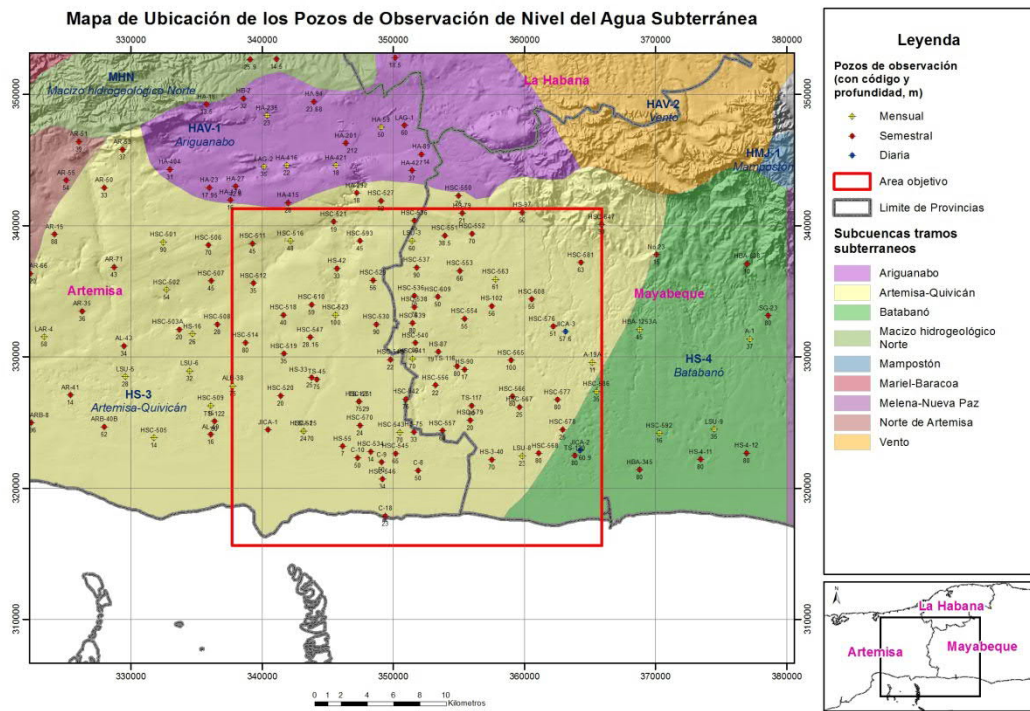


Figura 2-66: Mapa de ubicación de los de observación de nivel del agua subterránea

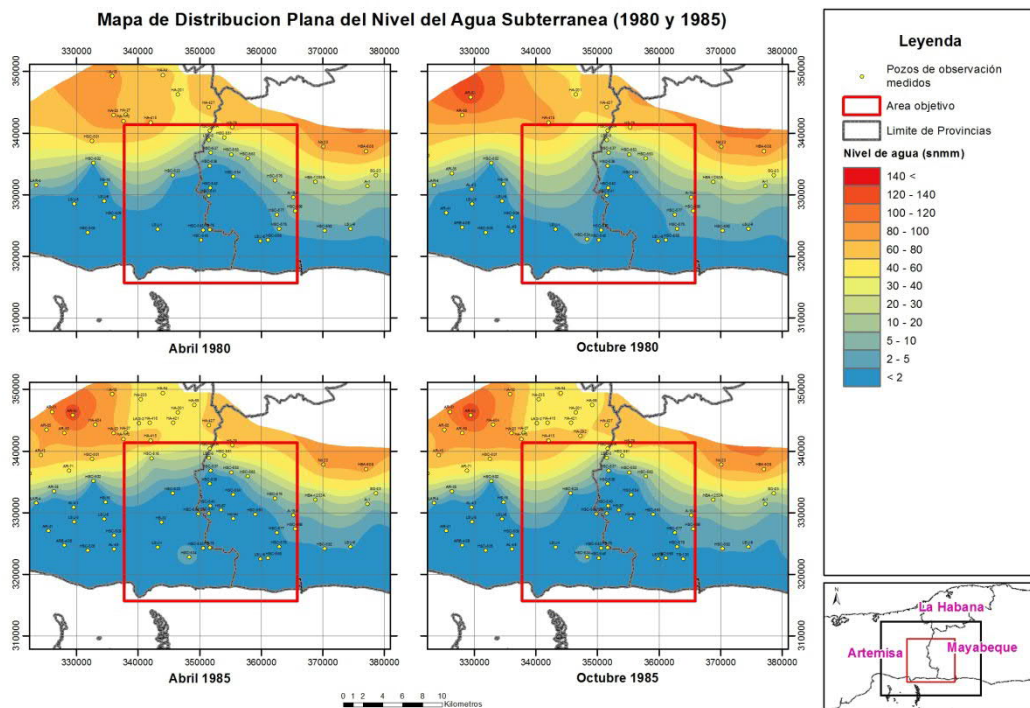


Figura 2-67: Mapa de distribución plana del nivel agua subterránea (1980 y 1985)

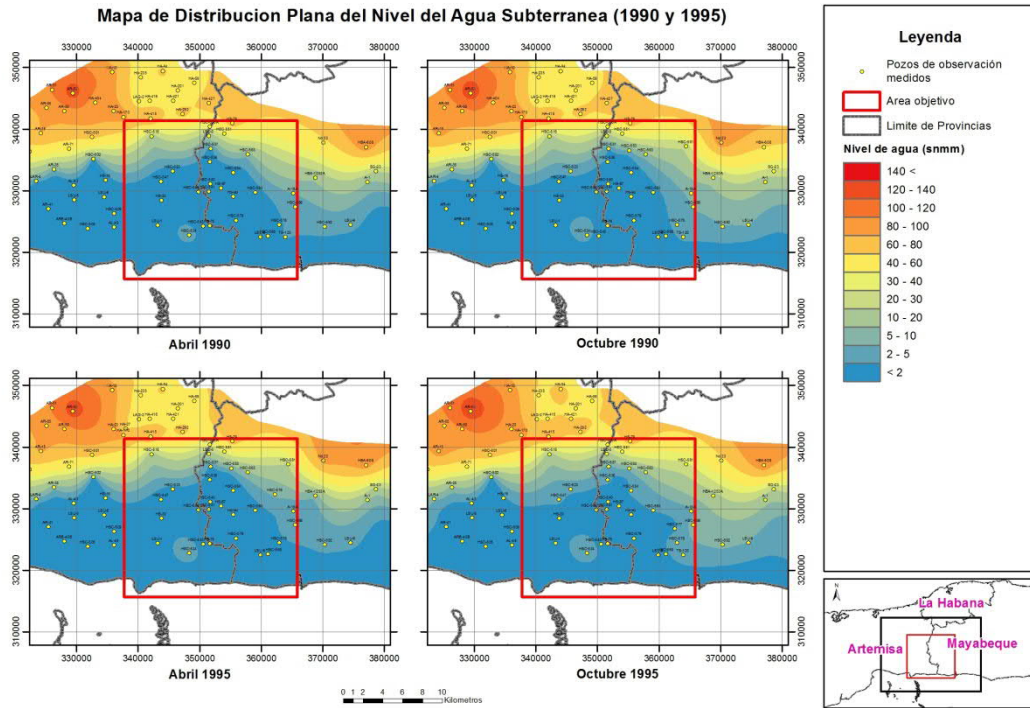


Figura 2-68: Mapa de distribucion plana del nivel agua subterranea (1990 y 1995)

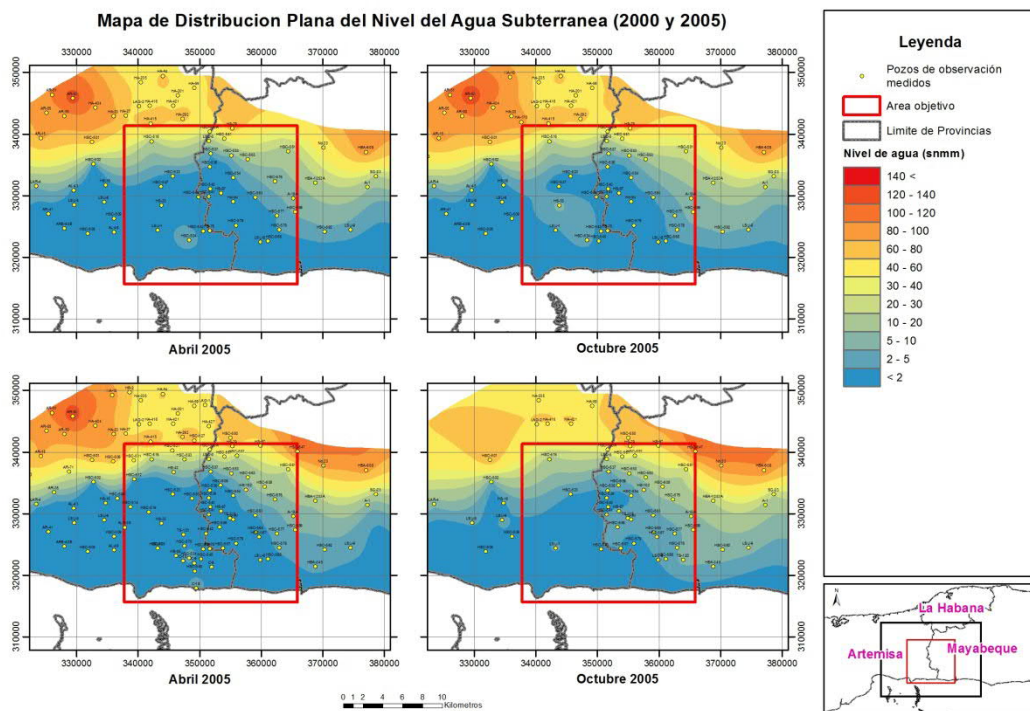


Figura 2-69: Mapa de distribucion plana del nivel agua subterranea (2000 y 2005)

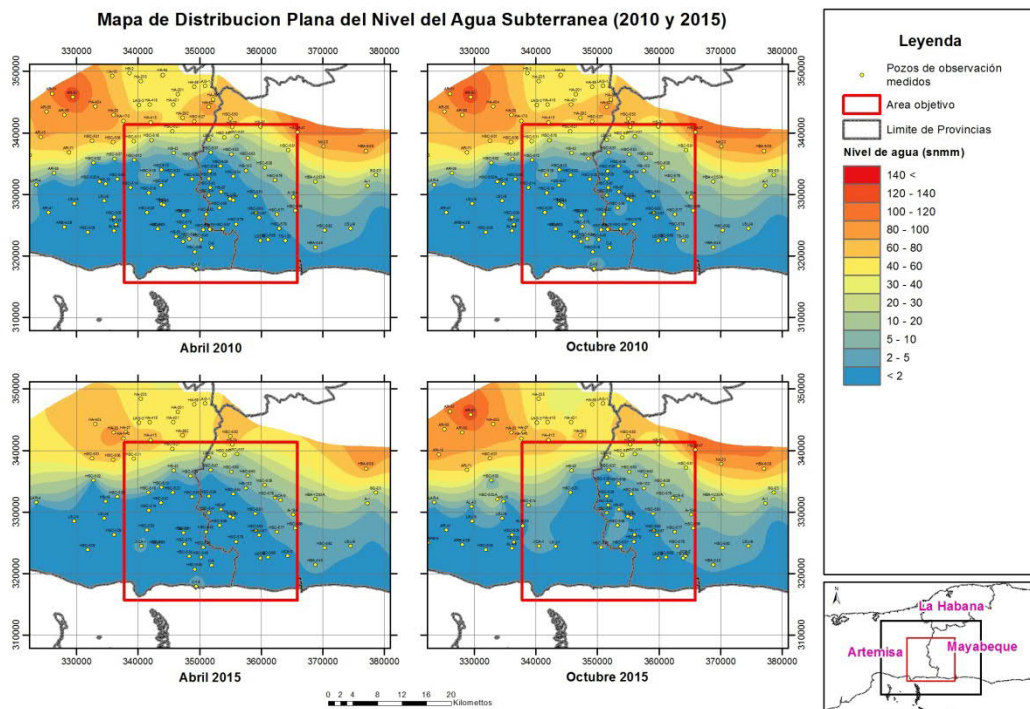


Figura 2-70: Mapa de distribución plana del nivel agua subterránea (2010 y 2015)

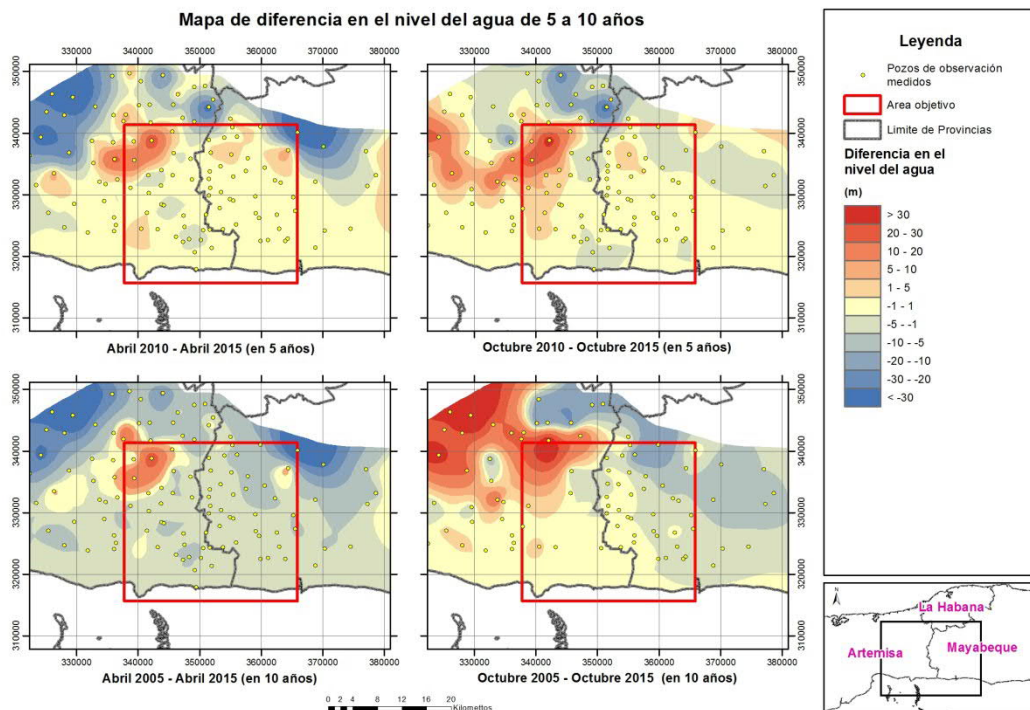


Figura 2-71: Mapa de diferencia en el nivel del agua de 5 a 10 años