



## **ANEXO 10**

# **ANTEPROYECTO ARAPEY – 80**

**AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E  
INNOVACIÓN (ANII)**

**FONDO SECTORIAL DE ENERGÍA**

**PROYECTO PR\_FSE\_2009\_1\_08**

**Mayo/2013**

# 1.INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes.

Este trabajo se enmarca en las necesidades nacionales de fuentes energéticas, expresadas por las autoridades ministeriales y concretadas. El objetivo expresado para 2015 es de tener hasta un 25 % de la energía eléctrica nacional generada a partir de fuentes energéticas renovables.

La energía hidroeléctrica se ha utilizado desde 1947 en el país, pero solo en emprendimientos a gran escala (Rincón del Bonete: 152MW; Baygorria: 111 MW; Palmar: 330 MW; Salto Grande: 1890 MW. Las tres primeras fueron construidas y son operadas por la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE); la última por la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande, binacional. Anteriormente, en el embalse del río Cuñapirú se había generado energía mecánica desde 1882 hasta 1910, y luego energía eléctrica (210 kW) por parte de UTE, pero en 1958 fue discontinuado.

## 1.2 Uruguay, Clima, precipitaciones

La República Oriental del Uruguay tiene un territorio con topografía poco accidentada. El territorio, con ondulaciones de poca altura en casi todo el país, genera gran cantidad de cauces, con desniveles pequeños.

El clima es templado y no hay nieve, por lo que no hay cauces torrentosos ni estacionales.

Las precipitaciones están distribuidas en todo el año, con mayor frecuencia en los meses de octubre a abril de 2013. La media anual en todo el territorio es de 1100 mm anuales, si bien hay algunas diferencias entre zonas. En el estudio previo “Balances hídricos superficiales en cuencas del Uruguay”, realizado por el IMFIA en convenio con el MTOP-DNH, se muestran los ciclos anuales de precipitación, evapotranspiración real y esorrentía en algunas cuencas, entre todas razonablemente representativas de todo el territorio nacional. Se observa que hay variabilidades (desviaciones estándar) muy altas, con frecuencia superiores a la mitad de los valores medios.

Por lo anterior, los caudales disponibles para la generación hidroeléctrica no suelen ser previsibles en el corto ni mediano plazo. Ello hace que la energía hidroeléctrica, para poder ser considerada energía firme, requeriría embalses relativamente grandes, con

elevados tiempos de residencia. El fuerte impacto de los lagos hace que sea preferible resignar algo de la calidad de firme para hacer viable el emprendimiento.

### **1.3 Transmisión de energía**

La ley N° 16832 de junio de 1997 permite la generación y consumo de energía eléctrica en régimen de libre mercado, manteniendo la transmisión a cargo de UTE. Se admite que cualquier persona física o jurídica (“agente”) pueda generar energía eléctrica, así como comercializarla a terceros. Para esto último, es preceptiva la intervención del Despacho Nacional de Cargas, operado por la Administración del Mercado Eléctrico (ADME).

La generación hidroeléctrica del presente proyecto no será firme, en el sentido de no poder despacharse en cualquier momento y circunstancia; dependerá en buena medida de los regímenes pluviométricos, y no tendrá un embalse tan grande respecto al caudal turbinado que permita esa calidad de firme. Por lo tanto, la energía generada será volcada al Sistema Interconectado Nacional de energía eléctrica; ello hará que la energía que se genere en el proyecto presente permita o bien ahorrar agua turbinable en embalses de mayor porte (sobre todo, el de Rincón del Bonete), o bien generar menos con las centrales térmicas de energías no renovables e importadas, o bien disminuir las adquisiciones de energía a los países vecinos.

Por lo anterior, la concreción del presente proyecto tiene como paso ineludible la negociación con ADME y UTE

### **1.4 Datos disponibles**

#### **1.4.1 Información topográfica.**

Se dispone de información relativamente completa y actualizada sobre la topografía nacional:

- Cartografía del Servicio Geográfico Militar, materializada en planos (impresos y en otros formatos) a escala 1:50.000 y menores de todo el territorio; para algunas zonas, se dispone de planos a escala 1:25.000.
- Cartas digitales vectoriales, a distintas escalas, con centros poblados, caminería, hipsografía, hidrografía, etc.

- Información satelital de la NASA (National Aeronautics and Space Administration, de EE.UU.) , plasmada en el modelo numérico de terreno SRTM-NASA; dicha información satelital es gratuita y de libre descarga en la web.

En Uruguay se utilizan dos niveles de referencia para las cotas o alturas: el Cero Wharton, convencional, y el Cero oficial, definido en 1948 mediante los niveles medios del río de la Plata en el puerto de Montevideo; el primero se encuentra a 0,91 m por debajo del Cero Oficial

En el presente trabajo, todas las cotas serán referidas al Cero Oficial de la ROU.

### **1.4.2 Información hidrológica**

- Informes sobre balances hídricos elaborados por la Dirección Nacional de Hidrografía, actualmente publicados por la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA)
- Información georreferenciada de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (RENARE) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

Sin perjuicio del uso de la información disponible, para el presente proyecto se deberán realizar relevamientos in-situ detallados para, cuando se realice el proyecto ejecutivo, determinar con más precisión las características y emplazamientos de las distintas partes de la obra.

### **1.4.3 Capacidades de la industria nacional**

#### **1.4.3.1 Obras civiles**

Las obras civiles del presente proyecto pueden ser realizadas por buena cantidad de empresas nacionales. Las decenas de empresas de obras civiles que suelen trabajar en obras públicas y privadas de cierto porte tienen la maquinaria y los recursos humanos capacitados que se requieren.

Para la construcción de los equipos de generación, hay empresas que tendrían las capacidades requeridas para los tamaños de las máquinas de que se trata. Por ejemplo, la elaboración de las turbinas requiere capacidades tecnológicas que se encuentran en el país:

corte y conformación de chapas gruesas, soldadura, fundición, maquinado. Las empresas nacionales no han construido, hasta la fecha, turbinas hidroeléctricas.

Con respecto a los generadores, caben las mismas observaciones que respecto a las construcciones metalúrgicas. Hay capacidades nacionales para su construcción, pero no se cuenta con experiencia en ese tipo de generadores. Y no sería rentable una inversión para generar una línea de producción si la demanda fuera de muy pocas máquinas.

Las válvulas y compuertas requeridas comparten en alguna medida las observaciones de la construcción de turbinas: si bien se han elaborado en el país, no hay, a la fecha, una línea de producción que las elabore con cierta frecuencia y en tipos y tamaños repetitivos.

#### **1.4.3.2 Celdas e instrumentos; tableros**

Los tableros eléctricos, incluyendo celdas, pueden ser elaborados en el país; hay un buen número de empresas que ofrecen calidad adecuada. No obstante, los componentes, ya sean instrumentos u órganos de accionamiento, serán importados.

#### **1.4.3.3 Sistemas de control**

Es factible un desarrollo nacional del sistema electrónico-PLC de control de la velocidad, a relativamente bajo costo y sin dificultades tecnológicas especiales. Sin perjuicio de ello, los componentes a usar serán importados. También puede pensarse en adoptar un sistema de control ya desarrollado en otros países; hay desarrollos al respecto en los países de la región.

#### **1.4.3.4 Ensayos y calibraciones**

Los ensayos de recepción forman parte de la inversión inicial. Los instrumentos principales pueden ser calibrados en el país:

- Instrumentos de medidas eléctricas en el laboratorio de UTE, Dpto. de Metrología Eléctrica
- Instrumentos de medida de presión en el LATU e instituciones o empresas acreditadas por éste
- Instrumentos de medida de caudal se pueden calibrar in-situ, usando instrumental de referencia que se puede calibrar en la Facultad de Ingeniería

En operación, se requerirá una calibración periódica de los instrumentos principales (los de nivel, presión y eléctricos), que puede ser realizada en los mismos laboratorios.

#### **1.4.3.5 Obtención de insumos.**

Los insumos para la obra civil (áridos, cemento, hierro en distintas formas, etc.) son conseguibles en el territorio y en las capitales departamentales cercanas; en la peor de las situaciones, se deberá conseguirlos en Montevideo.

Los insumos importados de mayor tamaño o peso (turbinas, generadores, u otros equipos de porte) ingresarán al país por: si son de Brasil o Argentina, cruzando las fronteras en camiones o chatas adecuados; si son de ultramar, por el puerto de Montevideo.

Para la escala del presente proyecto, las carreteras nacionales son adecuadas para el transporte de las partes prearmadas; podría ocurrir que alguna pieza de grandes dimensiones requiriera una logística de transporte algo especial, pero no inédita en el país.

## **2. IDENTIFICACIÓN DEL LUGAR**

El sitio preidentificado para el emprendimiento se localiza en el río Arapey, Dpto. de Salto, Uruguay. La presa (el cierre del río) estará ubicada en el punto de

coordenadas UTM: 21J 500120mE, 6548626mS

o bien:

latitud 31° 11'47" S; longitud 56°59'55"O

En la Figura 2.1 se muestra la ubicación de la presa sobre la carta M-9, escala 1:50.000, del SGM.

El sitio de la presa se encuentra a 5200 m en línea recta de la ruta nacional N° 4; por caminos vecinales se accede a una vivienda y a campo traviesa se puede acceder a las inmediaciones del sitio sin más que atravesar algunos cauces menores (cañadas de poca profundidad).

El punto mencionado de la ruta 4 se encuentra a 10 km por caminos secundarios del Pueblo Lavalleja, y a 103 km, por rutas 4 y 31, de la ciudad de Salto.

Dista 18.2 km (siguiendo caminos y rutas) de la red de distribución eléctrica de UTE de 30 kV.

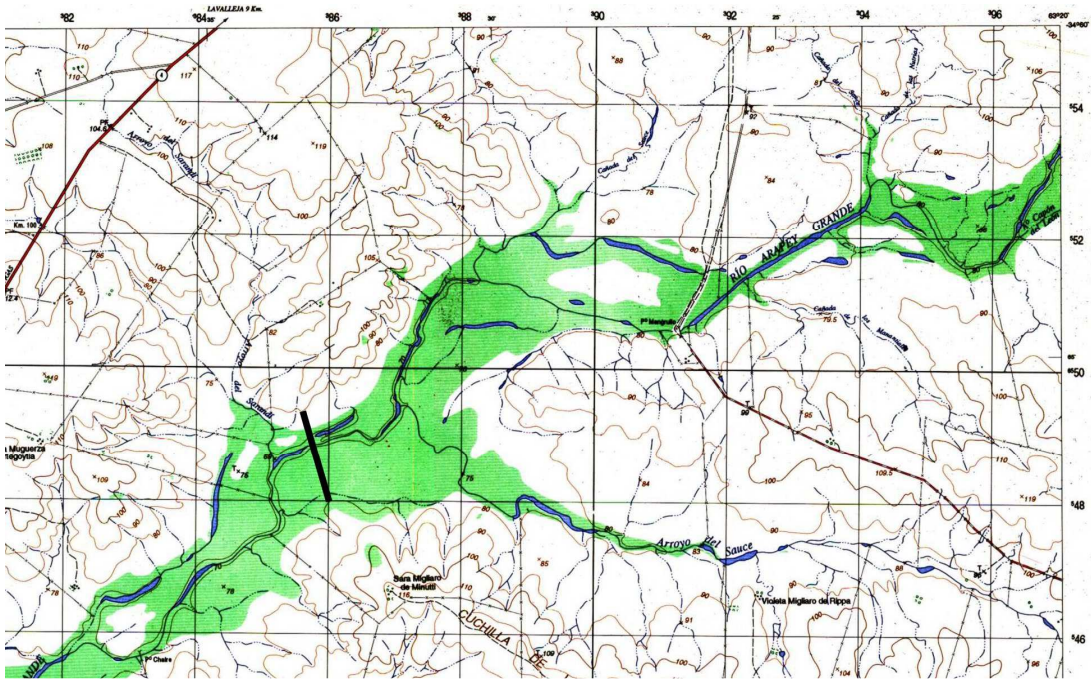


Figura 2.1 Presa en el río Arapey, en carta M-9 a escala 1:50.000 del SGM

### 3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

En los siguientes ítems se describen las características principales que conforman a este emprendimiento.

#### 3.1 Salto disponible

El nivel de vertido del embalse se ubicará a cota +80m. Estimándose para este sitio la cota del fondo del cauce de +66m, la superficie del río tendrá cota variable, con una media de +68m, por lo que el salto bruto medio resulta  $H_B = 12$  m.

Suponiendo una pérdida de carga de 0.5 m (4% del salto bruto) en los canales y conductos de presión, el salto neto será:

$$H_n = 11.5\text{m}$$

#### 3.2 Lago

El lago que se generaría embalsando a dicha cota se muestra en las Figuras 3.1 y 3.2.

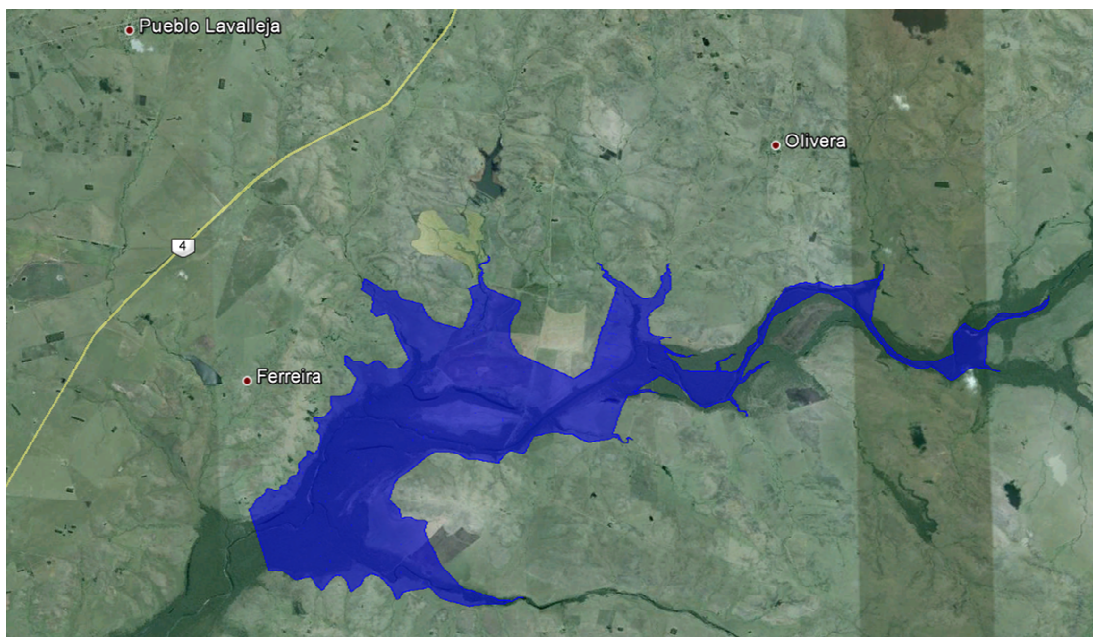


El largo de la presa se puede estimar en forma preliminar trazando la misma en el punto de cierre y entre las líneas de nivel correspondientes a la cota de vertido, siendo el mismo igual a unos 1400 m. En el Cap. 7 se precisa y detalla.

Mediante el empleo de un modelo digital de terreno construido en base a la información topográfica contenida en las cartas del SGM, se estima el volumen del embalse para la cota de vertido de  $58 \times 10^6 m^3$ , y el área inundada por el mismo de 3072 ha.



**Figura 3.1 Ubicación del embalse sobre el río Arapey**



**Figura 3.2 Embalse en el río Arapey**



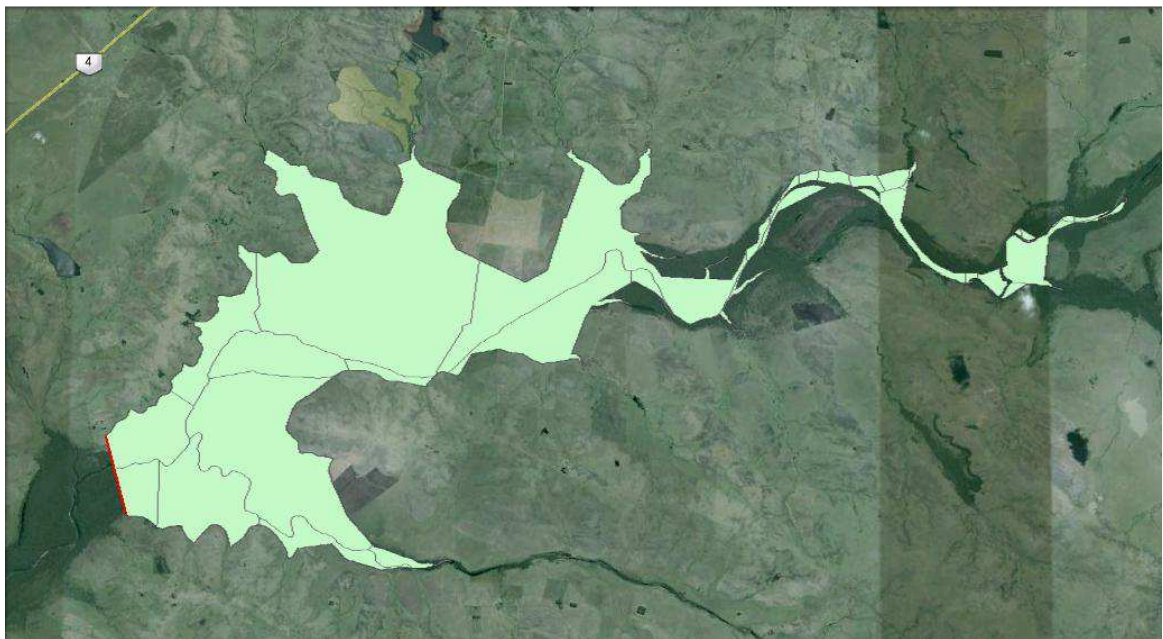
### 3.3 Caracterización del área inundada

#### 3.3.1 Padrones afectados por el lago

El embalse afectará los siguientes padrones del Dpto. de Salto (ordenados según el porcentaje de área inundada en forma decreciente):

Nº Padrón	Área total (m <sup>2</sup> )	Área inundada (m <sup>2</sup> )	% $\frac{\text{Área inundada}}{\text{Área total}}$
9259	1367207	1351956	99%
901	8567252	4731470	55%
2587	3611291	1855778	51%
8508	3449298	1269976	37%
425	34787438	9782399	28%
425	16883721	4572554	27%
7065	439531	115133	26%
8636	8516671	1898062	22%
4557	495064	109881	22%
437	1884991	378498	20%
4543	400545	54386	14%
218	9046953	1219032	13%
4334	1095920	138447	13%
9057	1924091	214983	11%
10310	6503145	606317	9%
3481	407966	35947	9%
472	1185490	81621	7%
8335	8499460	512157	6%
6035	661274	34257	5%
908	4175751	174646	4%
2129	3414039	128159	4%
5668	3990576	138959	3%
2751	863325	24051	3%
907	10146611	272776	3%
8412	776977	19628	3%
492	4875430	49458	1%
11291	65026369	640898	1%
3881	18584537	93311	1%

Tabla 3.1. Padrones inundados por el lago para la cota de vertido.



**Figura 3.3 Padrones afectados por el embalse**

Sin perjuicio de que esos padrones serán inundados cuando el embalse se encuentre a la cota de coronamiento de la presa, en ocasión de vertimientos el embalse inundará áreas mayores, pudiendo eventualmente interesar otros padrones.

### **3.3.2 Índice CONEAT del área inundada**

Los diferentes Grupos de Suelos CONEAT que se presentan en la zona afectada por el lago se pueden observar en la Figura 3.4 y se indican en la tabla 3.2 junto con los correspondientes índices CONEAT y los porcentajes del área afectada respecto al área total del lago. Se obtiene un índice CONEAT medio para el área inundada de 136.

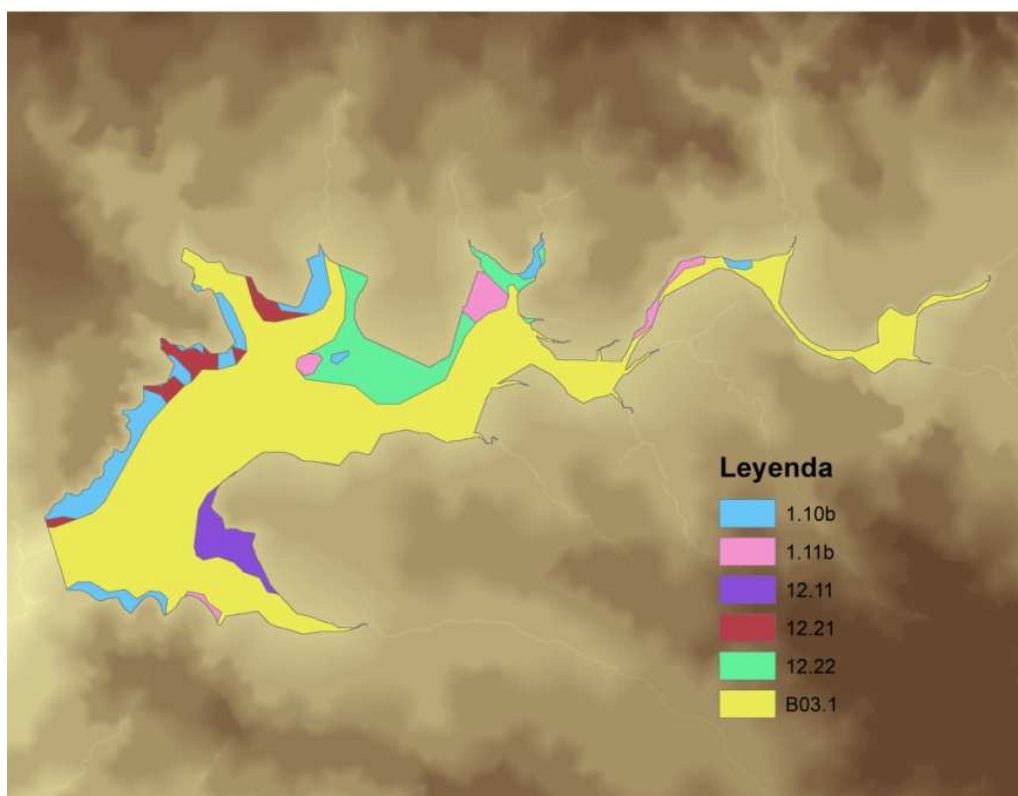


Figura 3.4 Índice CONEAT del suelo afectado por el lago.

GRUPO	12.22	1.11b	12.21	12.11	B03.1	1.10b
% AREA	5	3	3	3	73	8
INDICE CONEAT	151	30	153	162	158	30
INDICE CONEAT DEL AREA INUNDADA:						136

Tabla 3.2 Grupos de suelos con sus correspondientes índices CONEAT y porcentajes de área respecto al área total afectada por el lago.

### 3.3.3 Usos del suelo

Los principales usos del suelo de la zona inundada por el lago se pueden clasificar de acuerdo a lo indicado en el siguiente cuadro, donde se indica además el porcentaje del área utilizada respecto al área total inundada.