U 1273

27 SET. 1979

BIBLIOTECA IREN

AGUA

INFORME - MISION DE ASISTENCIA

COSTOS DESARROLLO AGUA SUBTERRANEA REGION DEL CHACO

PROYECTO PAR/75/002/ " DESARROLLO INTEGRADO DEL CHACO"

OBJETIVO DE LA MISION

La asistencia del consultor fue solicitada a fin de analizar y cuantificar los costos que representa sustentar mediante agua subterránea, el abastecimiento requerido para el el asentamiento de una masa ganadera en la región del CHACO. La misión se desarrolló en el lapso de 13 días contemplando tanto una visita a la zona de potencial desarrollo inmediato, ESTANCIA LA PATRIA, como a la sede del Proyecto PAR/72/004/ " DESARROLLO DE AGUAS SUBTERRANEAS DEL CHACO " en Filadelfia.

ANTECEDENTES

El Gobierno de Paraguay a través del Instituto de Bienestar Rural (IBR) ha concebido el desarrollo de 800.000 Hás. en el noreste del CHACO a través de un programa de colonización basado en producción ganadera.

Como primera etapa de este plan, el IBR ha adjudicado una fracción de 30.000 Hás al Fondo Ganadera, institución estatal de fomento pecuario, a fin de que éste, ponga en marcha una unidad experimental de producción ganadera.

Sobre dicha unidad,denominada " ESTANCIA LA PATRIA ", se ha previsto el desarrollo inicial de una superficie de 2.500 Hás sembrada con pastos forrajeros.

El Gobierno de Paraguay ante la magnitud y trascendencia del plan ha solicitado la asistencia de Naciones Unidas, conformándose el Proyecto " Desarrollo Regional Integrado, CHACO " PAR/75/002/, cuyos objetivos fundamentales se centran en analizar la factibilidad económica de la producción ganadera en la unidad inicial (2.500 Hás) y recomendar los pasos posteriores que deba emprender el Gobierno para alcanzar los objetivos deseados.

Considerando las particulares características climatológicas e hidrológicas del CHACO, el recurso natural restrictivo es el agua.

AGUA

El Proyecto " Desarrollo de Aguas Subterráneas del CHACO " ha detectado la presencia de dicho recurso, más considerando la vastedad y complejidad de la región, sus características hidrogeológicas aún no se encuentran perfectamente definidas.

Bajo tales condiciones el costo y seguridad de abastecimiento de agua resulta gravitante sobre la factibilidad del proyecto ganadero.

Una síntesis de las conclusiones alcanzadas señala como puntos principales los siguientes :

- Considerando la vastedad y complejidad que presenta la región del CHACO sus características hidrogeológicas aún no pueden considerarse definidas.

- Si bien el conocimiento actual permite afirmar la existencia de agua subterránea, el aparente carácter lenticular de los acuíferos que contienen aguas de buena calidad, impide extender regionalmente dichos resultados.

- Bajo dichas condiciones no se considera factible, para el nivel actual de conocimiento del recurso, desarrollar proyectos de magnitud basados en abastecimiento de agua subterránea.

- La zona abarcada por la ESTANCIA LA PATRIA y sus inmediaciones se encuentra reconocida por 6 sondajes con antecedentes (ONU 32A-32B-40-43-44-45), uno de los cuales resultó infructuoso (agua de excesivo contenido de sólidos disueltos), en dos de ellos no fue posible realizar pruebas de rendimiento y los tres restantes si bien poseen antecedentes, requieran de algunas investigaciones adicionales para garantizar el abastecimiento seguro a la masa ganadera (2.500 cabezas)

- Especificamente para el abastecimiento del nivel experimental del Proyecto Desarrollo Integrado del CHACO se ha debido asumir alternativas de rendimiento de sondajes, bajo elevados factores de seguridad. Ello conduce a incrementar el número de sondajes requeridos y obviamente a elevar costos.

- Las diversas alternativas de abastecimiento analizadas conducen a valores del m^3 de agua extraída, fluctuantes entre U$ 0.20 y U$ 0.36. Dicho costo se estima excesivamente elevado y se atribuye tanto a la profundidad y rendimiento unitario de los sondajes (1,5-5 m^3/hra) como a la baja demanda (58.875 m^3 anuales) necesaria de cubrir.

AGUA

Aún considerando rendimientos elevados (30-35 m^3/hra) que permitan el abastecimiento de la estancia experimental a través de sólo un sondaje, el costo del m^3 se estima no sería inferior a U$ 0.10. Parece recomendable bajo tales condiciones, verificar la factibilidad de almacenamiento de aguas lluvias y su mezcla con aguas subterráneas de mayor contenido de sólidos disueltos al exgido hoy en día que conduciría a reducir la profundidad de los sondajes. Asumiendo la existencia de la información base, un estudio hidrológico que centre su atención en dicho análisis colocando énfasis en evaporación desde superficies libres, frecuencia y distribución de lluvias podría alcanzar conclusiones en un período de 4 meses.

Desde el punto de vista hidrogeológico es necesario asentar el conocimiento actual.

Como apoyo al Proyecto ganadero, es deseable, la concentración de las actividades de investigación de aguas subterráneas sobre los límites de la etapa intermedia (270.000 Hás). Basicamente la definición hidrogeológica debería orientarse a la determinación de la continuidad y/o extensión de los acuíferos conteniendo agua de buena calidad y la renovabilidad del recurso. El conocimiento de dichos parámetros permitiría diseñar un manejo a gran escala de él.

Se estima conveniente recurrir a técnicas de datación isotópica para orientar el origen de la recarga. A su vez ello debería estar unido a un profundo estudio geoquímico. Las pruebas de agotamiento en cada sondaje deberían permitir conocer y garantizar gastos máximos sin provocar contaminación.

La realización de pruebas de larga duración (5 días mínimo) en cada sondaje unido al control permanente de aquellos que mantienen desde algún tiempo lapsos diarios prolongados de extracción (Agua Potable Mariscal Estigarribia), son acciones necesarias para lograr despejar las actuales incógnitas. Estas últimas investigaciones se recomienda se inicien a la brevedad en los sondajes factibles de utilizar por su calidad del agua, en el área de la ESTANCIA LA PATRIA.

AGUA

BREVE CARACTERIZACION HIDROGEOLOGICA DEL CHACO

INTRODUCCION

Paraguay se encuentra dividido por el río del mismo nombre en dos zonas cuyas características climáticas determinan tanto el asentamiento humano como sus perspectivas de desarrollo. El Paraguay Oriental posee una topografía ondulante de lomajes, precipitaciones medias en torno a 1.500 mm anuales, distribuídos en 90 días, temperaturas medias anuales de 22°y una hidrografía muy definida. Dicha zona acoge el 96% de la población, concentrando practicamente la actividad económica del país y representa el 40% de su superficie total.

En contraste el Paraguay Occidental o Chaco Boreal, es un llano con sólo ocasionales pequeñas diferencias topográficas , precipitaciones que alcanzan a 500 mm anuales en su sector Noroeste y 900 en su región Central, distribuídas sólo en 60 días.

La temperatura media anual se eleva por sobre los 24°, la humedad relativa no es superior al 60%, vientos permanentes y una evaporación anual potencial estimada en 2.000 mm. (1)

El area representa el 60% de la superficie del país y contiene sólo el 4% de su población.

El PROYECTO " Desarrollo Integrado del CHACO "se ubica en el sector Noroeste del CHACO BOREAL y el PROYECTO " Desarrollo de Aguas subterráneas del CHACO ha mantenido actividades tanto en la región Noroeste como Central del CHACO

HIDROGEOLOGIA

El CHACO BOREAL representa la parte Norte del Gran Chaco que se extiende abarcando zonas de Argentina, Brasil, Bolivia y Paraguay. Corresponde a una gran cuenca sedimentaria rellena en su parte superior con sedimentos de edad terciaria y cuaternaria que dan origen a la unidad definida como Formación CHACO. Los materiales de la Formación CHACO son atribuídos a denudación de la Cordillera Andina depositándose hacia el Este según su granulometría. En general, la región investigada por el PROYECTO de Aguas Subterráneas presenta sedimentos de origen fluvio-lacustre y eólicos. Consecuentemente su granulometría varía desde arcillas hasta arena media pasando

por arenas limosas, limo arenosas y arenas finas. El espesor de la Formación es variable alcanzando en forma tentativa valores de 1000 mts. y superiores en la zona sureste, decreciendo hasta profunidides en torno a 100 mts. en el extremo Noroeste. (2).

Considerando el origen de los sedimentos y la extensión de la región (100.000 Kms^2 investigada),no ha sido posible definir claramente hasta el m mento sectores hidrogeologicamente afines.

En principio la zona del CHACO Central presenta características hidrogeológicas que tienden a considerarla diferente al sector Noroeste. La existencia de hondonadas de pequeño a mediano tamaño en conjunto con lechos de cauces antiguos permiten la presencia aislada de sectores acuíferos freáticos conteniendo agua de buena calidad a profundidades no superiores a 12 mts. Dichos acuíferos se recargan localmente manifestando sus niveles estáticos,fluctuaciones concordantes con las precipitaciones.

Bajo dicho primero acuífero se ha detectado un segundo esta vez confinado conteniendo agua de calidad dudosa a mala excepto en la zona de Mariscal Estigarribia.

En oposición a dicha descripción, el sector Noroeste presenta a lo largo de la Formación CHACO una alta intesrestratificación sin continuidad aparente (lentes), agravada por la presencia de agua con alto contenido de sólidos disueltos (en promedio 3.000 ppm) especialmente en su zona central, sede del proyecto ganadero.

Los escasos antecedentes que actualmente se dispone permiten insinuar a este Consultor la existencia, a grandes rasgos, de tres sectores en el Noroeste del Chaco.

Inicialmente y teniendo como vértice el río Pilcomayo más allá de la frontera paraguaya, se distingue la influencia de un abanico aluvial cuyos límites alcanzarían hasta la localidad de Santa Rosa. Los sondajes realizados muestran condiciones favorables en la inmediaciones del río, tanto en el sentido de acuíferos poco profundos (30-50 mts.) como en cuanto a calidad del agua (860-1100 mmhas/cm.(Sondaje ONU-47). A medida que se avanza hacia el Noroeste las características anteriores presentan un paulatino empeoramiento. Los acuíferos de interés se encuentran a una mayor profundidad y la calidad del agua si bien no sufre un incremento excesivo de sólidos disueltos, alcanza conductividades de 1.500 mhos/ cm en Santa Rosa. Primariamente, una recarga concentrada en las crecidas desbordadas en el Pilcomayo podría insinuarse como fuente de alimentación del sistema. Ella sin embargo debería ser altamente efectiva para mantener influencia a distancias tan considerables.

AGUA

Las consideraciones anteriores se basan sólo en tres sondajes (ONU 47-12-31) para un área estimada en 10.000 Kms^2. De ser prioritario es necesario intensificar la investigación en el sector, tendiendo especialmente a verificar la bondad y extensión de la influencia del abanico aluvial señalado, el origen y renovabilidad del recurso . Los antecedentes actuales si bien indicativos no permiten definir en este momento en primera aproximación las características del adecuado manejo que pudiere hacerse del recurso subterráneo del área.

Se distingue como segundo sector, la zona comprendida entre Nva. Asunción y el límite, es decir el extremo noroeste fronterizo con Bolivia. En ella se han construido tres sondajes de excelentes resultados en cuanto a calidad del agua (400 mhos/cm y rendimientos promedio bastante satisfactorios para el área (28 m^3/h).

Si bien el área investigada posee una escasa densidad de sondajes, la contrastante calidad del agua con respecto a la situación generalizada del CHACO, permite insinuar una recarga local favorecida por el área medanosa que caracteriza a la zona y/o ligada a fuentes de alimentación localizadas en la precordillera Boliviana.

El tercer Sector corresponde a gran parte del área ocupada por el Proyecto de Desarrollo Integrado en sus etapas actual y posterior (270.000 Hás).

Sus límites no se pueden precisar con los antecedentes actuales y su distinción proviene de corresponder a una zona que se encontraría ajena o en los límites del área de influencia del abanico aluvial (por lo tanto no apoyada por la supuesta recarga del Pilcomayo) y poseyendo a su vez todos los inconvenientes de una estratigrafía lenticular de pequeño espesor.

En todo caso, la existencia puntual de estratos cuyos límites en cuanto a la calidad del agua que contienen no exceden los 2.500 mmhos/cm señalan fuertes incognitas respecto a su origen. Se descarta la posibilidad de una recarga local no sólo por la alta tasa de evaporación imperante sino a su vez por la profundidad de los acuíferos (80-120 mts) lo cual significa tener que atravesar necesariamente estratos con aguas de contenido de sales sustancialmente mayor (hasta 1.1000 mmhos/cm) provocando un deterioro de su calidad más allá de la detectada. Las investigaciones en la zona de potencial desarrollo ganadero si bien permiten indicar la existencia de agua para concebir proyectos como el señalado, a juicio de este consultor no son suficientes para trazar planes más allá de aquellos considerados experimentales.

La complejidad hidrogeológica del área exige asentar el conocimiento actual tendiendo a determinar las reales posiblidades de la región.

Considerando la alta prioridad que Paraguay otorga al Proyecto de desarrollo ganadero, se recomienda concentrar la investigación de recursos subterráneos en el área seleccionada como etapa intermedia. Basicamente la definición hidrogeológica debería orientarse a determinar la continuidad y/o extensión de los acuíferos conteniendo agua de buena calidad y el origen de la recarga. A través de ello se conocerían los límites del sistema acuífero y la renovabilidad del recurso, parámetros decisivos para diseñar un manejo a gran escala de él.

Se estima conveniente recurrir a técnicas de datación isotópica (Tritio, C-14 etc.) para orientar el origen de la recarga. A su vez ello debería estar unido a un profundo estudio geoquímico del recurso.

Las pruebas de agotamiento en cada sondaje deberían estar orientadas a determinar gastos máximos posibles de extraer sin provocar contaminación. Para ello se requiere programar pruebas de a lo menos 5 días continuidos de extracción a gasto constante, con control permanente tanto del nivel dinámico como calidad del agua. Decisivo a su vez para el manejo del sondaje resulta controlar completamente su recuperación, puesto que variaciones en su almacenamiento permitirían conocer la extensión de los acuíferos.

Valiosos antecedentes proporcionaría un control permanente tanto químico como de rendimiento sobre sondajes que se explotan ya durante un período de varios años (Mariscal Estigarribia) sin aparente variación de sus características iniciales.

AGUA

DEMANDA DE AGUA

Considerando el específico problema que enfrenta el Proyecto , se distinguirá exclusivamente la demanda de agua requerida por la masa ganadera.

Como se ha señalado anteriormente, el Proyecto en su etapa experimental comprende el desarrollo inicial de 2.500 Hás de pastos sobre los cuales a razón de 1 cabeza por Há, se instalarían 2.500 cabezas. Se estima que el animal promedio de 400 kilos requiere un mínimo de 50 L/día de consumo de agua, con una tolerancia máxima en sólidos disueltos de 5000 mmhos/cm (3). La demanda total requerida entonces en esta primera etapa, alcanza a 125 m^3/día.

A ella debe agregarse el sistema de almacenamiento de seguridad diseñada para 18 días de demanda diaria, que representan 2250 m^3 adicionales. Dado el sistema de flujo contínuo que se ha diseñado para el abastecimiento y considerando desconocido el número de fallas que pueda sufrir a lo largo del año se estimará que la demanda de almacenamiento es requerida solo una vez.

SONDAJES EXISTENTES Y RENDIMIENTOS

En el área del Proyecto y sus inmediaciones se han perforado 6 sondajes, de los cuales uno no resultó exitoso (ONU 32A), dos no poseen antecedentes de pruebas de agotamiento (ONU 32B -ONU 45) (4). Los tres restantes (ONU 40,43,44) son la base del sistema de abastecimiento.

Previo es necesario indicar, que los tres sondajes señalados no poseen pruebas, para disitintos caudales, que superen los 120 minutos de extensión.

Considerando las características hidrogeológicas que dominan el área, se estima que dichas pruebas resultan insuficientes para conocer el comportamiento del sondaje tanto en calidad del agua extraída (y probable contaminación para extracciones continuas) como en rendimientos sucepti - bles de exigir.

Ello obliga a diseñar el sistema de abastecimiento bajo coeficientes de seguridad adicionales limitando el caudal suceptible de extraer y elevando por lo tanto el número necesario de sondajes.

Bajo tales restricciones y con el objetivo de señalar una base de costos, se ha señalado un sondaje ideal que representaría las características imperantes en el área de desarrollo experimental, operando bajo dos alternativas de rendimiento necesariamente conservadoras por las razones anteriormente indicadas.

SONDAJE IDEAL

PROFUNDIDAD	: 120 mts.
NIVEL ESTATICO	: 30 mts.
GASTO ESPECIFICO	: 1 m^3/hra/m
CAUDAL EXPLOTABLE ALTERNATIVA A	: 1,5 m^3/hra
NIVEL DEPRIMIDO A	: 31,5 m
CAUDAL EXPLOTABLE ALTERNATIVA B	: 5 m^3/hra
NIVEL DEPRIMIDO B	: 35 m

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO

El sistema global de abastecimiento, conducción y regulación ha sido diseñado por el Proyecto " Desarrollo Integrado del CHACO, considerando tanto distancias máximas posibles de recorrer por el ganado, como dotaciones de seguridad requeridas.

Por ello sólo se ha actuado sobre el número necesario de sondajes bajo las distintas alternativas anteriormente diseñadas.

Globalmente el sistema consiste en sondajes habilitados mediante molinos de viento o bombas convencionales, dependiendo del caudal y profundidad de extracción, una red de distribución en cañería PVC de baja presión de 2", estanques de almacenamiento de 1250 m^3 de capacidad (10 días de demanda) que a su vez alimentan finalmente bevederos de 450 litros cada uno.

Las alternativas de rendimiento por sondaje, conducen a un número similar de sistemas de abastecimiento . Considerando la alternativa A (1,5 m^3/h) el sistema de abastecimiento consistiría globalmente en:

ALTERNATIVA A

DEMANDA DIARIA	: 125 m^3/día
SONDAJES REQUERIDOS	: 5
RENDIMIENTO POR SONDAJES	: 1.5 m^3/hra
HORAS DE EXTRACCION POR SONDAJE	: 17
SISTEMA DE EXTRACCION	: 5 molinos de viento (1.500 l/hra a profundidades de 31 mts.)
SISTEMA DE SEGURIDAD	: 5 bombas de Piston posibles de acoplar a cada molino.
SISTEMA DE CONDUCCION	: 14.160 mts. de cañería (PVC 2")
ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO	: 5 de 1250 m^3 de capacidad
BEVEDEROS	: 48

ALTERNATIVA B

DEMANDA DIARIA	: 125 m^3/día
SONDAJES REQUERIDOS	: 3
RENDIMIENTO POR SONDAJE	: 5 m^3/hra
HORAS DE EXTRACCION	: 8.5
SISTEMA DE EXTRACCION	: 3 bombas de eje vertical accionadas por motor.
SISTEMA DE SEGURIDAD	: 1 equipo completo similar al anterior
SISTEMA DE CONDUCCION	: 14160 mts. de cañería
ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO	: 3 de 1250 m^3 de capacidad
BEVEDEROS	: 48

Si bien en el caso de la alternativa B el rendimiento por sondaje permitiría reducir su número, no aparece ello conveniente por razones de seguridad.

AGUA

COSTO UNITARIO DEL AGUA EXTRAIDA

Los costos de la red de conducción sistemas almacenamiento y bevederos han sido proporcionados por el Proyecto de Desarrollo Integrado del CHACO.

Los costos de molinos de viento han sido extraídos del informe preparado por el BRACE RESEARCH INSTITUTE. Los costos de equipos de bombeo se han obtenido de las casas importadoras localizadas en Asunción.

El valor de los sondajes se ha calculado en base a dos alternativas. La primera considerando los inferiores costos internacionalmente vigentes a nivel de empresas perforadoras privadas (U$ 150 el metro lineal) recargado en un 100% por concepto de aislamiento, seguros, transporte, bonificaciones especiales al personal y tiempo ocioso por dificultades de acceso. La segunda asumiendo los costos proporcionados por el Ministerio de Defensa Nacional, contraparte nacional del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas del CHACO (ANEXOS) que alcanzarían sin considerar sueldos, gastos generales y seguros a U$ 122 el metro lineal. Bajo dichas premisas los costos estimados alcanzan a:

ALTERNATIVA A

Unidad Monetaria: U$ Dolar

1.- INVERSION	Costo ML	Costo Un.	Cantidad	Total	Vida Util	Valor
Sondajes	300 (1)	36000	5	180000	20 años	0
	122 (2)	14640	5	73200	20 años	0
Molinos		2564	5	12820	20 años	0
Bombas de Piston con motor incluído		396	5	1580	-	-
Cañería		1,32	14160	18691	-	-
Estanques de almacenamiento		3492	5	17460	-	-
Bevederos		70	48	3360	-	-

Inversión Pte. (1) U$ 235.152

Inversión Pte. (2) U$ 128.352

INTERES 6%

ANUALIDAD (1) : U$ 20.600

ANUALIDAD (2) : U$ 11.190

COSTOS DE OPERACION ANUALES : U$ 256

COSTOS DE OPERACION E INDIRECTOS : U$ (1) 20.856

(2) 11.446

VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO : 58.875 m^3 (*)

COSTO M^3 (1) : U$ 0.36

COSTO M^3 (2) : U$ 0.19

* Se ha considerado la demanda diaria unida al almacenamiento.

ALTERNATIVA B

Inversión

	Costo ML	Costo Unitario	Cantidad	Total
Sondajes	300 (1)	36000	3	108.000
	122 (2)	14640	3	43.920
Bombas Verticales incluido motor		4200	4	16.800
Cañería		1,32	14160	18.691
Estanques de Almacenamiento		3492	3	10.476
Bevederos		70	48	3.360

Inversión Pte. (1) U$ 157.325

Inversión Pte. (2) U$ 93.247

INTERES 6 %

ANUALIDAD (1) U$ 13.716

ANUALIDAD (2) U$ 8.129

AGUA

ANALISIS DE COSTOS

La determinación de costos del m^3 de agua subterránea extraída, cualquiera sea la alternativa que se analice fluctua entre U$ 0,20 a U$ 0.36. Dicho valor se considera excesivamente elevado. Si a ello se agregan costos de reposición de equipos de una vida útil menor al horizonte de los sondajes, no considerados en esta oportunidad, el costo se elevaría aún por sobre los límites actuales..

Un análisis de los orígenes de costos tan elevados conduce a identificar dos razones intimamente ligadas: sondajes y demanda.

Por una parte la demanda requerida es excesivamente baja para una inversión tan elevada y por otra, sondajes condicionados por desconocimiento de su operación para caudales mayores a rendimientos excesivamente bajos obliga a aumentar el número requerido. Se entiende que para abastecimientos ligados solamente a fuentes de aguas subterráneas, no sería posible, bajo el conocimiento hidrogeológico actual de la zona, reducir la profundidad de los sondajes por razones de calidad de agua.

Es necesario, bajo tales condiciones a fin de lograr reducir los costos del agua, actuar en dos sentidos complementarios.

Es manifiesta la necesidad de incrementar el conocimiento respecto a rendimientos máximos de cada sondaje. Al incrementar el rendimiento unitario obviamente disminuirá el número de sondajes requeridos. Adicionalmente parece conveniente analizar la posibilidad de uso conjunto de aguas subterráneas y superficiales. Si a través de un estudio hidrológico se determina la factibilidad de la utilización de tajamares para el almacenamiento de aguas lluvias, dicho recurso podría mezclarse con aguas subterráneas de mayor cantidad de sólidos disueltos y que de acuerdo a las características hidrogeológicas de la región requerirán sondajes de inferior profundidad.

No parece posible, de acuerdo a las condiciones de suelo y estratigrafia de capas superiores en el área del Proyecto considerar manejo a través de recarga artificial del sistema conjunto agua lluvia-acuíferos superficiales.

Incognitas de grave trascendencia para esta segunda alternativa, representan tanto la tasa de evaporación imperante como la frecuencia y distribución de lluvias.

ASUNCION, PARAGUAY Diciembre 1976.-

BIBLIOTECA IREN